

52. MSKN

52. Międzynarodowe Seminarium Kół Naukowych w Olsztynie

„Przepływ informacji gwarancją rozwoju nauki”

TOM 1

AKTUALNE PROBLEMY BADAWCZE **NAUKI BIOMEDYCZNE I TECHNICZNE**

nauki o zdrowiu | nauki biologiczne | nauki o żywności
nauki rolnicze, leśne i ochrony środowiska | nauki weterynaryjne
nauki zootechniczne i rybactwa | nauki techniczne

**Aktualne problemy badawcze.
Tom 1.
Nauki biomedyczne i techniczne**

Redakcja naukowa
dr Magdalena Golińska-Konecko

Korekta i redakcja
Aleksandra Radziszewska

Projekt okładki
Kaja Żabińska
Wojciech Cylka

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe FNCE
© Copyright by texts Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wydawnictwo Naukowe FNCE



**e-ISBN: 978-83-67786-68-3
Poznań 2023**

KOMITET ORGANIZACYJNY:

Główny koordynator Seminarium: dr Magdalena Golińska-Konecko

Organizator Seminarium: Studenckie Koło Telewizyjne ZOOM

Współorganizator: Studenckie Koło Naukowe Zarządzania Zasobami Ludzkimi
CREATIVE

Koło Aktywizacji i Wspierania Animatorów KAWA: dr Izabela Szatrawska,
koordynatorka: mgr Sabina Sokołowska

Koło Naukowe Leśników: mgr inż. Ewa Chećko

Koło Naukowe Parazytologii „Vermis”: dr n. biol. Katarzyna Kubiak, koordynatorka:
dr n. med. Katarzyna Jezierska-Woźniak

Naukowe Koło Biochemii i Biotechnologii Zwierząt: dr hab. Marzena Mogielnicka-
Brzozowska, prof. UWM, koordynatorka: mgr inż. Aleksandra Cichowska

Naukowe Koło Hodowców Trzody Chlewnej: dr inż. Dorota Bugnacka,
koordynatorka: mgr inż. Nicoletta Neuman

Naukowe Koło Młodych Konstruktorów: dr inż. Paweł Pietkiewicz

Studenckie koło Naukowe ZZL CREATIVE: mgr Magdalena Łada, koordynatorka:
Katarzyna Krysztofiak

Studenckie Koło Naukowe Higieny Żywności i Toksykologii: dr n. wet. inż.
Magdalena Polak-Śliwińska

Studenckie Koło Naukowe Mykologów: dr hab. Anna Biedunkiewicz, koordynatorki:
mgr Kamila Kulesza, Urszula Grykin

**Studenckie Koło Naukowe Technik Obrazowania w Diagnostyce Chorób Małych
Zwierząt:** prof. dr hab. Andrzej Rychlik

Studenckie Koło Naukowe Technologów Przetwórstwa Surowców Roślinnych:
dr hab. inż. Małgorzata Tańska, prof. UWM

Studenckie Koło Naukowe Towaroznawczej Oceny Sensorycznej: dr inż. Marta
Czarnowska-Kujawska, dr inż. Anna Gątorska

Studenckie Koło Naukowe Ustrojów Politycznych CASUS: dr Monika Giżyńska,
dr Dobrochna Ossowska-Salamonowicz

Studenckie Koło Naukowe Prawa Wyznaniowego FIDES: dr hab. Justyna
Krzywkowska

Studenckie Koło Medioznawcze #UWMedialni: dr Dominika Mysłak

Patronat honorowy:

Rektor Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego dr. hab. Jerzy Przyborowski, prof. UWM
Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego Gustaw Marek Brzezin
Starosta Powiatu Olsztyńskiego Andrzej Abako
Samorząd Studencki UWM

Patronat medialny:

TVP Olsztyn
Radio Olsztyn
TV Kopernik
MADE IN Warmia & Mazury
Radio UWM FM
Telewizja Kortowo
Wiadomości Uniwersyteckie

Sponsorzy i partnerzy:



SPIS TREŚCI

Wstęp	9
Lista recenzentów	11

SEKCJA NAUK O ZDROWIU

Rozalia Ćwiklińska, Weronika Awsiukiewicz

Zjawisko stygmatyzacji a proces zdrowienia w jednostkach chorobowych. Działania antystygmatyzacyjne.....	15
--	----

Maja Dmochowska, Dawid Dziurski, Wiktoria Baranowska

Stan wiedzy czynnych zawodowo pielęgniarek i pielęgniarzy na temat biologii kleszczy oraz chorób odkleszczowych.....	24
--	----

Marta Kaczmarczyk

Badanie świadomości na temat higieny snu wśród zawodników oraz instruktorów Polskiej Federacji Taekwon-Do	37
---	----

Julia Lenkiewicz, Patryk Sędrowski

Wpływ traumy na rozwój urojeń pasożytniczych	51
--	----

Agata Studenna

Poczucie własnej wartości osób chorujących na jądłowstręt psychiczny	64
--	----

SEKCJA NAUK BIOLOGICZNYCH

Piotr Radomski, Kamila Kuśmierczyk

Analiza ilościowa i jakościowa mykobioty powietrza wewnętrznego wybranych sal laboratoryjnych o różnicowanym rygorze sanitarnym.....	81
--	----

Dominika Ziplińska

Rola drobnoustrojów obecnych w zakładach produkcji żywności.....	91
--	----

Karolina Kowalska

Dieta a autyzm: badanie preferencji i ograniczeń żywieniowych w grupie osób z ASD	103
---	-----

SEKCJA NAUK O ŻYWNOSCI**Szymon Andrzejewski**

Wpływ procesu marynowania na jakość potraw z mięsa kaczki 119

Julia Arendt

Ocena świadomości konsumentów dotycząca roli żelaza w organizmie człowieka oraz form jego suplementacji..... 133

Anna Białous

Biosurfaktanty: produkty syntezy mikrobiologicznej o wyjątkowych właściwościach i zróżnicowanej aktywności biologicznej..... 141

Joanna Browarek

Wyroby z dodatkiem owadów jadalnych w opinii uczniów szkół gastronomicznych 152

Piotr Kalinowski

Ekologiczne aspekty opakowań produktów mleczarskich a postawa konsumentów 165

Agnieszka Michalska, Klaudia Wiaterek, Kamila Żukowska

Perspektywy i rozwój alternatywnych przekąsek – przegląd literatury i analiza rynku..... 180

Sławomir Okoński, Anna Białous

Zastosowanie niekonwencjonalnej metody utrwalania piwa..... 197

Marta Popielarczyk

Napoje fermentowane z zastosowaniem naparu herbacianego kombucha i kultury symbiotycznej SCOBY 205

Kamil Robaczek

Sytuacja prawna produktów z CBD w Polsce 214

Magdalena Skoroda

Ocena autentyczności mleka modyfikowanego dla dzieci i niemowląt pod względem zawartości wybranych składników mineralnych..... 225

Wiktoria Śmieja

Konopie jako źródło CBD w żywności..... 235

Paweł Urbanik

Pozytywny wpływ konopi na zdrowie człowieka 244

SEKCJA NAUK ROLNICZYCH, LEŚNYCH I OCHRONY ŚRODOWISKA

Roksana Kaszewska, Mateusz Gurtatowski Kąpiele ptaków leśnych w mrowiskach	259
Mateusz Gurtatowski Wpływ wybranych czynników na skuteczność odłowu kornika drukarza <i>Ips ty-</i> <i>pographus</i> na siedlisku lasu mieszanego świeżego	270
Damian Simionkowski Wpływ inwazji Rosji na Ukrainę na polskie rolnictwo	284
Przemysław Białoskórski Entomofauna pożyteczna uprawy rzepaku	295
Kinga Karwacka Grzyby zasiedlające wybrane produkty żywnościowe bazujące na owadach jadal- nych	319
Sylwia Szcześniak Ogrodoterapia na terenie uczelni na przykładzie Uniwersytetu Warmińsko- -Mazurskiego w Olsztynie (badania pilotażowe)	335
Mateusz Dawid Ocena funkcjonowania sortownika linowego	349

SEKCJA NAUK WETERYNARYJNYCH

Dorota Chojnacka Obrazowa diagnostyka urazowego zapalenia czepca u bydła mlecznego	365
Iga Wereszka, Paweł Mossakowski Łagodny przerost gruczołu krokowego u psów – wpływ octanu ozateronu na ob- jawy kliniczne i echogeniczność prostaty	372
Zuzanna Dołęga, Aleksandra Węsierska Zastosowanie stentów w terapii zapadu tchawicy u psów	384
Patrycja Krawczyk Guzkowe zapalenie rogówki u psa– opis nietypowego przypadku	397
Kinga Pawlak, Agata Prątnicka Występowanie endopasożytni w cietrzewi (<i>Tetrao tetrix</i>) w hodowli wolierowej	405

SEKCJA NAUK TECHNICZNYCH

- Anna Wróblewska**
Study of atmospheric mass changes in asia using gravimetric and climatic grace mission..... 415
- Łukasz Gancewski**
Analiza dokładności nowych globalnych map jonosfery UWMG i OTHG 429
- Jakub Giedrewicz**
Badanie właściwości wytrzymałościowych wahaczy węglowych 445
- Katarzyna Mikucka, Igor Eliaz, Mateusz Czerwiński**
Porównanie zastosowania zaawansowanej technologii wytwarzania kompozytów z włókna węglowego Prepreg i technologii infuzji na masę elementów oraz możliwości produkcyjne 457

SEKCJA NAUK MEDYCZNYCH

- Gabriela Gutowska**
Diagnostyka i leczenie chorób glutenozależnych..... 473
- Monika Lis**
Wyzwanie chirurgiczne: resekcja raka wątrobowokomórkowego u pacjenta z zespołem Alagille'a – opis przypadku..... 482
- Gabriela Gutowska**
Wpływ stylu życia na choroby układu krążenia 488
- Wiktoria Stepnowska, Edyta Rólkowska**
Wpływ niedożywienia matki w okresie koncepcyjnym na zdrowie i wybory żywieniowe dziecka..... 498

WSTĘP

Szanowni Państwo,

Organizatorem 52. Międzynarodowego Seminarium Kół Naukowych było Studenckie Koło Telewizyjne „ZOOM” z Wydziału Humanistycznego UWM w Olsztynie pod opieką dr Magdaleny Golińskiej- Konecko, natomiast organizatorem wspomagającym było Studenckie Koło Naukowe Zarządzania Zasobami Ludzkimi „Creative” z Wydziału Nauk Ekonomicznych pod opieką mgr. Magdaleny Łady.

W tegorocznej edycji projektu wzięło udział 180 studentów i doktorantów z uczelni wyższych w Polsce. Obrady odbywały się w 13 sekcjach tematycznych, obejmujących swoim zakresem niemal wszystkie dyscypliny naukowe UWM w Olsztynie.

Mam przyjemność oddać w Państwa ręce monografię, będącą zbiorem artykułów przygotowanych i zaprezentowanych przez Uczestników 52. Międzynarodowego Seminarium Kół Naukowych „Przepływ informacji gwarancją rozwoju nauki”, które odbyło się na Uniwersytecie Warmińsko- Mazurskim w Olsztynie w dniach 26-27 czerwca 2023 r. Twórcami tych prac są studenci i doktoranci uczestniczący w 52. MSKN.

Tomy niniejszej publikacji zawierają najlepsze prace z zakresu nauk humanistycznych, społecznych, ekonomicznych, polityczno-prawnych, biologicznych, medycznych, nauk o żywności i o zdrowiu, nauk weterynaryjnych i zootechnicznych, nauk technicznych oraz nauk rolniczych, leśnych i ochrony środowiska.

52. MSKN nie mogłoby się odbyć bez zaangażowania kilkudziesięcioosobowej grupy nauczycieli akademickich UWM w Olsztynie. Gorące podziękowania kieruję więc do osób zaangażowanych w sprawną organizację poszczególnych sekcji, w tym kół naukowych, członków komisji, recenzentów nadsyłanych prac, Pełnomocników Dziekanów ds. Kół Naukowych.

Szczególne podziękowania należą się Prorektorowi ds. Studenckich dr hab. Sławomirowi Przybylińskiemu, prof. UWM oraz Pełnomocnikowi Rektora ds. Kół Naukowych dr. hab. Adamowi Okorskiemu, prof. UWM za wsparcie, życzliwość i zaangażowanie w organizację tegorocznego MSKN.

Dziękuję również wszystkim uczestnikom 52. MSKN, którzy wytrwale pracowali naukowo.

Mam nadzieję, że monografia, którą Państwu przekazuję, będzie nie tylko materialnym śladem zrealizowanego projektu, lecz okaże się również ciekawą i inspirującą lekturą.

dr Magdalena Golińska- Konecko
Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego
52. Międzynarodowego Seminarium Kół Naukowych

LISTA RECENZENTÓW

TOM 1

Sekcja nauk o zdrowiu

dr Katarzyna Jezierska-Woźniak
dr Joanna Korycińska
dr inż. Małgorzata Kuśmierczyk
dr Katarzyna Kubiak
dr Hanna Szymańska

Sekcja nauk biologicznych

dr hab. Beata Kurowicka
dr Elżbieta Ejdys

Sekcja nauk o żywności

prof. dr hab. inż. Katarzyna Majewska
dr hab. inż. Joanna Klepacka, prof. UWM
dr hab. inż. Renata Pietrzak-Fiećko, prof.
UWM
dr hab. inż. Małgorzata Tańska, prof.
UWM
dr inż. Joanna Ciborska
dr inż. Anna Gątarska
dr inż. Lucyna Kłębukowska
dr inż. Joanna Łuczyńska
dr inż. Beata Paszczyk
dr inż. Magdalena Polak-Śliwińska
dr inż. Adam Więk

Sekcja nauk rolniczych, leśnych i ochrony środowiska

prof. dr hab. Zbigniew Sierota
prof. dr hab. Jadwiga Wyszowska
dr hab. Piotr Bórawski, prof. UWM
dr hab. inż. Zdzisław Kaliniewicz, prof.
UWM
dr hab. Agnieszka Kosewska, prof. UWM
dr hab. Adam Okorski, prof. UWM
dr inż. Marek Garbowski
dr inż. Beata Płoszaj-Witkowska
dr inż. Wojciech Rejmer
dr Anna Zawadzka
mgr inż. Ewa Chećko

Sekcja nauk weterynaryjnych

prof. dr hab. Andrzej Rychlik
dr hab. Zenon Pidsudko, prof. UWM
dr hab. Rafał Strzeżek, prof. UWM
dr hab. Michał Załęcki, prof. UWM

Sekcja nauk technicznych

dr hab. inż. Maciej Neugebauer
dr inż. Wojciech Miąskowski
dr inż. Paweł Pietkiewicz

Sekcja nauk medycznych

dr hab. n. med. Izabela Małysz-
Cymborska, prof. UWM
dr Jolanta Kiewisz
dr inż. Małgorzata Kuśmierczyk
dr Emilia Sinderewicz

TOM 2**Sekcja nauk ekonomicznych**

dr Kamil Decyk
dr Zbigniew Nasalski
dr Magdalena Raczyńska
dr Karol Wojtowicz
mgr Apolonia Jaskólska
mgr Kornelia Szmit

Sekcja nauk polityczno-prawnych

dr hab. Justyna Krzywkowska
dr hab. Edyta Sokalska
dr Magdalena Debita
dr Agnieszka Gilewska
dr Monika Giżyńska
dr Agata Opalska-Kasprzak
dr Dobrochna Ossowska-Salamonowicz
dr Marek Paszkowski
dr Joanna Słyszewska
dr Piotr Wojnicz
dr Krystyna Ziółkowska

TOM 3**Sekcja nauk humanistycznych**

dr Miłosz Babecki
dr Grzegorz Kała
dr Elżbieta Klimus
dr Katarzyna Kodeniec
dr Dominika Kotuła
dr Dominika Myślak
dr Magdalena Żmijkowska

Sekcja nauk społecznych i pedagogiki

dr hab. Krzysztof Szatravski, prof. UWM
dr Małgorzata Stańczak
dr Iwona Staszkievicz-Grabarczyk
dr Izabela Szatravska

SEKCJA NAUK O ZDROWIU

Rozalia Ćwiklińska

Weronika Awsiukiewicz

Studenckie Koło Naukowe Pielęgniarstwa i Nauk o Zdrowiu

Opiekun: dr n. med. Ewa Kupcewicz

Szkoła Zdrowia Publicznego

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ZJAWISKO STYGMATYZACJI A PROCES ZDROWIENIA W JEDNOSTKACH CHOROBOWYCH. DZIAŁANIA ANTYSTYGMATYZACYJNE

Niezwykle trudno żyć w świecie chorych, nie ulegając uprzedzeniom wywołanym przez ponure metafory, którymi usiany jest jego krajobraz

Susan Sontag

Wstęp

Od najmłodszych lat każdy człowiek odczuwa nieodpartą potrzebę akceptacji ze strony innych ludzi oraz przynależności do danej grupy społecznej. Już małe dziecko widząc jak rodzic nie pochwała danego zachowania, natychmiast przestaje wykonywać daną czynność, aby tylko spełnić oczekiwania dorosłego i zyskać jego uznanie¹.

Maslow w swojej teorii uwzględnił w życiu człowieka zarówno potrzebę przynależności, jak i uznania. Według amerykańskiego badacza, każda z potrzeb jest jednakowo ważna, lecz bez zaspokojenia podstawowych potrzeb nie jesteśmy w stanie dążyć do tak zwanych potrzeb wyższego rzędu, czyli związanych z samorozwojem. Świadomość bycia akceptowanym we własnym środowisku sprawia, że dana osoba czuje się potrzebna i ważna dla innych, co wpływa korzystnie na jej samopoczucie i tym samym pozwala na kreowanie osobistej samooceny².

¹ E. Jankowska, *Pojęcie i narzędzia pomiaru jakości życia*, „Toruńskie Studia Międzynarodowe” 2011, nr 1 (4), s. 34–36.

² A. Maslow, *Teoria motywacji człowieka* (1943), „Przegląd Psychologiczny”, nr 50 (4), s. 370–396.

Stygmatyzacja społeczna to coraz powszechniej występujące zjawisko we współczesnym świecie. Wiele stanów występujących w medycynie ma nadawane stereotypowe etykiety, co wpływa na zaostrzenie wykluczenia społecznego, a tym samym na proces zdrowienia osób chorych³. Człowiek w swojej psychice ma zakorzenione tak zwane mechanizmy obronne. W literaturze przedmiotu można dostrzec dane wskazujące, że m.in. ludzka podświadomość, każdą osobę chorą odbiera za nie należącą do danego społeczeństwa; inną od reszty⁴.

Według Goffmana jednostka chorobowa może mieć tak zwany atrybut powodujący dotkliwą krytykę jego nosiciela przez społeczeństwo. Atrybut ten określa się mianem stygmatu bądź piętna. Posiadacz takiej cechy narażony jest na wystąpienie zjawiska stygmatyzacji, czyli procesu, który obejmuje reakcję społeczeństwa w odpowiedzi na obecność u danej osoby odmiennosć⁵.

Zjawisko stygmatyzacji społecznej to pojęcie używane zamiennie z: dyskryminacją, etykietowaniem czy też wykluczeniem, związane z każdą ze sfer człowieka – psychiczną, fizyczną i duchową⁶.

Autorzy przeglądu zaobserwowali w ostatnich latach wzrostową tendencję liczby publikacji naukowych poruszających tematykę związaną z piętnem społecznym/ stygmatyzacją. W związku z tym, celem pracy było poznanie zjawiska stygmatyzacji w procesie zdrowienia chorych oraz określenie działań antystygmatyzacyjnych w świetle przeglądu literatury.

Material i metody

Jako metodę badawczą zastosowano przegląd systematyczny. Materiał badawczy zebrano w grudniu 2022 roku, dokonując przeglądu systematycznego piśmiennictwa poruszającego tematykę związku zjawiska stygmatyzacji społecznej z procesem zdrowienia na przykładzie różnych jednostek chorobowych oraz czynników antystygmatyzujących.

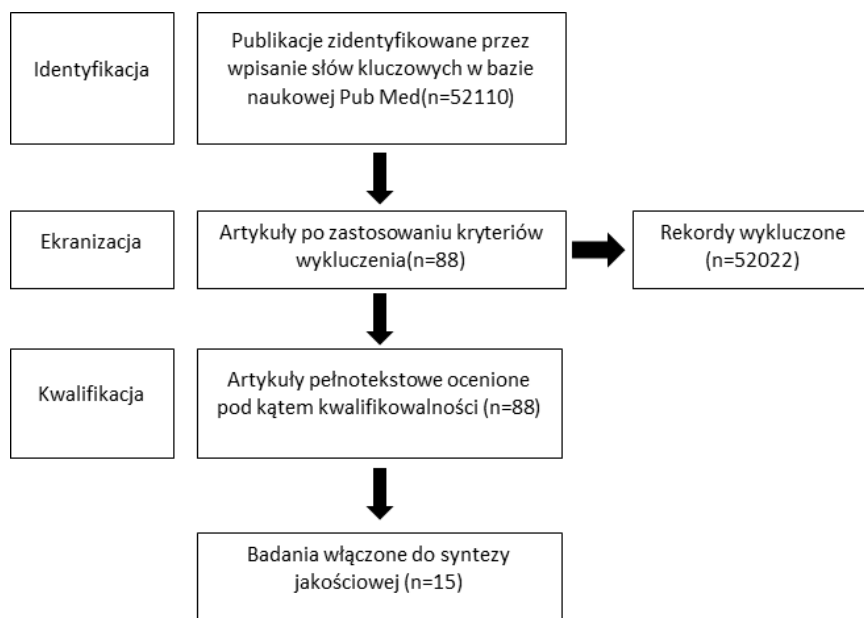
Badanie zostało wykonane zgodnie z wytycznymi Preferred Reporting Items for Systematic Review Meta-Analyses Statement (PRISMA). Schemat badania przedstawiono na rysunku nr 1. Do pozyskania danych wykorzystano elektroniczną bazę danych Pub Med. Za przedział czasowy wyszukiwań obrano 2022 rok i ostatni miesiąc 2021 roku.

³ M. Świgost, A. Dąbrowska, *Właściwości stygmatu a sytuacja życiowa człowieka zagrożonego stygmatyzacją*, „Studia Edukacyjne” 2021, nr 63, s. 330–332.

⁴ M. Świgost, *Dystans społeczny wobec osób z niepełnosprawnościami. Wybrane konteksty*, https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/152222/swigost_dystans_spoleczny_wobec_osob_z_niepelnosprawnościami_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y [dostęp: 20.05.2023].

⁵ U. Klajmon – Lech, op.cit.

⁶ M. Rewerska-Juško, Rejdak K., Social Stigma of People with Dementia, [w:] *J Alzheimers Dis.* 2020;78(4):1339–1343.

**Rysunek 1.**

Źródło: opracowanie własne.

Kryteriami włączenia były typy artykułów takie jak badanie kliniczne, randomizowane i metaanaliza; napisane zarówno w języku polskim, jak i angielskim; zawierające wyłącznie bezpłatny pełny tekst. Za słowa kluczowe posłużyły wyrazy: „stygmatyzacja” lub „stigmatization” lub „stigma”. Artykuły zakwalifikowane do pełnotekstowej oceny zostały krytycznie ocenione (każdy z osobna) - indywidualnie przez autorów przeglądu.

Wyniki

Początkowo na podstawie przeglądu piśmiennictwa z bazy naukowej Pub Med w analizowanym okresie wyszukano artykuły związane z tematem $n = 52110$. Za słowa kluczowe posłużyły wyrazy: „stygmatyzacja” lub „stigmatization” lub „stigma”. Po zastosowaniu kryteriów wykluczenia, takich jak płatny dostęp do tekstu, brak pełnego dostępu do tekstu, data publikacji starsza niż okres czasu od grudnia 2021 do grudnia 2022, artykuły będące recenzjami, przeglądami systematycznymi, książkami, dokumentami oraz artykuły napisane w języku innym niż polski i angielski, zakwalifikowano do pełnotekstowej oceny tylko osiemdziesiąt osiem z nich. Następnie dokonano eliminacji prac powtarzających się oraz przeczytano streszczenia każdego z artykułów. Ostatecznie wybrano 15 prac w tym: 8 badań randomizowanych, 6 badań klinicznych i tylko 1 metaanalizę a wybrane prace uporządkowane zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka badań objętych przeglądem

Autor/ Autorzy artykułu	Tytuł artykułu	Typ badania
Fong THC, Mak WWS	The Effects of Internet-Based Storytelling Programs (Amazing Adventure Against Stigma) in Reducing Mental Illness Stigma With Mediation by Interactivity and Stigma Content: Randomized Controlled Trial	Badanie randomizowane
Katherine Sanchez, Brittany H. Eghaneyan, Michael O. Killian, Leopoldo J. Cabassa, Madhukar H. Trivedi	Depression education fotonovela for engagement of Hispanic patients in treatment: a randomized clinical trial	Badanie randomizowane
V. Buckwitz, J. N Bommers, S. P. Hins-haw, G. Schomerus	Continuum beliefs and the perception of similarities and differences to a person with depression	Badanie randomizowane
Mina Beitollahi, Mansooreh Azizzadeh Fourozi, Batool Targari, Yunes Jahani	Fatigue, stigma, and mood in patients with multiple sclerosis: effectiveness of guided imagery	Badanie kliniczne
Katie Langford, Katrina McMullen, Livia Bridge, Lovedeep Rai, Patrick Smith, Katharine A. Rimes	A cognitive behavioural intervention for low self-esteem in young people who have experienced stigma, prejudice, or discrimination: An uncontrolled acceptability and feasibility study	Badanie kliniczne
Kai Yuan, Xiao-Lin Huang, Wei Yan i inni	A systematic review and meta-analysis on the prevalence of stigma in infectious diseases, including COVID-19: a call to action	Metaanaliza
Wei-Ti Chen, Chengshi Shiu, Lin Zhang, Hongxin Zhao	Care engagement with healthcare providers and symptom management self-efficacy in women living with HIV in China: secondary analysis of an intervention study	Badanie randomizowane
Edwin Wouters, André Janse van Rensburg, Michelle En i inni	How the 'HIV/TB co-epidemic-HIV stigma-TB stigma' syndemic impacts on the use of occupational health services for TB in South African hospitals: a structural equation modelling analysis of the baseline data from the HaTSaH Study (cluster RCT)	Badanie randomizowane
May Sudhinaraset, Amanda Landria, Sun Yu Cotter i inni	Improving stigma and psychosocial outcomes among post-abortion Kenyan women attending private clinics: A randomized controlled trial of a person-centered mobile phone-based intervention	Badanie randomizowane

Autor/ Autorzy artykułu	Tytuł artykułu	Typ badania
Robert M Bossarte, Ronald C Kessle, Andrew A Nierenberg i inni	The Appalachia Mind Health Initiative (AMHI): a pragmatic randomized clinical trial of adjunctive internet-based cognitive behavior therapy for treating major depressive disorder among primary care patients	Badanie rando- mizowane
Esther Cathlyn Atukunda, Moran Owembabazi, Madeline Claire Pratt i inni	A qualitative exploration to understand barriers and facilitators to daily oral PrEP uptake and sustained adherence among HIV-negative women planning for or with pregnancy in rural South-western Uganda	Badanie kli- niczne
Paul Sharp I, Joan L Bottorff, Simon Rice i inni	„People say men don't talk, well that's bullshit”: A focus group study exploring challenges and opportunities for men's mental health promotion	Badanie kli- niczne
Colleen Varcoe, Annette J Browne, Nancy Perrin i inni	EQUIP emergency: can interventions to reduce racism, discrimination and stigma in EDs improve outcomes?	Badanie kli- niczne
Mi-So Shi, Sunah Kim, Mona Choi	Developing an app-based self-management program for people living with HIV: a randomized controlled pilot study during the COVID-19 pandemic	Badanie rando- mizowane
Lena Sagi-Dain, Moran Echar & Naama Paska-Davis	Experiences of weight stigmatization in the Israeli healthcare system among overweight and obese individuals	Badanie klinicz- ne

Źródło: opracowanie własne.

Dyskusja

Niezaprzeczalnie w każdym spośród 15 artykułów słowo „stygmatyzacja” miało zauważalny negatywny wydźwięk. Badanie przeprowadzone przez Lena Sagi-Dain i wsp. (2022) potwierdza, iż osoby chore boją się postawienia diagnozy, czy też samego procesu leczenia, aby nie być obiektem obelg. Aż 40% badanych – w tym przypadku są to osoby otyłe – odczuwa strach przed pójściem do lekarza, w efekcie czego rezygnują z umówionej wizyty. Jak wynika z przedstawionych danych osoby o wykształceniu medycznym mogą także, mimo posiadanej wiedzy, być inicjatorami stygmatyzacji. Autorzy artykułu zwrócili uwagę na potrzebę zwiększania świadomości na temat negatywnych skutków stygmatyzacji a także wprowadzenia dostosowanych mechanizmów edukacyjnych oraz nadzoru w tym zakresie⁷.

⁷ L. Sagi-Dain, M. Echar, N. Panska-Davis, *Experiences of weight stigmatization in the Israeli healthcare system among overweight and obese individuals*, „Israel Journal of Health Policy Research” 2022, nr 5.

W pracy Fong i współautorów, dzięki przedstawieniu uczestnikom internetowego programu opowiadania historii dotyczącej stygmatyzacji (w związku z jednostką chorobową) z elementami zawierającymi treści edukacyjne i interaktywne, otrzymano wyniki, które wskazywały na redukcję piętna w opinii publicznej. Badacze dzięki przeprowadzeniu danego badania przekonali się, że rozwój technologii może być pomocny w zmniejszaniu piętna społecznego. Połączenie edukacji z innymi formami, takimi jak opowiadanie historii przez osoby, które doświadczają wykluczenia społecznego, korzystnie wpłynęło na nawiązanie swego rodzaju „relacji” pomiędzy słuchaczem a mówcą. Dodatkowym aspektem mającym wpływ na pozytywny odbiór programu internetowego była możliwość wyboru przez uczestników kolejności oglądanych treści, co sprawiało, iż wiadomości te były chętniej przyswajane⁸.

W artykule Katherine Sanchez i współautorów podczas przeprowadzania badania podzielono osoby cierpiące na depresje na dwie grupy, z których każda otrzymywała inną formę edukacji. Wyniki podejmowanych działań wykazały, iż ponad 80% pacjentów w ciągu 12-miesięcznego okresu zgłosiło redukcję objawów choroby o 50% w stosunku do objawów wejściowych. Jak się jednak okazało – u osób otrzymujących edukację w formie fotonoweli (zamiast edukacji standardowej) nieznacznie uległa zwiększeniu stygmatyzacja wobec przyjmowania leków przeciwdepresyjnych. Badacze, dzięki zgromadzonym informacjom doszli do wniosku, iż używane narzędzie trzeba będzie bardziej dostosować do odbiorców i zwiększyć nacisk na działania redukujące piętno związane z przyjmowaniem leków przeciwdepresyjnych⁹.

W artykule naukowym Mudhinaraset i współautorów zwrócono uwagę na negatywne postrzeganie przez społeczeństwo kobiet poddających się aborcji. Po przezwyciężeniu ciąży pacjentki otrzymały opiekę w różnych formach przez okres od 2 do 4 tygodni. Badania wykazały, że dzięki wsparciu ze strony wykwalifikowanych pielęgniarek udało się osiągnąć zamierzony cel, którym było poprawienie zdrowia psychicznego i zmniejszenie poziomu odczuwanego piętna społecznego. Podkreślono również korzystny wpływ obecności partnerów życiowych i bliskich osób, które oferowały pomoc w procesie rekonwalescencji. Autorzy zauważyli, że mimo powszechności piętna społecznego i jego potencjalnie negatywnych skutków zdrowotnych, istnieje niewiele interwencji skierowanych na redukcję tego zjawiska¹⁰.

⁸ T.H.C. Fong, WWS Mak, *The Effects of Internet-Based Storytelling Programs (Amazing Adventure Against Stigma) in Reducing Mental Illness Stigma With Mediation by Interactivity and Stigma Content*, „Journal of Medical Internet Research”2022, nr 24(8).

⁹ K. Sanchez, B.H. Eghaneyan, M.O. Killian and others, *Trivedi Depression education fotonovela for engagement of Hispanic patients in treatment: a randomized clinical trial*, „BMC Psychiatry”2021 Dec., nr 21(1).

¹⁰ M. Mudhinaraset, A. Landrian, S. Yu Cotter and others, *Improving stigma and psychosocial outcomes among post-abortion Kenyan women attending private clinics: A randomized controlled trial of a person-centered mobile phone-based intervention*, „PLoS One” 2022, nr 17(6).

Podsumowanie i wnioski

Stygmatyzacja społeczna to niezaprzeczalnie coraz częściej występujące zjawisko we współczesnym świecie, z którym codziennie boryka się wiele milionów ludzi. Jest to termin łączący się z różnymi jednostkami chorobowymi spotykanymi w dziedzinie medycyny, mający znaczący wpływ na zakłócenie funkcjonowania jednostki we wszystkich sferach życia oraz negatywnie oddziałujący na proces zdrowienia. Mimo powszechności zjawiska w dalszym ciągu brakuje interwencji, które miałyby na celu jego redukcję.

Po przeanalizowaniu wszystkich artykułów statystycznie najczęstszym czynnikiem antystygmatyzującym wśród populacji ogólnej była edukacja. Stygmatyzujące postawy często są spowodowane nieznajomością i brakiem wiedzy na temat jednostki chorobowej.

Niniejsza praca pokazuje, jak bardzo istotne jest by dobór metod, mających na celu poszerzenie wiedzy społeczeństwa, był dostosowany do grupy odbiorców. Edukacja nie może ograniczać się do wyposażenia społeczeństwa wyłącznie w informacje dotyczące jednostki chorobowej. Poprzez uczenie ludzi na temat różnorodności i tolerancji oraz jak radzić sobie z uprzedzeniami, i jakie są negatywne konsekwencje piętna społecznego, możemy pomóc zrozumieć, dlaczego stygmatyzacja jest nieetyczna i szkodliwa. Ponadto, kontakt z osobami doświadczającymi wykluczenia społecznego, które opowiadają o własnych przeżyciach i emocjach, może wpłynąć na wytworzenie się pewnego rodzaju „relacji” pomiędzy mówcą a odbiorcą, co sprzyja empatii, a tym samym redukuje barierę społeczną.

Bibliografia

- E. Jankowska, *Pojęcie i narzędzia pomiaru jakości życia*, Toruńskie Studia Międzynarodowe 2011, nr 1 (4), s.34–36.
- A. Maslow, *Teoria motywacji człowieka (1943)*, „Przegląd Psychologiczny”, nr 50 (4), s. 370–396.
- M. Świgost, A. Dąbrowska, *Właściwości stygmatu a sytuacja życiowa człowieka zagrożonego stygmatyzacją*, „Studia Edukacyjne”2021, nr 63, s. 330–332.
- M. Świgost, *Dystans społeczny wobec osób z niepełnosprawnościami. Wybrane konteksty* https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/152222/swigost_dystans_spoleczny_wobec_osob_z_niepelnosprawnościami_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y [dostęp: 20.05.2023].
- M. Rewerska-Juško, Rejdak K., *Social Stigma of People with Dementia*, [w:] *J Alzheimers Dis.* 2020;78(4):1339–1343.
- L. Sagi-Dain, M. Echar, N. Panska-Davis, *Experiences of weight stigmatization in the Israeli healthcare system among overweight and obese individuals*, „Israel Journal of Health Policy Research”2022, nr 5.
- T.H.C. Fong, WWS Mak, *The Effects of Internet-Based Storytelling Programs (Amazing Adventure Against Stigma) in Reducing Mental Illness Stigma With Mediation by Interactivity and Stigma Content*, „Journal of Medical Internet Research”2022, nr 24(8).

- K. Sanchez, B.H. Eghaneyan, M.O. Killian and others, *Trivedi Depression education fotonovela for engagement of Hispanic patients in treatment: a randomized clinical trial*, „BMC Psychiatry” 2021 Dec., nr 21(1).
- M. Mudhinaraset, A. Landrian, S. Yu Cotter and others, *Improving stigma and psychosocial outcomes among post-abortion Kenyan women attending private clinics: A randomized controlled trial of a person-centered mobile phone-based intervention*, „PLoS One” 2022, nr 17(6).
- V. Buckwitz, J.N. Bommers, S.P. Hinshaw, G. Chomerus, *Continuum beliefs and the perception of similarities and differences to a person with depression*, „Compr Psychiatry” 2022, nr 116.
- M. Beitollahi, M. A. Forouzi, B. Tirgari, and others: *Fatigue, stigma, and mood in patients with multiple sclerosis: effectiveness of guided imagery*, „BMC Neurology” 2022, nr 22 (152).
- K. Langford, K. McMullen, L. Bridge, L. Rai, and others, *A cognitive behavioural intervention for low self-esteem in young people who have experienced stigma, prejudice, or discrimination: An uncontrolled acceptability and feasibility study*, „Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice” 2022, nr 95(1).
- K. Yuan, X. Huang, W. Yan, and others: *A systematic review and meta-analysis on the prevalence of stigma in infectious diseases, including COVID-19: a call to action*, „Moi Psychiatry” 2022, nr 27(01).
- W. Chen, C. Shiu, L. Zhang, and others: *Care engagement with healthcare providers and symptom management self-efficacy in women living with HIV in China: secondary analysis of an intervention study*, „BMC Public Health” 2022, nr 1195.
- E. Wouters, J. V.Rensburg, M. Engelbrecht and others: *How the ‘HIV/TB co-epidemic-HIV stigma-TB stigma’ syndemic impacts on the use of occupational health services for TB in South African hospitals: a structural equation modelling analysis of the baseline data from the HaT’SaH Study (cluster RCT)*, „BMJ Open” 2022, nr 12.
- R. Bossarte, R.C. Kessler, A.A. Nierenberg, and others, *The Appalachia Mind Health Initiative (AMHI): a pragmatic randomized clinical trial of adjunctive internet-based cognitive behavior therapy for treating major depressive disorder among primary care patients*, „Trials” 2022, nr 23(1).
- E. Atukunda, M. Owembabazi, M. Pratt, and others, *A qualitative exploration to understand barriers and facilitators to daily oral PrEP uptake and sustained adherence among HIV-negative women planning for or with pregnancy in rural Southwestern Uganda*, „Journal of the International AIDS Society” 2022, nr 23(5).
- P. Sharp, J. Bottorff, S. Rice, and others, *People say men don’t talk, well that’s bullshit: A focus group study exploring challenges and opportunities for men’s mental health promotion*, „PLoS One” 2022, nr 17(1).
- C. Varcoe, A. Browne, N. Perrin, and others, *EQUIP emergency: can interventions to reduce racism, discrimination and stigma in EDs improve outcomes?*, „BMC Health Services Research” 2022, nr 1113 (2022).
- M. Shim, S. Kim, M. Choi, and others, *Developing an app-based self-management program for people living with HIV: a randomized controlled pilot study during the COVID-19 pandemic*, „Scientific reports” 2022, nr 19401.
- D. Aydoğdu, *Ecce homo – społeczna natura człowieka*, [w:] Student Niepełnosprawny, Szkice i rozprawy, T. Zacharuk (red.), Siedlce 2020, s. 82.
- U. Klajmon-Lech, *Stygmatyzacja przeniesiona wyzwaniem dla edukacji międzykulturowej*, Edukacja międzykulturowa 2022, nr 2, s. 71–82.

THE PHENOMENON OF STIGMA AND THE HEALING PROCESS IN DISEASE ENTITIES. ANTI-STIGMA ACTIVITIES

Abstract: Human beings are social creatures - from birth, they experience an irresistible desire for closeness with another person, and this need accompanies them throughout their lives. The awareness of belonging to a family or a particular social environment makes an individual feel secure and reinforces their belief in how important they are to others. The desire to be accepted is deeply rooted in human nature. The concept of stigma was introduced by the American sociologist Erving Goffman, who indicated that stigma is like a brand or a imposed mark on an individual who is treated as having lower status compared to others. Despite the seemingly abundant access to knowledge, the 21st century is a time when the phenomenon of stigma remains a current and globally pervasive problem, undoubtedly impacting the functioning of individuals and the healing process within specific medical conditions..

The aim of the study was to learn about the phenomenon of stigmatization in the process of recovery of patients and to determine anti-stigmatization activities in the light of a literature review.

Education is a key element in reducing the stigma stigma. By expanding people's awareness of diversity and tolerance, and teaching them how to deal with prejudice and the negative consequences of stigma, we can help other people understand why stigma is unethical and how much it can "cripple".

Key words: stigmatization, stigma, marginalization, social exclusion

Maja Dmochowska

ORCID: 0009-0004-4869-3536

Dawid Dziurski

ORCID: 0009-0001-3729-3260

Wiktoria Baranowska

ORCID: 0009-0006-0058-7499

Koło Naukowe Parazytologii „Vermis”

Opiekun: dr n. biol. Katarzyna Kubiak

Szkoła Zdrowia Publicznego

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

STAN WIEDZY CZYNNYCH ZAWODOWO PIEŁĘGNIAREK I PIEŁĘGNIARZY NA TEMAT BIOLOGII KLESZCZY ORAZ CHORÓB ODKLESZCZOWYCH

Wstęp

Rocznie w Polsce się odnotowuje się stale rosnącą liczbę przypadków zachorowań na choroby odkleszczowe, z których najczęstsze to borelioza i kleszczowe zapalenie mózgu. Tylko w 2021 roku odnotowano 12 427 przypadków boreliozy, podobnie jak w 2020¹, a obszar Polski należy do terytorium endemicznego dla tej choroby. Natomiast liczba przypadków kleszczowego zapalenia mózgu od kilku lat waha się między 150 a 250² rocznie. Kleszcze jednak mogą być nosicielami wielu innych patogenów z grupy wirusów, bakterii, a także pierwotniaków³. Temat chorób odkleszczowych, ich leczenia oraz profilaktyki od lat jest poruszany w społeczeństwie, w tym także w środowisku medycznym, lecz wciąż niewystarczająco. Wszelkie źródła nienaukowe, do których przeciętny człowiek ma dostęp, podają wiele niepełnych informacji. Ważne zatem jest by

¹ Meldunki o zachorowaniach na choroby zakaźne, zakażeniach i zatruciach w Polsce. Biuletyn, meldunki, informacje epidemiologiczne (pzh.gov.pl).

² Główny inspektorat sanitarny (2022), *Stan sanitarny kraju w 2021 roku*, Raport - Stan Sanitarny Kraju - Główny Inspektorat Sanitarny - Portal Gov.pl (www.gov.pl) (wrzesień 2022 r.).

³ A. Godek, *Borelioza i inne choroby przenoszone przez kleszcze*, Warszawa 2016.

personel medyczny posiadał prawidłową oraz aktualną wiedzę w tym zakresie. Czynniki zawodowo pielęgniarki i pielęgniarze powinni mieć wystarczającą wiedzę dotyczącą przede wszystkim objawów infekcji przenoszonych przez kleszcze, podstawowych czynności medycznych w przypadku ich wystąpienia, leczenia, a także profilaktyki.

Cel

Celem pracy było zweryfikowanie poziomu wiedzy czynnych zawodowo pielęgniarek oraz pielęgniarzy na temat biologii kleszczy, chorób odkleszczowych oraz profilaktyki infekcji przenoszonych przez te pasożytnicze pajęczaki.

Materiały i metody

Badania zostały przeprowadzone po otrzymaniu zgody Komisji Etycznych, między styczniem a marcem 2023 roku na 16 oddziałach trzech różnych szpitali na terenie Olsztyna. Zastosowaną metodą był sondaż diagnostyczny z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankiety. Grupa badana składała się z 189 pielęgniarek i pielęgniarzy z Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego, Miejskiego Szpitala Zespołowego, a także Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego. Kwestionariusz ankiety zawierał 5 pytań demograficzno-społecznych oraz 14 pytań wielokrotnego wyboru z zakresu wiedzy na temat biologii kleszczy, zakażeń przez nie przenoszonych oraz profilaktyki chorób odkleszczowych. Pozostałe pytania odnosiły się do profilaktyki, jaką stosuje dany ankietowany, źródła czerpanych informacji oraz samooceny posiadanej wiedzy. Całość składała się z 22 pytań, z czego punktowane było 14 z zakresu wiedzy o biologii kleszczy i chorób odkleszczowych. Maksymalna ilość punktów do zdobycia wynosiła 28. Każda poprawna odpowiedź była liczona jako 1 punkt. Na podstawie zdobytych punktów stan wiedzy badanych mógł zostać zakwalifikowany do jednej z trzech grup: grupa A – wysoki poziom wiedzy – 19-28 pkt., grupa B – średni poziom wiedzy – 10-18 pkt. oraz grupa C – niski poziom wiedzy – 0-9 pkt.

Wyniki

Analiza demograficzno-społeczna

Grupa badana składała się z pielęgniarek i pielęgniarzy pracujących na 16 oddziałach w trzech różnych szpitalach w Olsztynie. Z Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego otrzymaliśmy odpowiedzi z oddziałów takich jak: onkologia (n=2; 1%), neurogenetyka (n=5; 3%), szpitalny oddział ratunkowy (n=8; 4%), zakaźny (n=10;

Tabela 1. Podział ankietowanych ze względu na oddziały oraz szpitale

Oddział	Liczba odpowiedzi
Onkologia dziecięca	2
Budzik USK	6
Neurogenetyka dziecięca	5
SOR dziecięcy	8
Zakaźny dziecięcy	10
Kardiologia MSZ	17
Ortopedia MSZ	8
OIT MSZ	9
Urologia MSZ	15
Chirurgia MSZ	15
Chirurgia USK	3
Kardiologia USK	32
Neurologia USK	31
Rehabilitacja USK	12
Chirurgia szczękowa dziecięca	11
Patologia noworodków	5

Źródło: opracowanie własne.

5%), chirurgia szczękowa (n=11; 6%) oraz patologia noworodków (n=5; 3%). Respondenci z Miejskiego Szpitala Zespołonego pracowali na oddziałach: kardiologia (n=17; 9%), ortopedia (n=8; 4%), intensywna terapia (n=9; 5%), urologia (n=5; 8%), chirurgia ogólna (n=15; 8%). Natomiast w Szpitalu Uniwersyteckim ankiety zostały wypeł-

Tabela 2. Charakterystyka respondentów

Cechy populacji	Grupy	Respondenci	
		Liczba	Odsetek (%)
Ogółem		189	100
Płeć	Kobiety	178	94
	Mężczyźni	11	6
Wiek (lata)	20 - 25	46	24
	26 - 35	41	22
	36 - 45	20	11
	>46	82	43
Miejsce zamieszkania	Wieś	38	20
	Miasto do 100 tys. mieszkańców	45	24
	Miasto powyżej 100 tys. mieszkańców	106	56

Źródło: opracowanie własne.

nione przez personel Zakładu Rehabilitacji Leczniczej „Budzik dla dorosłych” (n=6; 3%), oddziału chirurgii ogólnej (n=3; 2%), kardiologii (n=32; 17%), neurologii (n=31; 16%) oraz rehabilitacji (n = 12; 6%) (Tab.1).

Liczba osób biorących udział w ankiecie liczyła 189 osób, w tym 178 kobiet (94%) oraz 11 mężczyzn (6%). Wszystkich podzielono na 4 przedziały wiekowe: 20-25 (n = 46; 24%), 26-35 (n = 41; 22%), 36-45 (n = 20; 11%) oraz 46 i więcej (n = 82; 43%). Ankietowani również podawali swoje miejsce zamieszkania. Odsetek respondentów, którzy jako miejsce zamieszkania wskazali wieś, wynosił 20% (38 osób), następnie 24% pytanych (45 osób) podało miasto poniżej 100 tys. mieszkańców. Ponad połowa, 106 respondentów (56%), wskazało miasto powyżej 100 tys. jako miejsce zamieszkania (Tab.2).

Wiedza na temat biologii kleszczy

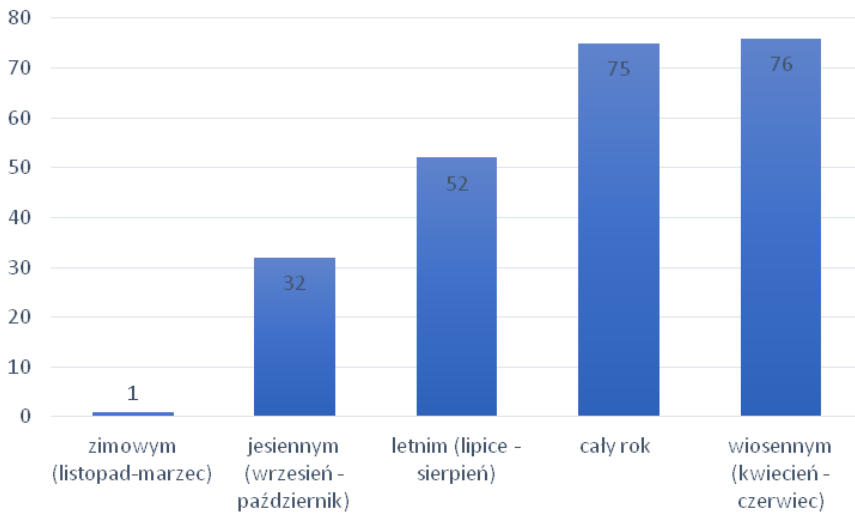
Pierwsze pytanie ankiety z zakresu biologii kleszczy odnosiło się do ich sposobu pasożytnictwa. Znaczna większość respondentów poprawnie wskazała, że kleszcze jako pasożyty wykorzystują inne organizmy jako źródło pokarmu (n = 161; 85%). Kolejno 22 osoby (12%) wskazało, iż pasożytnictwo tych pajęczaków polega na pozyskiwaniu innych organizmów wyłącznie jako środowiska życia, a 13 osób (7%) jako sposób przemieszania się i miejsce rozmnażania (Wyk.1).

Respondenci najczęściej też udzielali poprawnych odpowiedzi, że pora wiosenna (n = 76; 40%) to okres, kiedy najczęściej jesteśmy narażeni na atak kleszczy. 28% (n = 52) respondentów odpowiedziało na to pytanie, iż na atak narażeni jesteśmy jedynie latem, 17% (n = 32) jesienią, jedynie 0,5% (n = 1) wskazał porę zimową (Wyk.2).



Wykres 1. Na czym wyłącznie polega pasożytnictwo kleszczy?

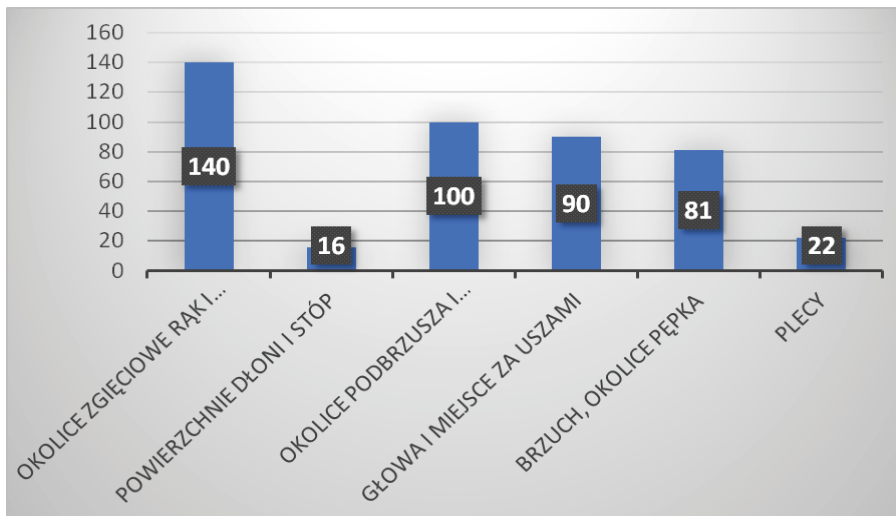
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 2. Odsetek respondentów wskazujących okres kiedy jesteśmy najbardziej narażeni na atak kleszczy

Źródło: opracowanie własne.

Natomiast jeśli chodzi o miejsce, gdzie najbardziej jesteśmy narażeni na atak, to najczęściej podawano wilgotne lasy porośnięte trawą i krzakami ($n = 152$; 80%). Kolejno ponad połowa wskazała ogrody, łąki, parki, skwery ($n = 103$; 54%). Najmniej osób wybrało błędną odpowiedź – lasy pozbawione poszycia ($n = 14$; 7%).



Wykres 3. Odsetek respondentów wskazujących miejsce na ciele człowieka, w które kleszcze wczepiają się najchętniej

Źródło: opracowanie własne.

Respondentom zadano również pytanie odnośnie do miejsca wkłuwania się kleszczy w ciało człowieka. Najczęstsze odpowiedzi to okolice zgięciowe rąk i nóg (n=40; 75%) oraz okolice podbrzusza i narządów płciowych (n=100; 53%), następnie głowa i miejsce za uszami (n= 90; 48%), brzuch i okolice pępka (n=81; 43%). Tylko 12% (n=22) wskazywało plecy, a 8% (n=16) powierzchnie dłoni i stóp (Wyk. 3).

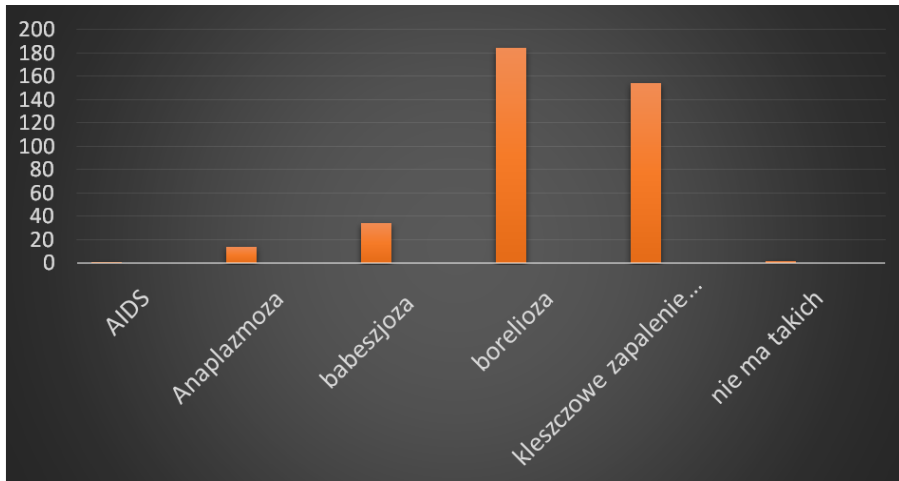
Wiedza respondentów w zakresie postępowania w przypadku pokłucia przez kleszcze

Usuwanie kleszcza pasożytującego na ciele człowieka, za pomocą pęsety za poprawne uznało 137 osób (72%), natomiast udanie się do lekarza w celu jego wyciągnięcia zaznaczyło 59 ankietowanych (31%). 19 osób (10%) uważa, iż wykręcenie palcami kleszcza będzie poprawnym postępowaniem. Zalanie kleszcza olejem, przypalenie zapalką lub zapalniczką oraz wyciśnięcie kleszcza zaznaczyły 2 osoby (1%). 4 osoby (2%) nie stosują żadnej metody jego usunięcia, natomiast 7 osób (3%) podawało inne możliwości na usunięcie kleszcza, takie jak na przykład użycie specjalistycznych kleszczyków do tego przystosowanych. Po usunięciu kleszcza i jego pasożytnictwie mogą pojawić się różnego rodzaju skutki. Pielęgniarki i pielęgniarze zapytani o to, najczęściej odpowiadali, iż skutkami mogą być zakażenie drobnoustrojami chorobotwórczymi (n=124; 66%), a także wystąpienie zmian skórnych (n=114; 60%) i reakcji immunologicznych (n=101; 53%). Rzadziej jako skutek wkłucia kleszcza podawano zmiany w funkcjonowaniu układu krwionośnego (n=43; 23%). 1 osoba (0,5%) jednakże uznała, iż kleszcze nie mają negatywnych skutków na organizm człowieka.

Wiedza na temat chorób transmitowanych przez kleszcze

W odpowiedzi na pytanie o choroby przenoszone przez kleszcze 184 osoby (97%) wskazały najczęściej diagnozowaną boreliozę, a 154 (81%) podały kleszczowe zapalenie mózgu, 34 (18%) babeszjozę i 14 (7%) anaplazmozę. Jedna osoba (0,5%) uważa, że AIDS jest chorobą odkleszczową, natomiast 2 osoby (1%) uznały, iż te pajęczaki nie mogą być wektorami chorobotwórczych drobnoustrojów (Wyk.4).

W diagnozowaniu pacjenta pielęgniarki i pielęgniarze biorą czynny udział m.in. poprzez zbieranie wywiadu czy też obserwację chorego. Ważna jest zatem znajomość charakterystycznych wczesnych objawów chorób odkleszczowych. Respondenci zapytani o typowe objawy wczesnego stadium boreliozy najczęściej zaznaczali poprawnie rumień wędrujący (n=160; 85%) i kolejno wskazywali na występowanie objawów grypopodobnych (n=83; 44%), bólów stawów (n=79; 42%), światłowstrętu (n=14; 7%), wysypki (n=13; 6%), problemów w utrzymaniu równowagi (n=11; 5%), biegunki (n=6; 3%). Respondentów zapytano również, czy czas rozpoznania choroby ma wpływ na jej dalszy przebieg oraz czy przebyta borelioza chroni przed ponownym zachorowaniem.



Wykres 4. Odsetek respondentów wskazujących choroby spowodowane mikroorganizmami przenoszonymi przez kleszcze

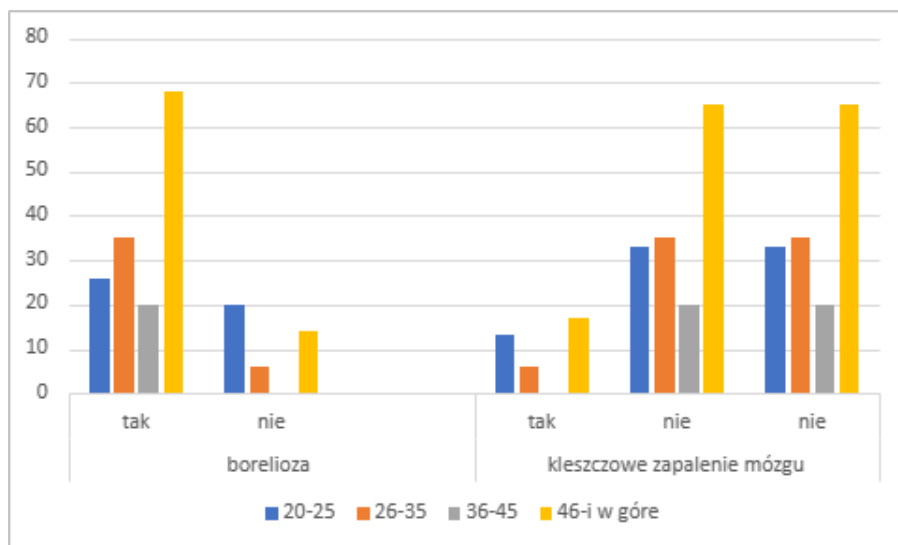
Źródło: opracowanie własne.

Przy pierwszym pytaniu odpowiedź na tak oznaczyły 184 osoby (97%), na nie 5 osób (3%). Natomiast odnośnie do ponownego zachorowania 176 osób (93%) poprawnie podało odpowiedź nie, pozostałe 13 osób (7%) podało błędną odpowiedź tak.

W ankietach został poruszony również temat drugiej częstej choroby odkleszczowej, jaką jest kleszczowe zapalenie mózgu. Pierwsze pytanie w tym zakresie odnosiło się ponownie do objawów wczesnego stadium zakażenia. 147 osób (78%) podało ból głowy jako wczesny objaw tej infekcji, następnie gorączkę (n=127; 67%), zmęczenie i złe samopoczucie (n=111; 59%), bóle stawów (n=68; 36%), biegunkę (n=20; 11%) oraz wysypkę (n=11; 6%). 3 osoby (2%) odpowiedziały, iż kleszczowe zapalenie mózgu nie ma charakterystycznych wczesnych objawów. Jednakże aż 41 osób (22%) błędnie oznaczyło rumień wędrujący jako objaw właśnie tej choroby.

Profilaktyka chorób odkleszczowych

Jednym z działań profilaktycznych w chorobach zakaźnych jest stosowanie szczepionek. Na brak szczepionki przeciwko boreliozie wskazały 153 osoby (81%). Natomiast 149 osób (79%) wie o szczepionce przeciw wirusowi wywołującemu kleszczowe zapalenie mózgu. W obu pytaniach najlepiej zaprezentowała się grupa wiekowa w przedziale 36-45 lat, odpowiadając w 100% poprawnie. Najsłabiej jednak odpowiadali najmłodszy ankietowani, 20-25 lat, których odpowiedzi na temat szczepionek były poprawne jedynie w 72%. Niewiele lepiej odpowiedziała grupa najstarszych, (>46) gdzie poprawnych odpowiedzi udzieliło 79% pytanym (Wyk.5). Respondenci zapytani o możliwość



Wykres 5. Poziom wiedzy na temat dostępnych szczepionek z podziałem na grupy wiekowe

Źródło: opracowanie własne.

zarażenia się kleszczowym zapaleniem mózgu podczas procedury usuwania kleszcza bez odpowiedniego zabezpieczenia odpowiadali w następujący sposób: tak 178 osób (94%), nie 11 osób (6%). Wśród najczęściej stosowanej profilaktyki ankietowani wybrali ubieranie długich spodni oraz bluzek z długim rękawem, 163 osoby (86%) oraz dokładnie przeszukanie powierzchni ciała po powrocie z lasu, 162 osoby (85%). Jako kolejne badana grupa wytypowała obserwacje miejsc po ukłuciu kleszczy przez kilka dni (n=128; 67%), stosowanie środków chemicznych w postaci kremów, sprayów i aerozoli odstrasających kleszcze (n=125; 66%), dopasowane, wysokie obuwie (n=116; 61%), szczepienia ochronne (n=36; 19%). 4 osoby (2%) nie stosują żadnej ochrony, a dwie osoby (1%) stosuje inne formy ochrony (Wyk.6).

Ankietowani swoją wiedzę na temat chorób odkleszczowych nabywają głównie z podręczników akademickich i zajęć dydaktycznych podczas kształcenia zawodowego (n=103, 54%), kolejno 77 osób (41%) z mediów, 75 osób (40%) od innych pielęgniarek lub lekarzy oraz 36 osób (19%) od rodziny, czy też znajomych (Wyk.7).

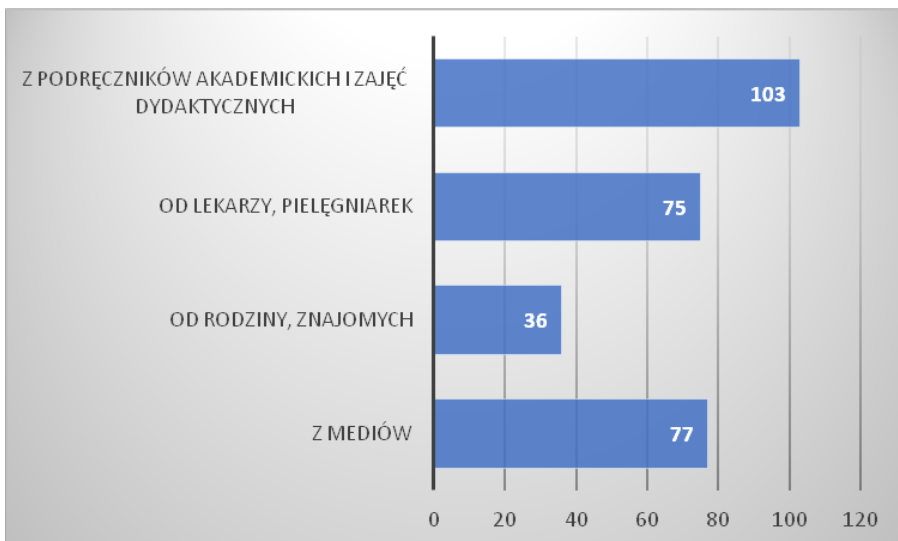
Samoocena wiedzy oraz wyniki końcowe

Ankietowani zostali poproszeni o samoocenę swojej wiedzy na temat kleszczy i chorób odkleszczowych. Swoją wiedzę na poziomie bardzo dobrym oceniło 9 ankietowanych, jako dobrą – 103 osoby, dostateczną – 66 osób i niedostateczną – 11 osób. Na podsta-



Wykres 6. Jakie środki ochronne przeciw kleszczom i chorobom odkleszczowym stosują ankietowani?

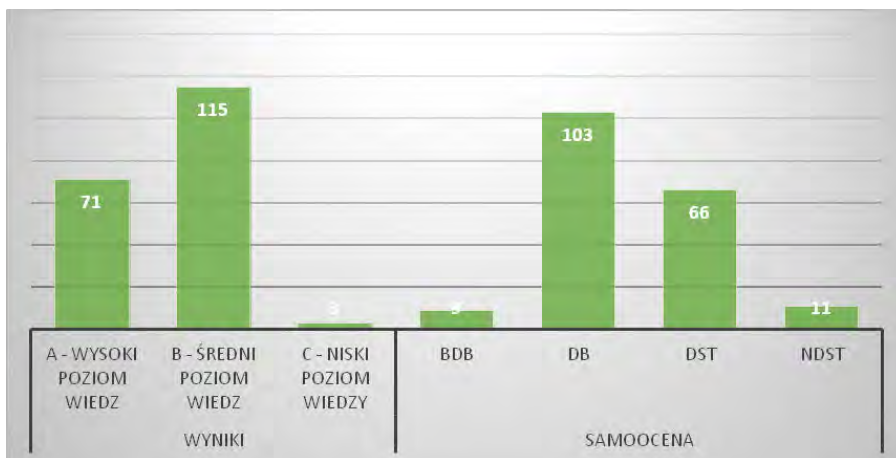
Źródło: opracowanie własne.



Wykres 7. Skąd ankietowani najczęściej czerpali wiedzę na temat chorób odkleszczowych?

Źródło: opracowanie własne.

wie skali punktowej ustalono, że wiedza większości respondentów na analizowany temat jest na poziomie średnim (n=115; 61%). Do grupy o wysokim poziomie wiedzy zaliczono 71 (37%) ankietowanych, natomiast w grupie o niskim poziomie pojawiły się jedynie 3 osoby (2%) (Wyk.8).



Wykres 8. Wyniki oraz samoocena respondentów

Źródło: opracowanie własne.

Dyskusja

Wiedza o zagrożeniach, jakie niosą ze sobą kleszcze, i sposobach unikania zarażenia patogenami przez nie transmitowanymi niewątpliwie znacznie zmniejsza możliwość zakażenia i jest najskuteczniejszą formą profilaktyki. Częścią pracy zespołów pielęgniarzów są działania profilaktyczno-edukacyjne⁴, do których są przygotowywani już w trakcie kształcenia zawodowego. Z badania przeprowadzonego wśród studentów kierunków medycznych wynika, że poziom analizowanej wiedzy w tym zakresie jest wysoki, ponieważ 62% respondentów zostało zakwalifikowanych do tej grupy⁵. Grupa badanych, która została zakwalifikowana do osób posiadających średni stan wiedzy wynosi 38%, lecz nikt nie został zakwalifikowany do grupy z niskim stanem wiedzy. Uzyskanie takiego wyniku wśród studentów kierunków medycznych wskazuje, że poziom wiedzy na temat kleszczy i zagrożeń z nimi związanymi oraz profilaktyki jest wystarczająco

⁴ Ustawa z dnia 15 lipca 2011 o zawodach pielęgniarki i położnej, Rozdział 2, Artykuł 4 – Dz.U.2022 r.

⁵ Sędrowski P, Dmochowska M. (2022), Stan wiedzy studentów kierunków medycznych na temat biologii kleszczy i chorób odkleszczowych Aktualne problemy badawcze : nauki biomedyczne i techniczne T. 1, Wydawnictwo Naukowe FNCE / red. Ossowska-Salamonowicz D., Giżyńska M., Wyd. Nauk. FNCE, Poznań, s. 77–87

jąco wysoki by w przyszłej karierze zawodowej móc ją odpowiednio wykorzystywać⁶. Poziom wiedzy w tym zakresie badanej grupy personelu pielęgniarskiego w znacznej większości został zakwalifikowany jako średni. Przyczyna tego może wynikać z faktu, iż pielęgniarki i pielęgniarze w swojej pracy zawodowej starają się obrać konkretny kierunek specjalistyczny. Grupa badana składała się z personelu medycznego pracującego na szesnastu różnych oddziałach, z czego czternaście oddziałów nie miało ściśle kierunkowego powiązania z chorobami odkleszczowymi. Pielęgniarki prawdopodobnie nie koncentrowały się na utrwalaniu, poszerzaniu i systematyzowaniu swojej wiedzy na temat biologii kleszczy i chorób odkleszczowych, a skupiały się na specjalizacji swojego oddziału, tak aby rozwijać się w kierunku ściśle z nim związanym. Dlatego też wydaje się, że podstawowa wiedza personelu medycznego została zachowana, natomiast jest ona nieusystematyzowana. Można zatem sformułować tezę, że wiedza zdobyta podczas studiów przez grupę badanych pielęgniarzy i pielęgniarek ulega zapomnieniu. Z racji tego, że na różnych oddziałach pielęgniarki koncentrują się na takich specjalnościach jak opieka intensywna, pediatria, chirurgia czy też kardiologia, muszą systematycznie aktualizować swoją wiedzę i umiejętności związane ze specyfiką swojej pracy. Mogą to osiągnąć dzięki udziałowi w szkoleniach, kursach i konferencjach, co pozwala im być na bieżąco z najnowszymi informacjami, badaniami i postępami w dziedzinie, w której pracują i wiążą zawodową przyszłość. Choć wiedza o chorobach transmitowanych przez kleszcze może wydawać się mniej istotna dla pielęgniarek pracujących na niektórych oddziałach, nie oznacza to jednak, że ma być całkowicie pomijana. Pielęgniarki i pielęgniarze muszą być przygotowani do radzenia sobie z różnymi sytuacjami, które mogą wystąpić w opiece nad pacjentem, niezależnie od specjalności oddziału. Kleszcze mogą przenosić różne choroby, takie jak borelioza czy kleszczowe zapalenie mózgu, które mogą mieć poważne konsekwencje dla zdrowia pacjenta.

Ankietowani zapytani o znaczenie czasu rozpoznania choroby w większości zgodnie odpowiedzieli, iż okres rozpoznania jest czynnikiem determinującym dalszy przebieg choroby. W przypadku niewykrycia odpowiednio wcześniej boreliozy, choroba przechodzi do kolejnego stadium. W stadium III boreliozy obserwujemy zaburzenia ze strony układu nerwowego, narządów ruchu, a także skóry człowieka⁷. Jest to równoznaczne z utrudnionym procesem leczenia oraz powrotem do pełnego zdrowia. Warto również podkreślić, że edukacja pacjentów na temat boreliozy, objawów i metod profilaktycznych jest niezwykle istotna. Zachęcanie do obserwacji własnego ciała po usu-

⁶ Sędrowski P., Dmochowska M. (2022), Stan wiedzy studentów kierunków medycznych na temat biologii kleszczy i chorób odkleszczowych Aktualne problemy badawcze : nauki biomedyczne i techniczne T. 1, Wydawnictwo Naukowe FNCE / red. Ossowska-Salamonowicz D., Giżyńska M., Wyd. Nauk. FNCE, Poznań, s. 77–87.

⁷ Jastrzębska K., Kućko A., Pastucha K., Pskit A., Tusznió K., Mierzejewska A., Kalicki B. Powikłania neurologiczne w przebiegu boreliozy – obserwacje kliniczne, *Pediatr. Med. Rodz.* 2014, 10 (4), p. 441–450, Warszawa, [dostęp: 31.12.2014].

nięciu kleszcza oraz konsultacja z lekarzem w przypadku pojawienia się jakichkolwiek niepokojących objawów może pomóc w szybszym rozpoznaniu i leczeniu choroby.

Przed zachorowaniem mogą jednak uchronić odpowiednie działania profilaktyczne. Za skuteczną metodę przeciw kleszczowemu zapaleniu mózgu uważa się szczepienia ochronne. Na chwilę obecną nie opracowano skutecznej szczepionki przeciwko boreliozie⁸. Badana grupa pielęgniarek i pielęgniarzy zapytana o istnienie szczepień w znacznym odsetku odpowiadała prawidłowo. Jednak korzysta z nich jedynie 19% respondentów. Sugeruje to, iż badana grupa posiada prawidłową wiedzę w zakresie najskuteczniejszej profilaktyki, jednak sami jej nie praktykują. Korzystają za to z metod, które chronią przed bezpośrednim kontaktem z kleszczami, podczas przebywania na terenach wysokiego ryzyka. Najczęściej wybieranymi zabezpieczeniami były odpowiedni ubiór oraz przeszukiwanie powierzchni ciała w celu ewentualnego znalezienia i usunięcia kleszcza. Przy wyborze środków ochrony osobistej zalecane są również wszelkiego rodzaju repelenty⁹, czyli środki chemiczne chroniące człowieka przed atakiem kleszczy. Jednakże muszą być one odpowiednio stosowane, według zaleceń producenta, by mogły skutecznie działać. Stosowanie omówionych wyżej działań profilaktycznych zapewnia skuteczną ochronę przed kleszczami i chorobami odkleszczowymi u ludzi oraz stanowi ważny element edukacji zdrowotnej zwiększającej świadomość społeczną w tym zakresie.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że ogólna wiedza badanych pielęgniarek i pielęgniarzy na temat biologii kleszczy, chorób odkleszczowych oraz ich profilaktyki jest na średnim poziomie. Personel pielęgniarstwa niezależnie od stażu pracy czy wieku posiada wiedzę na podobnym poziomie. Nie jest ona jednak odpowiednio usystematyzowana, co może być spowodowane tym, iż kadra po ukończeniu studiów skupia się na własnym rozwoju zawodowym w kierunku zgodnym ze specjalizacją oddziału, na którym pracuje. Jednakże znajomość biologii kleszczy, zakażeń przez nie przenoszonych oraz profilaktyki może przydać się w każdej sytuacji, także w życiu prywatnym, a jej podstawy powinien znać każdy. Dlatego też wiedza w tym zakresie u grupy badanej w dużej mierze wymaga uaktualnienia oraz usystematyzowania.

⁸ Godek, Agnieszka. Borelioza i inne choroby przenoszone przez kleszcze. Red. Warszawa: Borgis, 2016

⁹ Dutkiewicz, J., Cisiak, E., Wójcik-Fatla, A., Zając, V., & Srodka, J. (2014). Profilaktyka chorób odkleszczowych. *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, 21–23.

Bibliografia

- Główny inspektorat sanitarny, Stan sanitarny kraju w 2021 roku, Raport – Stan Sanitarny Kraju – Główny Inspektorat Sanitarny – Portal Gov.pl (www.gov.pl) [dostęp: wrzesień 2022].
- Godek, A., Borelioza i inne choroby przenoszone przez kleszcze. (2016) red. Warszawa: Borgis.
- Meldunki o zachorowaniach na choroby zakaźne, zakażeniach i zatruciach w Polsce. Biuletyny, meldunki, informacje epidemiologiczne (pzh.gov.pl) [dostęp: 28.05.2022].
- Sędrowski P., Dmochowska M. (2022), Stan wiedzy studentów kierunków medycznych na temat biologii kleszczy i chorób odkleszczowych. Aktualne problemy badawcze: nauki biomedyczne i techniczne T. 1, Wydawnictwo Naukowe FNCE / red. Ossowska-Salamonowicz D., Giżyńska M., Wyd. Nauk. FNCE, Poznań 2022, s. 77–87.
- Jastrzębska K., Kućko A., Pastucha K., Pskit A., Tusznio K., Mierzejewska A., Kalicki B. Powikłania neurologiczne w przebiegu boreliozy – obserwacje kliniczne, (2014) *Pediatr Med Rodz*, 10 (4), p. 441–450, Warszawa, [dostęp: 31.12.2014].
- Ustawa z dnia 15 lipca 2011 o zawodach pielęgniarki i położnej, Rozdział 2, Artykuł 4 – Dz.U.2022 r.
- Dutkiewicz, J., Cisaak, E., Wójcik-Fatla, A., Zając, V., & Sroka, J. (2014). Profilaktyka chorób odkleszczowych. *Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka*, 21–23.

THE STATE OF KNOWLEDGE OF ACTIVE NURSES AND NURSES ON THE BIOLOGY OF TICKS AND TICK-BORNE DISEASES

Abstract: The description of the conducted research discusses the results of widespread surveys among professionally active nurses on the biology of parasitic ticks and tick-borne diseases. A total of 189 people at various professional stages from three different hospitals located in Olsztyn and 16 different departments joined the study. Particular attention was paid to the two most common infections transmitted by ticks – Lyme disease and tick – borne encephalitis. In addition, the focus was also one the prevention of these diseases, such as vaccines. The study showed that the surveyed nursing staff has knowledge assessed sufficiently. What allows you to express the belief that current nursing needs renewal of knowledge and its systematization.

Keywords: Lyme borreliosis, Tick-borne encephalitis, ticks, nurse

Marta Kaczmarczyk

Koło Naukowe Żywienia i Profilaktyki Żywieniowej

Opiekun KN: dr inż. Joanna Ciborska

Szkoła Zdrowia Publicznego

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

BADANIE ŚWIADOMOŚCI NA TEMAT HIGIENY SNU WŚRÓD ZAWODNIKÓW ORAZ INSTRUKTORÓW POLSKIEJ FEDERACJI TAEKWON-DO

Wstęp

Sen pełni bardzo istotną funkcję w życiu człowieka. Jest on podstawowym narzędziem regeneracji organizmu¹. Zbyt mała ilość snu może prowadzić do rozwoju nadwagi oraz otyłości, ma to związek ze zwiększonym spożyciem kilokalorii w ciągu dnia u osób, które śpią krócej. Sen o nieodpowiedniej długości prowadzi również do odczuwania wzmożonego apetytu na produkty o wysokiej zawartości węglowodanów². Sen ma szczególne znaczenie w grupie sportowców. Jego odpowiednia długość oraz jakość sprzyja adaptacji organizmu do obciążeń treningowych, minimalizuje ryzyko kontuzji powstających na skutek przemęczenia organizmu oraz warunkuje dobre samopoczucie sportowców. Zalecana dzienna długość snu wynosi od 7 do 9 godzin dziennie, jednak w grupie sportowców badacze donoszą o dobroczynnym wpływie dłuższego snu na regenerację organizmu³. Na poziom wypoczęcia organizmu człowieka wpływ ma nie tylko długość snu, ale również jego jakość. W dbałości o jakość snu powstało określenie higieny snu. Są to zachowania oraz nawyki, których wprowadzenie do codziennej rutyny sprzyja zachowaniu odpowiedniej długości oraz jakości snu, takie jak: wietrzenie pomieszczenia, w którym śpimy, dbanie o zaciemnienie pomieszczenia

¹ National Institute of Neurological Disorders and Stroke o roli i fizjologii snu <https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-understanding-sleep> [dostęp 28.06.2023]

² Papatriantafyllou E., Efthymiou D., Zoumbaneas E., Popescu C.A., Vassilopoulou E. *Sleep Deprivation: Effects on Weight Loss and Weight Loss Maintenance*. *Nutrients* 2022, nr 14, 1549.

³ A.M.Watson, *Sleep and Athletic Performance*. *Curr Sports Med Rep*. 2017, nr 16(6):413–418.

oraz minimalizacja natężenia hałasu. Wpływ na zachowanie optymalnej jakości snu ma również zachowanie stałych pór zasypiania oraz budzenia się czy unikanie spożywania posiłków o dużej objętości na krótko przed pójściem spać. W grupie sportowców oraz instruktorów szczególny wpływ na jakość i ilość snu może mieć intensywny wysiłek fizyczny w godzinach wieczornych, który może wpływać negatywnie na stopień wypoczęcia. Pomimo gwarantowania odczuwania zmęczenia intensywny wysiłek fizyczny prowadzi do podwyższenia tętna, w związku z tym utrudnione jest wyciszenie organizmu oraz fizjologiczne obniżenia tętna w trakcie snu⁴.

Dane piśmiennictwa

Sen jest występującym spontanicznie i okresowo stanem fizjologicznym, polegającym na zniesieniu aktywności ruchowej, zmniejszeniu reaktywności na bodźce oraz stereotypowej pozycji. Towarzyszy mu między innymi reorganizacja czynności mózgu, obniżenie temperatury ciała, spadek ciśnienia krwi, spowolnienie oddechu. Sen stanowi podstawę dla zachowania zdrowia fizycznego oraz psychicznego⁵. Ilość oraz jakość snu mają znaczenie dla niemal każdego układu organizmu człowieka. Wpływa on na prawidłowe funkcjonowanie układu krwionośnego i układu nerwowego. Deprawacja snu negatywnie oddziałuje na zdolności poznawcze człowieka oraz konsolidację pamięci. Prawidłowa ilość oraz jakość snu ma również wpływ na układ immunologiczny, regulację dobowego rytmu wydzielania hormonów czy zdrowie reprodukcyjne⁶. Mimo znaczącej roli snu na organizm człowieka jest on zaniedbywany przez wiele osób. Szczególną wagę przykładają się do długości snu, jednak nie podejmują działań mających na celu zapewnienie odpowiedniej jego jakości. Coraz więcej osób zmaga się również z zaburzeniami snu, takimi jak bezsenność. Sen ma szczególne znaczenie w grupie sportowców. Zapewnienie odpowiedniej długości oraz jakości snu ma pozytywny wpływ na adaptację organizmu do wysiłku fizycznego, warunkuje również regenerację mięśni. Poprzez wpływ na układ nerwowy oraz regulację dobowego wydzielania hormonów sen wpływa na zachowanie zdrowia psychicznego wśród osób o bardzo wysokiej aktywności fizycznej⁷.

Rekomendacje dotyczące zalecanej dziennej długości snu zostały opracowane przez National Sleep Foundation, American Academy of Sleep Medicine oraz Sleep Research Society (tabela 1). Optymalna dzienna długość snu jest różna w zależności od wieku

⁴ National Health Service o higienie snu <https://www.uhs.nhs.uk/Media/UHS-website-2019/Patientinformation/Other/Sleep-hygiene-3276-PIL.pdf> [dostęp 28.06.2023]

⁵ M. Schupp, C.D. Hanning., *Physiology of sleep*. British Journal of Anaesthesia 2003, nr 3(3).

⁶ N. Baranwal, P.K. Yu, N..S. Siegel, *Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene*, Progress in Cardiovascular Diseases, 2023 nr 77, 59–69.

⁷ A.M. Watson, *Sleep and Athletic Performance*. Curr Sports Med Rep. 2017, nr 16(6):413–418.

człowieka i zależy od procesów zachodzących w organizmie. Osoby młode wymagają dłuższego snu ze względu na rozwój organizmu, u osób starszych wpływ wywierają choroby towarzyszące. W przypadku doświadczania znacznego pogorszenia jakości snu, pomimo wprowadzenia zachowań sprzyjających jej poprawie, należy zgłosić się do lekarza w celu diagnozy zaburzeń organicznych⁸.

Tabela 1. Zalecana dzienna długość snu w zależności od wieku

Grupa wiekowa		Zalecana dzienna długość snu
Noworodek	0 – 3 miesiące	14 -17 godzin ¹
Niemowlę	4 - 12 miesięcy	12 – 16 godzin (wliczając drzemki w ciągu dnia) ²
Małe dzieci	1 – 2 lata	11 – 14 godzin (wliczając drzemki w ciągu dnia) ²
Dzieci w wieku przedszkolnym	3 – 5 lat	10 – 13 godzin (wliczając drzemki w ciągu dnia) ²
Dzieci w wieku szkolnym	6 – 12 lat	9 – 12 godzin ²
Nastolatki	13 – 18 lat	8 – 10 godzin ²
Dorośli	18 – 60 lat	7 lub więcej godzin ³
	61 – 64 lat	7 – 9 godzin ¹
	≥ 65 lat	7 – 8 godzin ¹

Dane według: 1- National Sleep Foundation, 2 – American Academy of Sleep Medicine, 3- Sleep Research Society.

Higiena snu to określenie na zachowania oraz nawyki, których wprowadzenie do codziennej rutyny ma służyć poprawie długości oraz jakości snu. Są to zachowania takie jak unikanie ekspozycji na światło niebieskie, wietrzenie sypialni, zadbanie o odpowiednie zaciemnienie pomieszczenia oraz minimalizację natężenia hałasu, wyciszenie organizmu przed snem. Wpływ na zachowanie optymalnej higieny snu ma również aktywność fizyczna czy spożycie alkoholu⁹.

Ekspozycja na światło niebieskie w godzinach wieczornych negatywnie wpływa na jakość snu oraz może wydłużać czas zasypiania. Organizm człowieka wiąże światło niebieskie z porankiem, wskutek czego dochodzi do zmniejszenia wydzielania melatoniny, która bywa nazywana „hormonem ciemności”. Jest ona syntetyzowana w szyszynce, bodźcem pobudzającym jej wydzielanie jest światło żółte, które organizm człowieka identyfikuje między innymi z zachodem słońca, czyli porą odpoczynku¹⁰. Zadaniem

⁸ Centers for Disease Control and Prevention o zalecanej długości snu w ciągu dnia https://www.cdc.gov/sleep/about_sleep/how_much_sleep.html [dostęp 28.06.2023].

⁹ National Health Service o higienie snu <https://www.uhs.nhs.uk/Media/UHS-website-2019/Patientinformation/Other/Sleep-hygiene-3276-PIL.pdf> [dostęp 28.06.2023]

¹⁰ C. Gomes, S. Preto. (2015). *Blue Light: A Blessing or a Curse?*. Procedia Manufacturing, 2015, nr 3. 4472–4479.

melatoniny jest regulacja rytmów dobowych, między innymi snu oraz czuwania. Melatonina jest pochodną tryptofanu w związku z czym pozytywny wpływ na jej syntezę mają produkty spożywcze zawierające ten aminokwas. Tryptofan jest składnikiem produktów takich jak produkty mleczne. Inne produkty spożywcze, które mogą w pozytywny sposób wpłynąć na proces zasypiania, to owoce wiśni, dzięki zawartości między innymi melatoniny oraz kiwi, dzięki zawartości serotoniny¹¹. Posiłek spożywany w krótkim odstępie od snu powinien charakteryzować się małą objętością. Wystąpienie zjawiska termogenezy poposiłkowej na skutek spożycia zbyt dużej ilości pokarmu prowadzi do fizjologicznego obniżenia temperatury w trakcie spoczynku, co może wpłynąć na pogorszenie jakości snu. Sen oraz odżywianie charakteryzują się wzajemnym oddziaływaniem na siebie. Dobór odpowiedniego posiłku w ciągu dnia może wpłynąć na jakość naszego snu, natomiast na skutek zbyt krótkiego snu może dojść do spożycia nadmiernej ilości energii oraz odczuwania wzmożonego apetytu na produkty o wysokiej zawartości węglowodanów, co w przypadku wzmożonej deprivacji snu może prowadzić do rozwoju nadwagi czy otyłości².

Zapewnienie prawidłowych warunków otoczenia również ma wpływ na ilość i jakość snu człowieka. W dbałości o odpowiedni wypoczynek należy wywietrzyć pomieszczenie sypialnianie, należy również zadbać o odpowiednią temperaturę oraz wilgotność powietrza, ponieważ są to parametry, które oddziałują na fizjologiczne obniżenie temperatury organizmu w trakcie snu. Kolejnymi aspektami jest zaciemnienie pokoju oraz minimalizacja natężenia hałasu w pomieszczeniu¹².

Alkohol oraz wysiłek fizyczny to kolejne czynniki mające wpływ na jakość i ilość snu. Łączy je wpływ na układ sercowo-naczyniowy organizmu. Na skutek spożycia alkoholu odczuwane jest wzmożone uczucie zmęczenia, jednak podnosi on ciśnienie tętnicze oraz ogranicza jego fizjologiczne obniżenie w trakcie snu, co może negatywnie wpływać na jakość snu¹³. Regularna aktywność fizyczna może sprzyjać poprawie jakości snu oraz skracać czas zasypiania, jednak intensywny wysiłek fizyczny w godzinach wieczornych, w krótkim odstępie czasu od odpoczynku może wpływać negatywnie. Ma to związek z podniesieniem temperatury ciała oraz tętna na skutek wykonywanych ćwiczeń. Oba te parametry ulegają obniżeniu w trakcie snu, a aktywność fizyczna, pomimo warunkowania wystąpienia uczucia zmęczenia, może negatywnie wpływać na jego jakość, poprzez

¹¹ Sleep Foundation o produktach spożywczych wpływających na sen <https://www.sleepfoundation.org/nutrition/food-and-drink-promote-good-nights-sleep> [dostęp 28.06.2023]

² E. Papatriantafyllou, D. Efthymiou, E. Zoumbaneas, C.A. Popescu, E. Vassilopoulou, *Sleep Deprivation: Effects on Weight Loss and Weight Loss Maintenance*. *Nutrients* 2022, nr 14, 1549.

¹² K.F. Chung, C.T. Lee, W.F. Yeung, M.S. Chan, E.W. Chung, W. L. Lin, *Sleep hygiene education as a treatment of insomnia: a systematic review and meta-analysis*. *Fam Pract.* 2018, nr 35(4):365–375.

¹³ I.O. Ebrahim, C.M. Shapiro, A.J. Williams, P.B. Fenwick. *Alcohol and sleep I: effects on normal sleep*. *Alcohol Clin Exp Res.* 2013, nr 37(4):539–549.

ingerencję w procesy fizjologiczne organizmu związane z zasypianiem¹⁴. Wpływ na ilość oraz jakość snu ma również kofeina, czyli związek psychoaktywny zawarty między innymi w kawie, herbacie czy kakao. Cząsteczka kofeiny łączy się w ośrodkowym układzie nerwowym z receptorami dla adenylozynu, której wysoki poziom świadczy o zmęczeniu organizmu. Oba te związki rywalizują o dostęp do receptora, po przyłączeniu kofeiny następuje zniesienie uczucia zmęczenia. W związku z tym kofeina spożywana, w krótkim odstępie od snu może negatywnie na niego wpływać poprzez wydłużenie czasu zasypiania oraz ingerencję w jego jakość. Badacze zalecają zakończenie spożycia kofeiny w ciągu dnia na 6 godzin przed planowaną godziną rozpoczęcia snu¹⁵.

W dbałości o ilość oraz jakość snu należy rozważyć wprowadzenie do codziennej rutyny następujących zachowań:

- zapewnienie optymalnych warunków otoczenia poprzez wietrzenie pomieszczenia, unikanie zbyt wysokiej oraz zbyt niskiej temperatury oraz wilgotności powietrza, minimalizowanie natężenia hałasu, znaczne ograniczenie ilości światła docierającego do pomieszczenia;
- zaplanowanie aktywności fizycznej w ciągu dnia w celu uniknięcia podejmowania intensywnego wysiłku fizycznego w późnych godzinach wieczornych;
- unikanie spożycia alkoholu przed snem;
- unikanie spożycia pokarmów o dużej objętości w krótkim odstępie czasu od zasypiania;
- włączenie do ostatniego posiłku w ciągu dnia produktów mlecznych oraz między innymi wiśni oraz kiwi⁴.

Cel badania

Celem badania było poznanie świadomości oraz wiedzy zawodników i instruktorów Polskiej Federacji Taekwon-do na temat higieny snu. Wyniki uzyskane w trakcie badania pozwolą na dopasowanie przekazywanej wiedzy w trakcie akcji edukacyjnej zaplanowanej na zgrupowanie Kadry Narodowej Polskiej Federacji Taekwon-do.

Materiały i metody

Badanie zostało przeprowadzone za pomocą autorskiego, samozwrotnego kwestionariusza ankiety, która została przekazana respondentom online, za pomocą platformy

¹⁴ M. Kishida, S. Elavsky, *An intensive longitudinal examination of daily physical activity and sleep in midlife women*, *Sleep Health*, 2016, nr 2, 42–48.

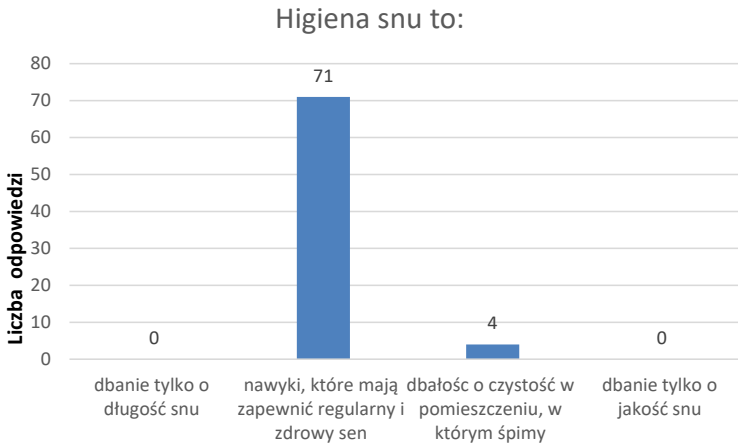
¹⁵ F. O'Callaghan, O. Muurlink, N. Reid, *Effects of caffeine on sleep quality and daytime functioning*, *Risk Manag Healthc Policy*. 2018, nr 7;11:263–271.

Google Forms. Badanie było w pełni anonimowe, a udział w nim dobrowolny. Kwestionariusz składał się z dwiętnastu zamkniętych pytań. Pytania zawarte w kwestionariuszu dotyczyły znajomości definicji higieny snu oraz zalecanej dziennej długości snu wśród ankietowanych. Dodatkowo zadaniem badanych było określenie, w jakim stopniu zgadzają się ze stwierdzeniami dotyczącymi higieny snu. Do każdego z podanych stwierdzeń ankietowani mogli zaznaczyć odpowiedzi: zdecydowanie tak, raczej tak, raczej nie oraz zdecydowanie nie. Stwierdzenia podlegające ocenie badanych dotyczyły natężenia hałasu w pomieszczeniu sypialnianym, wietrzenia pomieszczenia sypialnianego, wpływu intensywnego wysiłku fizycznego, spożycia alkoholu, wpływu produktów spożywczych oraz kofeiny na sen. Ocenie poddano również stwierdzenia dotyczące regularności pór zasypania oraz budzenia się na zachowanie ilości oraz jakości snu, dodatkowo badani udzielali odpowiedzi na stwierdzenia dotyczące wpływu odpowiedniej ilości oraz jakości snu na adaptację organizmu do wysiłku fizycznego oraz diety. Ostatnie ze stwierdzeń dotyczyło wpływu drzemek na regenerację organizmu. Zadaniem badanych była również ocena średniego poziomu wyspania zaraz po przebudzeniu oraz przeciętnego poziomu zmęczenia zaraz przed pójściem spać. Badani dokonywali oceny tych parametrów za pomocą skali od 1 do 10. W badaniu udział wzięło łącznie 75 osób, w tym 20 instruktorów oraz 55 zawodników Polskiej Federacji Taekwon-do (trenujących taekwon-do tradycyjne). Wśród badanych było 37 kobiet oraz 37 mężczyzn (po 49,33%), jedna osoba nie chciała podawać swojej płci (1,34%). Osoby poddane badaniu były pełnoletnie, a ich średnia wieku wynosiła 27 lat. Staż treningowy badanych wynosił od 4 do 35 lat. Ankietowany zostali również poproszeni o określenie swojej aktywności fizycznej w ciągu dnia, 28 osób (37,33%) określiło swoją aktywność jako dużą (praca fizyczna oraz znaczący udział spontanicznej oraz zaplanowanej aktywności fizycznej w ciągu dnia), 39 osób (52%) określiło swój poziom aktywności fizycznej jako umiarkowany (uczeń, praca siedząca, udział zaplanowanej aktywności fizycznej w ciągu dnia), pozostałe 8 osób określiło swoją aktywność fizyczną w ciągu dnia jako małą (praca siedząca, brak zaplanowanej aktywności fizycznej w ciągu dnia).

Wyniki

Pierwsze pytanie dotyczyło definicji higieny snu. Większość badanych (71 osób – 94,67%) udzieliło prawidłowej odpowiedzi: „higiena snu to nawyki, które mają zapewnić regularny i zdrowy sen”. Czoro badanych (5,33%) udzieliło niepoprawnej odpowiedzi „higiena snu to dbałość o czystość w pomieszczeniu, w którym śpimy” (wykres 1).

Kolejnym badanym aspektem było określenie, w jakim stopniu ankietowani zgadzają się ze stwierdzeniami dotyczącymi zachowań mających wpływ na zachowanie optymalnej ilości oraz jakości snu. W pierwszym stwierdzeniu dotyczącym wpływu minimalizowania natężenia hałasu w pomieszczeniu sypialnianym, ok. 83% badanych (62 osoby) udzieliło odpowiedzi „zdecydowanie tak”. 80% (60 osób) ankietowanych



Wykres 1. Rozkład odpowiedzi dotyczących definicji higieny snu

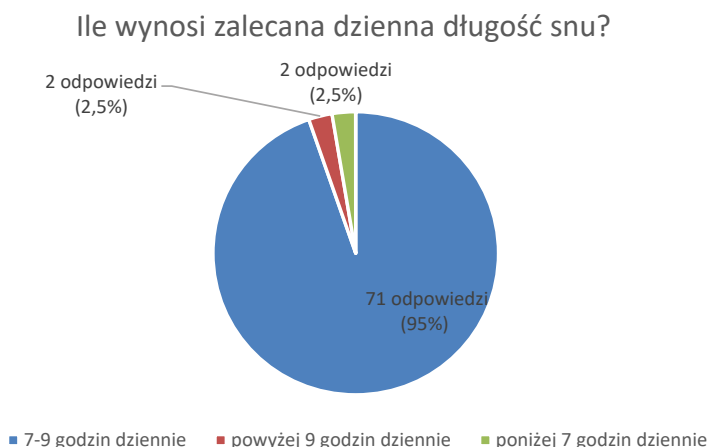
udzieliło odpowiedzi „zdecydowanie tak” na stwierdzenie „w dbałości o higienę snu należy wywietrzyć pomieszczenie, w którym śpimy”. Najbardziej zróżnicowane odpowiedzi obserwowano przy stwierdzeniu „Intensywny wysiłek fizyczny, w krótkim odstępie od snu, może negatywnie wpływać na jego jakość” – prawie 27% badanych (20 osób) udzieliło odpowiedzi „raczej nie”, 40% respondentów (30 osób) – „raczej tak”, blisko 11% (8 badanych) – „zdecydowanie nie”, ok 23% (17 osób) – „zdecydowanie tak”. Najwięcej badanych (40% – 30 osób), udzieliło odpowiedzi „raczej tak” w stwierdzeniu „niektóre produkty spożywcze, np. kiwi, produkty mleczne, wiśnie, mogą w pozytywny sposób wpływać na jakość snu”. Blisko 67% badanych (50 osób) potwierdziło wpływ, tym samym konieczność unikania ekspozycji na światło niebieskie, na zachowanie higieny snu. Większość badanych (64% – 48 osób) zdecydowanie rozumie, że alkohol jest środkiem, który ułatwia zasypianie, w negatywny sposób wpływa jednak na jakość snu. Badani zdecydowanie zgadzali się (ok. 47% ankietowanych – 35 osób) lub raczej zgadzali się (ok. 43% ankietowanych – 32 osoby) ze stwierdzeniem dotyczącym ograniczenia spożycia kofeiny na 6 godzin przed pójściem spać w celu poprawy ilości i jakości snu. Większość badanych (ponad 77% – 58 osób) zgodziła się, że zachowanie regularnych pór zasypiania oraz budzenia się pozytywnie wpływa na jakość snu. W odniesieniu do stwierdzeń dotyczących negatywnego wpływu nieodpowiedniej ilości oraz jakości snu na regenerację i zdolności wysiłkowe organizmu ponad 89% ankietowanych (67 osób) udzieliło odpowiedzi „zdecydowanie tak”. Najwięcej badanych (prawie 43% – 32 osoby) udzieliło odpowiedzi „raczej tak” w stwierdzeniu dotyczącym wpływu snu o nieodpowiedniej długości oraz jakości na zwiększenie spożycia kilokalorii w ciągu dnia. Ponad 37% respondentów (28 osób) jest przekonanych, że nieodpowiednia długość oraz jakość snu mogą prowadzić do odczuwania wzmożonej ochoty na spożywanie słodczy, a prawie 47% badanych (35 osób) uznało, że drzemki w ciągu dnia mogą pozytywnie wpłynąć na regenerację organizmu sportowców (tabela 2).

Tabela 2. Rozkład odpowiedzi dotyczących zgadzania się ze stwierdzeniami. Wartości podano jako liczbę odpowiedzi oraz procentowy udział w ogóle odpowiedzi

Stwierdzenie	Zdecydowanie tak	Raczej tak	Raczej nie	Zdecydowanie nie
W dbałości o jakość i długość snu należy minimalizować natężenie hałasu w pomieszczeniu, w którym śpimy	62 (82,67)	12 (16,0)	1 (1,33)	0 (0)
W dbałości o higienę snu należy wywietrzyć pomieszczenie, w którym śpimy	60 (80,0)	12 (16,0)	3 (4,0)	0 (0)
Intensywny wysiłek fizyczny, w krótkim odstępie od snu, może negatywnie wpływać na jego jakość	17 (22,67)	30 (40,0)	20 (26,67)	8 (10,67)
Niektóre produkty spożywcze, np. kiwi, produkty mleczne, wiśnie, mogą w pozytywny sposób wpływać na jakość snu	19 (25,33)	30 (40,0)	24 (32,0)	2 (2,67)
W dbałości o higienę snu należy unikać ekspozycji na światło niebieskie w godzinach wieczornych	50 (66,67)	21 (28,0)	3 (4,0)	1 (1,33)
Alkohol jest środkiem, który ułatwia zasypianie, jednak w negatywny sposób wpływa na jakość snu	48 (64,0)	19 (25,33)	7 (9,33)	1 (1,33)
W dbałości o ilość i jakość snu należy unikać kofeiny na 6 godzin przed pójściem spać	35 (46,67)	32 (42,67)	6 (8,0)	2 (2,67)
Zachowanie regularnych pór zasypiania oraz budzenia się pozytywnie wpływa na jakość snu	58 (77,33)	13 (17,33)	4 (5,33)	0 (0)
Nieodpowiednia długość oraz jakość snu mogą negatywnie wpływać na regenerację organizmu i zdolności wysiłkowe	67 (89,33)	5 (6,67)	2 (2,67)	1 (1,33)
Nieodpowiednia długość oraz jakość snu mogą prowadzić do spożywania nadmiaru energii wraz z dietą	28 (37,33)	32 (42,67)	15 (20,0)	0 (0)
Nieodpowiednia długość oraz jakość snu mogą prowadzić do odczuwania wzmożonej ochoty na spożywanie słodczy	28 (37,33)	28 (37,33)	18 (24,0)	1 (1,34)
Drzemki w ciągu dnia mogą pozytywnie wpłynąć na regenerację organizmu sportowców	31 (41,33)	35 (46,67)	9 (12,0)	0 (0)

Badani zostali zapytani o zalecaną dzienną długość snu. Największa grupa, prawie 95% badanych, wskazało jako optymalny czas trwania snu 7-9 godzin dziennie (wykres 2).

Ostatnimi badanymi aspektami był średni poziom wyspania oceniany zaraz po przebudzeniu oraz przeciętny stopień zmęczenia zaraz przed pójściem spać. Średni



Wykres 2. Odpowiedzi dotyczące zalecanej dziennej długości snu

poziom wyspania ogółu badanych wyniósł 5,95 (SD±2,36) w dziesięciostopniowej skali. Również w dziesięciostopniowej skali średni stopień zmęczenia ogółu badanych wyniósł 6,87 (SD ±1,79) (tabela 3).

Tabela 3. Średni stopień wyspania oraz zmęczenia badanych

Oceń swój średni stopień wyspania zaraz po przebudzeniu	5,95 (SD± 2,36)
Oceń swój przeciętny stopień zmęczenia zaraz przed pójściem spać	6,87 (SD ±1,79)

Dyskusja

Badacze na całym świecie coraz częściej skupiają się na aspekcie snu nie tylko pod względem ilościowym, ale również jakościowym¹⁶. Preferowaną formą badań jest przeprowadzenie interwencji lub akcji edukacyjnej dotyczącej jakości snu¹⁷. Uczestnicy badań biorą udział w programach mających na celu poprawę ich wiedzy na temat nawyków mających pozytywny oraz negatywny wpływ na jakość snu. Badany jest również wpływ poprawy posiadanej wiedzy na poziom wypoczęcia uczestników. Hershner oraz O'Brien¹⁸ przeprowadziły akcję edukacyjną dotyczącą wpływu snu na

¹⁶ S.K Dietrich, C.M Francis-Jimenez, M.D Knibbs, I.L Umali, M.Truglio-Londrigan *Effectiveness of sleep education programs to improve sleep hygiene and/or sleep quality in college students: a systematic review. JBI Database System Rev Implement Rep.* 2016, nr 14(9),108–134.

¹⁷ L.A. Irish, C.E. Kline, H.E. Gunn, D.J. Buysse, M.H. Hall, *The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence. Sleep Med Rev.* 2015, nr 22,23–36.

¹⁸ S. Hershner S., L.M. O'Brien, *The Impact of a Randomized Sleep Education Intervention for College Students. J Clin Sleep Med.* 2018, nr 14(3):337–347.

nastrój i wyniki akademickie studentów oraz zbadanie wpływu posiadanej wiedzy na poprawy zachowań dotyczących snu. Zaobserwowano istotną statystycznie poprawę w aspekcie nawyków mających wpływ na ilość i jakość snu. Badano między innymi zachowanie regularnych pór zasypiania oraz budzenia się oraz użytkowanie urządzeń elektronicznych przed snem. Zaobserwowano również poprawę jakości snu w grupie, do której skierowana była akcja edukacyjna. Podkreślono pozytywny wpływ przeprowadzonej akcji na jakość snu i zachowania depresyjne oraz podkreślają jej efektywność i małe koszty jej przeprowadzenia.

W 2022 roku opublikowano wyniki badania Rampling i in.¹⁹ dotyczącego wpływu związku posiadanej wiedzy na temat higieny snu z wprowadzeniem do codziennej rutyny zachowań mających wpływ na ilość oraz jakość snu. Badania dokonano w grupie osób pracujących w systemie zmianowym. Uczestnicy badania cechowali się zmienną wiedzą na temat higieny snu oraz zmiennym zaangażowaniem w zakresie wprowadzania nawyków służących poprawie jakości i długości snu. Z wyników przeprowadzonego badania wynika, że osoby, które posiadały wiedzę na temat higieny snu, cechowały się lepszą jakością snu, jednak zaangażowanie we wprowadzanie nawyków nie przekładało się na poprawę jakości snu. Badacze również podkreślili potrzebę przeprowadzania akcji edukacyjnych dotyczących higieny snu w celu poprawy funkcjonowania pracowników zmianowych.

Knufinke i in.²⁰ przeprowadzili badanie, którego przedmiotem było zadanie samodzielnie raportowanej przez badanych ilości oraz jakości snu. Ponadto przy pomocy kwestionariuszy zbadano higienę snu badanych. Uczestnikami było 98 młodych sportowców. 41% z nich zostało określone jako osoby o złej jakości oraz ilości snu, a 12% zostało zakwalifikowanych do grupy, u których zidentyfikowano zaburzenia snu. Badanie higieny snu wykazało nieregularne pory zasypiania oraz budzenia się oraz zachowania pobudzające przed snem. Ponadto młodzi sportowcy spożywali posiłki o dużej objętości oraz nie ograniczali ekspozycji na światło niebieskie w godzinach wieczornych. Wykazano dodatnią korelację pomiędzy stosowaniem zachowań sprzyjających higienie snu oraz lepszą jakością oraz dłuższym snem. Badacze nie przebadali jednak wiedzy uczestników na temat higieny snu.

Miles i in.²¹ przeprowadzili badanie, w którym uczestniczyli trenerzy oraz personel poza sportowy australijskich klubów sportowych. Oceniano wiedzę na temat higieny snu oraz praktyki, które badani zalecają wprowadzić sportowcom ze względu na

¹⁹ C.M. Rampling, C.C. Gupta, A.E. Shriane, S.A. Ferguson, G. Rigney, G.E. Vincent, *Does knowledge of sleep hygiene recommendations match behaviour in Australian shift workers? A cross-sectional study*. *BMJ Open*. 2022, nr 12(7):e059677.

²⁰ M. Knufinke, A. Nieuwenhuys, S.A.E. Geurts, A.M.L. Coenen, M.A.J. Kompier, *Self-reported sleep quantity, quality and sleep hygiene in elite athletes*. *J Sleep Res*. 2018, nr 27(1):78–85.

²¹ K.H. Miles, B. Clark, P.M. Fowler, J. Miller, K.L. Pumpa, *Sleep practices implemented by team sport coaches and sports science support staff: A potential avenue to improve athlete sleep?* *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2019, nr 22 (7): 748–752.

pełnią rolę. Wykazano istotną różnicę w posiadanej wiedzy na temat higieny snu pomiędzy trenerami oraz personelem sportowym. Pomimo posiadania wiedzy na temat higieny snu na wysokim poziomie, aplikowanie jej w praktyce było niskie. Badany personel nie monitorował również poziomu wyspania czy ilości snu w ciągu dnia wśród podlegających im sportowców. Trenerzy oraz personel klubów nie uważał, że poranne oraz nocne treningi mają wpływ na jakość snu, ponadto nie uważali oni, że poprawa higieny snu może mieć wpływ na wyniki sportowe atletów. Podobne badanie zostało przeprowadzone przez Komarek i in.²². Wykazano, że trenerzy mają nieadekwatną wiedzę na temat higieny snu w stosunku do pełnionego stanowiska. Badani nie posiadali wiedzy na temat rekomendowanej ilości snu wśród dzieci oraz osób nastoletnich, będących ich podopiecznymi (nie wykazano wpływu stażu trenerskiego czy typu uprawianego sportu). Osoby biorące udział w badaniu uważały, że trenerzy oraz personel powinien przekazywać swoim podopiecznym wiedzę na temat higieny snu, jednak mniej niż połowa badanych kontrolowała ilość oraz jakość snu sportowców. Wykazano, że trenerzy oraz personel poddani badaniu nie zostali poddani szkoleniu na temat higieny snu, ich niewielki odsetek edukował się w tym aspekcie na własną rękę, korzystając z książek, blogów oraz stron internetowych.

Simpson i in.²³ w pracy z 2017 roku zwracają uwagę na fakt małej ilości oraz niskiej jakości snu wśród sportowców. Ma to związek między innymi ze zwiększeniem liczby jednostek treningowych na rzecz ograniczenia snu oraz brakiem świadomości na temat znaczenia optymalnej długości oraz jakości snu w wysiłku fizycznym. Pomimo rosnącej ilości prac naukowych dotyczących snu oraz jego wpływu na zdolności wysiłkowe organizmu, prace na temat wiedzy zawodników oraz instruktorów, trenerów czy personelu wspomagającego sportowców są wciąż ograniczone. Simpson i in. zalecają wprowadzenie strategii mających na celu wydłużenie całkowitej długości snu, poprawę otoczenia (m.in. minimalizację hałasu oraz ilości światła docierającego do sypialni) oraz identyfikację potencjalnych zaburzeń snu.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badanie świadomości na temat higieny snu wśród zawodników oraz instruktorów Polskiej Federacji Taekwon-do wykazało, że badani charakteryzowali się dość wysokim poziomem posiadanej wiedzy na temat zachowań oraz nawyków mających wpływ na ilość oraz jakość snu. Pomimo posiadanej wiedzy subiektywnie

²² Z. Komarek, M. Holda, S. Krzysztófik, M. Spieszny, M. Krzysztófik, A. Silip-Stachnik, *Sleep knowledge, beliefs and practices in youth sports coaches and science support Staff*. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences 2022, nr 98: 21–28.

²³ N.S. Simpson, E.L. Gibbs, G.O. Matheson, *Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes*. Scand J Med Sci Sports. 2017 nr 27(3):266–274.

oceniany poziom wyspania zaraz po przebudzeniu wskazywał na niestosowanie posiadanej wiedzy w praktyce. Podkreślana jest rola snu oraz jego wpływ na funkcjonowanie człowieka. Przeprowadzone badanie wskazuje na potrzebę uświadomienia sportowcom znaczenia snu w adaptacji organizmu do obciążeń treningowych, a co za tym idzie na osiągnięcie pożądaných wyników sportowych. Dostępne dane literaturowe dotyczą aplikacji zachowań wpływających na poprawę jakości snu, jednak brak walidowanych narzędzi badawczych służących sprawdzeniu wiedzy sportowców na temat higieny snu. W dostępnych badaniach dotyczących świadomości na temat snu oraz jego wpływu na organizm człowieka udział biorą trenerzy oraz personel pomocniczy, a brak jest danych na temat poziomu wiedzy zawodników, szczególnie różnorodnych dyscyplin sportowych.

Bibliografia

- Papatriantafyllou E., Efthymiou D., Zoumbaneas E., Popescu C.A., Vassilopoulou E. *Sleep Deprivation: Effects on Weight Loss and Weight Loss Maintenance*. *Nutrients* 2022, nr 14, 1549.
- Watson A.M. *Sleep and Athletic Performance*. *Curr Sports Med Rep*. 2017, nr 16(6):413–418.
- Schupp M., Hanning C. D. *Physiology of sleep*. *British Journal of Anaesthesia* 2003, nr 3(3).
- Baranwal N., Yu P. K., Siegel N. S. *Sleep physiology, pathophysiology, and sleep hygiene*, *Progress in Cardiovascular Diseases*, 2023 nr 77, 59–69
- Caramelo Gomes C., Preto S. (2015). *Blue Light: A Blessing or a Curse?*. *Procedia Manufacturing*, 2015, nr 3. 4472–4479.
- Chung K.F., Lee C.T., Yeung W.F., Chan M.S., Chung E.W., Lin W.L. *Sleep hygiene education as a treatment of insomnia: a systematic review and meta-analysis*. *Fam Pract*. 2018, nr 35(4):365–375.
- Ebrahim I.O., Shapiro C.M., Williams A.J., Fenwick P.B. *Alcohol and sleep I: effects on normal sleep*. *Alcohol Clin Exp Res*. 2013, nr 37(4):539–549.
- Kishida M., Elavsky S., *An intensive longitudinal examination of daily physical activity and sleep in midlife women*, *Sleep Health*, 2016, nr 2, 42–48,
- O’Callaghan F., Muurlink O., Reid N. *Effects of caffeine on sleep quality and daytime functioning*. *Risk Manag Healthc Policy*. 2018, nr 7;11:263–271.
- Dietrich S.K., Francis-Jimenez C.M., Knibbs M.D., Umali I.L., Truglio-Londrigan M. *Effectiveness of sleep education programs to improve sleep hygiene and/or sleep quality in college students: a systematic review*. *JBI Database System Rev Implement Rep*. 2016, nr 14(9),108–134.
- Irish L.A., Kline C.E., Gunn H.E., Buysse D.J., Hall M.H. *The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence*. *Sleep Med Rev*. 2015, nr 22,23–36.
- Hershner S., O’Brien L.M. *The Impact of a Randomized Sleep Education Intervention for College Students*. *J Clin Sleep Med*. 2018, nr 14(3):337–347.
- Rampling C.M., Gupta C.C., Shriane A.E., Ferguson S.A., Rigney G., Vincent G.E. *Does knowledge of sleep hygiene recommendations match behaviour in Australian shift workers? A cross-sectional study*. *BMJ Open*. 2022, nr 12(7):e059677.
- Knufinke M., Nieuwenhuys A., Geurts S.A.E., Coenen A.M.L., Kompier M.A.J. *Self-reported sleep quantity, quality and sleep hygiene in elite athletes*. *J Sleep Res*. 2018, nr 27(1):78–85.
- Miles K. H., Clark B., Fowler P. M., Miller J., Pumpa K. L. *Sleep practices implemented by team sport coaches and sports science support staff: A potential avenue to improve athlete sleep?* *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2019, nr 22 (7): 748–752.

- Komarek Z., Holda M., Krzysztofik S., Spieszny M., Krzysztofik M., Silip-Stachnik A. *Sleep knowledge, beliefs and practices in youth sports coaches and science support Staff*. Journal of Kinesiology and Exercise Sciences 2022, nr 98: 21–28.
- Simpson N.S., Gibbs E.L., Matheson G.O. *Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes*. Scand J Med Sci Sports. 2017 nr 27(3):266–274.
2. Strony internetowe
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke o roli i fizjologii snu <https://www.ninds.nih.gov/health-information/public-education/brain-basics/brain-basics-understanding-sleep> [dostęp 28.06.2023]
- National Health Service o higienie snu <https://www.uhs.nhs.uk/Media/UHS-website-2019/Patientinformation/Other/Sleep-hygiene-3276-PIL.pdf> [dostęp 28.06.2023]
- Centers for Disease Control and Prevention o zalecanej długości snu w ciągu dnia https://www.cdc.gov/sleep/about_sleep/how_much_sleep.html [dostęp 28.06.2023]
- Sleep Foundation o produktach spożywczych wpływających na sen <https://www.sleepfoundation.org/nutrition/food-and-drink-promote-good-nights-sleep> [dostęp 28.06.2023]

RESEARCH ON AWARENESS ABOUT SLEEP HYGIENE AMONG CONTENDERS AND INSTRUCTORS OF POLISH TAEKWON-DO FEDERATION

Abstract: The amount and quality of sleep can have a significant impact on physical activity, and this is especially important among people participating in high-level sports competitions. Sleep is one of the basic tools of regeneration among athletes, therefore they should have knowledge about sleep hygiene. Sleep hygiene is behaviors and habits whose regular use is intended to improve the length and quality of sleep. The quality especially is important in the adaptation of athletes to high training loads. Among the behaviors conducive to improving sleep are ensuring the right temperature and humidity in the room where we sleep, avoiding high activity and large meals in a short period of time from sleep, or avoiding exposure to blue light, which may interfere with the secretion of melatonin, the sleep hormone.

The study of knowledge on sleep hygiene among instructors and competitors of the Polish Taekwon-do Federation was conducted using a proprietary, self-return online form. 75 people (20 instructors and 55 contenders) took part in the study. The task of the respondents was to answer questions about, among others, the definition of sleep hygiene and habits that improve the quality of sleep (including exposure to blue light, caffeine consumption and large-volume meals). In the question regarding the definition of sleep hygiene, about 95% of the respondents gave the correct answer, indicating that sleep hygiene is a habit that is supposed to ensure regular and healthy sleep. In the following questions, the respondents were asked to determine to what extent they agreed with the statements regarding behaviors that have a direct impact on maintaining a healthy sleep. The respondents answered “definitely yes” most often to questions concerning minimizing noise levels (approx. 83%), airing the room (80% of respondents), minimizing exposure to blue light in the evening (nearly 67% of respondents), alcohol consumption as a sleep aid but in a negative way affecting the quality of sleep (64% of respondents), maintaining regular times of waking up and falling asleep, and the positive impact of this habit on maintaining sleep hygiene (slightly more than 77% of respondents). The respondents were also asked about the impact of sleep on the regeneration of the body, the majority (more than 89% of the respondents) strongly agreed that sleep disorders can lead to a deterioration of exercise capacity. In the question regarding

the recommended duration of sleep, about 95% of the respondents correctly indicated the range from 7 to 9 hours a day. Nevertheless, the average degree of sleep right after waking up was 5.94 ± 2.36 (on a scale of 1 to 10), which allows us to conclude that, despite their knowledge, few of the respondents use habits that allow them to maintain regular and healthy sleep.

Key words: sleep, awerness, athletes

Julia Lenkiewicz

ORCID: 0009-0004-3683-9446

Patryk Sędrowski

ORCID: 0009-0000-5333-5101

Koło Naukowe Parazytologii „Vermis”

Opiekun: dr n. biol. Katarzyna Kubiak

Szkoła Zdrowia Publicznego

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

WPŁYW TRAUMY NA ROZWÓJ UROJEŃ PASOŻYTNICZYCH

Wprowadzenie

Obłąd pasożytniczy, znany również jako parazytoza urojeniowa, halucynoza pasożytnicza, urojenia pasożytnicze lub zespół Ekboma, to jednostka chorobowa, w której pacjent doświadcza urojeń o wystąpieniu u niego zakażenia pasożytami, mimo jednoznacznego klinicznego stwierdzenia ich braku w organizmie chorego¹. Jest to schorzenie sfery psychicznej, wpływające znacząco na obniżenie komfortu życia pacjentów². Przegląd danych piśmiennictwa ukazuje rzadkość występowania zaburzenia³. Czynniki predysponujące do wystąpienia objawów to zaburzenia psychiczne, takie jak schizofrenia, depresja, demencja, lęki i fobie, niedoczynność tarczycy, niedokrwistość, niedobór witaminy B12, zapalenie wątroby, cukrzyca, infekcje wirusowe i bakteryjne (HIV, kiła) i nadużywanie kokainy⁴. Znaczący wpływ na podatność na zachorowanie ma również wiek, status ekonomiczny, wykształcenie oraz fakt czy pacjent objęty diagnostyką żyje samotnie⁵. Diagnostyka choroby opiera się głównie na wnikliwych badaniach dermatologicznych w celu wykluczenia zarażeniem pacjenta domniemanymi pasoży-

¹ J. Szepietowski, P. Pacan, A. Reich, M. Grzesiak, *Psychodermatologia*, Wrocław 2015.

² A. Reich, D. Kwiatkowska & P. Pacan, P., *Delusions of parasitosis: an update*, “Dermatology and therapy” 2019, nr 9, s.631-638.

³ J. W. Wong, J.Y. Koo, *Delusions of parasitosis*, “Indian Journal of Dermatology” 2013, 58(1).

⁴ W. Trabert, *100 years of delusional parasitosis: meta-analysis of 1,223 case reports*, “Psychopathology” 1995, 28(5), s. 238-246.

⁵ C. J. M. Alves i in., *Secondary Ekbom syndrome to organic disorder: report of three cases*, “Anais brasileiros de dermatologia” 2010, nr 85, s. 541-544.

tami⁶. Wraz z diagnostyką dermatologiczną, ważną częścią postawienia diagnozy jest konsultacja psychiatryczna⁷. W trakcie leczenia należy zwrócić szczególną uwagę na współpracę pomiędzy dermatologiem, a psychiatrą prowadzącym dalsze rozpoznanie chorego. Leczenie choroby odbywa się objawowo. Najważniejszą jej częścią jest zmniejszenie odczuwania świądu przez pacjenta, jak i leczenie powstałych przy jego występowaniu uszkodzeń skóry i ran⁸. Tkanka o przerwanej ciągłości powinna zostać przebadana pod kątem występowania ewentualnych zakażeń oraz dokładnie opatrzona⁹. Ważnym aspektem leczenia zaburzenia jest psychoterapia, odpowiednio dobrana pozwala na lepszy efekt zastosowanych środków farmakologicznych oraz leczenia psychiatrycznego¹⁰. Diagnostujący powinien przeprowadzić wywiad, skoncentrowany na pacjencie, odnoszący się do czasów sprzed wystąpienia objawów oraz okresu ich trwania. Istotną kwestią jest również uzyskanie informacji odnośnie do możliwych zaburzeń psychicznych występujących w rodzinie chorego¹¹.

Cel pracy

Celem pracy jest opis najważniejszych aspektów parazytozy urojeniowej obejmujących etiologię i czynniki wpływające na zachorowanie, diagnostyka oraz przebieg leczenia, a także częstość występowania w populacji na podstawie publikacji dostępnych w czasopismach naukowych.

Material i metody

W pracy zostały wykorzystane prace oryginalne i przeglądowe dotyczące między innymi klinicznych aspektów choroby, czynników wpływających na zachorowanie, diagnostyki oraz leczenia urojenia pasożytniczego i epidemiologii. Źródła zostały zgromadzone przez przeszukanie baz danych PubMed [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>] oraz Google Scholar [<https://scholar.google.com/>]. W badaniu uwzględniono prace opublikowane w językach: polskim, angielskim, hiszpańskim, francuskim oraz portugalskim.

⁶ M.J. Lavery i in., *Dermatitis artefacta*, "Clin Dermatol" 2018, nr 36, s.719-722.

⁷ J. Stroynowska, S. Zyzak, E. Biało-Wójcicka, *Delusional parasitosis (Ekbom syndrome) – a psychodermatologic disorder*, „Dermatol Rev” 2021.

⁸ N.C. Hinkle, *Ekbom syndrome: the challenge of “invisible bug” infestations*, "Annual Review of Entomology" 2010, nr 55, s. 77-94.

⁹ J.S. Gordon-Elliott, P.R. Muskin, *Managing the patient with psychiatric issues in dermatologic practice*, "Clinics in dermatology" 2013, nr 31(1), s. 3-10.

¹⁰ R.W. Freudenmann, P. Lepping, *Delusional infestation*, "Clinical microbiology reviews" 2009, nr 22(4), s. 690-732.

¹¹ K.Y. Mumcuoglu i in., *Delusional parasitosis: diagnosis and treatment*, "The Israel Medical Association Journal: IMA" 2018, nr 20(7), s.456-460.

Okres publikacji prac był nieograniczony. Poszukiwanie odbyło się w dniach 2 stycznia – 15 lutego 2023 roku.

Wyniki

Klasyfikacja

Pierwsze potwierdzone wzmianki o istnieniu zespołu objawów, jakim jest parazytoza urojeniowa, pochodzą z przełomu XVIII i XIX wieku, kiedy to najpierw Willan w 1799 roku, a następnie Jördens w 1801 roku zauważyli potencjalne podłoże psychiatryczne tej jednostki chorobowej¹². W środowisku naukowców oraz lekarzy przyjmuje się, iż pierwszej klasyfikacji dokonano w roku 1894¹³. Wcześniej choroba ta była nazywana dermatofobią, parazytofobią bądź entomorfobią. Termin „fobii” wprowadzał jednak w błąd, sugerując, że pacjenci dotknięci klasycznymi postaciami tego schorzenia, zdają sobie sprawę, że ich reakcje na dany bodziec są nadmierne i irracjonalne, co nie występuje u pacjentów dotkniętych parazytozą urojeniową. Szczegółowo, schorzeniem tym zainteresował się Karl Axel Ekblom, szwedzki neurolog, który na przełomie roku 1937 i 1938 dokonał szczegółowej klasyfikacji jako jednostki chorobowej z pogranicza dermatologii oraz psychiatrii¹⁴. Ekblom dokonał również znacznego przełomu w klasyfikacji zespołu niespokojnych nóg. Przez wgląd, iż obie te jednostki chorobowe bywają nazywane zespołem Ekbloma, zwyczajowo odchodzi się od stosowania tej nazwy na rzecz parazytozy urojeniowej, halucynozы pasożytniczej bądź urojeń pasożytniczych¹⁵. Na chwilę obecną [2023] schorzenie to, zgodnie z Międzynarodową Klasyfikacją Chorób ICD-10¹⁶, należy do organicznych halucynoz, z kolei wedle klasyfikacji Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM 5)¹⁷, figuruje jako zaburzenie urojeniowe podtypu somatycznego.

Kliniczne aspekty choroby

Przebieg kliniczny parazytozy urojeniowej jest bardzo zróżnicowany i zależy głównie od rodzaju urojeń. Zespół charakteryzuje się silnym, fałszywym przekonaniem chorego

¹² S. Dura, S., *Delusional Infestation Revealed Through A Medico-legal Context. Case Presentation*, „Acta Medica Transilvanica” 2016, nr 21(4).

¹³ K.A. Ekblom i in., *The Pre-Senile Delusion of Infestation*, „History of psychiatry” 2003, nr 14. S. 229-56.

¹⁴ Y. Barone i in., *Ekblom syndrome treated with olanzapine: a case report*, „Journal of Psychopathology” 2014, nr 20, s. 66-68.

¹⁵ J. Torales i in., *Delusional infestation: Clinical presentations, diagnosis, and management*, „Journal of Cosmetic Dermatology” 2020, nr 19(12), s. 3183-3188.

¹⁶ J. Wciórka, S. Puzyński, *Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10. Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne*, Kraków–Warszawa 2000.

¹⁷ D.E. Bitwa, *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*, Washington 2013.

o obecności na powierzchni lub w głębi skóry pasożytów (rzadziej bakterii, grzybów, wirusów) pomimo braku jakichkolwiek medycznych dowodów na istnienie infekcji. Niekiedy chorzy zgłaszają obecność pasożytów również w otoczeniu, np. na ubraniach, pościeli, meblach¹⁸. Zwykle przekonanie to jest dodatkowo poparte różnymi doznaniemiami czuciowymi, tzw. omamami dotykowymi, takimi jak świąd, mrowienie lub pieczenie skóry, uczucie pełzania pod skórą, a nawet występowaniem dolegliwości bólowych. Objawom tym zawsze towarzyszy subiektywna pewność, że zgłaszane dolegliwości są spowodowane obecnością pasożytów. Czas trwania objawów może wahać się od 3 dni do nawet kilkudziesięciu lat (zostały opisane przypadki pacjentów, u których objawy występowały przez 35 lat) ze średnią 3,13 lat¹⁹. Zespół może objawiać się jako pojedynczy epizod, okresowo lub mieć przewlekły przebieg.

Parazytozę urojeniową można podzielić na postać pierwotną, wtórną i organiczną. W postaci pierwotnej, pacjent, oprócz silnego przekonania, że jest zarażony pasożytami, nie ma innych zaburzeń psychicznych lub organicznych. Postać wtórna charakteryzuje się obecnością u pacjenta dodatkowych zaburzeń psychicznych, takich jak demencja, zaburzenia kompulsywno-obsesyjne, choroba afektywna dwubiegunowa lub schizofrenia. Natomiast postać organiczna obłędu pasożytniczego ma związek z innymi schorzeniami somatycznymi (np. niedoczynnością tarczycy, niedokrwistością, niedoborem witaminy B12, zapaleniem wątroby, cukrzycą, kiłą, AIDS) lub z przyjmowanymi przez chorego lekami (np. glikokortykosteroidami, interferonem, klarytromycyną, ciprofloksacyną) i substancjami psychoaktywnymi (np. kokainą, amfetaminą, kannabinolami). Związek ze stosowaniem wyżej wymienionych środków psychoaktywnych, zaburzeniami neurohormonalnymi i starzeniem wskazuje na podłoże neurochemiczne, ale przyczyna zaburzenia jest wieloczynnikowa²⁰. Za patologiczny objaw dla obłędu pasożytniczego uważa się tzw. objaw „pudełka zapalek” (ang. *matchbox sign*), związany z dostarczaniem przez pacjentów domniemanych pasożytów w różnych pudełkach, butelkach itp., w celu przekonania lekarza o słuszności swoich przekonań²¹. Pojemniki te mogą zawierać próbki wysuszonej skóry, włókien tekstylnych, sierści, strupów, płamek, wysuszonej krwi, a czasami żywe mrówki lub muchy jako dowód ich rzekomej choroby²². Pacjenci mogą używać palców lub paznokci, ale także nożyczek, igieł, brzytwy i pęset w celu złagodzenia świądu. W niektórych ciężkich przypadkach odnotowano użycie kamieni, przyborów kuchennych, narzędzi chirurgicznych, środków

¹⁸ R.G. Fried i in., *Depression and skin disease*, „Dermatol Clin” 2005, nr 23(4), s. 657-664.

¹⁹ W. Trabert, *Epidemiology of delusional ectoparasitic infestation*, „Der Nervenarzt” 1991, nr 62(3), s. 165-169.

²⁰ A.M. Lutfi, *Ekbom syndrome, an evidence based review of literature*, „Asian Journal of Medical Sciences” 2016, nr 7(3), s. 1-8.

²¹ R.E. Taylor i in., *Psychodermatology*, „Psychiatry” 2006, nr 5(3), s. 81-84.

²² A. Garcia-Mingo i in., *Samples from cases of delusional parasitosis as seen in the UK parasitology reference laboratory (2014–2015)*. In *Open forum infectious diseases*, Oxford 2019.

chemicznych i żrących oraz pestycydów. Dla wielu pacjentów kończy się to okaleczeniami i zmianami skórными takimi jak lichenizacja, owrzodzenia lub strupy²³.

Patogeneza parazytozy urojeniowej jest nieznaną. Wydaje się, że podobnie jak w przypadku innych zaburzeń urojeniowych u podstaw tego schorzenia leżą zaburzenia neuroprzebieżności w ośrodkowym układzie nerwowym, głównie dotyczące układu dopaminergicznego. Obecnie uważa się, że kluczową rolę w etiopatogenezie tej choroby odgrywa zmniejszona aktywność transportera dopaminy w prądkowiu, co skutkuje wzrostem pozakomórkowego stężenia dopaminy²⁴.

Czynniki wpływające na zachorowanie

Za istotny czynnik wywołujący rozwój urojeń pasożytniczych, uważa się traumatyczne wydarzenie w życiu chorego. Pacjent, nie mogąc poradzić sobie z trudną sytuacją, uruchamia mechanizmy obronne w formie przeniesienia. W efekcie emocje związane z przykrym wydarzeniem zostają zastąpione przez objawy obłędu pasożytniczego. Poprzez mechanizm obronny, chory zmniejsza istniejące negatywne emocje, skupiając je na zniekształceniu postrzegania świata poprzez zastąpienie ich obłędem pasożytniczym. Mechanizm obronny, którym cechuje się choroba Ekboma, to *acting-out* (ang.) – polega on na rozładowaniu emocji w sposób autoagresywny²⁵. Taka forma zmniejsza napięcia oraz przekierowuje niechciane emocje na ciało i pozwala na skupienie psychiki chorego na obłędzie, pozbywając się przez to kontemplacji na temat jego traumatycznej sytuacji.

Innym czynnikiem ryzyka jest izolacja. Co najmniej połowa osób dotkniętych chorobą mieszka samotnie lub ma niewiele związków interpersonalnych. Często pacjenci wykazują cechy obsesyjne oraz zaburzenia obsesyjno-kompulsywne. Dwie trzecie chorych objawia zaburzenia postrzegania. W postaci wtórnej zespołu Ekboma za fakt przyjmuje się współistnienie szeregu chorób psychicznych takich jak: schizofrenia, depresja, demencja, lęk i fobia, podczas gdy typ organiczny jest związany z niedoczynnością tarczycy, niedokrwistością, niedoborem witaminy B12, zapaleniem wątroby, cukrzycą, infekcjami wirusowymi i bakteryjnymi (np. HIV, kiła) i nadużywanie kokainy²⁶. Powyżej wspomniane czynniki oddziałujące na występowanie choroby, bezsprzecznie wpływają na funkcjonowanie ośrodkowego układu nerwowego, pacjent bardziej obciążony psychosomatycznie posiada zwiększone prawdopodobieństwo zachorowania.

²³ W. Harth i in., *Morgellons in dermatology*, JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft 2010, nr 8(4), s. 234-242.

²⁴ M. Huber i in., *Delusional parasitosis and the dopamine transporter. A new insight of etiology?*, "Medical hypotheses" 2007, nr 68(6), s. 1351-1358.

²⁵ D. Jasiocka, *Agresja i autodestrukcja z perspektywy obronno-adaptacyjnych dążeń*, Kraków 2006.

²⁶ C. J. M. Alves i in., *Secondary Ekbom syndrome to organic disorder: report of three cases*, "Anais brasileiros de dermatologia" 2010, nr 85, s. 541-544.

Czynnikami wpływającymi na możliwy rozwój zaburzenia może być również spanie na brudnej pościeli, noszenie brudnych, pożyczonych ubrań lub podróże do egzotycznych miejsc²⁷. Jako że dokładna etiologia tego zespołu jest nieznaną, jednym z możliwych powodów może być fałszywa interpretacja uczucia swędzenia, które jest częstym objawem urojeń. Jak dotąd, nie ma szczegółowych badań nad tymi aspektami tej choroby. Fakt, że częstość występowania pasożytozy urojeniowej wzrasta wraz z wiekiem, pozwala sądzić, że jedną z jej przyczyn są zjawiska inwolucyjne. Zgodnie z doświadczeniem klinicznym, osoby dotknięte chorobą prowadzą raczej samotny tryb życia (osoby bliskie mogą bardzo rzadko podzielać to zaburzenie)^{28 29}.

Diagnostyka

Wiedza na temat diagnostyki opiera się głównie na dostępnych w literaturze opisach przypadków³⁰. Podczas pierwszej diagnozy należy wykluczyć występowanie pasożytów skóry (świerzb, pchły, kleszcze lub inne) lub dermatoz, co jest konieczne do postawienia odpowiedniego rozpoznania³¹. Diagnostyka pod kątem występowania rzeczywistych zagrożeń stanu zdrowia pacjenta. Obecność zmian skórnych, które mogą być manifestacją choroby pasożytniczej, jest kluczowa, aby określić ewentualny związek z zaburzeniem pasożytniczym. Istotną praktyką w postawieniu diagnozy w przypadku choroby Ekboma jest zebranie dokładnego oraz wyczerpującego wszelkie wątpliwości wywiadu z pacjentem. Należy uwzględnić w nim warunki bytowe pacjenta oraz współistniejące choroby. Wywiad powinien również zawierać spektrum objawów, czas ich trwania, porę dnia, w jakiej występują oraz czy wystąpienie objawów poprzedziło traumatyczne wydarzenie, które mogło wpłynąć na zaburzenie postrzegania przez chorego. Istotnym aspektem rozpoznania zaburzenia jest konsultacja psychiatryczna. Pasożytoza urojeniowa u części pacjentów ujawnia się jako mechanizm obronny wcześniej przeżytych traum bądź czynnej choroby psychicznej. Pacjenci cierpiący na to urojenie często zgłaszają inne objawy, takie jak mrowienie, uczucie ruchu pod skórą, a nawet ból, które zawsze są kojarzone z subiektywną pewnością, że objawy są spowodowane obecnością robaków, owadów lub innych pasożytów w skórze. Te objawy są interpretowane jako halucynacje dotykowe lub parestezje. Otarcia, dyskretne siniaki,

²⁷ K.Y. Mumcuoglu i in., *Delusional parasitosis: diagnosis and treatment*, "The Israel Medical Association Journal: IMAJ" 2018, nr 20(7), s. 456-460.

²⁸ W. Trabert, *Shared psychotic disorder in delusional parasitosis*, "Psychopathology" 1999, nr 32(1), s. 30-34.

²⁹ C. Kim i in., *Delusional parasitosis as' folie a deux'*, "Journal of Korean Medical Science" 2003, nr 18(3), s.462-465

³⁰ W. Trabert, *100 years of delusional parasitosis: meta-analysis of 1,223 case reports*, "Psychopathology" 1995, 28(5), s. 238-246.

³¹ P. Bourée, A. Pérignon, A., *Le syndrome dekbom: un diagnostic différentiel des ectoparasitoses*, "Revue Française des Laboratoires" 2001, nr 338, s. 73-74.

nadżerki i skaleczenia są częstymi formami samouszkodzeń, spowodowanych próbami usunięcia pasożytów³². Topografia zmian odpowiada miejscom w zasięgu pacjenta. Zwykle są asymetryczne, z przewagą dominującej ręki³³. Należy zauważyć, że świąd może być spowodowany innymi czynnikami choroby takimi jak suchość skóry, świerzb, wszy głowowe lub łonowe, łuszczyca, egzema, świerzbączka guzkowa, opryszczkowe zapalenie skóry lub jako skutki uboczne leków stosowanych w innych schorzeniach³⁴. Freudenmann i Lepping³⁵ proponują dwa kryteria minimalne dla diagnozy. Pierwsze kryterium to przekonanie o inwazji patogenów (małych, żywych, nieożywionych, często „nowych dla nauki”) bez jakichkolwiek medycznych lub mikrobiologicznych dowodów na to, z utrwalonym, niezachwianym przekonaniem, drugi to istnienie nieprawidłowych wrażeń skórnych, wyjaśnione przez poprzednie kryteria.

Leczenie

Rozpoznanie obłędu pasożytniczego, podobnie jak innych zaburzeń urojeniowych, stanowi wskazanie do włączenia leczenia przeciwpsychotycznego. Dotychczas nie powstały ogólne zasady stosowania leków przeciwpsychotycznych w tym schorzeniu. Brakuje też kontrolowanych badań klinicznych z randomizacją, oceniających skuteczność poszczególnych preparatów³⁶. Budowanie skutecznych relacji z pacjentami cierpiącymi na parazytozę urojeniową jest ważnym krokiem w psychosomatyce terapii w celu poprawy wyniku. We wszystkich przypadkach konieczne jest przeprowadzenie diagnostyki psychiatrycznej³⁷. Jeśli skierowanie na leczenie psychiatryczne jest niemożliwe, lekarz prowadzący powinien skonsultować się z psychiatrą w celu zebrania ekspertyzy psychiatrycznej oraz dokonania rozróżnienia diagnozy i zastosowanej psychofarmakologii³⁸. W leczeniu tych zaburzeń stosuje się wiele leków przeciwpsychotycznych (np. pimozyd i haloperidol) i atypowych (np. risperidon, olanzapina, aripirazol i kwetiapina). Pacjent powinien zostać zbadany pod kątem znanych czynników zakaźnych i objawów klinicznych, które mogą powodować świąd. Wszystkie podstawowe choro-

³² A. Reich i in., *Delusions of parasitosis: an update*, "Dermatology and therapy" 2019, nr 9, s.631-638.

³³ K. Moreno i in., *Síndrome de Ekbom*, "Revista Mexicana de Dermatología" 2007, nr 51, s.51-56.

³⁴ L.S. Kimsey, *Delusional infestation and chronic pruritus: a review*, "Acta Dermato-Venereologica" 2016, nr 96(3), s. 298-302.

³⁵ R.W. Freudenmann, P. Lepping, *Delusional infestation*, "Clinical microbiology reviews" 2009, nr 22(4), s. 690-732.

³⁶ D. Garcia-Borreguero i in., *The long-term treatment of restless legs syndrome/Willis-Ekbom disease: evidence-based guidelines and clinical consensus best practice guidance: a report from the International Restless Legs Syndrome Study Group*, "Sleep medicine" 2013, nr 14(7), s. 675-684.

³⁷ F.T. Romero i in., *Delirio de parasitosis*, "Dermatología Revista Mexicana" 2008, nr 52(6), s 263-267.

³⁸ Slaughter, J. R., Zanol, K., Rezvani, H., & Flax, J. (1998). Psychogenic parasitosis: a case series and literature review. *Psychosomatics*, 39(6), 491-500.

by ogólnoustrojowe powinny być odpowiednio leczone, przy czym można przepisać leki objawowe w celu złagodzenia świądu, bólu lub innych objawów. Przy wyborze odpowiedniego leczenia istotne jest ustalenie czy forma zarażenia przebiega pierwotnie lub wtórnie w stosunku do innej przyczyny. Zmiany skórne należy leczyć objawowo. Żadne leki, nawet placebo, nie powinny być przepisywane z przekonaniem, że to ten konkretny lek rozwiąże problem. Ten rodzaj leczenia przynosi jedynie tymczasową poprawę³⁹. Wskazane jest wprowadzenie leczenia psychiatrycznego, np. jako środka łagodzącego uczucie tzw. śwędzenia. Zastosowanie odpowiedniego leczenia farmakologicznego jest kwestią indywidualną oraz dopasowaną do aktualnych objawów towarzyszących choremu. Zmiany skórne powinny być leczone w pierwszej kolejności, ze względu na ewentualność wystąpienia skórniego procesu zapalnego, co może oddziaływać na cały organizm. Ważnym aspektem diagnostyki jest również wymaz z samej rany, który pozwoli wykluczyć zakażenie bakteryjne oraz pozwoli dobrać odpowiedni środek farmakologiczny. Urojenia somatyczne należą do najtrudniejszych do leczenia chorób w dermatologii⁴⁰.

Urojenia również reagują i zmieniają się znacznie przy pomocnym podejściu psychologicznym. Koniecznością w wielu przypadkach okazuje się diagnostyka psychologiczna, która pozwoli na dobranie odpowiedniej terapii względem pacjenta. Narzędzia dające korzystne wyniki skoncentrowanej na potrzebach pacjenta psychoterapii to m.in.: Test MMSE, Test Rysowania Zegara, Test Stroopa, Test Pamięci Wzrokowej Bentona, Test Uczenia się Reya, Test Łączenia Punktów, Test Fluencji Słownej, MMPI (ang. *Minnesota Multi-phasic Personality Inventory*). Na podstawie wyników testów neuro-psychologicznych, można stwierdzić zaburzenia funkcji poznawczych oraz stan psychomotoryczny pacjenta^{41 42}.

Częstość występowania w populacji

Parazytoza urojeniowa jest stosunkowo rzadkim zaburzeniem psychotycznym. Dane epidemiologiczne dotyczące częstości występowania parazytozy urojeniowej są ograniczone. Stan ten jest uważany za najczęstsze jednoobjawowe zaburzenie urojeniowe, z którym spotykają się specjaliści dermatologii. Pacjenci szukając pomocy w diagnozie swojej przypadłości, odwiedzają wielu specjalistów, zanim uzyskają rozpoznanie

³⁹ K.Y. Mumcuoglu i in., *Delusional parasitosis: diagnosis and treatment*, "The Israel Medical Association Journal: IMAJ" 2018, nr 20(7), s.456-460.

⁴⁰ B.E Bernstein (2018) Delusions of Parasitosis [online] medscape.com, Dostęp: <https://emedicine.medscape.com/article/1121818-overview> [09.01.2023]

⁴¹ K. Antczak-Domagala i in., *Parazytoza urojeniowa u osób w podeszłym wieku*, „Psychiatria po Dyplomie” 2015, nr 4, s. 20-25.

⁴² P. Grudzka i in., *Zespół Ekboma – opis przypadku*, „Neuropsychiatria. Przegląd kliniczny” 2016, nr 8(1), s. 11-14.

wskazujące na problem natury psychicznej⁴³. Zaburzenia psychiczne wśród pacjentów dermatologicznych szacuje się na 30% leczonych ambulatoryjnie i 60% pacjentów hospitalizowanych⁴⁴. Dokładne dane epidemiologiczne na temat częstości występowania obłędu pasożytniczego nie są znane. Powszechnie chorobę tę uważa się za rzadko diagnozowaną, szacowana roczna zapadalność wynosi od 0,7 do 3,0 na 100 000 mieszkańców dla ogółu populacji⁴⁵. Objawy choroby najczęściej są diagnozowane na późniejszych etapach życia. Parazytoza występuje w 6. dekadzie życia człowieka, częściej u kobiet. Kilka opisów przypadków opisują parazytozę urojeniową jako możliwy zespół początkowy chorób neurodegeneracyjnych, takich jak atrofia wielonarządowa⁴⁶. Przyjmuje się, że obłęd pasożytniczy dotyczy głównie osób żyjących w izolacji społecznej, o niskim statusie socjoekonomicznym i niskim wykształceniu, co szczególnie widoczne jest u młodszych pacjentów.

Podsumowanie

Parazytoza urojeniowa sprawia ogromne trudności diagnostyczne zarówno początkującym lekarzom, jak i doświadczonym diagnostom. Przegląd danych piśmiennictwa pozwala z całą stanowczością stwierdzić, iż etiologia powstania tegoż zaburzenia jest wieloczynnikowa, jednakże szczególną uwagę należy poświęcić czynnikowi społecznemu oraz historii życiowej pacjenta. Przewijającym się, lecz niedocenianym faktem, jest przejście przez chorego w przeszłości gwałtownej traumy, co pozwala domniemywać, iż jest ona istotnym czynnikiem warunkującym powstanie halucynozy pasożytniczej. Mimo że parazytoza urojeniowa jest uznawana za wyjątkowo rzadką jednostkę chorobową, wnioskiem formułującym się po analizie dostępnej literatury jest prawdopodobieństwo zwiększenia zachorowalności w najbliższej przyszłości. Patogeneza tego zaburzenia pozwala dostrzec, że dzisiejsze społeczeństwo jest wystawione na szereg czynników stanowiących potencjalną determinantę wyzwalającą objawowy przebieg tej choroby. Współcześnie żyjące społeczeństwo zostało okryte urazem konfliktów XX wieku. Znamiennym faktem jest to, że każde z pokoleń dorastało w okresie, który samoistnie wytwarzał traumę. Pokolenie doświadczające okresu II wojny światowej wychowało kolejne, które zostało objęte nie tylko traumą trwającą niemalże pół wieku Zimnej Wojny, ale również znacząco napiętnowane przeżyciami

⁴³ A.H. Schrut, W. G. Waldron, *Psychiatric and entomological aspects of delusory parasitosis: entomophobia, acarophobia, dermatophobia*. "JAMA" 1963, nr 186(4), s. 429-430.

⁴⁴ S. Steuden, K. Janowski, *Choroby dermatologiczne a zaburzenia psychiczne*, „Przegląd Dermatologiczny” 2000, nr 3, s. 257-261.

⁴⁵ T.C. Manschreck, *Delusional disorder: The recognition and management of paranoia*, "The Journal of Clinical Psychiatry" 1996, nr 57(3), s. 32-38.

⁴⁶ E. Kumbier, M. Kornhuber, *Delusional parasitosis in multiple system atrophy*, "Der Nervenarzt" 2002, nr 73, s. 380-383.

swych rodziców⁴⁷. Polacy żyjący w okresie PRL, narażeni na nieustanny strach, który towarzyszył ustrojowi, żyją do tej pory, przekazując niejako pozostałości własnej traumy nowemu pokoleniu. Warto zauważyć, iż aspekt wychowania potomstwa w czasach trwania ustroju komunistycznego nie był regulowany przez Konwencję Praw Dziecka, więc w wielu domach praktykowana była przemoc wobec najmłodszych. Ciche przyzwolenie na takie zachowania wpłynęło nie tylko na sam rozwój osób żyjących w ówczesnym ustroju, również przyczyniło się do powstania traumy u potomków wyżej wspomnianych osób. Przemoc fizyczna oraz psychiczna wobec członków rodziny jest nadal wszechobecna, a powodów jej występowania można doszukiwać się w każdym aspekcie przebiegu rozwoju psychiki człowieka. Jednak warto zauważyć, iż znacznie wpływa ona na powstanie traumy, co wiąże się następnie z występowaniem zespołu stresu pourazowego (PTSD ICD-10 F43. 12: *Post-traumatic stress disorder, chronic*) przez co wzrosnąć może występowanie urojeń pasożytniczych, które objawiać będą się jako przeniesienie wobec działającej już traumy. W czasach obecnych na terenie Polski przebywają setki tysięcy uchodźców wojennych z Ukrainy, dla których doświadczenie ucieczki z kraju objętego wojną może stanowić ogromny stres, rzutujący na ich zdrowie psychosomatyczne, co w przyszłości może stanowić mechanizm powstania parazytozy. Nie mniej istotnym faktem jest problem samotności, jaki pojawił się w czasie trwania pandemii. Epidemia COVID-19, która przyczyniła się w znacznym stopniu do zamknięcia społeczeństwa w hermetycznym środowisku własnego domu, co może niepokoić, gdy uwzględni się szczególne występowanie zaburzenia u osób samotnych. Pandemia częściowo zamknęła również dostęp do rzetelnie przeprowadzanej diagnostyki medycznej, na rzecz teleporady, przez co wiele chorób oraz zaburzeń nie zostało zdiagnozowane w sposób zgodny z przyjętymi standardami. Pacjenci najczęściej szukają pomocy w gabinetach lekarzy specjalistów dermatologii, winni oni zwracać szczególną uwagę na objawy mogące sugerować to zaburzenie i w ścisłej korelacji z specjalistami psychiatrii wdrażać odpowiednie leczenie. Przyszłe badania nad tą jednostką chorobową należy ukierunkować na szereg wciąż nieznanych faktów, takich jak dokładna etiologia czy wpływ innych chorób na powstanie i przebieg obłędu pasożytniczego. Nie mniej istotnym faktem jest konieczność wypracowania „złotych standardów” leczenia farmakologicznego i psychologicznego, tak by pacjenci dotknięci zaburzeniem mogli otrzymać możliwie jak najlepszą opiekę, ukierunkowaną na zwiększenie komfortu życia oraz wyeliminowania najbardziej uciążliwych objawów.

⁴⁷ P. Nowak, I. Łucka, *Młody Polak po doświadczeniach wojennych. Siła transgeneracyjnej transmisji traumy*, „Psychiatria i Psychologia Kliniczna” 2014, nr 14(2), s. 84-88.

Bibliografia

- Szepietowski J., Pacan P., Reich A., Grzesiak M.: (2015) Psychodermatologia. Akademia Medyczna we Wrocławiu, Wrocław.
- Reich, A., Kwiatkowska, D., & Pacan, P. (2019). Delusions of parasitosis: an update. *Dermatology and therapy*, 9, 631–638.
- Wong, J.W., & Koo, J.Y. (2013). Delusions of parasitosis. *Indian Journal of Dermatology*, 58(1).
- Trabert, W. (1995). 100 years of delusional parasitosis: meta-analysis of 1,223 case reports. *Psychopathology*, 28(5), 238–246.
- Alves, C.J.M., Martelli, A.C.C., Fogagnolo, L., & Nassif, P.W. (2010). Secondary Ekbom syndrome to organic disorder: report of three cases. *Anais brasileiros de dermatologia*, 85, 541–544.
- Lavery M.J., Stull C., McCaw I., Anolik R.B.: (2018) Dermatitis artefacta. *Clin Dermatol*, 36, 719–722.
- Stroynowska J., Zyzak S., Biało-Wójcicka E.: (2021) Delusional parasitosis (Ekbom syndrome) – a psychodermatologic disorder. *Dermatol Rev.*
- Hinkle, N.C. (2010). Ekbom syndrome: the challenge of “invisible bug” infestations. *Annual Review of Entomology*, 55, 77–94.
- Gordon-Elliott, J.S., & Muskin, P.R. (2013). Managing the patient with psychiatric issues in dermatologic practice. *Clinics in dermatology*, 31(1), 3–10.
- Freudenmann, R.W., & Lepping, P. (2009). Delusional infestation. *Clinical microbiology reviews*, 22(4), 690–732.
- Mumcuoglu, K.Y., Leibovici, V., Reuveni, I., & Bonne, O. (2018). Delusional parasitosis: diagnosis and treatment. *The Israel Medical Association Journal: IMAJ*, 20(7), 456–460.
- Dura, S. (2016). Delusional Infestation Revealed Through A Medico-legal Context. Case Presentation. *Acta Medica Transilvanica*, 21(4).
- Ekbom, KA & Yorston, Graeme & Miesch, Matthias & Pleasance, Steve & Rubbert, Sonja. (2003). The Pre-Senile Delusion of Infestation. *History of psychiatry*. 14. 229–56.
- Barone, Y., Niolu, C., Zanasi, M., & Siracusano, A. (2014). Ekbom syndrome treated with olanzapine: a case report. *Journal of Psychopathology*, 20, 66–68.
- Torales, J., García, O., Barrios, I., O’Higgins, M., Castaldelli-Maia, J. M., Ventriglio, A., & Jaffery, M. (2020). Delusional infestation: Clinical presentations, diagnosis, and management. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19(12), 3183–3188.
- Międzynarodowa Statystyczna Klasyfikacja Chorób. „Klasyfikacja zaburzeń psychicznych i zaburzeń zachowania w ICD-10.” Opisy kliniczne i wskazówki diagnostyczne. Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne „Vesalius” Instytut Psychiatrii i Neurologii, Kraków–Warszawa (2000).
- American Psychiatric Association, D., & American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5 (Vol. 5, No. 5). Washington, DC: American psychiatric association.
- Fried RG, Gupta MA, Gupta AK. (2005) Depression and skin disease. *Dermatol Clin*; 23 (4) 657–664.
- Trabert, W. (1991). Epidemiology of delusional ectoparasitic infestation. *Der Nervenarzt*, 62(3), 165–169.
- Lutfi, A.M. (2016). Ekbom syndrome, an evidence based review of literature. *Asian Journal of Medical Sciences*, 7(3), 1–8.
- Taylor, R.E., Bewley, A., & Melidonis, N. (2006). Psychodermatology. *Psychiatry*, 5(3), 81–84.
- Garcia-Mingo, A., Dawood, N., Watson, J., & Chiodini, P.L. (2019, October). Samples from cases of delusional parasitosis as seen in the UK parasitology reference laboratory (2014–2015). In *Open forum infectious diseases* (Vol. 6, No. 10, p. ofz440). US: Oxford University Press.

- Harth, W., Hermes, B., & Freudenmann, R.W. (2010). Morgellons in dermatology. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 8(4), 234–242.
- Huber, M., Kirchler, E., Karner, M., & Pycha, R. (2007). Delusional parasitosis and the dopamine transporter. A new insight of etiology?. *Medical hypotheses*, 68(6), 1351–1358.
- Jasiecka, D. (2006). Agresja i autodestrukcja z perspektywy obronno-adaptacyjnych dążeń. *Ja*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Mumcuoglu, K.Y., Leibovici, V., Reuveni, I., & Bonne, O. (2018). Delusional parasitosis: diagnosis and treatment. *The Israel Medical Association Journal: IMAJ*, 20(7), 456–460.
- Trabert, W. (1999). Shared psychotic disorder in delusional parasitosis. *Psychopathology*, 32(1), 30–34.
- Kim, C., Kim, J., Lee, M., & Kang, M. (2003). Delusional parasitosis as 'folie a deux'. *Journal of Korean Medical Science*, 18(3), 462–465.
- Bourée, P., & Pérignon, A. (2001). Le syndrome d'ekbom: un diagnostic différentiel des ectoparasitoses. *Revue Française des Laboratoires*, 2001(338), 73–74.
- Moreno, K., Ponce, R. M., Narváez, V. y Ubbelohde, T. (2007). Síndrome de Ekbom. *Revista Mexicana de Dermatología*, 51, 51–56.
- Kimsey, L.S. (2016). Delusional infestation and chronic pruritus: a review. *Acta Dermato-Venerologica*, 96(3), 298–302.
- García-Borreguero, D., Kohnen, R., Silber, M.H., Winkelman, J. W., Earley, C.J., Högl, B., ... & Allen, R.P. (2013). The long-term treatment of restless legs syndrome/Willis-Ekbom disease: evidence-based guidelines and clinical consensus best practice guidance: a report from the International Restless Legs Syndrome Study Group. *Sleep medicine*, 14(7), 675–684.
- Romero, F.T., Fernández, R., Fernández, M.D.M. C., & Espinosa, A.L. (2008). Delirio de parasitosis. *Dermatología Revista Mexicana*, 52(6), 263–267.
- Slaughter, J.R., Zanol, K., Rezvani, H., & Flax, J. (1998). Psychogenic parasitosis: a case series and literature review. *Psychosomatics*, 39(6), 491–500.
- Bernstein, B.E. (2018) Delusions of Parasitosis [online] medscape.com, Dostęp: <https://emedicine.medscape.com/article/1121818-overview> [09.01.2023] 31.
- Antczak-Domagała K., Baluta K., Magierski R. Parazytoza urojeniowa u osób w podeszłym wieku. *Psychiatria po Dyplomie* 2015; 4: 20–25.
- Grudzka, P., Araszkiewicz, M., & Sobolewska, E. (2016). Zespół Ekboma – opis przypadku. *Neuropsychiatria. Przegląd kliniczny*, 8(1), 11–14.
- Schrut, A. H., & Waldron, W.G. (1963). Psychiatric and entomological aspects of delusory parasitosis: entomophobia, acarophobia, dermatophobia. *JAMA*, 186(4), 429–430. 24.
- Steuden, S. (2000). Janowski K.: Choroby dermatologiczne a zaburzenia psychiczne. *Przegl. Dermatol*, 3, 257–261.
- Manschreck, T.C. (1996). Delusional disorder: The recognition and management of paranoia. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 57(3, Suppl), 32–38.
- Kumbier, E., & Kornhuber, M. (2002). Delusional parasitosis in multiple system atrophy. *Der Nervenarzt*, 73, 380–383.
- Nowak, P., & Łucka, I. (2014). Młody Polak po doświadczeniach wojennych. Siła transgeneracyjnej transmisji traumy. *Psychiatria i Psychologia Kliniczna*, 14(2), 84–88.

THE INFLUENCE OF TRAUMA ON THE DEVELOPMENT OF PARASITIC DELUSIONS

Abstract: Parasitic delusions are a cognitive disorder in which the patient is convinced of the presence of parasites in their body. The aim of this study is to review scientific literature on the occurrence of this disorder, analyze factors influencing its development, and describe diagnostic methods and treatments. Parasitic delusions are relatively rare and primarily occur in individuals with various mental illnesses such as schizophrenia, anxiety disorders, and depression. Analysis of factors influencing the occurrence of parasitic delusions has shown that they may be associated with trauma, stress, or substance abuse. An important conclusion drawn from the literature analysis is the need for further research on parasitic delusions and their impact on patients' mental health. Further research can contribute to a better understanding of the underlying mechanisms of this disorder and the development of more effective treatment strategies.

Keywords: delusional parasitosis, Ekbom syndrome, trauma, hallucinosis, insanity

Agata Studenna

Koło Naukowe Żywienia i Profilaktyki Żywieniowej

Opiekun koła: dr inż. Joanna Ciborska

Wydział Nauk o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

POCZUCIE WŁASNEJ WARTOŚCI OSÓB CHORUJĄCYCH NA JADŁOWSTRĘT PSYCHICZNY

Wstęp

Osoby z anoreksją często cierpią z powodu niskiej samooceny, co może być ważnym aspektem objawów anoreksji. Jadłowstręt psychiczny to zaburzenie odżywiania charakteryzujące się skrajnym lękiem przed przybraniem na wadze, zniekształconym obrazem własnego ciała i poważnym ograniczeniem przyjmowania pokarmu. Ten stan często prowadzi do zachowań, takich jak nadmierne kontrolowanie wagi, restrykcyjne nawyki żywieniowe, nadmierne ćwiczenia i inne zachowania kompensacyjne.

Niska samoocena u osób z anoreksją może wynikać z wielu czynników. Może to obejmować presję, aby dostosować się do nierealistycznych standardów piękna, osobiste poczucie nieadekwatności lub bezwartościowości oraz zaabsorbowanie obrazem ciała lub masą ciała.

Część teoretyczna

Jadłowstręt psychiczny to zaburzenie odżywiania charakteryzujące się silnym lękiem przed przyrostem masy ciała, zniekształconym obrazem ciała, dysmorfofobią oraz uporczywym ograniczaniem przyjmowania pokarmów, co prowadzi do znacznego spadku masy ciała, najczęściej widocznie poniżej norm dla danego wieku i płci. Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny nieustannie dążą do szczupłej sylwetki i odczuwają przemożne pragnienie bycia szczupłymi, nawet jeśli mają już niedowagę.

Jadłowstręt psychiczny (anoreksja) to zaburzenie odżywiania, którego szczyt przypada na okres dojrzewania i które wiąże się z najwyższą śmiertelnością spośród wszyst-

kich chorób psychicznych. Często współwystępuje z innymi fizycznymi i psychicznymi problemami zdrowotnymi¹.

Klasyfikacja DSM-5 określa kryteria, jakie musi spełniać dana jednostka, aby diagnoza AN (*anorexia nervosa*) mogła być postawiona. Występowanie niżej wymienionych czynników ułatwia postawienie trafnej diagnozy, jednakże brak któregoś z nich nie wyklucza występowania choroby. Według DSM-V czynniki te to:

- Ograniczenie podaży energetycznej posiłków prowadzące do znacząco obniżonej masy ciała (odpowiednio do płci, wieku, zdrowia fizycznego);
- Intensywna obawa przed przybraniem na wadze lub otyłością, lub utrzymujące się zachowania uniemożliwiające przybranie na wadze, nawet przy znacząco obniżonej wadze ciała;
- Zaburzone doświadczenie masy lub kształtu ciała, nadmierny wpływ masy ciała na samoocenę lub utrzymująca się nieświadomość znaczenia obecnej – zbyt niskiej – masy ciała.

Klasyfikacja DSM-5 wyróżnia cztery stopnie nasilenia jadłowstrętu, w zależności od wskaźnika BMI:

- łagodny ($BMI \geq 17 \text{ kg/m}^2$),
- umiarkowany ($BMI 16\text{--}16,99 \text{ kg/m}^2$),
- ciężki ($BMI \geq 15\text{--}15,99 \text{ kg/m}^2$),
- bardzo ciężki ($BMI < 15 \text{ kg/m}^2$)².

Zgodnie z ICD-11, jadłowstręt psychiczny jest zaburzeniem charakteryzującym się znacznie za niską masą ciała w porównaniu do wzrostu, wieku i etapu rozwoju danej osoby. Niska masa ciała nie jest spowodowana inną chorobą lub brakiem dostępności pożywienia. Ponadto osoba cierpiąca na to zaburzenie prezentuje wzorzec zachowań, które uniemożliwiają przywrócenie prawidłowej masy ciała. Zachowania te obejmują:

- zmniejszanie spożycia energii (ograniczanie spożycia żywności),
- zachowania oczyszczające (np. prowokowanie wymiotów, spożywanie środków przeczyszczających),
- zachowania mające na celu zwiększenie wydatku energetycznego (np. nadmierne ćwiczenia, poruszanie nogami podczas posiłku)³.

Etiologia jadłowstrętu psychicznego, jego podstawowej postaci, jest złożona i obejmuje wiele czynników. Chociaż dokładna przyczyna nie jest w pełni poznana, naukowcy zidentyfikowali kilka czynników, które odgrywają rolę w rozwoju i utrzymywaniu się tego zaburzenia odżywiania. Poniżej wymieniono niektóre kluczowe czynniki związane z etiologią jadłowstrętu psychicznego.

¹ J. Neale., L.D. Hudson.: *Anorexia nervosa in adolescents*, „British Journal of Hospital Medicine” 2020 Jun 2;81(6):1–8.

² E. Urban & Partner., American Psychiatric Association: Kryteria diagnostyczne z DSM-5. Desk reference. 2016, s. 167–168.

³ <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/263852475> [dostęp: 01.06.2023].

Istotną rolę odgrywają czynniki biologiczne oraz genetyczne. Istnieją dowody na to, że genetyka może przyczyniać się do podatności na jadłowstręt psychiczny. Badania sugerują, że osoby z rodzinną historią zaburzeń odżywiania, w tym anoreksji, są bardziej narażone na rozwój tej choroby. Ponadto niektóre czynniki biologiczne, takie jak zaburzenia równowagi neuroprzekaźników (zwłaszcza serotoniny) i nieprawidłowości hormonalne, mogą wpływać na apetyt, regulację nastroju i masę ciała oraz mogą przyczyniać się do rozwoju jadłowstrętu psychicznego.

Jadłowstręt psychiczny jest często związany z określonymi czynnikami psychologicznymi, które przyczyniają się do rozwoju i utrzymania tego zaburzenia. Czynniki te mogą obejmować szeroką grupę cech i zachowań. Osoby cierpiące na anoreksję często mają zniekształcone wyobrażenie na temat kształtu i masy swojego ciała. Mogą postrzegać siebie jako osoby z nadwagą, nawet jeśli mają znaczną niedowagę. Anoreksja jest powszechnie obserwowana u osób, które mają wysokie standardy dla siebie i dążą do perfekcji w różnych aspektach życia, w tym w wyglądzie. Osoby cierpiące na anoreksję często mają niską samoocenę i zmagają się z poczuciem nieadekwatności, co prowadzi do chęci kontroli oraz skupienia się na osiągnięciu szczupłości jako sposobu na zdobycie poczucia własnej wartości i walidacji. Anoreksja nierozzerwalnie wiąże się z trudnościami w zarządzaniu i wyrażaniu emocji. Ograniczenie spożycia pokarmu może służyć jako mechanizm regulacji samopoczucia lub sposób na odrętwienie czy stłumienie emocji.

Czynniki społeczno-kulturowe odgrywają ważną rolę w patogenezie jadłowstrętu psychicznego. Presja społeczna, wszechobecna kultura diety i wpływy mediów, które zachęcają do szczupłości jako oznaki piękna i szczęścia, mogą przyczyniać się do rosnącego niezadowolenia ze swojego ciała i dążenia do ekstremalnej utraty masy ciała. Kultura popularna, która kładzie nacisk na dietę, utratę wagi i wygląd, może wzmacniać i utrwalać toksyczne schematy płynące z zaburzenia odżywiania⁴.

Czynniki środowiskowe i społeczne mogą również przyczyniać się do rozwoju jadłowstrętu psychicznego. Istotnym elementem predysponującym do rozwoju AN są dysfunkcje systemu rodzinnego. Niektóre czynniki rodzinne, takie jak wysoki poziom kontroli rodzicielskiej, krytyka lub perfekcjonizm, mogą przyczyniać się do rozwoju zaburzonych zachowań żywieniowych. Traumatyczne wydarzenia, takie jak doświadczanie przemocy, szczególnie na tle seksualnym w dzieciństwie i okresie adolescencji, zastraszanie lub inne niesprzyjające doświadczenia życiowe, mogą zwiększać ryzyko rozwoju jadłowstrętu psychicznego.

Rozważając czynniki etiopatologiczne, prowadzące do wystąpienia AN, należy wspomnieć o wpływie grupy rówieśniczej. Presja społeczna, w tym normy grupy rówieśniczej i pragnienie akceptacji, mogą wpływać na postawy jednostki wobec masy

⁴ M. Batista, L. Žigić Antić, O. Žaja, T. Jakovina, I. Begovac : Predictors of eating disorder risk in anorexia nervosa adolescents, „Acta Clinica Croatica” 2018 Sep; 57(3):399–410.

oraz kształtu ciała oraz zachowania związane z jedzeniem czy aktywnością fizyczną, co potencjalnie może być czynnikiem predysponującym do wystąpienia AN⁵.

Jadłowstręt psychiczny jest stosunkowo rzadkim zaburzeniem psychicznym w porównaniu do innych chorób o podłożu psychicznym. Zaburzenie wywiera jednak znaczący wpływ na osoby nim dotknięte i może prowadzić do poważnych konsekwencji fizycznych i psychicznych. Częstość występowania jadłowstrętu psychicznego różni się w zależności od populacji, ale szacuje się, że wynosi około 0,3% do 1% u kobiet i 0,1% do 0,3% u mężczyzn. Choroba dotyka głównie nastolatków i młodych dorosłych, choć może wystąpić w każdym wieku.

Jadłowstręt psychiczny częściej występuje u kobiet niż u mężczyzn. Szacuje się, że stosunek mężczyzn do kobiet wynosi około 1:10, co wskazuje na większą częstotliwość występowania u płci żeńskiej. Warto jednak zauważyć, że na rozpoznawanie i diagnozowanie anoreksji u mężczyzn może mieć wpływ niedostateczna świadomość społeczna oraz czynniki kulturowe.

Typowy wiek, w którym rozpoznaje się jadłowstręt psychiczny, to okres dojrzewania, zwykle między 14. a 18. rokiem życia. Jednak może również wystąpić u dzieci w wieku przedszkolnym i u dorosłych. W ostatnich latach wzrosła liczba przypadków diagnozowanych zaburzeń odżywiania się u małych dzieci, co podkreśla znaczenie wczesnej interwencji i profilaktyki.

Częstość występowania jadłowstrętu psychicznego jest różna w różnych kulturach, co sugeruje wpływ czynników społeczno-kulturowych. Społeczeństwa zachodnie, zwłaszcza te, które kładą nacisk na szczupłość jako ideał piękna, mają wyższy wskaźnik anoreksji w porównaniu z kulturami niezachodnimi. Jednak globalizacja mediów i ideałów kulturowych doprowadziła do wzrostu zaburzeń odżywiania w różnych częściach świata.

Anorexia nervosa często współwystępuje z innymi zaburzeniami psychicznymi. Częste choroby współistniejące obejmują zaburzenia nastroju (takie jak depresja i zaburzenia lękowe), zaburzenie obsesyjno-kompulsywne (OCD), zaburzenia związane z używaniem substancji i zaburzenia osobowości. Ważne jest, aby wziąć pod uwagę te choroby współistniejące w AN⁶.

Jadłowstręt psychiczny może mieć poważne konsekwencje zdrowotne i długoterminowe skutki. Ma jeden z najwyższych wskaźników śmiertelności wśród zaburzeń psychicznych, głównie z powodu powikłań medycznych i samobójstw. Przewlekłe niedożywienie może prowadzić do różnych powikłań fizycznych, w tym problemów sercowo-naczyniowych, zaburzeń żołądkowo-jelitowych czy zaburzeń endokrynologicznych.

⁵ P. Longo A. Bertorello, M. Panero, G. Abbate-Daga, E. Marzola : „European Journal of Psychotraumatology”, 2019 Nov 1;10(1).

⁶ G. Jagielska, I. Kacperska „Psychiatria Polska”, Outcome, comorbidity and prognosis in anorexia nervosa 2017 Apr 30;51(2):205–218.

Należy zauważyć, że dane epidemiologiczne mogą się różnić w zależności od badań i populacji ze względu na różnice w metodologii, wielkości próby i czynnikach kulturowych. Niemniej zrozumienie epidemiologii jadłowstrętu psychicznego pomoże zapobiegać, wcześniej wykryć i zapewnić dostęp do odpowiedniego leczenia osobom dotkniętym tą chorobą⁷.

Cel i metodyka pracy

Celem pracy było przeprowadzenie oraz analiza badań dotyczących poczucia własnej wartości osób chorujących na jadłowstręt psychiczny. Badania przeprowadzone zostały drogą internetową, za pomocą platformy GOOGLE FORMS. Jako narzędzie diagnostyczne wykorzystano Skalę Samooceny wg Rosenberga. W badaniach przeprowadzonych w okresie od marca do kwietnia 2023 roku udział wzięło 52 respondentów. Charakterystyka grupy objętej badaniem została przedstawiona poniżej (tabela 1).

Tabela 1. Charakterystyka wiekowa badanej grupy

Wiek badanych	Liczba badanych	Procentowy udział w badanej próbie
15-18 lat	10	19,2%
19-21 lat	14	26,9%
>21 lat	28	53,8 %

Źródło: opracowanie własne.

Należy pamiętać, że AN może rozwinąć się w każdym wieku, w tym w dzieciństwie i dorosłości, ale jest mniej powszechna na tych etapach życia. Według danych zawartych w literaturze choroba zwykle rozpoczyna się w wieku nastoletnim i trwa do kilku pierwszych lat w trzecim dziesięcioleciu życia. Niewątpliwie jest to związane ze zmianami fizycznym i emocjonalnym, jakich doświadcza dana jednostka na tym etapie życia. Zmiany te, wraz z presją społeczną i obawami dotyczącymi wizerunku własnego ciała, mogą przyczynić się do rozwoju jadłowstrętu psychicznego u osób wykazujących zwiększone predyspozycje.

Chociaż jadłowstręt psychiczny występuje częściej u osób młodszych, ważne jest, aby zdawać sobie sprawę, że może wystąpić również u osób starszych. Nie jest ograniczona do określonej grupy wiekowej i może wpływać na całe życie jednostki.

⁷ J. Cost, M. Krantz, P. Mehler „Cleveland Clinic Journal of Medicine” Medical complications of anorexia nervosa 2020 Jun;87(6):361–366.

Tabela 2. Podział badanej grupy pod względem płci

Płeć	Liczba badanych	Procentowy udział w badanej próbie
Kobieta	49	94,2 %
Mężczyzna	2	3,8%
Osoba niebinarna	1	1,9%

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli powyżej (2) przedstawiono procentowy udział poszczególnych płci w badanej grupie. Znacząco przeważają tu kobiety. Ma to związek z istotnie częstszym diagnozowaniem tego zaburzenia u płci żeńskiej. Kobiety częściej sięgają po profesjonalną pomoc medyczną, a zmiany zachodzące w ich ciele, będące wynikiem działania AN są bardziej zauważane przez najbliższe otoczenie.

Odsetek badanych mężczyzn jest wyraźnie niższy i wynosi zaledwie 3,8% badanej grupy. Choć częstość występowania jadłowstrętu psychicznego u mężczyzn jest niższa niż u kobiet, nadal jest to istotny problem. W przypadku mężczyzn z jadłowstrętem psychicznym pojawiają trudności z postawieniem trafnej diagnozy ze względu na różnorodne czynniki, w tym brak rozpoznania ich stanu psychofizycznego oraz przekonanie, że zaburzenia odżywiania dotyczą wyłącznie kobiet. Mężczyźni zmagający się z zaburzeniami psychicznymi, zwłaszcza z zaburzeniami odżywiania, doświadczają silnej stygmatyzacji, co może uniemożliwić im zwracanie się o pomoc i otwarte omawianie swoich problemów. Przedstawiciele płci męskiej mogą również doświadczać niezadowolenia z wizerunku ciała i pragnienia szczupłej lub muskularnej sylwetki. Presja społeczna, w tym przedstawianie idealnego męskiego ciała w mediach, może przyczynić się do niezadowolenia z ciała i rozwoju zaburzonych zachowań żywieniowych.

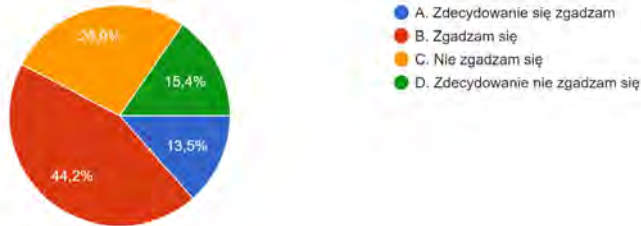
W grupie objętej badaniem znalazła się jedna osoba niebinarna. Osoby niebinarne mogą również cierpieć na jadłowstręt psychiczny lub inne zaburzenia odżywiania. Problemy tego rodzaju występują niezależnie od tożsamości płciowej i każdy może doświadczyć tych zaburzeń psychicznych. Osoby niebinarne mogą napotykać wyjątkowe wyzwania, jeśli chodzi o obraz ciała i oczekiwania społeczne. Mogą one zmagać się z normami społecznymi i presją, które często wzmacniają binarne rozumienie płci i wyglądu. Może to prowadzić do niezadowolenia z ciała, chęci dostosowania się do pewnych ideałów⁸.

Pierwszym stwierdzeniem pochodzącym ze skali Rosenberga, do którego mieli odnieść się respondenci było: *Uważam, że jestem osobą godną uznania, przynajmniej w takim samym stopniu jak inni ludzie*. Poniżej przedstawiono odpowiedzi udzielone przez badanych (wykres 1).

⁸ J. Nagata, K. Ganson, S. Austin „Current Opinion in Psychiatry” Emerging trends in eating disorders among sexual and gender minorities. 2020 Nov;33(6):562–567.

1. Uważam, że jestem osobą godną uznania, przynajmniej w takim samym stopniu jak inni ludzie.

52 odpowiedzi



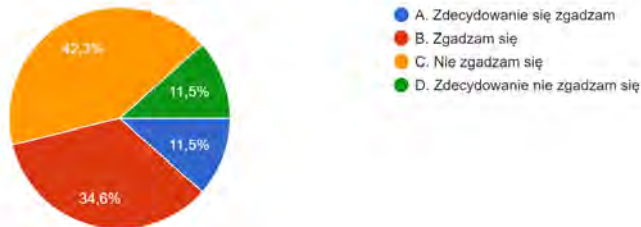
Wykres 1: opracowanie własne.

Ponad 40% osób poddanych badaniu wyraża przekonanie, że nie jest godna uznania w takim samym stopniu, jak inni ludzie. Myślenie takie może być jednocześnie czynnikiem mogącym prowadzić do zachorowania na AN oraz wynikiem silnego działania choroby. Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny mogą doświadczać poczucia spełnienia lub pochwały w związku z ich zdolnością do przestrzegania rygorystycznych zachowań związanych z jedzeniem i kontrolą wagi. Uczucie to często wynika ze zniekształconych wzorców myślenia charakterystycznych dla tego zaburzenia. Anoreksja może wywoływać fałszywe poczucie kontroli, osiągnięć i własnej wartości, które jest ściśle związane z utratą wagi i ograniczeniem jedzenia. Ważne jest jednak, aby zrozumieć, że to poczucie godności jest częścią choroby, a nie dokładnym odzwierciedleniem rzeczywistości.

Drugie stwierdzenie dotyczyło pozytywnych cech danej jednostki i brzmiało następująco: Jestem przekonany/a, że mam wiele pozytywnych cech. Poniższy wykres (2) obrazuje udzielone odpowiedzi.

2. Jestem przekonany/a, że mam wiele pozytywnych cech

52 odpowiedzi



Wykres 2: opracowanie własne.

Przy tym stwierdzeniu respondenci mierzyli się z tematem własnych pozytywnych cech. Zaledwie 11,5% badanych odpowiedziało, iż zdecydowanie zgadza się z tym, że mają ich wiele. Jednakże 53,8% osób biorących udział w badaniu odpowiedziało, że nie

uważa się za osoby posiadające wiele pozytywnych cech. Niewątpliwie ma to związek z opisanym wcześniej myśleniem dychotomicznym. Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny borykają się z trudnościami w dostrzeganiu swoich pozytywnych cech lub mają wypaczone postrzeganie samych siebie. Intensywne skupienie się na masie ciała, kształcie oraz jedzeniu z pewnością może prowadzić do negatywnego obrazu siebie i obniżonego poczucia własnej wartości⁹.

W kolejnym punkcie zawartym w skali użytej w badaniu jest ocena własnych umiejętności w porównaniu do innych osób (wykres 3).



Wykres 3: opracowanie własne.

Ponad połowa z osób objętych badaniem udzieliła odpowiedzi „nie zgadzam się” lub „zdecydowanie nie zgadzam się” – uzyskano tak wysoki odsetek odpowiedzi sugerujących poczucie jednostki, iż posiada mniej umiejętności i skuteczności w wykonywaniu czynności w porównaniu do innych osób.

Jadłowstręt psychiczny jest często związany z tendencjami perfekcjonistycznymi, w przypadku istnienia których osoby wyznaczają sobie nierealistycznie wysokie standardy. Mogą one nieustannie porównywać się do innych i czuć się nieadekwatne lub niedoskonałe w porównaniu z nimi. Społeczeństwo często promuje pewne ideały piękna i standardy ciała, które mogą być trudne do osiągnięcia dla osób z anoreksją. Mogą one zinternalizować te standardy i postrzegać siebie jako niespełniające ich, co prowadzi do poczucia bycia gorszym od innych, którzy spełniają te społeczne oczekiwania¹⁰.

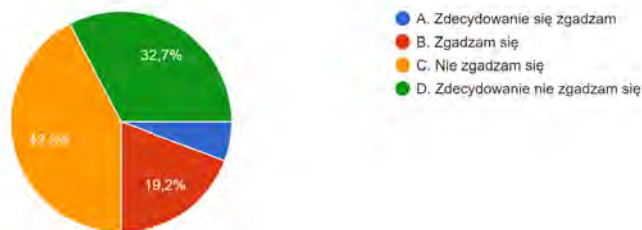
Przy kolejnym stwierdzeniu odnoszono się do nastawienia jednostki względem samej siebie. Ponad 70% respondentów odpowiedziało, iż nie ma wobec siebie pozytywnego nastawienia (wykres 4).

⁹ L. Moccia, E. Conte, M. Ambrosecchia.: „Anomalous self-experience, body image disturbance, and eating disorder symptomatology in first-onset anorexia nervosa” *Eating and Weight Disorders Journal* 2022 Feb;27(1):101–108.

¹⁰ A. Budnik „Głodni Czulości” (340–345) [Dostęp 22.06.2023].

4. Mam pozytywne nastawienie do siebie.

52 odpowiedzi



Wykres 4: opracowanie własne.

Cechą, która niebywale często występuje u osób chorych na anoreksję, jest myślenie dychotomiczne. Jest to zniekształcenie poznawcze charakteryzujące się postrzeganiem rzeczy w kategoriach absolutnych, takich jak czarne lub białe, dobre lub złe, słuszne lub niesłuszne, bez kompromisów lub odcieni szarości. Obejmuje ono dzielenie złożonych sytuacji lub pojęć na dwie przeciwstawne kategorie, pomijając wszelkie niuanse lub złożoności, które mogą istnieć¹¹. W przypadku jadłowstrętu psychicznego dychotomiczne myślenie często odgrywa znaczącą rolę. Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny mogą angażować się w dychotomiczne myślenie w odniesieniu do obrazu swojego ciała, jedzenia i innych aspektów swojego życia. Dychotomiczne myślenie w anoreksji może objawiać się kategoryzowaniem żywności jako „dobrej” lub „złej”. Chorzy mogą rygorystycznie ograniczać się do wąskiego zestawu „bezpiecznych” lub „zdrowych” pokarmów, jednocześnie określając inne pokarmy jako „niezdrowe” lub „tuczące” i całkowicie ich przy tym unikając¹².

Stwierdzenie 5 dotyczyło ogólnego poczucia samozadowolenia (wykres 5). Ponad 70% ankietowanych nie wyraża ogólnego zadowolenia z samych siebie. W AN bardzo często obserwuje się tendencje do perfekcjonizmu oraz zaburzony obraz własnej osoby. Połączenie tych dwóch elementów tworzy niebywale wysokie wymagania jednostki wobec samej siebie. Każdy kolejny sukces jest mniej satysfakcjonujący, nie przynosi żadnej radości. Istnieje granica doskonałości, po przekroczeniu której doznawanie spełnienia nie jest osiągalne.

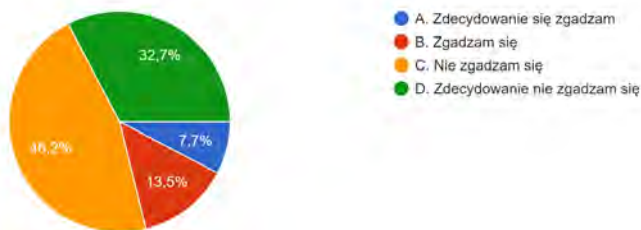
Za pomocą kolejnego stwierdzenia uwagę zwrócono na przekonanie korespondentów o tym, czy mają wiele powodów, aby być dumnym z samych siebie albo czy takowych powodów nie mają (wykres 6). Ponad połowa odpowiedzi ukazywała przekonania o braku dużej liczby powodów mogących sprawiać poczucie dumy jednostki z samej siebie.

¹¹ F. Rigoli, Cristina Martinelli.: „A Reference-Dependent Computational Model of Anorexia Nervosa” *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 2021 Apr;21(2):269–277.

¹² M. Schorr, K. Miller .: „The endocrine manifestations of anorexia nervosa: mechanisms and management” *Nature Reviews Endocrinology* 2017 Mar;13(3):174–186.

5. Ogólnie jestem z siebie zadowolony/a .

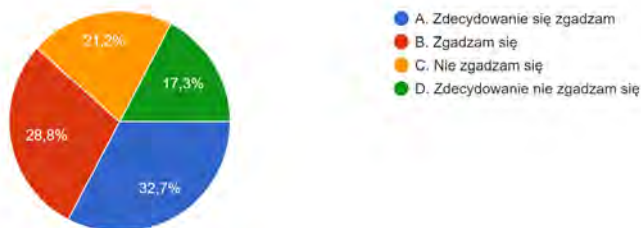
52 odpowiedzi



Wykres 5: opracowanie własne.

6. Uważam, że nie mam wielu powodów, by być z siebie dumnym/ą

52 odpowiedzi



Wykres 6: opracowanie własne.

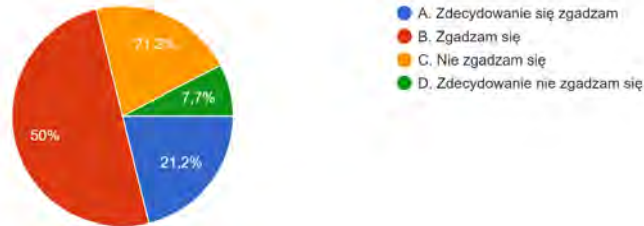
Zaburzenia odżywiania, w tym jadłowstręt psychiczny, mogą znacząco wpływać na indywidualne postrzeganie bycia „wystarczającym”. Osoby z zaburzeniami odżywiania często zmagają się z poczuciem niewystarczalności i zniekształconym poczuciem własnej wartości, które mogą być ściśle związane z ich masą ciała, kształtem i zachowaniami żywieniowymi. Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny mogą doświadczać poczucia dumy związanego z ich zdolnością do przestrzegania rygorystycznych zachowań związanych z jedzeniem i kontrolą wagi. Należy jednak zauważyć, że to poczucie dumy jest często zniekształcone i stanowi część samej choroby. Prawdziwe, pełne i niczym niezaburzone poczucie dumy u osób z AN praktycznie nie istnieje¹³.

W kolejnym kroku ankietowani oceniali subiektywne przekonanie na temat tego, czy wiedzie im się w życiu (wykres 7). Ponad 70% odpowiedzi opierała się na stwierdzeniu, iż dane jednostki są skłonne myśleć, że w codziennym życiu nie wiedzie im się. Jest to związane w omówionym wcześniej myśleniem dychotomicznym, dużymi wymaganiami wobec samych siebie i swojego życia oraz częstym i bardzo silnym porównywaniem się z otoczeniem.

¹³ A. Budnik „Głodni czułości” (53,142-144) [Dostęp 22.06.2023].

7. Ogólnie rzecz biorąc, jestem skłonny/a myśleć, że nie wiedzie mi się

52 odpowiedzi

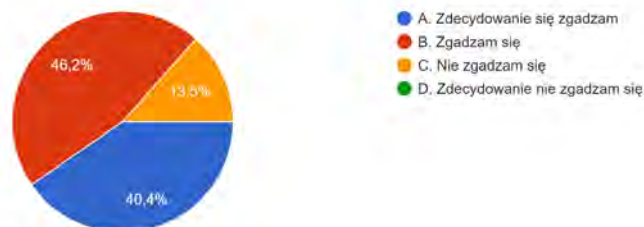


Wykres 7: opracowanie własne.

Stwierdzenie 8 dotyczyło poczucia szacunku jednostki wobec samej siebie (wykres 8). Ponad 80% osób objętych badaniem wyraziło chęć zwiększenia szacunku wobec samych siebie, co może wskazywać na aktualny brak poszanowania własnego ciała oraz emocji, a jest jednym z nieodłącznych elementów anoreksji.

8. Chciałbym/ Chciałabym mieć więcej szacunku do siebie

52 odpowiedzi



Wykres 8: opracowanie własne.

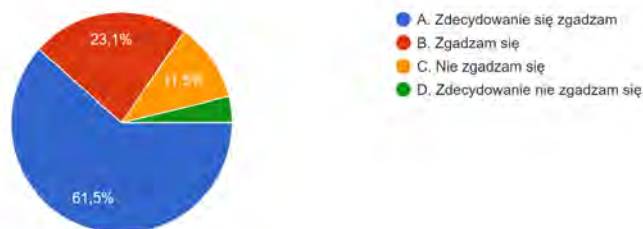
Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny mogą doświadczać różnych poziomów poczucia szacunku do samego siebie, istotnym jest, że specyfika choroby często zniekształca ich postrzeganie siebie i podważa jego wartość. AN wyraźnie przyczynia się do obniżenia poczucia własnej wartości i szacunku do samego siebie. Jednak ważne jest, aby zdać sobie sprawę, że szacunek do samego siebie nie jest całkowicie niewidoczny u osób z anoreksją. Pomimo negatywnego wpływu zaburzenia, wiele osób z anoreksją utrzymuje pragnienie kontroli, osiągnięć i sukcesu, co może być postrzegane jako forma szacunku do samego siebie. Mogą postrzegać swoją zdolność do przestrzegania ścisłych zachowań związanych z jedzeniem i kontrolą wagi jako osiągnięcie, co prowadzi do tymczasowego wzrostu poczucia własnej wartości lub szacunku do samego siebie, choć opiera się na zniekształconych przekonaniach. W kontekście zdrowienia z anoreksji, odbudowa szacunku do samego siebie jest niezwykle istotną kwestią. Wiąże się to z rozwojem pełniejszego i bardziej empatycznego spojrzenia na siebie, w oderwaniu

od choroby i związanych z nią zachowań. Proces ten często obejmuje kwestionowanie zniekształconych myśli, zajmowanie się podstawowymi kwestiami psychologicznymi i rozwijanie szerszego poczucia siebie w oparciu o różne aspekty własnej tożsamości, talentów i wartości¹⁴.

W przedostatnim kroku, poproszono respondentów o ocenienie, jak bliskie jest im przekonanie o własnej beużyteczności (wykres 9). Ponad 80% osób wykazało silną zgodę ze stwierdzeniem, iż są momenty, w których czują się beużyteczni. Poczucie beużyteczności jest powszechne wśród osób cierpiących na jadłowstręt psychiczny. AN jest chorobą wieloaspektową, która bardzo istotnie przyczynia się do poczucia bezwartościowości lub nieadekwatności. U bardzo wielu osób z anoreksją z czasem rozwija się i diagnozowana jest również depresja. Zmęczenie, niepokój, samotność mogą prowadzić do wytworzenia innych zaburzeń psychicznych. Należy jednak pamiętać, że często działa to w dwóch kierunkach i trudne jest jednoznaczne stwierdzenie, które zaburzenie było pierwotne, a które powstało wtórnie, w wyniku działania tego pierwszego¹⁵.

9. Są chwile, kiedy naprawdę myślę, że jestem beużyteczny/a

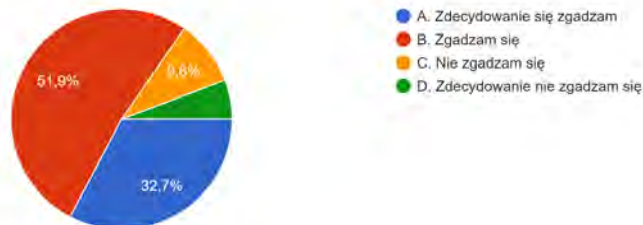
52 odpowiedzi



Wykres 9: opracowanie własne.

10. Czasami myślę, że nie jestem dobrą osobą

52 odpowiedzi



Wykres 10: opracowanie własne.

¹⁴ M. Starzomska, P. Rosińska, J. Bielecki.: „Chronic anorexia nervosa: Patient characteristics and treatment approaches” *Psychiatria Polska* 2020 Aug 31;54(4):821–833.

¹⁵ A. Budnik „Głodni Czulości” (191–194) [Dostęp 22.06.2023].

Ostatnie stwierdzenie, do którego odnosili się respondenci, było związane z poczuciem bycia „dobrą osobą”. Blisko 90% respondentów odpowiedziało, iż nie czują się dobrymi ludźmi, co nierozdzielnie łączy się z przekonaniem – mechanizmami śmiertelnej choroby, jaką jest anoreksja.

Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny często mają negatywne myśli na swój temat i uważają, że nie są dobrymi ludźmi. Skupienie się na wyglądzie, masie ciała i kontroli może prowadzić do wypaczonego poczucia własnej wartości, w którym osoby uważają, że nie są wystarczająco dobre w oparciu o ich zdolność do przestrzegania ścisłych zachowań związanych z jedzeniem i kontrolą wagi. Może to skutkować negatywnym obrazem siebie i poczuciem winy lub wstydu. Ważne jest, aby zdawać sobie sprawę, że te negatywne myśli i przekonania są objawami choroby i nie odzwierciedlają dokładnie prawdziwej wartości lub charakteru danej osoby. Anoreksja zniekształca postrzeganie siebie i może stworzyć samokrytyczny sposób myślenia, od którego trudno się uwolnić bez profesjonalnej pomocy.

Wnioski

- Na AN najczęściej chorują osoby w wieku od 16 do 23–25 lat;
- Częściej chorują kobiety;
- W grupie osób LGBT problem zaburzeń odżywiania jest widocznie rozpowszechniony;
- Osoby chore na AN odznaczają się bardzo silnym myśleniem dychotomicznym;
- W grupie chorych na AN występują zwiększone tendencje do perfekcjonizmu;
- Osoby cierpiące na jadłowstręt psychiczny często mają stany obniżonego nastroju oraz czują się bezużyteczne;
- Poczucie własnej wartości przy AN jest silnie zaburzone – opiera się na toksycznych przekonaniach.

Bibliografia

- Batista M., Žigić Antić L., Žaja O., Jakovina T., Begovac I., *Predictors of eating disorder risk in anorexia nervosa adolescents*, „Acta Clinica Croatica” 2018 Sep;57(3):399–410.
- Budnik A., *Głodni czułości* (340–345) [dostęp: 22.06.2023].
- Budnik A., *Głodni czułości* (53,142–144) [dostęp: 22.06.2023].
- Budnik A., *Głodni czułości* (191–194) [dostęp: 22.06.2023].
- Cost J., Krantz M., Mehler P., *Medical complications of anorexia nervosa*, „Cleveland Clinic Journal of Medicine” 2020 Jun;87(6):361–366.
- <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/263852475> [dostęp: 01.06.2023].

- Jagielska G., Kacperska I., , *Outcome, comorbidity and prognosis in anorexia nervosa*, „Psychiatria Polska” 2017 Apr 30;51(2):205–218.
- Longo P., Bertorello A., Panero M., Abbate-Daga G., Marzola E., „European Journal of Psychotraumatology”, 2019 Nov 1;10(1).
- Nagata J., Ganson K., Austin S., *Emerging trends in eating disorders among sexual and gender minorities*. „Current Opinion in Psychiatry” 2020 Nov;33(6):562–567.
- Neale J., Hudson L.D., „Anorexia nervosa in adolescents”, „British Journal of Hospital Medicine” 2020 Jun 2;81(6):1–8.
- Moccia L., Conte E., Ambrosecchia M., *Anomalous self-experience, body image disturbance, and eating disorder symptomatology in first-onset anorexia nervosa*, „Eating and Weight Disorders Journal” 2022 Feb;27(1):101–108.
- Rigoli F., Martinelli C., *A Reference-Dependent Computational Model of Anorexia Nervosa*, „Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience” 2021 Apr; 21(2):269–277.
- Schorr M., Miller K., *The endocrine manifestations of anorexia nervosa: mechanisms and management*, „Nature Reviews Endocrinology” 2017 Mar;13(3):174–186.
- Starzomska M., Rosińska P., Bielecki J., *Chronic anorexia nervosa: Patient characteristics and treatment approaches*, „Psychiatria Polska” 2020 Aug 31;54(4):821–833.
- Urban E. & Partner., „American Psychiatric Association”: *Kryteria diagnostyczne z DSM-5*, Desk reference. 2016, s. 167–168.

SELF-ESTEEM IN PEOPLE WITH ANOREXIA NERVOSA

Abstract: The article discusses the issue of low self-esteem in people suffering from anorexia, who often experience a strong fear of gaining weight and have a distorted image of their own bodies. These elements are an important aspect of their disease. Low self-esteem is due to various factors, such as social pressure and personal feelings of inadequacy. A distorted body image further perpetuates a negative sense of self-worth. The consequences of low self-esteem are serious and can include a drop in mood, increased feelings of isolation and impediments to recovery. Therapy for people with anorexia should focus on building stable self-esteem independent of weight and appearance, which is crucial to overcoming eating disorders and improving quality of life.

Keywords: anorexia nervosa, self-esteem, eating disorders

**SEKCJA NAUK
BIOLOGICZNYCH**

Piotr Radomski, Kamila Kuśmierczyk
Studenckie Koło Naukowe Mykologów
Opiekun Koła: dr hab. Anna Biedunkiewicz
Wydział Biologii i Biotechnologii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ANALIZA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA MYKOBIOTY POWIETRZA WEWNĘTRZNEGO WYBRANYCH SAL LABORATORYJNYCH O ZRÓŻNICOWANYM RYGORZE SANITARNYM

Wstęp

Powietrze pomieszczeń wewnętrznych z reguły stanowi mieszaninę złożoną z biologicznego aerozolu, w skład którego wchodzi grzyby, bakterie, pyłki roślin oraz z cząstek pochodzenia antropogenicznego takich jak dym, kurz, pył i gazy pochodzenia organicznego, a także nieorganicznego. Bioaerozole w powietrzu przestrzeni wewnętrznych stanowią od 5 do 34% wszystkich zanieczyszczeń. Szacowany czas, jaki ludzie spędzają w zamkniętych pomieszczeniach, zwłaszcza zimą, wynosi ok. 87%. Powietrze wewnętrzne w opozycji do zewnętrznego różni się tym, iż w krótkim czasie nie ulega dynamicznym zmianom ilościowo-jakościowym¹.

Zanieczyszczenia biologiczne przestrzeni zamkniętych pochodzą zarówno z zanieczyszczeń wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Na poziom zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach bioaerozolem wpływa wentylacja budynków, temperatura i wilgotność powietrza, a przede wszystkim człowiek i jego aktywność. Szacuje się, że ludzie w stanie spoczynku zdolni są do transmisji do otoczenia w ciągu 1 minuty ok. 10^6 jednostek tworzących kolonie liczonych w 1 m^3 bioaerozolu. Do pozostałych źródeł determinujących zanieczyszczenia biologiczne powietrza wewnętrznego zalicza się zwierzęta i rośliny doniczkowe oraz czynności domowe takie jak gotowanie, palenie, odkurzanie, zamiatanie jak również wyposażenie pomieszczeń np. dywany czy drewniane meble².

¹ A. Prędecka, S. Kosut, *Analiza zagrożeń mikrobiologicznych w powietrzu wewnętrznych na przykładzie zanieczyszczeń w wybranych pomieszczeniach Szkoły Głównej Służby Pożarnej*, „Zeszyty Naukowe SGSP” 2017, nr 62, s.105.

² M. Sikora, K. Plewa-Tutaj, *Mikrobiologiczno-mykologiczne zanieczyszczenia powietrza w wybranych pomieszczeniach PWSZ w Wałbrzychu*, „Higiena i Dezynfekcja” 2015, nr 1, s. 99.

Mykobiota znajdująca się w powietrzu wewnętrznym może stanowić ogromne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi oraz zwierząt, wywołując negatywne w skutkach objawy, do których należą między innymi: bóle głowy, zmęczenie, znużenie, alergiczny nieżyt nosa, zaczerwienienie spojówek, suchość skóry, a także grzybice układu oddechowego³. Aktualnie w Polsce nie istnieją obowiązujące regulacje prawne opisujące dopuszczalną jakość i ilość grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu przestrzeni zamkniętych. Nie istnieją też powszechnie akceptowane kryteria oceny, ani uznane ogólne wartości referencyjne. W krajowej literaturze znajdujemy jednak coraz to liczniejsze publikacje odnoszące się do stanu aerosanitarneho oraz pewne zalecenia metodyczne, które do tej pory nie zostały ujednolicone⁴.

Brak ścisłych wytycznych dotyczących mikrobiologicznej jakości powietrza skutkuje dokonywaniem oceny na podstawie proponowanych higienicznych normatywów, określających wartości progowe stężeń mikroorganizmów w powietrzu (Dutkiewicz i Górny 2002) oraz Norm Polskich, które ważność straciły w 2015 roku i jak dotychczas nie zostały zastąpione nowymi. Celem niniejszej analizy była ocena ilościowa i jakościowa mykobioty (grzybów pleśniowych i drożdży) powietrza wewnętrznego wybranych sal laboratoryjnych Wydziału Biologii i Biotechnologii UWM w Olsztynie charakteryzujących się zróżnicowanym rygiem sanitarnym.

Material i metody

Materiałem do badań były próby pobrane z powietrza wewnętrznego budynku z wentylacją grawitacyjną WBiB (Wydziału Biologii i Biotechnologii) UWM w Olsztynie przy ulicy Oczapowskiego 1A, 10-719 Olsztyn, Kortowo sal laboratoryjno-dydaktycznych następujących katedr:

- **Katedry Mikrobiologii i Mykologii:** pomieszczenie o wielkości 35 m², nasłonecznione, z systemem lamp UV, powietrze z pomieszczenia pobrano w czasie przerwy po zajęciach dydaktycznych.
- **Katedry Anatomii i Fizjologii Zwierząt:** pomieszczenie o powierzchni 65 m², nasłonecznione, brak systemu UV, próby powietrza pobrano w czasie ćwiczeń z 12-osobowej grupy.
- **Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin:** pomieszczenie o wielkości 65 m², nasłonecznione, z dużą liczbą roślin doniczkowych, bez systemu lamp UV, próby powietrza pobrano w dniu, w którym na sali nie odbywały się zajęcia dydaktyczne.

³ W. Żukiewicz -Sobczak, P. Sobczak i in., *Zagrożenia grzybowe w budynkach i w mieszkaniach – wpływ na organizm człowieka*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2014, nr 2, s.141

⁴ B. Breza-Boruta, M. Kroplewska i in., *Źródła zakażenia powietrza i zagrożenie szkodliwym bioaerozolem w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego*, Wrocław 2017, nr 494, s. 31.

- **Sala *in vitro* Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin:** pomieszczenie o powierzchni 20 m², nasłonecznione, z systemem lamp UV, powietrze pobrano w dniu, w którym na sali nie odbywały się zajęcia dydaktyczne ani prace naukowe.
- **Katedry Biochemii:** pomieszczenie wielkości 140 m², oświetlone, nasłonecznione, brak systemu lamp UV, powietrze pobrano w momencie zajęć dydaktycznych z 15-osobową grupą. Były to trzecie z kolei ćwiczenia na sali w tym dniu.

Poboru prób powietrza w 5 wytypowanych miejscach dokonano wiosną dnia 7 marca 2023 roku. Szalki Petriego z podłożami umieszczono na wysokości 1,3 m nad powierzchnią podłogi zgodnie z standardami Dutkiewicz i Górny (2002). Próby wykonano w 5 powtórzeniach.

Próby powietrza pobrano w wyznaczonych miejscach, wykorzystując metodę sedymentacyjną (opadową) Kocha. Polegała ona na wystawieniu płytek Petriego z zastygłym podłożem na czas ekspozycji wynoszącym 30 minut i pobraniu drobnoustrojów osiadłych w czasie swobodnego opadania w słupie powietrza. Podłoża z pobranymi mikroorganizmami inkubowano w temperaturze 25°C przez 7 dni po czym dokonano odczytu (PN-89/Z-04111/02). Zastosowanymi do badań podłożami hodowlanymi były: podłoże Sabourauda z antybiotykiem, podłoże Chapek-Doxa oraz podłoże PDA (potato dextrose agar). Odczytu dokonano na podstawie zliczenia wszystkich wyrosłych kolonii grzybów pleśniowych i drożdży.

Liczbę grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu pobieranych metodą opadową Kocha obliczano według poniższego wzoru (PN-89/Z-04111/01):

$$X = a \cdot 10^4 / \pi r^2 \cdot 0,2 \cdot t$$

gdzie:

X – liczba organizmów w powietrzu (w jtk/m³),

a – liczba kolonii wyrosłych na płytce Petriego,

πr^2 – pole powierzchni płytki Petriego (w cm³),

0,2 – współczynnik czasu ekspozycji,

t – czas ekspozycji (w minutach)

Promień (r) płytek użytych do badań: 4,25 cm.

W celu analizy jakościowej grzybów pleśniowych wykonano preparaty półtrwałe z wykorzystaniem techniki barwienia metodą Gerlacha⁵. Preparaty wykonano w komorze laminarnej za pomocą taśmy klejącej, odciskając powierzchnię grzybni wyrosłej na podłożu hodowlanym. Następnie taśmę ze strzępkami grzybni i zarodnikami przeniesiono na powierzchnię szkiełka podstawowego i zakropiono błękitem anilinowym z laktofenolem, po czym przykryto szkiełkiem nakrywkowym. Preparat oglądano w mikroskopie świetlnym pod powiększeniem 600-krotnym.

⁵ D. Gerlach, *Zarys mikrotechniki botanicznej*, Warszawa 1972, s. 297

Celem identyfikacji taksonomicznej drożdży prowadzono mikrohodowlę na szkiełkach podstawowych z wykorzystaniem agaru Nickersona. Badane grzyby drożdżopodobne przesiano na agar, po czym nałożono białko jaja kurzego i zakryto szkiełkiem nakrywkowym. Hodowle umieszczono w komorach wilgotnych i inkubowano przez 144 h w temp. 25°C. Po tym czasie dokonano odczytu hodowli, oglądając w mikroskopie pod 1000-krotnym powiększeniem obiektywu z olejkim immersyjnym.

W celu wizualizacji morfologii komórek drożdży wykonano również preparaty mikroskopowe barwione metodą złożoną według Grama. Wykonany rozmaz utrwalono w płomieniu palnika po czym barwiono przy użyciu fioletu krystalicznego i safraniny. Wykonane preparaty obserwowano w mikroskopie pod powiększeniem 1000-krotnym z użyciem olejku immersyjnego.

Do oznaczania grzybów pleśniowych posłużono się atlasem autorstwa A. Borowskiej⁶, oraz atlasem O. Fassatiovej⁷ W przypadku określenia przynależności taksonomicznej grzybów drożdżopodobnych korzystano z *Atlasu of Clinical Fungi* autorstwa De Hoog i in.⁸

Wyniki

Najwyższą ogólną liczbę grzybów pleśniowych i drożdży ($4,41 \cdot 10^2$ jtk/m³) notowano w próbkach powietrza pobranych w sali Katedry Biochemii. Najmniejszą ($1,47 \cdot 10^2$ jtk/m³) natomiast ogólną ich liczbę stwierdzono w powietrzu pobranym w salach Katedr Mikrobiologii i Mykologii oraz sali *in vitro* Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin. Liczba grzybów w tych pomieszczeniach była 3 razy mniejsza niż w przypadku sali Katedry Biochemii i 2 razy mniejsza niż w przypadku Katedry Anatomii i Fizjologii Zwierząt (Ryc. 1).

Liczebność drożdży na poszczególnych stanowiskach badawczych notowano w przedziale 20-40%. Przy czym największą ich koncentrację odnotowano w powietrzu sali KMIM, najmniejszą zaś w próbkach powietrza sali KB. Nie stwierdzono ich obecności w próbach powietrza pobranych z sal KAIFZ, KGFiBR oraz sali KGFiBR (iv).

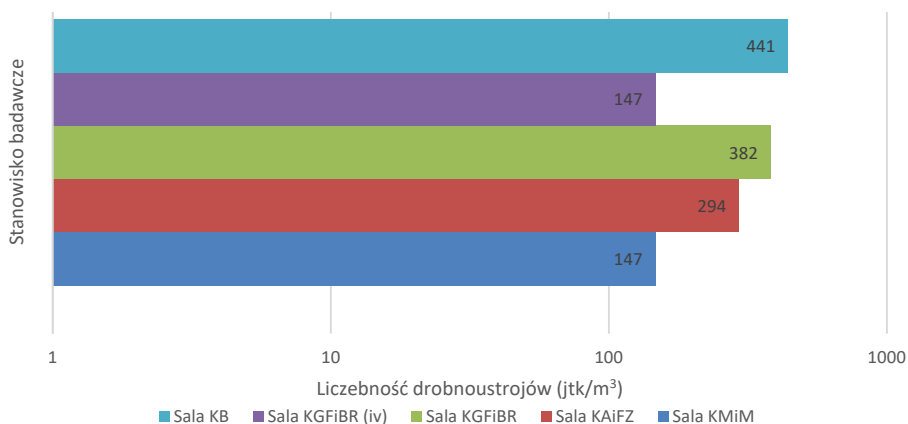
W powietrzu sal KAIFZ, KGFiBR oraz sali KGFiBR (iv) stwierdzono tylko grzyby pleśniowe. W przypadku sal KB grzyby pleśniowe stanowiły 80% wszystkich izolatów, zaś w przypadku sali KMIM 60% wszystkich grzybów (Ryc. 2).

Drożdże i grzyby pleśniowe identyfikowano, dokonując oceny makroskopowej kolonii (wygląd morfologiczny) oraz oceny mikroskopowej (wygląd struktur konidialnych

⁶ A. Borowska, *Grzyby (Mycota). Grzyby niedoskonale (Deuteromycetes)/Strzępczakowe (Hyphomycetales)/Ciemnobarwniakowe fialidowe (Dematiaceae Phialoconidiales)*, Warszawa – Kraków 1986, s. 1156.

⁷ O. Fassatiova, *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*, Warszawa 1983, s. 255.

⁸ G.S. De Hoog i in., *Atlas of Clinical Fungi*, Cambridge 2000, s. 1126.



Legenda:

Sala KB – Sala Katedry Biochemii,

Sala KGFIBR (iv) – Sala *in vitro* Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin,

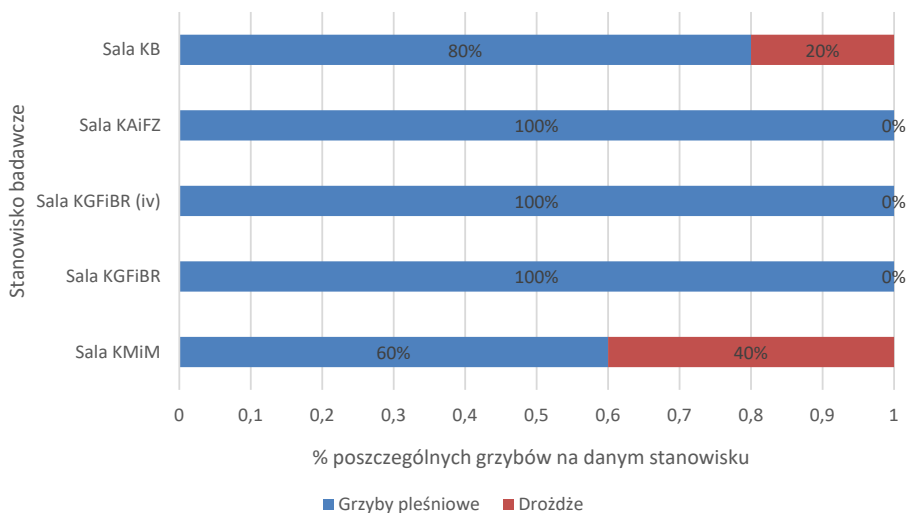
Sala KGFIBR – Sala Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin,

Sala KAIFZ – Sala Katedry Anatomii i Fizjologii Zwierząt,

Sala KMIM – Sala Katedry Mikrobiologii i Mykologii.

Ryc. 1 Ogólna liczba grzybów pleśniowych i drożdży występujących w powietrzu wewnętrznym wybranych sal laboratoryjnych

u pleśni i obserwowanych w mikroskopie świetlnym, pączkowanie, tworzenie pseudomycelium u drożdży). Przynależność taksonomiczną grzybów pleśniowych i drożdży oznaczano na podstawie atlasu De Hoog i in. oraz atlasu Borowskiej i Fassatiowej.



Ryc. 2 Procent (%) zarodników grzybów pleśniowych i drożdży na poszczególnych stanowiskach badawczych

Tabela 1. Charakterystyka grzybów pleśniowych i drożdży izolowanych z próbek powietrza wewnętrznego z wykorzystaniem preparatów barwionych metodą Gerlacha oraz mikrohodowli szkiełkowych na agarze Nickersona

Rodzaj/ gatunek grzyba pleśniowego/ drożdży	Opis morfologiczny kolonii grzybów pleśniowych/drożdży	Opis budowy komórek/strzępek zarodnionośnych widzianych w obrazie mikroskopowym
<i>Penicillium</i> sp.	kolonia początkowo puszysta, biała, po pewnym czasie zieloniejąca	komórki bazalne z wychodzącymi rzędami metul, a z nich wychodzące fialidy i na nich uformowane fialospory; konidiofory przypominające kształtem „pędzelki”
<i>Aspergillus</i> sp.	kolonia początkowo biała i puszysta po pewnym czasie czerniejąca	komórki bazalne z uformowanymi kolumellami, z nich wychodzące metule, na nich rząd fialid, na których usytuowane są fialospory; konidiofor kształtem przypominający „kropidło”
<i>Cladosporium</i> sp.	kolonia początkowo koloru białego, po pewnym czasie przybierająca czarne lub oliwkowe zabarwienie	konidia z licznymi, uformowanymi, drobnymi zarodnikami o kształcie cytrynkowatym
<i>Saccharomycopsis</i> sp.	kolonia średniej wielkości, kształt nieregularny, brzeg równy, powierzchnia gładka, wzniesiona, nieprzejrzysta, kolor kremowy, konsystencja budyniowa	komórki dużych rozmiarów, owalne lub okrągłe z widocznymi kroplami tłuszczu i licznymi drobnymi wakuolami; szczątkowe pseudomycelium,; pączkowanie wielobiegunowe
<i>Candida glabrata</i>	kolonia duża, kształt nieregularny, brzeg równy, powierzchnia gładka, wzniesiona, nieprzejrzysta, kolor biały, konsystencja maślana	małe komórki, brak pseudostrzępek, komórki owalnego kształtu, 3-4µm długości
<i>Rhodotorula glutinis</i>	kolonia mała, kształt regularny, brzeg równy, powierzchnia gładka, wzniesiona, nieprzejrzysta, kolor różowy, konsystencja budyniowa	duże komórki, pączkujące z polyskującymi kroplami tłuszczu, 3-5 µm długości
<i>Mrakia frigida</i>	kolonia średniej wielkości, kształt okrągły, brzeg równy, powierzchnia gładka, kolor biały, nieprzejrzysta, konsystencja lepka	duże komórki, długość 27 µm, szerokość 4-8 µm, obecne pseudomycelium
<i>Trichosporonoides spathulata</i>	kolonia duża, kształt nieregularny, brzeg równy, powierzchnia pomarszczona, wzniesiona, nieprzejrzysta, kolor biały, konsystencja maślana	komórki duże, owalne, wytwarzają pseudomycelium

Tabela 1. przedstawia identyfikację izolowanych z próbek powietrza wewnętrznego grzybów pleśniowych i drożdży wraz z charakterystyką makro- i mikromorfologiczną.

W powietrzu pobranym z sali KMiM grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium* stanowiły 40% wszystkich wyizolowanych grzybów, natomiast grzyby pleśniowe z rodzaju *Aspergillus* oraz drożdże *Candida glabrata* i *Mrakia frigida* odpowiednio po 20%. Z powietrza sali KGFiBR 46,1% izolowanych grzybów pleśniowych stanowił rodzaj *Aspergillus*, 38,5% rodzaj *Penicillium* oraz 15,4% *Cladosporium*. W sali badań KGFiBR (iv) 60% wszystkich grzybów izolowanych z powietrza zajmowały grzyby rodzaju *Aspergillus*, 40% grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium*. Izolowane z powietrza sali KAIFZ grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium* oraz *Aspergillus* stanowiły odpowiednio w 50% wszystkich izolowanych grzybów. Izolowane z powietrza sali KB drożdże *Saccharomycopsis* sp., *Rhodotorula glutinis* a także *Trichosporonoides spathulata* stanowiły po 6,7% wszystkich grzybów, natomiast grzyby pleśniowe z rodzajów *Penicillium*, *Aspergillus* oraz *Cladosporium* kolejno po 40%, 26,6% i 13,4% (Tab. 2).

Tabela 2. Udział procentowy zarodników grzybów pleśniowych oraz drożdży poszczególnych rodzajów/gatunków w powietrzu wewnętrznym na danym stanowisku badawczym

Stanowisko badawcze/ grzyby	Grzyby pleśniowe	Drożdże
Sala KMiM	<i>Penicillium</i> 40% <i>Aspergillus</i> 20%	<i>Candida glabrata</i> 20% <i>Mrakia frigida</i> 20%
Sala KGFiBR	<i>Cladosporium</i> 15,4% <i>Aspergillus</i> 46,1% <i>Penicillium</i> 38,5%	-
Sala KGFiBR (iv)	<i>Penicillium</i> 40% <i>Aspergillus</i> 60%	-
Sala KAIFZ	<i>Penicillium</i> 50% <i>Aspergillus</i> 50%	-
Sala KB	<i>Penicillium</i> 40% <i>Aspergillus</i> 26,6% <i>Cladosporium</i> 13,3%	<i>Saccharomycopsis</i> sp. 6,7 % <i>Rhodotorula glutinis</i> 6,7% <i>Trichosporonoides spathulata</i> 6,7%

Dyskusja

Na podstawie wyników z przeprowadzonej analizy próbek powietrza pobranych z sal laboratoryjnych o zróżnicowanym rygorze sanitarnym stwierdzono różnice liczebności grzybów pleśniowych i drożdży w zależności od miejsca poboru prób. Sytuację tę tłumaczyć można stopniem panującego w nich rygoru sanitarnego, tj. dezynfekcji powietrza za pomocą lamp z światłem UV oraz dezynfekcji z zastosowaniem środka

dezynfekcyjnego. Jak podaje Krisch⁹ światło UV to światło, które jest zdolne do wywoływania efektu grzybobójczego oraz grzybostatycznego, eliminując przy tym 99,9% populacji grzybów zawieszonych w powietrzu danego pomieszczenia. Przeprowadzone badania własne wskazują na zależność wprost proporcjonalną liczby izolowanych drobnoustrojów w zależności od natężenia ruchu ludzi w salach w dniu poboru prób powietrza. Badania pokazują, iż wzmożony ruch studentów w zamkniętym pomieszczeniu może generować wysokie stężenie bioaerozolu grzybowego w tych miejscach. Dodatkowo specyfika pomieszczenia, rodzaj i zakres wykonywanych czynności, a także stosowane odczynniki chociażby chemiczne mogą dodatkowo generować zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach. Skutki tego wszystkiego mogą odczuwać studenci oraz pracownicy przebywający w tego typu miejscach. Do głównych odczuwalnych przez ludzi objawów należą: zmęczenie, znużenie jak i alergiczny nieżyt nosa. Podobne wyniki badań uzyskali Sikora i Plewa-Tutaj¹⁰. Zwiększona liczba i aktywność osób w pomieszczeniu nie poddawanym wietrzeniu może przyczynić się do wzrostu stężenia bioaerozolu grzybowego, a także wpłynąć na jego skład gatunkowy. W powietrzu sal laboratoryjnych każdorazowo stwierdzono dużą koncentrację zarodników grzybów pleśniowych, jakimi były rodzaje *Penicillium* i *Aspergillus*. Są to typowe dla powietrza pomieszczeń wewnętrznych grzyby pleśniowe. Grzyby te z łatwością ulegają przeniesieniu wraz z prądami powietrza zarówno w środowisku pomieszczeń wewnętrznych, jak i powietrzu atmosferycznym. Zdolne są do wytwarzania dużej liczby lekkich i stosunkowo małych zarodników, co jest głównym powodem ich dominacji w środowisku, a jednocześnie są grzybami o wysokim potencjale do wywoływania reakcji alergicznych¹¹. Ponadto w pomieszczeniach, w których występowała roślinność doniczkowa, izolowano grzyby polowe z rodzaju *Cladosporium*. Są to oprócz wyżej wymienionych rodzajów grzyby stanowiące alergeny wziewne o potencjale w wywoływaniu alergii u ludzi. Kolejnym istotnym aspektem tłumaczącym zróżnicowaną liczbę grzybów pleśniowych i drożdży w powietrzu pomieszczeń wewnętrznych jest metoda poboru prób. Metoda sedimentacyjna łatwa i tania do przeprowadzenia jest metodą orientacyjną. W metodzie tej nieznaną jest dokładna objętość pobranego powietrza, do której odnosi się stwierdzona wartość jednostek koloniotwórczych, mimo założenia, iż w czasie 5 minut na podłoże hodowlane o wielkości 100 cm³ spada tyle mikroorganizmów, ile znajduje się w 10 dm³ powietrza. Kolejną znaczącą wadą tej metody jest niedokładność spowodowana ruchami powietrza, co generuje większą bioróżnorodność izolowanych form. Największe zanieczyszczenie biologicznym aerozolem grzybowym notowano

⁹ H.Krisch, *Dezynfekcja gabinetu i pracowni w czasie epidemii koronawirusa*, „Praca post-COVID-19” 2020, nr 2, s. 14.

¹⁰ M.Sikora, K. Plewa-Tutaj, *Mikrobiologiczno-mykologiczne zanieczyszczenia powietrza w wybranych pomieszczeniach PWSZ w Wałbrzychu*, „Higiena i Dezynfekcja”, 2015, nr 1, s. 99.

¹¹ E. Korzeniewska i in., *Bakteriologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków z systemem filtrów gruntowo-roślinnych*, „Woda Środowisko-Obszary Wiejskie”, 2008, nr 8 s. 161.

w powietrzu pochodzącym z sali laboratoryjnej Katedry Biochemii, najmniejsze w sali laboratoryjnej Katedry Mikrobiologii i Mykologii oraz sali *in vitro* Katedry Genetyki, Fizjologii i Biotechnologii Roślin. Biorąc pod uwagę kryteria higieniczne oceny stopnia zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego grzybami zawartymi w tabeli „Dopuszczalny stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza pomieszczeń użytkowych” podanych przez Krzysztofika¹² (1992), pobierane powietrze z sal KMiM oraz KGFiBR (iv) zaklasyfikowano jako powietrze niezanieczyszczone grzybami. Powietrze z sal KGFiBR, KAIFZ oraz KB zaklasyfikowano jako powietrze zanieczyszczone grzybami.

Wnioski

1. Na podstawie wyników uzyskanych z badań próbek powietrza wewnętrznego odnotowano znaczne zróżnicowanie liczebności grzybów pleśniowych i drożdży w zależności od miejsca poboru prób. Powietrze wewnętrzne sal KB, KGFiBR oraz KAIFZ zaklasyfikowano jako powietrze zanieczyszczone grzybami, zaś KMiM oraz sali KGFiBR (iv) jako powietrze niezanieczyszczone.
2. Powietrze wewnętrzne sal charakteryzowało się różnorodnością grzybów pleśniowych, wśród których najliczniej występowały rodzaje *Penicillium* i *Aspergillus* oraz różnorodnością drożdży (*Saccharomyces* sp., *Mrakia frigida*, *Candida glabrata*, *Rhodotorula glutinis*, *Trichosporonoides spathulata*) w zależności od miejsca poboru prób.
3. W pomieszczeniach o podwyższonym rygorze sanitarnym (lampy UV do dezynfekcji) oraz o małym natężeniu ruchu ludzi koncentracja grzybowego aerozolu biologicznego była mniejsza.
4. Zwiększona liczba grzybów oraz różnorodność gatunkowa może skłaniać do konieczności monitoringu pomieszczeń tego typu w celu zapewnienia bezpieczeństwa zdrowia oraz komfortu przebywających tam osób.

Bibliografia

- Borowska A., *Grzyby (Mycota). Grzyby niedoskonałe (Deuteromycetes)/Strzępczakowe (Hyphomycetales)/Ciemnobarwniakowe fialidowe (Dematiaceae Phialoconidiales)*, T. Warszawa – Kraków 1986, s. 1156.
- Breza-Boruta B., Kroplewska M., Pastewska A., Szała B., *Źródła zakażenia powietrza i zagrożenie szkodliwym bioaerosem w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego*, Wrocław 2017, nr 494, s. 31. <http://doi.org/10.15611/pn.2017.494.03>[dostęp: 23.06.2023].
- Dutkiewicz J., Górny R., *Biologiczne czynniki szkodliwe dla zdrowia – klasyfikacja i kryteria oceny narażenia*, „Medycyna Pracy” 2002, nr 53, s. 29.

¹² B. Krzysztofik, *Mikrobiologia powietrza*, Warszawa 1992, s. 197.

- Fassatiowa O., *Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej*, Warszawa 1983, s. 255.
- Gerlach D., *Zarys mikrotechniki botanicznej*, Warszawa 1972, s. 297.
- Korzeniewska E., Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A., Janczukowicz W., *Bakteriologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków z systemem filtrów gruntowo-roślinnych*, „Woda Środowisko-Obszary Wiejskie”, 2008, nr 8 s. 161.
- Krisch H., *Dezynfekcja gabinetu i pracowni w czasie epidemii koronawirusa* „Praca post-COVID-19” 2020, nr 2, s. 14.
- Krzysztofik B., *Mikrobiologia powietrza*, Warszawa 1992, s. 197.
- PN-89/Z-04111/01. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Postanowienia ogólne i zakres normy.
- PN-89/Z-04111/02. Ochrona czystości powietrza. Badania mikrobiologiczne. Oznaczanie liczby bakterii w powietrzu atmosferycznym (imisja) przy pobieraniu próbek metodą aspiracyjną i sedymentacyjną.
- Prędecka A., Kosut S., *Analiza zagrożeń mikrobiologicznych w powietrzu wewnętrznych na przykładzie zanieczyszczeń w wybranych pomieszczeniach Szkoły Głównej Służby Pożarniczej*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, Warszawa 2017, nr 62, s.105.
- Sikora M., Plewa-Tutaj K., *Mikrobiologiczno-mykologiczne zanieczyszczenia powietrza w wybranych pomieszczeniach PWSZ w Wałbrzychu*, „Higiena i Dezynfekcja”, 2015, nr 1, s. 99.
- Żukiewicz-Sobczak W., Sobczak P., Imbor K., Krasowska E., Zwoliński J., Horoch A., Wojtyła A., Piątek J., *Zagrożenia grzybowe w budynkach i w mieszkaniach – wpływ na organizm człowieka*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2014, nr 2, s.141.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF INDOOR AIR MYCOBIOTA IN SELECTED LABORATORY ROOMS WITH DIFFERENT SANITARY REQUIREMENTS

Abstract: The fungal bioaerosol present in the air of indoor spaces may have a negative impact on human and animal health. This is associated with fatigue, headache, allergic rhinitis or even superficial and organ mycosis. The aim of this study was the quantitative and qualitative analysis of molds and yeasts present in the air of laboratory rooms of the Faculty of Biology and Biotechnology of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn. The air for the tests was taken from 5 designated test sites using the Koch sedimentation method and incubated at 25°C for 168h. The obtained data indicate significant differences in the number and diversity of the fungi determined depending on the specificity of a given room. The highest (441 cfu/m³) contamination with biological fungal aerosol was found in the laboratory room of the Department of Biochemistry, the smallest (147 cfu/m³) in the laboratory rooms of the Departments of Microbiology and Mycology and the room for in vitro tests of the Department of Plant Genetics, Physiology and Biotechnology. It concerned both the number of determined fungi and their diversity (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Saccharomycopsis*) and species (*Rhodotorula glutinis*, *Trichosporonoides spathulata*). The conducted analysis may indicate the need for continuous monitoring of such rooms to ensure the safety and comfort of people staying there.

Key words: bioaerosol, mold fungi, yeast, sanitary rigor

Dominika Ziplińska

Studenckie Koło Naukowe Mykologów

Opiekun koła: dr hab. Anna Biedunkiewicz

Wydział Biologii i Biotechnologii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ROLA DROBNOUSTROJÓW OBECNYCH W ZAKŁADACH PRODUKCJI ŻYWNOSCI

Wstęp

Mikroorganizm to pojęcie określające organizmy o małych rozmiarach, niedostrzegalnych dla ludzkiego oka, których nie można obserwować w inny sposób niż pod mikroskopem. Do tej grupy należą proste, jednokomórkowe, bezkomórkowe (w przypadku wirusów) oraz wielokomórkowe (w przypadku niektórych grzybów) organizmy, które w różnorodny sposób są przystosowane do prawidłowego funkcjonowania w środowisku. Wśród nich wyróżnia się bakterie, grzyby, archeony, pierwotniaki, jednokomórkowe glony oraz wirusy. Drobnoustroje charakteryzują się różnorodnością nie tylko w obrębie poszczególnych grup, ale także gatunków czy szczepów – tysiące poznanych mikroorganizmów różni się od siebie kształtem, metabolizmem, sposobem życia czy innymi indywidualnymi cechami¹

Bakterie to małe (ich rozmiary sięgają od 1 do 20µm), prokariotyczne i jednokomórkowe organizmy, rozmnażające się bezpłciowo² Szacuje się, że ilość bakterii występująca na Ziemi może mieć wartość 10^{13} komórek bakteryjnych³. Ta liczba w pewnym stopniu określa, że różnorodność pomiędzy poszczególnymi gatunkami prokariotycznych mikroorganizmów jest znacząca. Wiele z bakterii może różnić się od innych ilością wici, brakiem lub inną budową ściany komórkowej czy odmiennością na poziomie funkcjonowania. Każdy z tych prokariotów posiada własną charakterystyczną cechę, która umożliwia mu przetrwanie i prawidłowe funkcjonowanie w przyrodzie⁴.

¹ J. Baj, *Mikrobiologia*, Warszawa 2018.

² P. Murray i in. *Mikrobiologia*, G. Martirosian, A. Przondo-Mordarska, A., Szkaradkiewicz (red.), Wrocław 2018.

³ M. Sydow, Ł. Chrzanowski, *Ziemia – planeta bakterii*, „Wszechświat”, 2013, nr 114(4-6), s.107–111.

⁴ H.G. Schlegel, *Mikrobiologia ogólna*, Warszawa 2003.

Archeony to mikroorganizmy, które do lat siedemdziesiątych klasyfikowano do domeny prokariotów. Jednakże w wyniku przeprowadzonych badań przez Carla Woese'a nad genotypem tych metanogennych drobnoustrojów, przeanalizowano, że posiadają cechy bliższe eukariontom niż przedstawicielom domeny, do której pierwotnie zostały przypisane⁵. Te mikroorganizmy ze względu na swoją unikalność i odrębność także od samych eukariontów, przypisano do nowej domeny – *Archaea*, choć mają prokariotyczny typ budowy komórki. Decyzja ta wyniknęła w związku z ich zdolnościami przystosowywania się do życia w miejscach cechujących się ekstremalnymi warunkami. Umożliwia to wyróżnienie gatunków archeonów o zróżnicowanych preferencjach względem środowisk, w których bytują⁶.

Do mikroorganizmów zaliczana jest część grzybów, które ze względu na wytwarzaną przez nie plechę dzieli się na drożdże oraz grzyby pleśniowe. Grzyby pleśniowe wytwarzają charakterystyczną plechę strzępkową, która wypełnia i wnika w glebę lub organizm żywiciela, w którym aktualnie dany drobnoustrój bytuje. Stanowi to bardzo istotne oraz korzystne przystosowanie do prawidłowego funkcjonowania. Jednakże w obrębie tej eukariotycznej grupy mikroorganizmów występują jednokomórkowe drożdże nie wytwarzające plechy strzępkowej a pączkującą, która umożliwia im szybkie rozmnażanie⁷.

Pierwotniaki to mikroorganizmy posiadające cechy zarówno zwierzęce, jak i grzybowe – podczas fazy wegetatywnej pierwotniaki poruszają się (cecha zwierzęca), natomiast podczas fazy zarodnikowej nie wykazują ruchu (cecha grzybowa). Ta nietypowa specyfika umożliwia im efektywne rozmnażanie (poprzez wytwarzanie pełzaków) oraz przetrwanie w preferowanych przez nie wilgotnych lub mokrych środowiskach, gdzie aktywnie poruszają się – ruchem pływającym lub pełzakowatym⁸ (Heczko i in., 2014).

Jednokomórkowe glony to mikroskopijne organizmy, wykazujące zdolność do szybkiego rozmnażania się w zbiornikach wodnych. Stanowią bogate źródło chlorofilu⁹. Ten barwnik został wykorzystany w różnych dziedzinach ludzkiej gospodarki (przemysł spożywczy, przemysł farmaceutyczny, przemysł kosmetyczny), ponieważ wykazuje właściwości oczyszczające organizm z toksyn oraz wzmacnia jego odporność. W związku z występowaniem chlorofilu w komórkach glonów i jego korzystnym działaniem na organizm człowieka, wielu badaczy wiąże przyszłościowe plany z tymi mikroorganizmami – w zakresie farmaceutycznym, jak i spożywczym¹⁰.

Wirusy w większości są czynnikami powodującymi znaczną liczbę chorób. Te patogeny nie posiadają własnych układów enzymatycznych oraz organelli – oznacza to,

⁵ M. Efenberger, E. Brzezińska-Błaszczuk, K. Wódcz „Archeony - drobnoustroje ciągle nieznanne, „Postępy Higieny I Medycyny Doświadczalnej” 2014, nr.68, s 1452–1463.

⁶ J. Reece, L. Urry, M. Cain i in. *Biologia Campbella*, (tłum. zbior.), Poznań 2017.

⁷ tamże

⁸ P. Heczko, A. Pietrzyk, M. Wróblewska, *Mikrobiologia Lekarska*, Warszawa 2014.

⁹ A. Szweykowska, J. Szweykowski, *Botanika. Systematyka tom 2*, Warszawa 2003.

¹⁰ K. Godlewska, I. Michalak, K. Chojnacka, *Glony na zdrowie*, „Wiadomości chemiczne”, 2014, nr 68, s.833–852.

że są całkowicie zależne od komórek organizmu, w którym bytują. Powyższe cechy eliminują dane drobnoustroje w otrzymaniu miana żywych, jednakże nie zalicza się ich do organizmów nieożywionych, ponieważ rozmnażają się, posiadają swój własny materiał genetyczny oraz wraz z ewolucją, także się rozwijają, zdobywając nowe i unikalne właściwości ułatwiające im funkcjonowanie w przyrodzie. Dane cechy charakteryzują żywe organizmy, ze względu na tą specyfikę wirusów mogą one stanowić czynnik potencjalnie niebezpieczny dla gospodarki¹¹.

Znaczenie mikroorganizmów w środowisku i gospodarce

Biosfera nie funkcjonuje poprawnie bez działalności mikroorganizmów – wiele z nich stanowi istotny element całego złożonego obiegu materii w przyrodzie. Bakterie oraz grzyby są główną grupą destruktorów, umożliwiającą przemianę szczątków organicznych na łatwo dostępne dla roślin związki nieorganiczne, natomiast część pierwotniaków i mikroskopijnych glonów stanowi pożywienie dla zwierząt morskich¹². Glony stanowią rolę producentów w obiegu materii. Jako fotoautotrofy korzystają z energii pochodzącej ze światła słonecznego, wytwarzając związki organiczne, które zostają przeznaczone na rozwój organizmu i zaspokojenie potrzeb życiowych. Nadmiar materii organicznej zostaje zgromadzony jako substancja zapasowa w częściach ciała glonów, stanowiąc pożywienie dla organizmów cudzożywnych¹³. To nie jedyny wpływ drobnoustrojów na funkcjonowanie środowiska – wiele z nich tworzy ścisłe zależności międzygatunkowe, które umożliwiają im przeżycie w trudnym środowisku lub umożliwiają ekspansję do nowego siedliska. Ta zależność występuje pomiędzy niektórymi bakteriami (*Rhizobium*), które umożliwiają wiązanie niedostępnego dla roślin azotu atmosferycznego, w zamian czego otrzymują pożywienie oraz miejsce do bytowania. Ludzki organizm również jest zasiedlany przez liczne gatunki bakterii (np. *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Escherichia*), ale także przez grzyby (np. *Candida albicans*)¹⁴, archeony (np. *Methanobrevibacterium ovis*) oraz wirusy (np. bakteriofag T4) – które bytują w układzie pokarmowym, rozrodczym czy na powierzchni skóry¹⁵. Drobnoustroje bytujące w organizmie człowieka otrzymały nazwę mikrobiomu. Umożliwia on efektywniejsze przyswajanie składników odżywczych oraz pełni funkcję ochronną przeciwko działaniu innych drobnoustrojów i ich toksynom, mogącym wywołać dolegliwości zdrowotne¹⁶.

¹¹ J. Baj, *Mikrobiologia*, Warszawa 2018

¹² J. Reece, L. Urry, M. Cain i in. *Biologia Campbella*, (tłum. zbior.), Poznań 2017.

¹³ W. Kozieł, T. Włodarczyk, *Glony - produkcja biomasy*, „Acta Agrophysica”, 2011, nr 17(1), s.105–116.

¹⁴ M. Gałęcka i in, *Znaczenie mikrobioty jelitowej w kształtowaniu zdrowia człowieka — implikacje w praktyce lekarza rodzinnego*, „Forum Medycyny Rodzinnej” 2018, nr 12(2), s.50–59.

¹⁵ Schlegel, Hans G., *Mikrobiologia ogólna*, Warszawa 2003.

¹⁶ J. Baj, *Mikrobiologia*, Warszawa 2018.

Pomimo korzystnego wpływu mikroorganizmów na środowisko naturalne i organizm człowieka, to występują drobnoustroje, które oddziałują negatywnie. Większość z nich wchodzi w skład bardzo licznej grupy zaliczanej do patogenów – roślin, zwierząt oraz ludzi, mogących spowodować problemy zdrowotne. Nie wszystkie z chorób spowodowanych przez mikroskopijne organizmy, mogą zostać powstrzymane przez współczesną medycynę¹⁷(). Drobnoustroje są odpowiedzialne za procesy rozkładu surowców przemysłowych, niszczenie budynków czy psucie się żywności. W związku z tym ludzkość ponosi ogromne straty ekonomiczne, w wielu gałęziach gospodarki.

Zrozumienie funkcjonowania mikroorganizmów umożliwia ich wykorzystanie w różnych dziedzinach gospodarki. Ich różnorodność wpłynęła znacząco na rozwój przemysłu chemicznego, gdzie zaczęto wykorzystywać je w procesie oczyszczania ścieków, tworzenia nawozów, ale także do produkcji czystych chemicznie substancji wykorzystywanych w branży farmaceutycznej. Produkcja farmaceutyczna w 1928 roku rozbudowała się do skali przemysłowej, dzięki brytyjskiemu naukowcowi Aleksandrowi Flemingowi, który odkrył penicylinę wytwarzaną przez grzyby strzępkowe z rodzaju *Penicillium*¹⁸. Zaczęto wykorzystywać pozytywny wpływ drobnoustrojów do produkcji probiotyków, surowic oraz szczepionek, które niejednokrotnie umożliwiły opanowanie epidemii wywołanych przez wirusy (epidemia grypy hiszpanki) czy bakterie (epidemia dżumy i cholery). Mikroalgi od niedawna zaczęto wykorzystywać w lekach dla osób z cukrzycą, ale także jako źródło witamin hamujących stany zapalne, jak i również procesy starzenia się¹⁹. Rozwój nowych technik badawczych doprowadził do wykorzystania wirusów oraz bakterii jako struktur modelowych do badań nad genomem²⁰. Ten różnorodny wpływ mikroorganizmów na gospodarkę umożliwił przede wszystkim rozwój przemysłu spożywczego, co doprowadziło do postępu w obrębie tej dziedziny.

Drobnoustroje a produkcja spożywcza

W produkcji żywności stosuje się wiele gatunków drobnoustrojów z różnych grup taksonomicznych np. *Saccharomyces cerevisiae*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium camemberti*, *Penicillium rouqueforti*, *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis*, *Brevibacterium linens* oraz *Propionibacterium freundenreichii*. Przemysł spożywczy to rozwinięta dziedzina gospodarki, pozwalająca dostarczać wszelkie surowce żywnościowe do kon-

¹⁷ P. Murray i in. *Mikrobiologia*, G. Martirosian, A. Przondo-Mordarska, A. Szkaradkiewicz (red.), Wrocław 2018

¹⁸ Schlegel, Hans G., *Mikrobiologia ogólna*, Warszawa 2003

¹⁹ K. Godlewska, I. Michalak, K. Chojnacka, *Glony na zdrowie*, „Wiadomości chemiczne”, 2014, nr 68, s.833–852.

²⁰ A. Berthold, K. Żukowska, *Wirusy przenoszone przez żywność*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2008, nr 2, s.75–79.

cernów spożywczych, skąd z łatwością są przekazywane do konsumentów. Spożywanie zróżnicowanych posiłków umożliwia przekazanie niezbędnych składników odżywczych do organizmu oraz pozytywnie wpływa na samopoczucie konsumenta. Mimo występowania potencjalnie niebezpiecznych drobnoustrojów, wykorzystano te, które pozytywnie wpływają na produkcję wyrobów spożywczych.

Saccharomyces zalicza się do grzybów workowych (*Ascomycota*), gdzie większa część przedstawicieli charakteryzuje się występowaniem w formie jednokomórkowej zdolnej do pączkowania. Mają zdolność do fermentacji, w wyniku której powstaje alkohol etylowy i dwutlenek węgla (fermentacja alkoholowa). Cecha ta zyskała znaczenie w wielu odrębnych dziedzinach przemysłu spożywczego – piekarnictwie, cukiernictwie, winiarstwie i gorzelnictwie. Jednym ze szczególnie wykorzystywanych gatunkiem w piekarnictwie jest *Saccharomyces cerevisiae*, którego aktywność metaboliczna powoduje spulchnienie oraz podnoszenie się ciast, a także wpływa na walory smakowe i węchowe otrzymanego produktu²¹.

Geotrichum candidum stanowi ważny rodzaj kultur starterowych, wykorzystanych m.in. przy produkcji tzw. serów „miękkich” z białym nalotem, spowodowanym aktywnością grzybów pleśniowych²², jak również przy produkcji piwa, gdzie dane szczepy grzybów są zaszczepiane na ziarnach jęczmienia browarnego, nadając w późniejszych etapach produkcji, unikalnych właściwości smakowych²³.

Grzyby pleśniowe z rodzaju *Penicillium* charakteryzują się obecnością szybko rozrastających się strzępek w podłożu²⁴. Należą one do grzybów workowych, tworzących charakterystyczne struktury anamorficzne zbudowane z konidioforu, metul, fialidiów oraz konidiów, w których znajdują się zarodniki konidialne umożliwiające rozmnażanie bezpłciowe grzyba. Są głównym czynnikiem psucia się żywności, jednakże wyodrębniono gatunki korzystne dla produkcji sera Camembert oraz Gorgonzola, na których powierzchni zauważalna jest tzw. „pleśń”. Struktura ta tworzy się ze względu na wykorzystanie w produkcji powyższych serów, dwóch rodzajów grzybów strzępkowych – *Penicillium camemberti* oraz *Penicillium rouqueforti*²⁵.

Przy produkcji niektórych produktów nabiałowych wykorzystywane są gatunki bakterii gram-dodatnich, wykazujących zdolność do przeprowadzania fermentacji mle-

²¹ I. Usajewicz, K. Kornacki, *Wykorzystanie mikroorganizmów w produkcji żywności fermentowanej*, „Biotechnologia” 1999, nr 2(45), s. 65–80.

²² M. Piegza, R. Stempniewicz, *Ocena antagonizmu drożdży *Geotrichum candidum* w stosunku do toksynotwórczych grzybów rodzaju *Fusarium**, „Żywność Nauka Technologia Jakość. Suplement”, 2002, nr 3(32), s.136–147.

²³ D. Lenart, R. Stempniewicz, *Wpływ kultury starterowej *Geotrichum candidum* na mikroflorę epifityczną słodów jęczmiennych*, „Żywność Nauka Technologia Jakość. Suplement” 2002, nr 3(32), s.89–99.

²⁴ C. Wieczorek, *Mikologiczne skażenie żywności*, „Żywność” 2003, nr 3(36), s.119–129.

²⁵ I. Usajewicz, K. Kornacki, *Wykorzystanie mikroorganizmów w produkcji żywności fermentowanej*, „Biotechnologia” 1999, nr 2(45), s. 65–80.

kowej, powodującej powstawanie kwasu octowego, kwasu mlekowego oraz ubocznych metabolitów. Produkty tej reakcji w znacznym stopniu wykorzystuje się w produkcji produktów mlecznych, przy czym również stanowią ważną podstawę do tworzenia kiszzonek, wykazujących wiele cech prozdrowotnych – niwelują występowanie zaparć i są źródłem błonnika²⁶. Jednymi z częściej wykorzystywanych gatunków bakterii są *Lactobacillus casei*, *Lactococcus lactis*, *Brevibacterium linens* czy *Propionibacterium freundenreichii*, które syntetyzują kobalaminę – witaminę B₁₂²⁷. Powodują one zwiększenie przyswajalności związków niezbędnych to poprawnego funkcjonowania organizmu. Pierwszy z przytoczonych mikroorganizmów pełni rolę nie tylko w produkcji żywności, ale także w produkcji probiotyków²⁸. Kokalne formy bakterii *Lactococcus lactis* powszechnie występują w mleku, które stanowi dla nich środowisko do szybkiego rozwoju i przeprowadzania procesu fermentacji laktozy, dlatego używa się je do produkcji kefirów, maślanek czy serów²⁹. Występowanie pałeczek *Brevibacterium linens* jest pożądane w produkcji serów późnodojrzewających (ser limburgski oraz romadur), których powierzchnia staje się czerwona poprzez produkowane przez daną bakterię barwniki 3,3'-dihydroksy-izoreneraten, izoreneraten i 3-hydroksy-izoreneraten³⁰.

Negatywny wpływ drobnoustrojów na przemysł spożywczy

Różnorodność występowania poszczególnych związków chemicznych w żywności jest znaczna. Zawartość składników odżywczych danego produktu nie jest tylko atrakcyjna dla ludzi, ale także dla drobnoustrojów, które mogą niekorzystnie na nią wpłynąć. Mikroorganizmy, aby móc poprawnie funkcjonować, także się odżywiają, a w konsekwencji doprowadzają do powstawania procesów gnilnych oraz pleśnienia produktów spożywczych. Takie działanie nie wpływa korzystnie na produkcję żywności, ponieważ mikroorganizmy szybko się rozmnażają i rozprzestrzeniają, powodując szybkie skażenie żywności. Produkty metabolizmu drobnoustrojów np. toksyny mogą wywołać negatywne reakcje w obrębie organizmu człowieka. Rozkładając pokarm drobnoustroje używają enzymów rozkładających wielocząsteczkowe związki na proste, które mogą przyswajać. Jednakże dla ludzi, niektóre substancje mogą doprowadzić do większych lub mniejszych konsekwencji zdrowotnych. Obecność danych związków doprowadza

²⁶ B. Chablowska i in., *Ukierunkowana fermentacja mlekowa ogórków z upraw ekologicznych przy zastosowaniu wyselekcjonowanych kultur starterowych bakterii fermentacji mlekowej*, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering” 2012, nr 57(3), s.31–36.

²⁷ I. Usajewicz, K. Kornacki, op.cit.

²⁸ A. Szydłowska, D. Kołozyn-Krajewska, *Zastosowanie bakterii potencjalnie probiotycznych do fermentacji przecieru dyni*, „ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość” 2010 6(73), s.109–119.

²⁹ M. Ziarno, A. Godlewska, *Znaczenie i wykorzystywanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie*, „Medycyna weterynaryjna” 2008, nr 64(1), s. 35–39.

³⁰ I. Usajewicz, K. Kornacki, op. cit.

do powstawania zatruc pokarmowych, które bezpośrednio nie tworzą stanów niebezpiecznych dla ludzkiego życia. W wielu przypadkach sama przypadłość nie wymaga hospitalizacji i ustępuje samoistnie, ale mimo to doprowadza organizm do wycieńczenia, przez co staje się on podatny na działanie innych patogenów. Niebezpieczniejszym następstwem wpływu drobnoustrojów na pożywienie są zakażenia pokarmowe. Znaczną ich część powodują bakterie, ale także grzyby czy wirusy. Wywołane jest dostaniem się drobnoustroju do wnętrza organizmu, gdzie dany patogen zaczyna się rozwijać i rozmnażać, w konsekwencji czego powoduje chorobę. Powstałe przez ingerencję drobnoustrojów, dolegliwości w wielu przypadkach mogą towarzyszyć zarażonej osobie do końca życia. Aby móc zminimalizować wpływ drobnoustroju na organizm, ważna jest identyfikacja danego patogenu w możliwie najszyczym odstępie czasu od zakażenia.

Salmonella to bakterie charakteryzujące się pałeczkowatą formą, której optymalna temperatura do rozwoju i rozmnażania wynosi 35-37° – jest to temperatura ludzkiego ciała. Do zakażenia dochodzi najczęściej poprzez źle przygotowaną żywność pochodzenia zwierzęcego – w szczególności drobiu i produktów drobiowych. Te drobnoustroje mogą spowodować negatywne konsekwencje, bytując w organizmie – dur brzuszny i rzekomy oraz salmonellozę, które nie leczone mogą przyczynić się do śmierci konsumenta (Kołożyn-Krajewska, 2007).

Clostridium to rodzaj bakterii cechujący się dużą różnorodnością. Wyróżnia się 159 gatunków (Międzynarodowy Kodeks Nomenklatury Bakteriologicznej LPSN, 2023) tego drobnoustroju, jednakże jeden z nich znacząco wpływa na chorobotwórczość u ludzi. *Clostridium botulinum* to tzw. pałeczka jadu kiełbasianego, charakteryzująca się występowaniem urzęsienia na powierzchni komórki oraz zdolności do wytwarzania przetrwalników rozwijających się w warunkach wyłącznie beztlenowych. Produkuje botulinę stanowiącą najsilniejszą, naturalnie występującą toksynę. Obecność tej neurotoksyny powoduje zaburzenia w obrębie układu nerwowego – następuje porażenie mięśni, spowodowane naruszeniem struktury białka SNAP-25, odpowiedzialnego za inicjację aktywacji wydzielania acetylocholin. Droga zakażenia tą bakterią następuje poprzez spożycie zakażonej konserwy (Grenda i Kwiatek, 2009).

Escherichia coli oraz *Staphylococcus aureus* to drobnoustroje wchodzące w skład mikrobioty człowieka, gdzie przyczyniają się do ochrony konkretnego obszaru w organizmie (*S.aureus* występuje na powierzchni skóry, *E.coli* występuje w jelicie grubym). Dana zależność powoduje, że ich obecność w innym miejscu w organizmie człowieka sprawia, że stają się patogenami atakującymi narządy wewnętrzne wytwarzając toksyny – negatywnie wpływające na zdrowie zakażonego konsumenta. Najczęstszymi produktami spożywczymi wykazującymi obecność *E.coli* są mrożonki. Natomiast gronkowiec złocisty pod wpływem niskiej temperatury zamiera, dlatego źródłami zatruc wywołanymi przez ten drobnoustrój są wyroby mięsne, konserwy oraz wędliny.

Grzyby strzępkowe z rodzaju *Penicillium*, są wykorzystywane do produkcji żywności, jednakże można wśród nich wyizolować gatunki toksynotwórcze: *P.citrinum* oraz *P.expansum*. Toksycznymi grzybami mogą być także przedstawiciele rodzaju *Aspergil-*

lus, wśród których do najczęściej występujących gatunków zalicza się: *A.niger*, *A.flavus* czy *A.fumigatus*. Wytwarzają mykotoksyny, które są stabilne w temperaturze 250° (ochrotoksyna A), co determinuje oporność tych drobnoustrojów na procesy obróbki termicznej czy pasteryzacji, której poddawana jest produkowana żywność. Grzyby te wytwarzają szybko rozprzestrzeniające się zarodniki – powoduje to, że skażenie pożywienia może nastąpić w domu konsumenta, gdzie zarodniki doprowadzają do rozwoju grzybni i gnicia czy psucia się żywności.

Negatywny wpływ w obrębie przemysłu spożywczego wykazują także wirusy. Nie namnażają się w skażonym produkcie spożywczym – przeważnie bytują w nim do kilku dni. Niska temperatura umożliwia utrzymanie się wirusów przez dłuższy okres czasu w produkcie. Aby zapobiec działalności tych mikroorganizmów wykorzystuje się ich wrażliwość na wysokie temperatury. Podwyższona temperatura powoduje inaktywację patogenu. Głównym przedstawicielem tej grupy jest: wirus zapalenia wątroby (wirus HAV) powodujący żółtaczkę pokarmową (Wirusowe Zapalenie Wątroby typu A) oraz rozpowszechnione wśród dzieci – rotawirusy. Rezerwuarem obu z nich są owoce morza – skorupiaki, małże i ostrygi (Kołożyn-Krajewska, 2007).

Zapobieganie negatywnemu działaniu drobnoustrojów na produkcję żywności

Wytwarzanie toksyn przez drobnoustroje to czynnik umożliwiający potencjalne zagrożenie mikrobiologiczne dla konsumenta. Zależność ta jest wzmożona, ponieważ mikroorganizmy są wszechobecne w środowisku oraz w przystępny sposób negatywnie ingerują na produkcję produktów spożywczych. Proces produkcji żywności jest zagrożony występowaniem zanieczyszczeń mikrobiologicznych, ale także etap pobierania odpowiednich surowców do produkcji, magazynowania czy transportu gotowego produktu. Wiedza ta spowodowała większą świadomość wśród producentów, jak i konsumentów. Na tej podstawie utworzono zbiory zasad oraz kroków postępowania nakreślających, jak utrzymać produkcję żywności na jak najwyższym poziomie.

Dążenie do uzyskania jak najwyższej jakości produktów, jak i gwarancji, że dana produkcja spożywcza nie zagraża zdrowiu konsumenta, doprowadziło do powstania systemu Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli (ang. Hazard Analysis Critical Control Point) w skrócie zwanego HACCP. Historia stworzenia oraz wdrażania w życie tego systemu sięga roku 1960, kiedy na zamówienie NASA powstał pierwotny plan tego zbioru zasad i postępowania względem produkcji pożywienia. Pierwotnie skupiono się na zminimalizowaniu zagrożeń o charakterze chemicznym, fizycznym oraz mikrobiologicznym, aby umożliwić poprawną jak również zbilansowaną dietę dla kosmonautów. Jednakże wraz z rozwojem gospodarki, jak też świadomości w obrębie tematu potencjalnych zagrożeń mogących wystąpić na każdym etapie produkcji

żywności, stworzono zasady i kroki postępowania dla wszystkich instytucji tej branży. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) znormalizowała stosowanie certyfikowania instytucji stosujących się do wytycznych HACCP, co spowodowało, że w Polsce 1 maja 2010 r. cały przemysł spożywczy został zobowiązany do przestrzegania praw zawartych w rozporządzeniu nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych oraz ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia.

Szybko rozwijający się przemysł spożywczy, wykorzystujący nowe technologie, sprawił, że system HACCP stał się głównym wyznacznikiem jakości oraz bezpieczeństwa w obrębie produkcji żywności. Umożliwił on identyfikację zagrożeń i opisywanie środków zapobiegawczych. Spowodowało to utworzenie odpowiednich zespołów regularnie monitorujących potencjalne zagrożenie ze strony mikroorganizmów, czynników chemicznych czy fizycznych, a także podejmowania działań w przypadku, gdy zostanie wykryta ich obecność. Nie zawsze obecność drobnoustrojów wiąże się z całkowitą eliminacją partii produktów, wykazujących ich zawartość, dlatego powyższe organy także kontrolują i ustalają tzw. krytyczne punkty kontroli (CCP). Określają one, ile zanieczyszczeń w danym produkcie jest dopuszczalnych do dalszego obiegu – ustala się odpowiednie limity, które nie mogą zostać przekroczone, aby dany wyrób mógł wejść na rynek. Zespół monitorujący jest zobowiązany do podjęcia działań w przypadku przekroczenia granicy krytycznej, jak również do sporządzenia oceny danego przedsiębiorstwa na podstawie badań mikrobiologicznych zapisywanych w archiwach i umożliwiających wgląd w bezpieczeństwo produkcji danej firmy.

System HACCP został zapoczątkowany dzięki dwóm zbiorom zasad – Dobrej Praktyki Produkcyjnej (GMP) oraz Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP). Oba z tych systemów zawierają istotne wskazówki oraz kroki postępowania względem utrzymania wysokiej jakości produktów spożywczych, skupiając się na odpowiedniej kontroli higieny środowiska pracy oraz procesów technologicznych danego przedsiębiorstwa³¹.

Do zwiększenia komfortu oraz pewności co do jak najmniejszej zawartości drobnoustrojów w wyrobie spożywczym, ustala się odpowiednie terminy jego przydatności. To działanie wykorzystywane jest już na poziomie składników – to właśnie ich jakość znacząco wpływa na produkt końcowy. W związku z tym określa się ich wartość zdrowotną oraz skład. Ustala się, czy dane surowce są bezpieczne do dalszej obróbki technologicznej, której rodzaj także musi być odpowiednio dobrany, ze względu na utrzymanie odpowiednich walorów danego wyrobu. Ta okresowa ocena i kontrola odpowiednich parametrów całego procesu tworzenia oraz identyfikacji powstałych, wysoko jakościowych produktów żywnościowych, określana jest mianem systemu GMP³² (Wielgus, 2016a).

³¹ D. Kołożyn-Krajewska, *Higiena produkcji żywności*, Kraków 2007.

³² R. Wielgus, *Dobra Praktyka Produkcyjna*, [online], Bhpex - blog bezpieczeństwa pracy, <https://www.bhpex.pl/blog/bezpieczenstwo-zywnosci/dobra-praktyka-produkcyjna/> [dostęp:14.04.2023].

Jakość używanych do produkcji składników znacząco wpływa na właściwości otrzymanego produktu, równie ważna jest higiena środowiska pracy, której zasady i kroki postępowania zostały spisane w systemie GHP. Ten system odpowiada za kontrolę czystości oraz stanu używanych na wszystkich etapach produkcji – maszyn, urządzeń, budynków, jak i wody wykorzystywanej w danej firmie. Każdy z nich może być skażony przez czynniki mikrobiologiczne i niezdalny do użytkowania w dalszych procesach przetwórczych. Aby fabryka prawidłowo funkcjonowała potrzebny jest przeszkolony personel – jednakże nie tylko na poziomie odpowiedniego używania danego urządzenia, ale także na płaszczyźnie utrzymywania odpowiedniej higieny osobistej, jak i miejsca pracy. Odpowiednia higiena musi zostać utrzymywana przez pracowników pracujących w danym przedsiębiorstwie. Pracownik jest zobligowany do odpowiedniego wykonywania przypisanej mu pracy, ale także dbania o czystość i utrzymania odpowiedniej jakości danego produktu. W związku z tym personel powinien dbać o higienę osobistą w tym o czystość ubioru i rąk oraz uważać na własne zachowanie (zabronione są czynności, które potencjalnie mogą wpłynąć na zakażenie produktu drobnoustrojami np. kichanie). Pracownik musi wykazywać odpowiedni stan zdrowia, potwierdzony przez odpowiednie badania lekarskie³³ (Wielgus, 2016b).

Podsumowanie

Drobnoustroje znacząco wpływają na funkcjonowanie środowiska przyrodniczego i gospodarkę człowieka. Człowiek mimo potencjalnych zagrożeń, wykorzystuje wiele pozytywnych cech mikroorganizmów przy produkcji żywności. Przemysł spożywczy nie tylko w pozytywny sposób wykorzystuje tylko korzystny potencjał mikroorganizmów, ale także jest narażony na ich negatywne działanie, które może wpływać na zmniejszenie jakości produkcji wyrobów spożywczych, jak i na zdrowie konsumentów. Na przestrzeni kilkudziesięciu lat stworzono odpowiednie systemy regulujące oraz nakreślające zasady, które indywidualnie dobiera się pod specyfikę danej firmy produkującej żywność. Rozwój gospodarki znacząco wpłynął na zwiększenie użytkowania maszyn i nowych technologii, jednakże to człowiek nadal stanowi ważne ogniwo w walce z niekorzystnym wpływem drobnoustrojów. Odpowiedni zasób wiedzy, jak i świadomość ze strony pracowników pracujących w przemyśle spożywczym, umożliwia produkcję bezpiecznych produktów.

³³ R. Wielgus, *Dobra Praktyka Higieniczna*, [online], Bhpex - blog bezpieczeństwa pracy, <https://www.bhpex.pl/blog/bezpieczenstwo-zywnosci/dobra-praktyka-higieniczna/> [dostęp:14.04.2023].

Bibliografia

- Baj J., *Mikrobiologia*, Warszawa 2018. Berthold A.; Żukowska K. (2008), *Wirusy przenoszone przez żywność*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego”, 2008, nr 2, s.75–79.
- Chabłowska B., Piasecka-Jóźwiak K., Rozmierska J., Szkudzińska-Rzeszowiak, *Ukierunkowana fermentacja mlekowa ogórków z upraw ekologicznych przy zastosowaniu wyselekcjonowanych kultur starterowych bakterii fermentacji mlekowej*, „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering” 2012 nr 57(3), s.31–36.
- Efenberger M., Brzezińska-Błaszczyk E., Wódcz K., *Archeony - drobnoustroje ciągle nieznanne*, „Postępy Higieny I Medycyny Doświadczalnej” 2014, nr 68 s.1452–1463.
- Gałęcka, M., Basińska A., Bartnicka A., *Znaczenie mikrobioty jelitowej w kształtowaniu zdrowia człowieka — implikacje w praktyce lekarza rodzinnego*, „Forum Medycyny Rodzinnej” 2018, nr 12(2), s.50–59.
- Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T. (red.), *Kompendium wiedzy. Żywności, żywieniu i zdrowiu*, Warszawa 2008. Godlewska K., Michałak I., Chojnacka K. (2014), *Glony na zdrowie*, „Wiadomości chemiczne” 2014, nr 68, s.833–852.
- Grenda T., Kwiatek K., *Clostridium botulinum - charakterystyka i znaczenie epidemiologiczne*, „Medycyna Weterynaryjna” 2009, nr 65(11), s.743–746.
- Heczko P., Pietrzyk A., Wróblewska M., *Mikrobiologia Lekarska*, Warszawa 2014. Kołożyn-Krajewska, D., *Higiena produkcji żywności*, Kraków 2007. Kołożyn-Krajewska D., *Gwarantowana jakość mikrobiologiczna żywności a metody predyktywne*, „Żywność. Technologia. Jakość” 1995, nr 2(3), s.53–65.
- Koziół W., Włodarczyk T., *Glony - produkcja biomasy*, „Acta Agrophysica” 2011, nr 17(1), s.105–116.
- Kunicki-Goldfinger W., *Życie bakterii*, Warszawa 1994 Lenart D., Stempniewicz R., *Wpływ kultury starterowej Geotrichum candidum na mikroflorę epifityczną słodów jęczmiennych*, „Żywność Nauka Technologia Jakość. Supplement” 2002, nr 3(32), s.89–99.
- Małecka M., Samotyja U. (red.), *Kształtowanie jakości żywności. Wybrane zagadnienia*, Poznań 2022..
- Międzynarodowy Kodeks Nomenklatury Bakteriologicznej LPSN (2023), *Clostridium*, [online], <https://lpsn.dsmz.de/genus/clostridium> [dostęp:29.05.2023].
- Murray P., Rosenthal K., Pfaller M., *Mikrobiologia*, (red.) Przondo-Mordarska, A., Martirosian G., Szkaradkiewicz A., Wrocław 2018. .
- Perzanowska J.(red.) *Monitoring gatunków roślin. Przewodnik metodyczny. Część III*, Warszawa 2012. ięga M., Stempniewicz R., *Ocena antagonizmu drożdży Geotrichum candidum w stosunku do toksynotwórczych grzybów rodzaju Fusarium*, „Żywność Nauka Technologia Jakość. Supplement” 2002, nr 3(32), s.136–147.
- Reece J., Urry L. i in. , *Biologia Campbella*, Poznań 2017. Schlegel H.G. , *Mikrobiologia ogólna*, Warszawa 2003 Sydow, M.; Chrzanowski, Ł., *Ziemia – planeta bakterii*, „Wszelchświat” 2013, nr 114(4-6), s.107–111.
- Szweykowska A., Szweykowski J., *Botanika. Systematyka tom 2*, Warszawa 2003. Szydłowska A.,; Kołożyn-Krajewska D., *Zastosowanie bakterii potencjalnie probiotycznych do fermentacji przecieru dyni*, „ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość” 2010, nr 6(73), s.109–119.
- Usajewicz I., Kornacki K. *Wykorzystanie mikroorganizmów w produkcji żywności fermentowanej*, „Biotechnologia”, nr 2(45), s. 65–80.
- Wielgus, Rafał (2016), *Dobra Praktyka Produkcyjna*, [online], Bhpex - blog bezpieczeństwa pracy, <https://www.bhpex.pl/blog/bezpieczenstwo-zywnosci/dobra-praktyka-produkcyjna/> [dostęp:14.04.2023].

Wielgus, Rafał (2016)b, *Dobra Praktyka Higieniczna*, [online], Bhpex - blog bezpieczeństwa pracy, <https://www.bhpex.pl/blog/bezpieczenstwo-zywnosci/dobra-praktyka-higieniczna/> [dostęp:14.04.2023].

Wrzosek M.; Sierota Z., *Grzyby jakich nie znamy*, Warszawa 2012..

Wieczorek C., *Mikologiczne skażenie żywności*, „Żywność” 2003, nr 3(36), s.119–129.

Ziarno M., Godlewska A., *Znaczenie i wykorzystywanie bakterii rodzaju *Lactococcus* w mleczarstwie*, „Medycyna weterynaryjna” 2008, nr 64(1), s. 35–39.

THE ROLE OF MICROBES IN THE PROCESS OF FOOD PRODUCTION

Abstract: The article demonstrates the role of microbes existing and actively participating in the surrounding environment - it is them who contribute to correct functioning of our whole ecosystem. Not only do many of them participate in chemical cycling, but they take part in human organisms. However, it is only a small part of their positive impact on our planet. Humans noticed that microorganisms differ from one another in terms of their qualities and abilities. Moreover, they found a way to use their properties in various economy branches. They are responsible for improvements in that area, especially in the of food industry. Manifold examples of bacteria (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Propionibacterium*, *Brevibacterium*) or fungi (*Saccharomyces*, *Penicillium*, *Geotrichum*), enabled us to put many food products into production. No matter the numerous advantages, microorganisms also exhibit negative influence on consumed by us eatables, which unfortunately might lead to potential, dangerous consequences for consumers. Many bacteria (genuses such as *Salmonella*, *Clostridium*, *Escherichia* and *Staphylococcus*), but also fungi (*Aspergillus*, *Penicillium*) or viruses (viruses causing Hepatitis, rotaviruses) can cause food infections. To prevent that from happening, rules and ways of proceeding were established on every step of food production and distribution, which implied, among employers, the increase of their awareness to concerning hygiene issues and thus, maintaining microbiological quality of food products.

Key words: microbes, bacteria, fungi, food industry, food, hygiene

Karolina Kowalska

Międzywydziałowe Koło Naukowe Biochemii Medycznej

Opiekun Koła: prof. dr hab. Anna Cieślińska

Wydział Biologii i Biotechnologii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

DIETA A AUTYZM: BADANIE PREFERENCJI I OGRANICZEŃ ŻYWIENIOWYCH W GRUPIE OSÓB Z ASD

Wstęp

Zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD) to złożony stan neurorozwojowy, który dotyka osoby z różnych grup demograficznych i środowisk kulturowych¹. Osoby z ASD są więc bardzo zróżnicowaną grupą społeczną. Według najnowszej Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-11 ASD cechuje się utrzymującymi się deficytami zdolności do inicjowania i podtrzymywania wzajemnych interakcji społecznych i komunikacji społecznej, a także szeregiem ograniczonych, powtarzalnych i nieelastycznych wzorców zachowań, zainteresowań lub działań, które są wyraźnie nietypowe lub nadmierne dla wieku danej osoby i kontekstu społeczno-kulturowego². Wczesne dzieciństwo jest zwykle okresem, w którym ASD ujawnia się po raz pierwszy, jednak objawy mogą w pełni zmaterializować się dopiero później, gdy wymagania społeczne przekraczają ograniczone możliwości danej osoby. Osoby ze spektrum wykazują pełen zakres zdolności poznawczych i językowych³.

W ciągu ostatnich kilku dekad częstość występowania ASD wykazała znaczny wzrost na całym świecie⁴. Podczas gdy postępy w kryteriach diagnostycznych i zwiększona świadomość częściowo przyczyniają się do rosnącej liczby przypadków, powszechnie

¹ C. Ecker, *The Psychobiology of Autism*, „Pathobiology of Human Disease. A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms” 2014, s. 2502.

² <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/437815624> [dostęp: 23.06.2023].

³ <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/437815624> [dostęp: 23.06.2023].

⁴ <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/autism-rates-by-country> [dostęp: 23.06.2023].

uznaje się, że inne czynniki, w tym wpływy genetyczne⁵ i środowiskowe, odgrywają znaczącą rolę w etiologii ASD⁶. Istnieje coraz więcej dowodów na to, że etiologia zaburzeń ze spektrum autyzmu jest wieloczynnikowa oraz że wśród tych czynników istotne znaczenie mają m.in. wiek rodzicielski, środowisko płodowe, powikłania położnicze, leki przyjmowane w czasie ciąży, palenie tytoniu i spożywanie alkoholu, odżywianie, ekspozycja na toksyny, ochronne czynniki żywieniowe oraz czynniki psychospołeczne⁷.

Już w latach 60. XX w. Pauling postawił tezę, że zaburzenia zdrowotne mogą wynikać z różnych zakłóceń biochemicznych w organizmie wynikających z czynników genetycznych, diety i nieprawidłowego stężenia molekularnego niektórych substancji⁸. W organizmie człowieka występuje dwukierunkowa komunikacja pomiędzy centralnym układem nerwowym (CNS) a jelitowym układem nerwowym (ENS) zwana osią jelitowo-mózgową. Łączy ona emocjonalne i poznawcze ośrodki mózgu z peryferyjnymi funkcjami jelit⁹. Wśród czynników wpływających na aktywność mikrobioty, jelit i mózgu wyróżnia się m.in. dietę, w tym spożywane pokarmy, czynnik genetyczny, epigenetyczny, środowiskowy, wysiłek fizyczny, lęki, stres, interakcje społeczne, leki, zachowania poznawcze¹⁰. Istnieje więc związek pomiędzy układem nerwowym a układem pokarmowym, w którym dieta może odgrywać istotną rolę.

W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się potencjalnemu wpływowi diety na osoby z ASD. Objawy żołądkowo-jelitowe, trudności z karmieniem, wysoki poziom stresu oksydacyjnego, zaburzenia obsesyjno-kompulsywne są bardzo częste i zwykle proporcjonalne do nasilenia ASD¹¹. Na metabolizm osób z ASD mają wpływ ich nawyki żywieniowe. Obecnie można wyróżnić tendencję do spożywania wysokoenergetycznych, ale ubogich w składniki odżywcze posiłków, wpływających na gromadzenie się dodatkowych wolnych rodników oddziałujących zarówno na zdrowie fizyczne, jak i psychiczne osób z ASD¹². Także inne badania potwierdzają, że osoby z ASD mają

⁵ C. Lord, M. Elsabbagh, G. Baird, J. Veenstra-Vanderweele, *Autism spectrum disorder*, Lancet. 2018 Aug 11;392(10146), s. 508–52.

⁶ A.A. Spek, *The influence of genes and environment on the development of autism spectrum disorders*, Tijdschr Psychiatr 2014; 56(10), s. 660-667 oraz N.B. Almandil, D.N. Alkuroud, S. AbdulAzeed, A. AlSulaiman, A. Elaissari, J.F. Borgio, *Environmental and Genetic Factors in Autism Spectrum Disorders: Special Emphasis on Data from Arabian Studies*. Int J Environ Res Public Health. 2019 Feb 23;16(4), s. 658.

⁷ S. Bölte, S. Girdler, P. B. Marschik, *The contribution of environmental exposure to the etiology of autism spectrum disorder*, Cell. Mol. Life Sci. 2019, n. 76, s. 1275–1297.

⁸ L. Pauling, *Orthomolecular psychiatry*. Science 1968, n. 160, s. 265–271.

⁹ M. Carabotti, A. Scirocco, M.A. Maselli, C. Severi, *The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems*. Ann Gastroenterol 2015 Apr-Jun;28(2), s. 203–209.

¹⁰ J. Cryan, J. i in., *The microbiota-gut-brain axis*, Physiol Rev 2019, n. 99, s. 1877–2013.

¹¹ R. Anadure R., S. Subramanian, A. S. Prasad, *The Gut-brain Axis*, API Textbook of Medicine 2019, s. 4.

¹² S. Doreswamy, A. Bashir, J. E. Guarecuco, S. Lahori, A. Baig, L R. Narra, P. Patel, S. E. Heindl, *Effects of Diet, Nutrition, and Exercise in Children With Autism and Autism Spectrum Disorder: A Literature Review*. Cureus 2020 Dec 22;12(12): e12222.

wysoki poziom wolnych rodników i cząsteczek prozapalnych, a także niską zdolność antyoksydacyjną spowodowaną deficytami w diecie¹³.

Interwencje dietetyczne zyskały więc uwagę jako potencjalne podejście do poprawy niektórych objawów związanych z zaburzeniami ze spektrum autyzmu¹⁴. Wstępne wyniki badań sugerują, że interwencje dietetyczne mogą poprawić niektóre objawy ASD, takie jak nadpobudliwość, zaburzenia snu i problemy żołądkowo-jelitowe¹⁵.

Jednym z ważnych czynników wspierających prawidłową dietę są suplementy. Szczególną uwagę warto zwrócić na suplementy witaminy D, magnezu oraz witamin z grupy B.

Witamina D, znana głównie ze swojej roli w regulacji metabolizmu wapnia i fosforu oraz utrzymaniu zdrowia kości, odgrywa istotną rolę w modulacji układu zapalnego poprzez regulację produkcji cytokin i funkcji immunologicznych a stany zapalne są związane z ASD, co wynika ze związku pomiędzy podwyższoną liczbą cytokin zapalnych a zaburzeniami poznawczymi¹⁶. Witamina D ma istotny wpływ na homeostazę organizmu człowieka¹⁷, a jej niski poziom w okresie płodowym, poporodowym i we wczesnym dzieciństwie może wchodzić w interakcje z innymi czynnikami i przyczyniać się do zaburzeń neurorozwojowych, w szczególności ASD¹⁸. Niektóre badania potwierdzają, że dzieci, które były suplementowane witaminą D, wykazywały niewielką, ale znaczącą poprawę w zakresie zachowań stereotypowych, jednakże nie wykazywały poprawy w zakresie innych podstawowych objawów i współistniejących schorzeń¹⁹.

Związek między dietą a autyzmem jest wieloaspektowy i obejmuje różne mechanizmy, które nie zostały jeszcze w pełni poznane. Predyspozycje genetyczne, nieprawidłowości metaboliczne, dysfunkcja osi jelitowo-mózgowej i dysregulacja układu odpornościowego należą do czynników, które przyczyniają się do obserwowanych powiązań.

¹³ V. Membrino, A. Di Paolo, S. Alia, G. Papiri, A. Vignini, A. *The Role of Oxidative Stress in Autism Spectrum Disorder: A Narrative Literature Review*. Oxygen 2023, 3, s. 34–44.

¹⁴ C. N. Amadi, C. N. Orish, C. Frazzoli, O. E. Orisakwe, *Dietary interventions for autism spectrum disorder: An updated systematic review of human studies*. Psychiatriki 2022 Sep 19;33(3), s. 228–242.

¹⁵ J.B. Adams, T. Audhya, E. Geis, E. Gehn, V. Fimbres, E.L. Pollard, J. Mitchell, J. Ingram, R. Hellmers, D. Laake, J. S. Matthews, K. Li, J. C. Naviaux, R. K. Naviaux, R. L. Adams, D. M., Coleman, D. W. Quig, *Comprehensive Nutritional and Dietary Intervention for Autism Spectrum Disorder-A Randomized, Controlled 12-Month Trial*. Nutrients 2018 Mar n. 17;10(3):369.

¹⁶ M. Kittana, A. Ahmadani, L. Stojanovska, A. Attlee, *The Role of Vitamin D Supplementation in Children with Autism Spectrum Disorder: A Narrative Review*. Nutrients 2021 Dec 22; s. 14–26.

¹⁷ S. Bölte, S. Girdler, P. B. Marschik, *The contribution of environmental exposure to the etiology of autism spectrum disorder*, Cell. Mol. Life Sci. 2019, n. 76, s. 1275–1297.

¹⁸ H. Mazahery, C.A. Jr Camargo, C. Conlon, K.L. Beck, M.C. Kruger, P.R. von Hurst, *Vitamin D and autism spectrum disorder: a literature review*. Nutrients 2016 n. 8, s. 236.

¹⁹ M. Zhang, Y. Wu, Z. Lu, M. Song, X. Huang, L. Mi, J. Yang, X. Cui, *Effects of Vitamin D Supplementation on Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis*. Clin Psychopharmacol Neurosci. 2023 May 30;21(2), s. 240–251.

Zrozumienie złożonego związku między dietą a autyzmem niesie ze sobą wielką nadzieję na poprawę życia osób ze spektrum autyzmu. Rzucając światło na potencjalne efekty terapeutyczne określonych interwencji dietetycznych, niniejszy artykuł ma na celu przyczynienie się do rosnącej wiedzy na temat ASD, torując drogę do bardziej ukierunkowanych i skutecznych interwencji, które mogą pozytywnie wpłynąć na życie osób z autyzmem i ich rodzin.

Cel i metody badań

Celem pracy było zbadanie nawyków żywieniowych u osób ze spektrum autyzmu. Jako podstawową metodę badawczą w niniejszej pracy wskazano sondaż diagnostyczny opublikowany na grupach internetowych zrzeszających osoby autystyczne. W sondażu diagnostycznym wzięły udział 172 osoby, a badanie zostało przeprowadzone w okresie od 19.03.2023 do 26.03.2023, przy zachowaniu pełnej anonimowości respondentów. W ankiecie zawarto pytania mające na celu scharakteryzowanie grupy badawczej – pytania o płeć, wiek, miejsce zamieszkania, wykształcenie i czas posiadania diagnozy. Następnie zadano pytania mające na celu ocenić zawartość składników odżywczych w diecie, jak i preferencje żywieniowe osób autystycznych. Pytania były głównie zamknięte i brzmiały w następujący sposób:

1. Jak często spożywa Pan/Pani produkty bogate w cukry proste (słodyczne, ciasta, owoce, miód)?
 - codziennie
 - kilka razy w tygodniu
 - przynajmniej raz w tygodniu
 - raz na miesiąc
 - bardzo rzadko
2. Czy zauważył Pan/Pani spadek energii, pogorszenie nastroju, zmęczenie po spożyciu produktów bogatych w cukry proste?
 - codziennie
 - kilka razy w tygodniu
 - przynajmniej raz w tygodniu
 - raz na miesiąc
 - bardzo rzadko
3. Jak często spożywa Pan/Pani produkty bogate w tłuszcze nienasycone? (oliwa z oliwek, olej rzepakowy, awokado, orzechy, ryby, jaja)?
 - codziennie
 - kilka razy w tygodniu
 - przynajmniej raz w tygodniu
 - raz na miesiąc
 - bardzo rzadko

4. Jak często spożywa Pan/Pani produkty bogate w białko? (chude mięso, ryby, jaja, nasiona roślin strączkowych)?
 - codziennie
 - kilka razy w tygodniu
 - przynajmniej raz w tygodniu
 - raz na miesiąc
 - bardzo rzadko
5. Czy jest Pan/Pani uczulona na jakieś produkty?
 - tak
 - nie
6. Jeśli tak, to jakie?
7. Jak często spożywa Pan/Pani produkty typu fast food?
 - codziennie
 - kilka razy w tygodniu
 - raz na tydzień
 - kilka razy w miesiącu
 - okazjonalnie
 - nie spożywam takich pokarmów
8. Czy zażywa Pan/Pani suplementy diety?
 - tak
 - nie

Przedstawione wyżej pytania były autorskie, nie korzystano z innych ankiet jako wzorca.

Charakterystyka grupy badawczej

Charakterystykę próby badawczej przedstawiają poniższe wykresy.

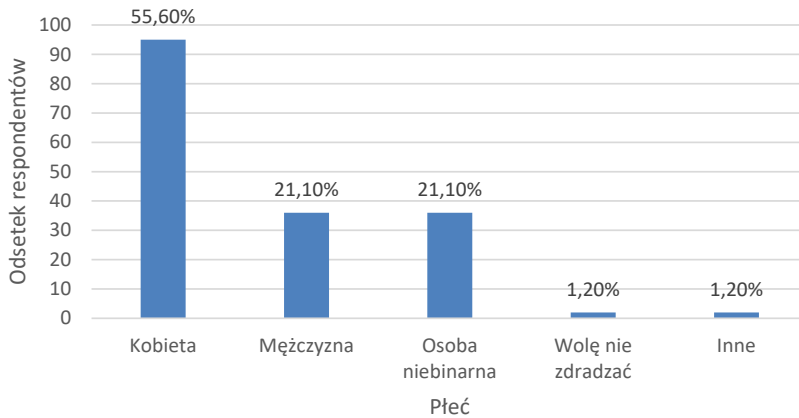
Większość respondentów ankiety stanowiły kobiety – 55,6%, mężczyźni – 21,1%, a osoby identyfikujące się jako niebinarne – również 21,1%. 1,2% nie chciało podać swojej płci, również 1,2% wybrało opcję inne (Wykres 1).

Wśród badanej grupy osób, 49,4% ma od 18 do 23 lat, 25% od 24 do 29 lat, 15,1% od 30 do 35 lat, 5,8% od 36 do 41 lat, 4,1% od 42 do 47 lat, 0,6% od 48 do 53 lat (Wykres 2).

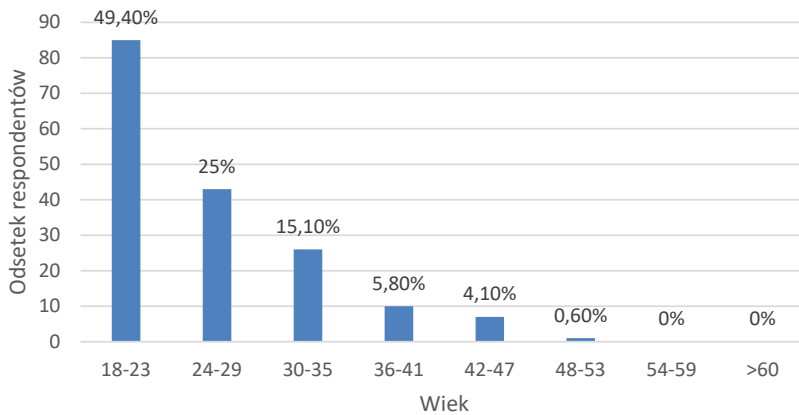
W większości respondenci mieszkają w dużych miastach (powyżej 300 tys. mieszkańców) – 58,7%, następnie w małych miastach (do 100 tys. mieszkańców) – 15,7%, w średniej wielkości miastach (100-300 tys. mieszkańców) – 14%, a na wsi – 11% ankietowanych (Wykres 3).

Większość ankietowanych posiada wykształcenie średnie – 48,2%, wyższe – 45,3%, podstawowe – 4,7%, 1,2% – gimnazjalne, a 0,6% – zasadnicze zawodowe (Wykres 4).

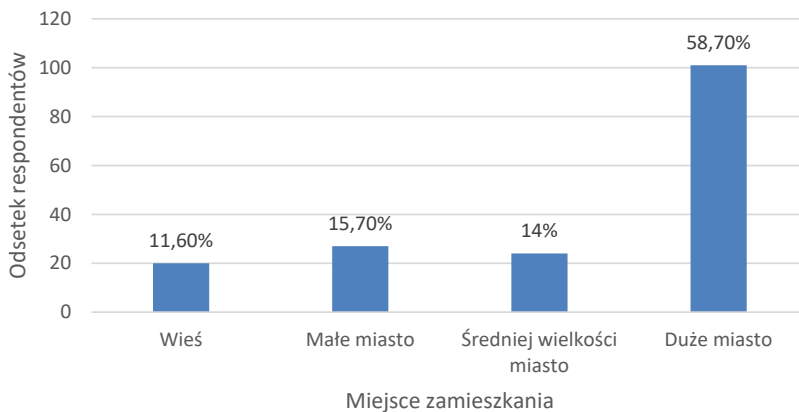
Spśród ankietowanych – 35,3% zostało zdiagnozowanych kilka miesięcy temu, 24,7% – rok temu, 15,9% – dwa lata temu, a 24,1% kilka lat temu (Wykres 5).



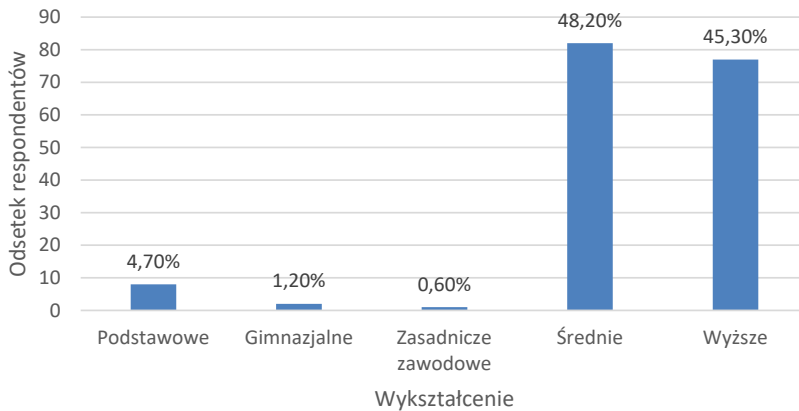
Wykres 1. Zestawienie płci



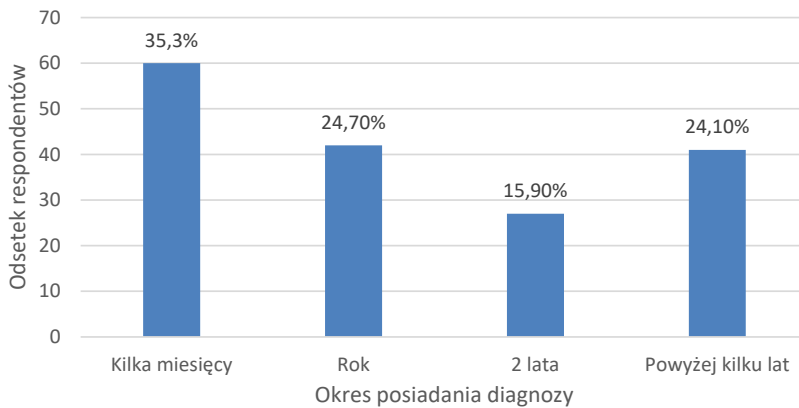
Wykres 2. Określenie wieku respondentów



Wykres 3. Miejsce zamieszkania respondentów



Wykres 4. Wykształcenie respondentów



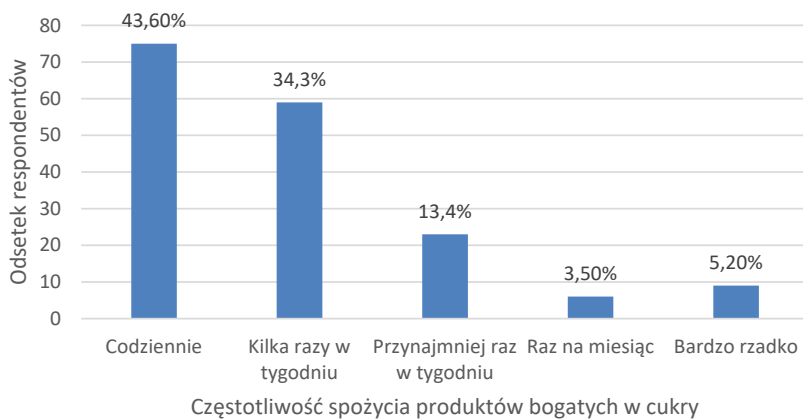
Wykres 5. Czas posiadania diagnozy

Wyniki

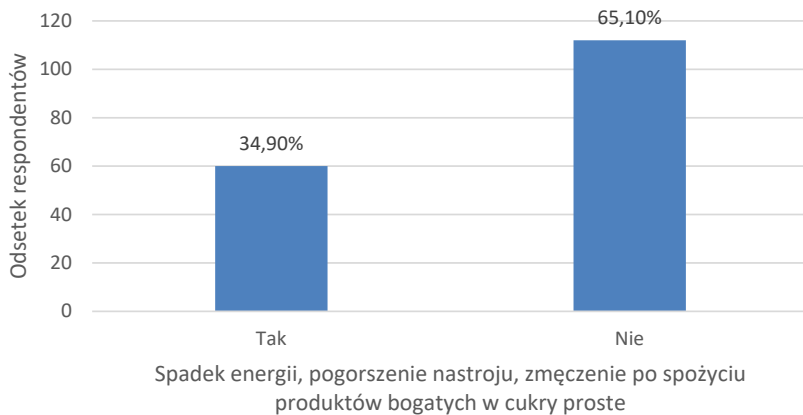
W badanej grupie autystów 43,6% codziennie spożywa produkty bogate w cukry proste tj. słodycze, ciasta owoce, miód, 34,3% kilka razy w tygodniu, 13,4% przynajmniej raz w tygodniu, 3,5% raz na miesiąc, a 5,2% bardzo rzadko (Wykres 6).

Odnotowano, że spośród ankietowanych 65, 1% nie zauważyło spadku energii, pogorszenia nastroju ani spadku energii po spożyciu tych produktów, a 34,9% zauważyło wymienione wyżej dolegliwości (Wykres 7).

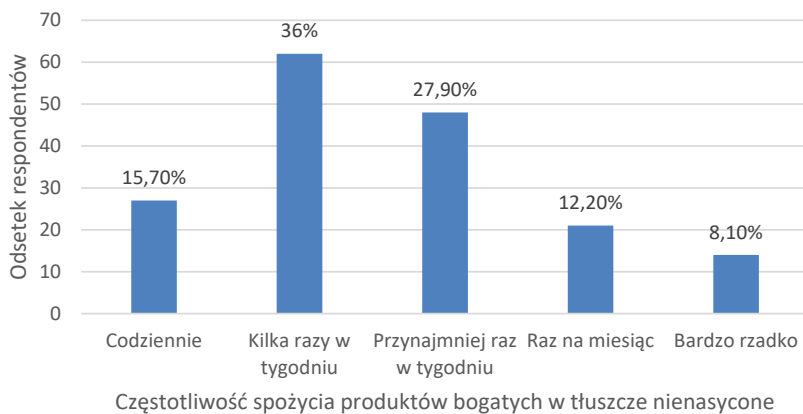
Wśród badanych tylko 15,7% spożywa codziennie produkty bogate w tłuszcze nienasycone, 36% – kilka razy w tygodniu, 27,9% – przynajmniej raz w tygodniu, 12,2% – raz na miesiąc, 8,1% – bardzo rzadko (Wykres 8).



Wykres 6. Częstość spożycia produktów bogatych w cukry proste



Wykres 7. Wpływ spożycia produktów na energię, nastrój i samopoczucie ankietowanych

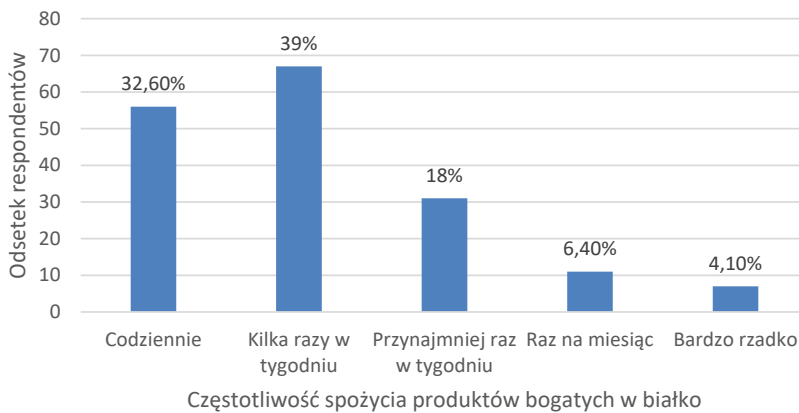


Wykres 8. Częstość spożycia produktów bogatych w tłuszcze nienasycone

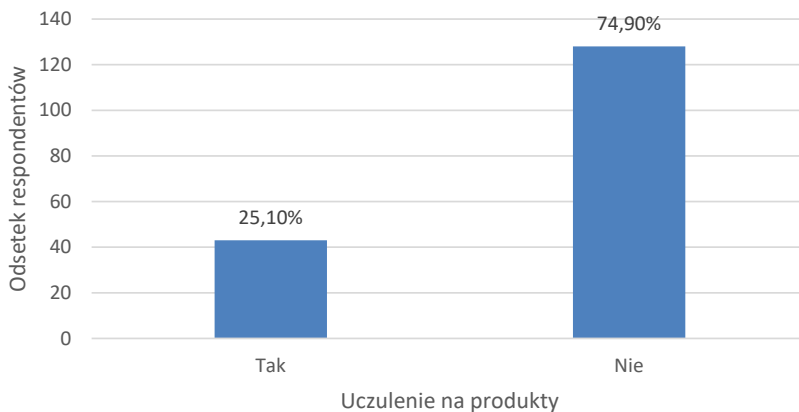
Produkty bogate w białko codziennie spożywa 32,6%, kilka razy w tygodniu – 39%, przynajmniej raz w tygodniu – 18%, raz na miesiąc – 6,4%, bardzo rzadko – 4,1% (Wykres 9).

Większość osób – 74,9% nie jest uczulona na żadne produkty w przeciwieństwie do pozostałych 25,1% (Wykres 10), którzy najczęściej uczuleni są na:

- Laktozę – 3,8%
- Kazeinę – 3,8%
- Orzechy – 3,8%



Wykres 9. Częstotliwość spożycia produktów bogatych w białko

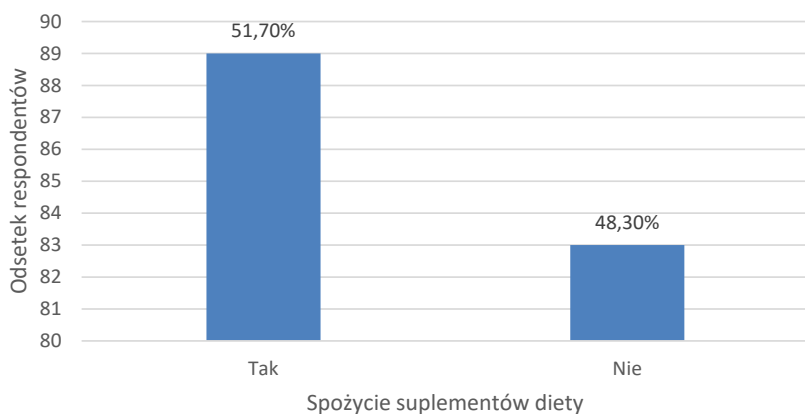


Wykres 10. Występowanie uczuleń na produkty spożywcze

Tylko 0,6% spożywa codziennie produkty typu fastfood, 11,6% – kilka razy w tygodniu, 18% – raz na tydzień, 25% – kilka razy w tygodniu, 40,1% – okazjonalnie a 4,7% nie spożywa takich produktów w ogóle (Wykres 11).



Wykres 11. Częstotliwość spożycia produktów typu fast food



Wykres 12. Spożycie suplementów diety

Według sondaży aż 51,7% badanych zażywa suplementy diety, a 48,3% nie suplementuje się wcale (Wykres 12).

Dyskusja i wnioski

Wyniki przedstawione w niniejszym artykule naukowym przedstawiają informacje na temat nawyków żywieniowych badanej grupy osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Dyskusja nad przedstawionymi wynikami jest istotna dla bardziej kompleksowego zrozumienia roli diety w kontekście autyzmu oraz identyfikacji obszarów, które wymagają dalszych badań.

Spożycie produktów bogatych w cukry proste wśród badanej grupy autystów jest dość powszechne. Ponad 40% spożywa takie produkty codziennie, a kolejne 34,3% kilka razy w tygodniu. Istnieje jednak grupa osób (łącznie 8,7%), która spożywa je bardzo rzadko lub wcale. Znacząca część badanych (65,1%) nie zauważyła negatywnych efektów spożywania tych produktów na poziom energii i nastroju, jednak 34,9% zgłosiło takie dolegliwości. W artykule Tan Si i wsp.²⁰ stwierdzono, że u dzieci z ASD częstsze spożywanie napojów słodzonych z cukrem było pozytywnie związane z wynikami problemów emocjonalnych ($p < 0,05$). Niestety, takich badań nie przeprowadzono u dorosłych osób z autyzmem, trudno jest więc ocenić, czy częste spożycie takich pokarmów również u dorosłych ma wpływ na ich stany emocjonalne.

Podane wyniki wskazują na rzadkie spożycie produktów bogatych w tłuszcze nienasycone. Tylko około 15,7% badanych deklaruje spożycie takich produktów codziennie, kolejne 36% kilka razy w tygodniu. Warto zauważyć, że większość badanych (27,9%) spożywa takie produkty przynajmniej raz w tygodniu. W badaniu A.K. El-Ansary²¹ stwierdzono u osób autystycznych wzrost większości nasyconych kwasów tłuszczowych w surowicy krwi z wyjątkiem kwasu propionowego i spadek większości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe reprezentowane przez kwasy octowy, walerianowy, heksanowy i stearydynowy były znacznie wyższe u pacjentów z autyzmem w porównaniu z grupą kontrolną. Znacznie wyższy poziom kwasu octowego można łączyć z zapaleniem żołądkowo-jelitowym jako jednym z najczęstszych objawów klinicznych autyzmu. Również wysoki poziom kwasu walerianowego można skorelować ze stresem oksydacyjnym, upośledzonym metabolizmem energetycznym, podwyższonym mleczanem w osoczu odnotowanym wcześniej u pacjentów z autyzmem²².

Spożycie produktów bogatych w białko jest stosunkowo powszechne wśród badanej grupy. Około 32,6% badanych spożywa takie produkty codziennie, a kolejne 39% kilka razy w tygodniu. W przytoczonym już powyżej badaniu Tan Si i in. rzadsze spożywanie mleka było odwrotnie związane z wynikami zachowań prospołecznych.

Warto zwrócić uwagę na to, że większość badanych – 74,9% nie zgłosiło żadnych alergii pokarmowych, podczas gdy 25,1% najczęściej uczuła się na laktozę, kazeinę lub orzechy. Część badań nad etiologią autyzmu wskazuje na silny związek niektórych przypadków autyzmu z nietolerancją pokarmową. Większość badań skupia się

²⁰ S. Tan, N. Pan, X. Xu, H. Li, I. Lin, J. Chen, C. Jin, S. Pan, J. Jing, X. Li, *The association between sugar-sweetened beverages and milk intake with emotional and behavioral problems in children with autism spectrum disorder*, Front Nutr. 2022, nr 4. doi: 10.3389/fnut.

²¹ A.K. El-Ansary, A.G. Bacha, L.Y. Al-Ayahdi, *Plasma fatty acids as diagnostic markers in autistic patients from Saudi Arabia*. Lipids Health Dis. 2011 Apr 21; s. 10:62. doi: 10.1186/1476-511X-10-62.

²² A. Chauhan, V. Chauhan, W. Ted Brown, I. Cohen, *Oxidative stress in autism: Increased lipid peroxidation and reduced serum levels of ceruloplasmin and transferrin - the antioxidant proteins*, Life Sciences 2004, 7:2539–2549.

na związku między nietolerancją pokarmową a autyzmem²³. Wyniki tych analiz sugerują, że pewne przypadki autyzmu mogą być związane z nietolerancją pokarmową.

Spożycie typowych produktów fast food jest bardzo niskie wśród badanej grupy autystów. Tylko 0,6% spożywa tego rodzaju produkty codziennie, a większość badanych (61,7%) spożywa je okazjonalnie lub wcale. Fast foody to rodzaj żywności, która jest przygotowywana i podawana w sposób szybki, zwykle na wynos lub do spożycia na miejscu. Charakteryzuje się wysoką zawartością tłuszczu, soli, cukru i kalorii, a jednocześnie niską wartością odżywczą. Jest zazwyczaj bogata w tłuszcze trans, nasycone kwasy tłuszczowe i skrobię przetworzoną²⁴. Regularne spożywanie fast foodów może prowadzić do nadwagi, otyłości, chorób serca, cukrzycy typu 2 i innych problemów zdrowotnych²⁵. Nie zostało jednak zbadane, czy istnieje związek między spożyciem fast foodów a objawami autyzmu.

Znaczna część badanej grupy (51,7%) zażywa suplementy diety, co sugeruje, że mogą być świadomi korzyści zdrowotnych wynikających z takiego suplementowania. Jednakże, istnieje także grupa osób (48,3%) nie suplementujących się wcale. Badanie Yong-Jiang Li i wsp.²⁶ analizuje różne rodzaje suplementów diety stosowanych w ASD, takie jak witaminy, minerały, kwasy tłuszczowe omega-3, probiotyki, przeciwutleniacze i wiele innych. Autorzy omówili wyniki istniejących badań naukowych dotyczących tych suplementów i ich wpływu na objawy ASD. Spośród badanych suplementów na objawy ASD pozytywnie wpływały: witamina D3, kwasy Omega-3 i witamina B12. Znaczącą poprawę zaobserwowano w skali wycofania społecznego ABC, stereotypowych i powtarzalnych zachowań w Autism Diagnostic Interview-Revised oraz skali komunikacji SRS.

Podsumowując, wyniki przedstawione w artykule wskazują na złożoność nawyków żywieniowych i ich potencjalnego wpływu na osoby z autyzmem. W innym badaniu²⁷ stwierdzono, że dzieci z ASD wykazywały nie zrównoważony skład ciała w kierunku zarówno niedowagi, jak i otyłości, większy stopień nieadekwatnego spożycia pokarmów, wysoką selektywność żywności, na co wskazuje ich częstotliwość spożycia, oraz bardziej zaburzone zachowania żywieniowe niż dzieci z neurotypowym rozwojem. Wciąż jednak brakuje badań nad preferencjami żywieniowymi osób dorosłych z za-

²³ L. Hetemi, *Food Intolerance and Autism*, American Journal of Drug Delivery and Therapeutic 2020, Vol.7 No.12:25.

²⁴ J. Fuhrman, *The Hidden Dangers of Fast and Processed Food*. Am J Lifestyle Med. 2018 Apr 3;12(5):375–381. doi: 10.1177/1559827618766483.

²⁵ I. Jahan, P. Karmakar, M. M. Hossain, N. Jahan, M. Z. Islam, *Fast Food Consumption and its Impact on Health*, Eastern Medical College Journal, 2020, nr 5.

²⁶ Li YJ, Ou JJ, Li YM, Xiang DX. *Dietary Supplement for Core Symptoms of Autism Spectrum Disorder: Where Are We Now and Where Should We Go?* Front Psychiatry. 2017 Aug 23; 8:155. doi: 10.3389/fpsy.2017.00155.

²⁷ J.Molina-López ,B. Leiva-García, E Planells ,P. Planells, *Food selectivity, nutritional inadequacies, and mealtime behavioral problems in children with autism spectrum disorder compared to neurotypical children*. Int J Eat Disord. 2021 Dec;54(12):2155-2166. doi: 10.1002/eat.23631.

burzeniami ze spektrum autyzmu. Choć sama dieta może nie różnić się istotnie od diety osób neurotypowych, to warto wziąć pod uwagę indywidualne ograniczenia i potrzeby osób dorosłych z autyzmem takie jak np. nietolerancje czy alergie pokarmowe. Niemożliwym jednak wydaje się stworzenie jednej, uniwersalnej diety, która wpływałaby pozytywnie na objawy ASD. Potrzeba dalszych prac wielu specjalistów z zakresu dietetyki, psychologii i neurologii w tym temacie.

Bibliografia

- Adams J.B., Audhya T., Geis E., Gehn E., Fimbres V., Pollard E.L., Mitchell J., Ingram J., Hellmers R., Laake D., Matthews J.S., Li K., Naviaux J.C., Naviaux R.K., Adams R.L., Coleman D.M., Quig D. W., *Comprehensive Nutritional and Dietary Intervention for Autism Spectrum Disorder-A Randomized, Controlled 12-Month Trial*. *Nutrients* 2018 Mar n. 17;10(3):369.
- Almandil N.B., Alkuroud D.N., AbdulAzeez S., AlSulaiman A., Elaissari A., Borgio J.F., *Environmental and Genetic Factors in Autism Spectrum Disorders: Special Emphasis on Data from Arabian Studies*. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Feb 23;16(4), s. 658.
- Amadi C.N., Orish C.N., Frazzoli C., Orisakwe O.E., *Dietary interventions for autism spectrum disorder: An updated systematic review of human studies*. *Psychiatriki* 2022 Sep 19;33(3), s. 228–242.
- Anadure R., Subramanian S., Prasad A.S., *The Gut-brain Axis*, API Textbook of Medicine 2019, s. 4.
- Bölte S., Girdler S., Marschik P.B., *The contribution of environmental exposure to the etiology of autism spectrum disorder*, *Cell. Mol. Life Sci.* 2019, n. 76, s. 1275–1297.
- Carabotti M., Scirocco A., Maselli M.A., Severi C., *The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems*. *Ann Gastroenterol* 2015 Apr-Jun;28(2), s. 203–209.
- Chauhan A., Chauhan V., Ted Brown W., Cohen I., *Oxidative stress in autism: Increased lipid peroxidation and reduced serum levels of ceruloplasmin and transferrin - the antioxidant proteins*, *Life Sciences* 2004, 7:2539–2549.
- Cryan, J. i in., *The microbiota-gut-brain axis*, *Physiol Rev* 2019, n. 99, s. 1877–2013.
- Doreswamy S., Bashir A., Guarecuco J.E., Lahori S., Baig A., Narra L. R., Patel P., Heindl S. E., *Effects of Diet, Nutrition, and Exercise in Children With Autism and Autism Spectrum Disorder: A Literature Review*. *Cureus* 2020 Dec 22;12(12): e12222.
- Ecker C., *The Psychobiology of Autism*, „Pathobiology of Human Disease. A Dynamic Encyclopedia of Disease Mechanisms” 2014, s. 2502.
- El-Ansary A.K., Bacha A.G., Al-Ayahdi L.Y. *Plasma fatty acids as diagnostic markers in autistic patients from Saudi Arabia*. *Lipids Health Dis.* 2011 Apr 21;10:62. doi: 10.1186/1476-511X-10-62.
- Fuhrman A., *The Hidden Dangers of Fast and Processed Food*, *Am J Lifestyle Med.* 2018 Apr 3;12(5):375-381. doi: 10.1177/1559827618766483.
- Hetemi L., *Food Intolerance and Autism*, *American Journal of Drug Delivery and Therapeutic* 2020, Vol.7 No.12:25.
- Jahan I., Karmakar P., Hossain M.M., Jahan N., Islam M.Z., *Fast Food Consumption and its Impact on Health*, *Eastern Medical College Journal*, 2020, nr 5.
- Kittana M., Ahmadani A., Stojanovska L., Attlee A., *The Role of Vitamin D Supplementation in Children with Autism Spectrum Disorder: A Narrative Review*. *Nutrients* 2021 Dec 22; s. 14–26.

- Li Y.J., Ou J.J., Li Y.M., Xiang D.X. *Dietary Supplement for Core Symptoms of Autism Spectrum Disorder: Where Are We Now and Where Should We Go?*, *Front Psychiatry*. 2017 Aug 23;8: 155. doi: 10.3389/fpsy.2017.00155.
- Lord C., Elsabbagh M., Baird G., Veenstra-Vanderweele J., *Autism spectrum disorder*. *Lancet*. 2018 Aug 11;392(10146), s. 508–52.
- Mazahery H., Jr Camargo C.A., Conlon C., Beck K.L., Kruger M.C., Hurst P.R., *Vitamin D and autism spectrum disorder: a literature review*. *Nutrients* 2016 n. 8, s. 236.
- Membrino V., Di Paolo A., Alia S., Papiri, A. Vignini, A. *The Role of Oxidative Stress in Autism Spectrum Disorder: A Narrative Literature Review*. *Oxygen* 2023, 3, s. 34–44.
- Molina-López J., Leiva-García B., Planells E., Planells P., *Food selectivity, nutritional inadequacies, and mealtime behavioral problems in children with autism spectrum disorder compared to neurotypical children*. *Int J Eat Disord*. 2021 Dec;54(12):2155-2166. doi: 10.1002/eat.23631.
- Pauling L., *Orthomolecular psychiatry*. *Science* 1968, n. 160, s. 265–271.
- Spek A. A., *The influence of genes and environment on the development of autism spectrum disorders*, *Tijdschr Psychiatr* 2014; 56(10), s. 660–667
- Tan S., Pan N., Xu X., Li H., Lin L., Chen J., Jin C., Pan S., Jing J., Li X. *The association between sugar-sweetened beverages and milk intake with emotional and behavioral problems in children with autism spectrum disorder*. *Front Nutr*. 2022 Aug 4;9:927212. doi: 10.3389/fnut.2022.927212.
- Zhang M., Wu Y., Lu Z., Song M., Huang X., Mi L., Yang J., Cui X. *Effects of Vitamin D Supplementation on Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis*. *Clin Psychopharmacol Neurosci*. 2023 May 30;21(2), s. 240–251.

Źródła internetowe

- <https://icd.who.int/browse11/l-m/en#/http://id.who.int/icd/entity/437815624> [dostęp: 23.06.2023].
- <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/autism-rates-by-country> [dostęp: 23.06.2023].

DIET AND AUTISM: A STUDY OF DIETARY PREFERENCES AND RESTRICTIONS IN A GROUP OF PEOPLE WITH ASD

Abstract: The study examined eating habits in autistic individuals (n=172) from March 19, 2023 to March 26, 2023. Findings revealed that 43.6% of respondents consume sugary foods daily, despite 65.1% experiencing decreased energy, mood deterioration, and fatigue afterward. Additionally, 36% consume foods high in unsaturated fats weekly, while 25.1% reported food allergies, primarily lactose, casein, and nuts (3.8% each). Notably, 43.6% regularly consume sugary products, and 51.7% use dietary supplements, mainly vitamin D3, magnesium, and B vitamins. Consequently, promoting nutritional education among autistic individuals and their families is crucial to reduce sugar intake, increase unsaturated fat consumption, and address food allergies. While dietary supplements may be beneficial, they should not replace a balanced diet. Further research on the dietary impact on autistic individuals is warranted to enhance their overall well-being.

Key words: autism, diet, dietary preferences, dietary restrictions

SEKCJA NAUK O ŻYWNOŚCI

Szymon Andrzejewski

Koło Naukowe Gastronomia – Sztuka Kulinarna

Opiekun: dr hab. inż. Marzena Danowska-Oziewicz, prof. UWM

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ORCID: 0000-0001-7019-5235

WPŁYW PROCESU MARYNOWANIA NA JAKOŚĆ POTRAW Z MIĘSA KACZKI

Wstęp

Mięso i produkty mięsne stanowią istotny element w żywieniu człowieka. Rynek mięsa i przetworów mięsnych obfituje w mięso różnych gatunków zwierząt takich jak: mięso wołowe, wieprzowe, koninę, jagnięce, kozie, mięso drobiowe (kurczak, indyk, kaczka) oraz dziczyzna (mięso jelenia, dzika, królika)¹. Mięso jest dobrym źródłem białka, które jest lekkostrawne i łatwo przyswajalne. Jako pełnowartościowe białka, zawierają one wszystkie aminokwasy egzogenne. Wartość biologiczna białek (BV, biological value), która wskazuje, ile białka dostarczonego do organizmu może być przez niego wchłonięte, jest wyższa w przypadku białek pochodzących z produktów mięsnych niż roślinnych i wynosi od 74,3 do 80,0. Białka pochodzenia roślinnego mają tę wartość pomiędzy 64 (gluten pszeniczny) a 74 (białko sojowe)². Cena wybieranej żywności wraz z wzrostem świadomości żywieniowej konsumentów schodzi na drugi plan. Coraz to częściej zwracamy jednak uwagę na takie aspekty jak metody pozyskiwania czy produkcji żywności, bezpieczeństwo zdrowotne, skład i wartość odżywcza, jak również właściwości sensoryczne wybieranych produktów, w tym również mięsa³. Marynowanie mięsa znane jest od wielu lat i zarówno dobór składników wykorzystywanych do

¹ K. Arihara, *Strategies for designing novel functional meat products*, "Meat Science" 2006, nr 74(1), s. 219–229.

² J. Wajdzik, *Rola mięsa i przetworów mięsnych w odżywianiu człowieka*, „Ogólnopolski Informator Masarski” 2019, nr 282/02, s. 32–48.

³ D. Singh-Ackbarali, R. Maharaj, *Sensory evaluation as a tool in determining acceptability of innovative products developed by undergraduate students in Food Science and Technology at The University of Trinidad and Tobago*, "Journal of Curriculum and Teaching" 2014, nr 3, s. 10–27.

przygotowania marynat jak również techniki marynowania są ciągle udoskonalane, tak aby uzyskany produkt spełniał wymagania konsumentów. Świadomość konsumentów wzrasta, więc są oni coraz bardziej wyczuleni na problemy zdrowotne związane z dietą i dlatego poszukują naturalnych składników, które będą bezpieczne i prozdrowotne⁴. W wyniku marynowania zachodzi wiele zmian w mięsie. Na przykład poprzez zastosowanie kwaśnych marynat przed procesem cieplnym, wzrasta kruchość mięsa, co spowodowane jest osłabieniem struktur włókien mięśniowych oraz ułatwioną przemianą kolagenu do żelatyny, jak również wzmożoną aktywnością katepsyn⁵, jeszcze na etapie marynowania mięsa. Inni autorzy wskazują, że głównym następstwem marynowania jest wspomniana już poprawa kruchości surowego mięsa, jak również jego walorów smakowo-zapachowych, a także jakości wyrobów mięsnych. Marynowanie jest wszechstronnie wykorzystywane z uwagi, że nie ma co do jego stosowania jakichkolwiek przeciwwskazań religijno-kulturowych⁶.

Marynaty można podzielić na 3 grupy, biorąc pod uwagę środowisko (bazę), w którym umieszczone zostaną surowce:

- **Marynaty na bazie składników kwaśnych**, które stosuje się przede wszystkim w celu poprawy właściwości technologicznych mięsa. Tradycyjnie mięso marynuje się w winie, occie i soku z cytryny lub w mieszance tychże składników. Obniżona wartość pH, działanie katepsyn oraz osłabienie struktur mięśni powodują przyspieszenie proteolizy oraz częściowe uwodnienie kolagenu w tkance łącznej. Prawdłowo zastosowana marynata kwaśna wpływa na poprawę kruchości i soczystości mięsa^{7, 8}. Zbyt długi czas marynowania w tego typu mieszaninie spowodować może gąbczastą strukturę mięsa⁹. Dlatego należy odpowiednio dobrać czas przetrzymywania w kwaśnej zalewie półproduktów poddanych procesowi marynowania.
- **Marynaty na bazie olejów**, które powstają poprzez zmieszanie takich składników jak: woda, olej/oliwa i substancji zagęszczających w postaci przypraw. W ten sposób powstaje mieszanina o niskiej bądź średniej lepkości. Marynaty tego typu nadają się do marynowania mięsa przeznaczonego do smażenia i grillowania (steaki, małe kawałki mięsa). Mieszanka tych składników wpływa na poprawę wyglądu mięsa, co sprawia, że danie dla konsumenta jest atrakcyjniejsze wizualnie. Dodatek oleju

⁴ J. Fernández-López, J.M. Fernández-Ginés, L. Aleson-Carbonell, E. Sendra, Sayas-Barberá, E., J.A. Pérez-Alvarez, *Application of functional citrus by products to meat products*, "Trends in Food Science & Technology" 2004, nr 15, s. 176–185.

⁵ A. Latoch, *Effect of meat marinating in kefir, yoghurt and buttermilk on the texture and color of pork steaks cooked sous-vide*, "Annals of Agricultural Sciences" 2020, nr 65, s. 129–136.

⁶ K. Tkacz, M. Modzelewska-Kapituła, W. Zduńczyk, *Marynaty w zgodzie z tradycją*, „Gospodarka Mięсна” 2021, nr 5, s. 12–15.

⁷ T. Kołczak, *Smakowitość mięsa*, „Gospodarka Mięсна” 2007, nr 12, s. 26–28.

⁸ M. Borek, *Marynaty, bejce i glazury*. „Gospodarka Mięсна” 2008, nr 6, s. 10–17.

⁹ S.M. Yusop, M.G O’Sullivan., J.P. Kerry, *Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products*, "Woodhead Publishing Limited" 2011, s. 421–449.

minimalizuje ryzyko przypalenia surowca poddanego obróbce termicznej oraz zapobiega opadaniu ziół i przypraw – sprawia, że substancje smakowo-zapachowe są w całej objętości marynaty, dodatkowo olej pozytywnie wpływa na kruchość marynowanych elementów mięsnych¹⁰.

- **Marynaty suche**, które stosuje się przede wszystkim w celu nadania odpowiedniego zapachu i aromatu marynowanym surowcom, w związku z tym istotną rolę odgrywają tutaj przyprawy i zioła, czyli naturalne produkty pochodzenia roślinnego lub ich mieszanki¹¹. Jako przyprawy stosuje się zazwyczaj części roślin tj. owoce (*Fruktus*), kwiaty (*Flos*), nasiona (*Semen*), pączki (*Gemmae*), liście (*Folium*), korzenie (*Radix*), pędy, (*Turio*), kory (*Cortex*) lub kłącza (*Rhizoma*)¹². Dodatki te oprócz oddziaływania na smak i aromat, wpływają również na zwiększenie wartości odżywczej potrawy i wzrost zadowolenia konsumentów. Zastosowanie ziół i przypraw, które cechują się różnymi właściwościami, sprawia, że mięso staje się bardziej strawne a same przyprawy mogą wpływać na zdrowie i/lub działać kojąco na niektóre dolegliwości. Wykorzystuje się je w różnej postaci, tj.: świeżej lub przetworzonej (suszone, mrożone lub liofilizowane)¹³.

Cydr jako napój alkoholowy produkowany z jabłek (soku jabłkowego), jest prosty do wytworzenia i popularny w Europie Zachodniej. Napój ten cechuje się wysoką zawartością polifenoli, które wpływają na jego profil sensoryczny (barwę, cierpkość i aromat) oraz działają przeciwutleniająco, zapobiegając procesom utleniania LDL-lipoprotein, agregacji płytek krwi czy uszkodzeniu czerwonych krwinek^{14, 15}. Tradycyjne cydry, zwane też cydrami naturalnymi, charakteryzują się wytrawnym, kwaśnym profilem smakowym z delikatnym, czasem cierpkim posmakiem. Oprócz smaku jabłka można wyczuć nuty korzenne, ziemiste, a czasem nawet mleczne, które są efektem spontanicznej fermentacji. Słodkie cydry mają delikatniejszy, wyraźniej jabłkowy smak i aromat. Z kolei cydry przemysłowe to najczęściej półsłodkie lub słodkie, o intensywnym jabłkowym smaku. Warto zaznaczyć, że cydr, podobnie jak piwo, nie jest sztucznie gazowany. Stopień nasycenia dwutlenkiem węgla (CO₂) zależy od regionu produkcji. Hiszpańskie cydry zwykle nie mają gazu, angielskie cydry mają niewielką jego ilość, podobnie jak angielskie piwa, podczas gdy najbardziej musujące są francu-

¹⁰ A. Pisula, E. Pospiech, *Mięso – podstawy nauki i technologii*, Warszawa 2011, s. 204–222.

¹¹ PN-EN ISO 767:2009, *Przyprawy – Nazewnictwo botaniczne*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.

¹² K.P. Kochhar, *Dietary spices in health and diseases (II)*, „Indian Journal of Physiology and Pharmacology” 2008, nr 52, s. 106–122.

¹³ S.M. Yusop, M.G. O’Sullivan, M. Preuß, H. Weber, J.F. Kerry, J.P. Kerry, *Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat*, “LWT – Food Science and Technology” 2012, nr 46, s. 349–355.

¹⁴ R. Gorecki, *Cydr jabłkowy*, „Działkowiec” 2013, nr 09.

¹⁵ D. Kwaśniewska, D. Wiczorek, *Ocena właściwości przeciwutleniających cydrów*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2016, nr 6(109), s. 80–83.

skie cydrylicy, które często kończą proces fermentacji w zakorkowanych butelkach, podobnie jak wino szampańskie. Cydrylicy przemysłowe zazwyczaj mają mocne nasycenie dwutlenkiem węgla^{16, 17}. Marynowane mięso w cydrylicy może charakteryzować się delikatnym, jabłkowym aromatem. Cydrylicy może pomagać również w zmiękczeniu mięsa oraz nadawać mu korzennych lub kwasowych smaków.

Gotowanie metodą *sous vide* polega na gotowaniu żywności, zamkniętej próżniowo w plastikowej torebce, w łaźni wodnej lub w piecu parowym w określonej temperaturze i czasie. W porównaniu do metody tradycyjnego gotowania, obróbka termiczna metodą *sous vide* odbywa się w niższej temperaturze i w wydłużonym czasie^{18, 19}. Metoda ta wykorzystywana jest w restauracjach do przygotowywania warzyw, ryb, owoców morza, drobiu, wieprzowiny i wołowiny²⁰. Mając na uwadze bezpieczeństwo zdrowotne wyrobów gotowych, kluczowe jest przestrzeganie i kontrolowanie parametrów (czasu, temperatury) gotowania w próżni, jak również przestrzeganie procedur związanych z systemem HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point – system analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli) oraz GMP (Good Manufacturing Practice – dobra praktyka produkcyjna) i GHP (Good Hygienic Practice – dobra praktyka higieniczna)²¹. W celu poprawy bezpieczeństwa żywności przygotowywanej metodą *sous vide* zaleca się przed podaniem wyroby ponownie podgrzać²² jak również dodatkowo obsmażyć, co pozwoli na spasteryzowanie powierzchni wyrobu²³.

W niniejszych badaniach, do przygotowania potrawy z mięsa kaczego zastosowano dwa zabiegi technologiczne tj. marynowanie w marynacie kwaśniej na bazie cydrylicy oraz obróbkę termiczną metodą *sous vide*.

¹⁶ A. Nogueira, J.M. LeQuéré, R. Buldin, *Oxygene et stabilité des cidres*, "Rev. Pomme a cidre" 2003, nr 5, s. 16–17.

¹⁷ M. Kostrz, P. Satora, *Jabłko-surowiec do produkcji napojów alkoholowych*, [w:] *Rola procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności*, A. Duda-Chodak, D. Najgebauer-Lejko, I. Drożdż, T. Tarko, Kraków 2016, s. 118–6.

¹⁸ M. Roldán, J. Ruiz, J.S. Pulgar, T. Pérez-Palacios, T. Antequera, *Volatile compound profile of sous-vide cooked lamb loins at different temperature-time combinations*, "Meat Science" 2015, nr 100(1), s. 52–57.

¹⁹ W. Briggs, A. Papadopoulos, A. Wilcock, *Sous Vide cooking in restaurants: A qualitative study of Ontario public health inspector knowledge, experience, practices, and needs*, "Food Protection Trends" 2019, nr 39(1), s. 51–61.

²⁰ S. Stankov, H. Fidan, R. Rusev, M. Baeva, *Low-temperature cooking method Sous vide in the restaurant industry: A review*, "Food Science and Applied Biotechnology" 2020, nr 3(1), s. 92–102.

²¹ H.M. Al-Qadiri, M. Lin, M.A. Al-Holy, A.G. Cavinato, B.A. Rasco, *Detection of sublethal thermal injury in Salmonella enterica serotype typhimurium and Listeria monocytogenes using fourier transform infrared (FT-IR Spectroscopy (4000 to 600 cm⁻¹))*, "Food Science" 2008, nr 73(2), s. M54–M61.

²² K. Vijay, J. Benne, S. Marmer, *Growth of Clostridium perfringens from spore inocula in sous-vide turkey products*, "International Journal of Food Microbiology" 1996, nr 32(1–2), s. 115–123.

²³ S.C. Stringer, A. Metris, *Predicting bacterial behaviour in sous vide food*, "International Journal of Gastronomy and Food Science" 2018, nr 13, s. 117–128.

Cel

Celem badań była ocena wpływu marynaty przygotowanej na bazie cydru na wybrane wyróżniki jakościowe mięśni piersiowych kaczki gotowanych metodą *sous vide*. Cel badań zrealizowano poprzez zbadanie wybranych parametrów fizykochemicznych wyrobu mięsnego, a także poddanie go ocenie organoleptycznej.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły mięśnie piersiowe kaczki zakupione w handlu detalicznym na terenie miasta Olsztyn. Mięso poddano obróbce wstępnej, po czym umieszczono w 10-procentowym roztworze soli kuchennej na 40 minut w celu równomiernego doprawienia mięśni solą. Następnie mięso wyjęto z solanki, opłukano i osuszono ręcznikiem papierowym. Mięso poddane jedynie działaniu solanki stanowiło próbkę kontrolną, zaś właściwy materiał badawczy umieszczono w marynacie kwaśnej, która składała się z 1 litra cydru klasycznego o zawartości alkoholu 4,5% oraz dodatków (4 g suszonego tymianku, 3 g suszonego rozmarynu, 20 g czosnku świeżego, 6 g skórki z pomarańczy, 70 g soku z pomarańczy, 3 goździki całe, 0,5 g kolendry całej). Mięso marynowano przez 69 h w temperaturze 4°C. Po upływie okresu marynowania, mięso poddano procesowi gotowania metodą *sous vide*. W tym celu próbki zapakowano próżniowo w specjalne worki do gotowania *sous vide* (PA/PE 15 µm nylon / 60 µm polietylen; Hendi, Austria), używając komorowej pakowarki próżniowej Edesa VAC-20 DT (Barcelona, Hiszpania). Próbki mięsa zanurzono w wodzie o temperaturze 60°C na okres 120 minut. Po upływie czasu gotowania *sous vide* mięsa wyjęto z łaźni wodnej, a następnie z worków i zważono, półprodukty nacięto od strony skóry i wykończono poprzez obsmażenie na patelni przez 4 minuty. Takiej samej procedurze gotowania poddano próbkę kontrolną. Kolejnym etapem badań było przeprowadzenie oceny organoleptycznej oraz analiz fizykochemicznych przygotowanych wyrobów.

Wydajność obróbki termicznej

Efektywność procesu termicznego określono na podstawie różnicy masy mięsa przed i po obróbce cieplnej metodą *sous vide*.

Zawartość wody

Zawartość wody w próbkach badawczych oznaczono metodą suszenia zgodnie z normą PN ISO 1442:2000. Zawartość wody obliczono ze wzoru:

$$X = 100\% - \frac{b \times 100\%}{a}$$

gdzie:

X – zawartość wody [%], a – masa próbki przed suszeniem [g], b – masa próbki po suszeniu [g]. Oznaczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

Wartość pH

Kwasowość czynną (pH) mięsa surowego i wyrobów kulinarnych oznaczano za pomocą pehametru HI 99163 (Hanna Instrument, Nusfalau, Romania) z elektrodą kombinowaną, którą kalibrowano w buforach pH 4 i pH 7. Średnią wartość pH wyznaczono z 6 zmierzonych wartości dla tego samego produktu, a procedury były takie same dla wszystkich próbek.

Barwa

Wykorzystując kolorymetr CR-400 (Konica-Minolta, Osaka, Japonia) określono barwę każdej próbki w przestrzeni barw CIE L*a*b*. Rejestrowano jasność (parametr L*), czerwoność (parametr a*) i żółtość (parametr b*) mięsa surowego i wyrobów gotowych. Dla każdej próbki wykonano siedem pomiarów w losowych miejscach na przekroju próbki.

Siła cięcia

Do przeprowadzenia testu cięcia, w celu pomiaru maksymalnej wartości siły cięcia, wykorzystano analizator tekstury TA.XT.plus firmy Stable Micro Systems Ltd (Godalming, Wielka Brytania) wyposażony w głowicę 50 kg oraz przystawkę Warner-Bratzlera z ostrzem nożowym z trójkątnym wycięciem „V” (HDP/WBr). Parametry pracy analizatora były następujące: prędkość przesuwu noża w czasie testu – 200 mm/min, prędkość przed testem – 120 mm/min, prędkość po teście – 600 mm/min. W doświadczeniu wykorzystywano próbki w kształcie prostopadłościanu o wymiarach 10 x 10 x 25 mm. Analizę siły cięcia wykonano w 30 powtórzeniach dla każdej próbki.

Ocena organoleptyczna

Ocenę organoleptyczną wyrobów z mięśnia piersiowego kaczki wykonano bezpośrednio po ich dodatkowym obsmażaniu. Mięsa po obsmażeniu z obu stron i trzyminutowym odpoczynku, pokrojono w plastry o grubości ok. 5 mm i podano zespołowi do oceny w postaci zakodowanych próbek. Próbkę zostały poddane ocenie przy użyciu

skali graficznej strukturowanej jednokierunkowej, której punkty brzegowe były opisane jako: 0 – niepożądana, 10 – pożądana. Oceniono 6 wyróżniających się cech jakościowych, tj.: wygląd ogólny, barwę na przekroju, zapach, teksturę (kruchosć), smak oraz pożądalność ogólną. Oceny dokonał zespół 10 osób, przeszkolonych w zakresie analizy sensorycznej żywności²⁴.

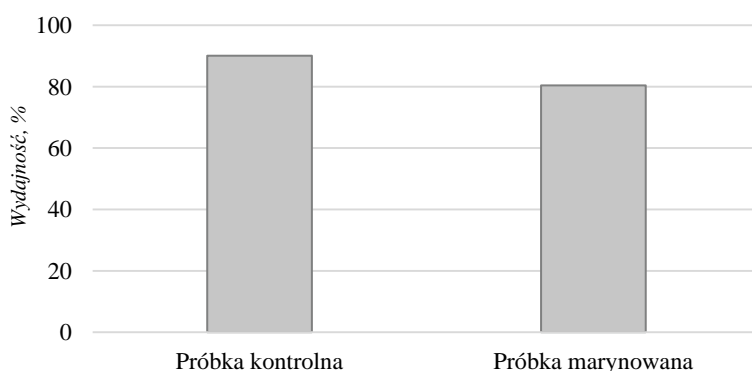
Analiza statystyczna

Wszystkie uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wykorzystując do tego celu program Statistica 13 (TIBCO Software Inc., Tulsa, USA). Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a do określenia istotności różnic między badanymi cechami próbek wykorzystano test Tukey'a. W przypadku gdy $p < 0,05$ stwierdzono istotne różnice między wartościami średnimi.

Wyniki i dyskusja

Wydajność obróbki termicznej

Przeprowadzone badania wykazały, że wydajność obróbki termicznej (Rysunek 1) w wyniku zastosowania marynaty kwaśnej na bazie cydru, była niższa (80,39%) niż w przypadku próbki kontrolnej, poddanej tylko gotowaniu metodą *sous vide* (90,06%). Badane próbki pod względem badanego parametru różniły się istotnie statystycznie



Rysunek 1. Wydajność obróbki termicznej

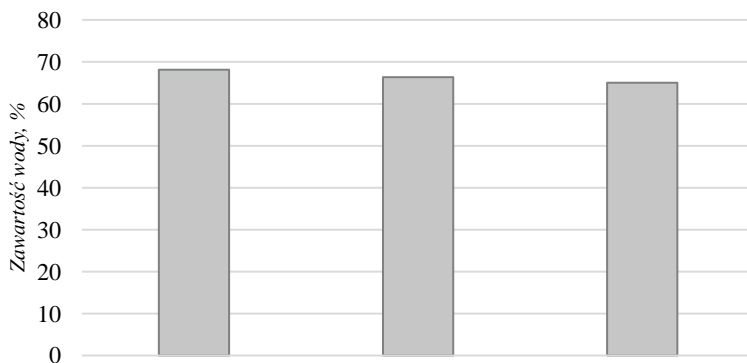
Źródło: opracowanie własne

²⁴ N. Baryłko-Pikielna, I. Matuszewska, *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania*, Kraków 2009, ss.375.

między sobą ($p < 0,05$). Uzyskane wyniki są rozbieżne z wynikami innych autorów, którzy wykazali korzystny wpływ marynaty kwaśnej na wydajność mięsa po obróbce termicznej^{25, 26, 27}. Rozbieżność wyników spowodowana może być składem marynaty, który może wpłynąć zarówno korzystnie, jak i negatywnie na tę cechę wyrobów oraz samym rodzajem mięsa i jego elementem kulinarnym.

Zawartość wody

Próbki mięsa poddane obróbce termicznej *sous vide* z zastosowaniem lub bez zastosowania marynaty kwaśnej cechowały się niższą zawartością wody (Rysunek 2) w porównaniu do mięsa surowego (68,12%). W próbce kontrolnej odnotowano 66,35% zawartości wody, natomiast w próbce wyrobu marynowanego 65,02%. Po przeprowadzonej analizie statystycznej wyników dotyczących badanych próbek po obróbce termicznej i marynowaniu wykazano istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) pomiędzy próbkami po obróbce termicznej a mięsem surowym oraz pomiędzy próbką kontrolną i mięsem marynowanym. W dostępnej literaturze nie znaleziono danych dotyczących składu chemicznego wyrobów kulinarnych z mięśnia piersiowego kaczki, poddanych procesowi marynowania i gotowania metodą *sous vide*. Niemniej jednak metoda *sous vide*, która polega na gotowaniu przez dłuższy czas w niskiej temperaturze w warun-



Rysunek 2. Zawartość wody w mięsie surowym i wyrobach gotowych

Źródło: opracowanie własne

²⁵ S.M. Yusop, M.G. O'Sullivan, J.P. Kerry, *op.cit.*

²⁶ K. Lopez, M.W. Schilling, T.W. Armstrong, B.S. Smith, A. Corzo, *Sodium chloride concentration affects yield, quality, and sensory acceptability of vacuum-tumbled marinated broiler breast fillets*, "Poultry Science" 2012, nr 91, s. 89–93.

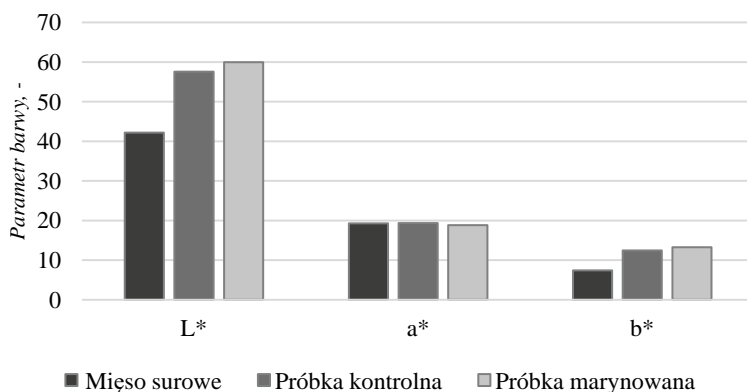
²⁷ Z Sokołowicz., A. Augustyńska-Prejsnar, *Wpływ marynowania na jakość mięśni piersiowych kurcząt brojlerów*, „Wiadomości Zootechniczne” 2016, nr 1, s. 44–52.

kach pakowania próżniowego, minimalizuje koagulację białek miofibrylarnych i utratę wody poprzez parowanie w porównaniu do konwencjonalnych metod gotowania²⁸.

Barwa i tekstura

Zarówno barwa jak i tekstura są bardzo ważnymi parametrami oceny potraw z mięsa, zarówno konsumenckiej jak i kulinarnej. Parametry barwy próbek surowych mięśni piersiowych kaczki i próbek gotowaniu metodą *sous vide* przedstawiono na Rysunku 3 oraz wartości siły cięcia na Rysunku 4.

Instrumentalna analiza barwy wykazała, że średnie wartości parametru jasności (L^*) próbek poddanych gotowaniu, z zastosowaniem lub bez zastosowania marynowania, były istotnie wyższe ($p < 0,05$) (odpowiednio: 59,95 oraz 57,55) od wartości tego parametru odnotowanego dla próbki mięsa surowego (40,18). Oznacza to, że mięso poddane ogrzewaniu miało jaśniejszą barwę niż mięso surowe. Najważniejszym parametrem barwy mięsa jest czerwość (a^*), której wartość dla próbki surowego mięsa wynosiła 19,27, natomiast próbki kontrolnej 19,34 i próbki marynowanej 18,33. Próbki nie różniły się istotnie pod względem tej cechy ($p < 0,05$). Najwyższe wartości parametru żółtości (b^*) barwy odnotowano dla próbki poddanej marynowaniu (13,25), jednak nie różniła się ona istotnie intensywnością tej cechy od próbki kontrolnej (12,42) ($p < 0,05$). Obie próbki gotowane cechowały się wyższą żółtością barwy niż mięso surowe (7,40). Barwa mięsa surowego uzależniona jest od obecności i formy mioglobiny, której zawartość różni się w zależności od elementu kulinarnego, jak to jest np.



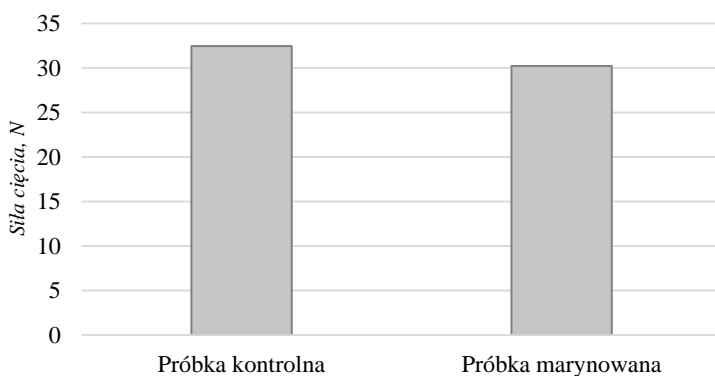
Rysunek 3. Barwa mięsa surowego i wyrobów kulinarnych

Źródło: opracowanie własne

²⁸ E. Dominguez-Hernandez, A. Salaseviciene, P. Ertbjerg, *Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms*, "Meat Science" 2018, nr 143, s. 104–113.

w przypadku mięsa z piersi i mięsa z ud drobiu²⁹. W przypadku mięsa poddanego obróbce termicznej, jego barwa wynika z przemian mioglobiny, m.in. stopnia jej denaturacji. W badaniach dotyczących piersi z kurczaka Hong i wsp.³⁰ wykazali, że część konsumentów nie była zadowolona z różowego koloru mięsa drobiowego gotowanego metodą *sous vide*, uważając taki wyrób za krwisty i niedogotowany. Należy pamiętać, że na intensywność parametru a^* (barwa czerwona) gotowanego mięsa wpływ mają różne czynniki, takie jak: stężenie mioglobiny, poziom utlenienia i parametry obróbki termicznej. Mięso gotowane metodą *sous vide* jest jaśniejsze i bardziej czerwone niż mięso gotowane metodami konwencjonalnymi.

Tekstura potraw z mięsa jest jedną z najważniejszych cech potrawy, często decydującą o jej akceptacji przez konsumentów³¹. Mięso wymagające mniejszej siły do instrumentalnego przecięcia próbki będzie jednocześnie łatwiejsze do pogryzienia przez konsumenta i bardziej akceptowalne. W przeprowadzonym doświadczeniu mięso poddane marynowaniu, w marynacie na bazie cydru i gotowaniu metodą *sous vide* cechowało się obniżoną wartością parametru siły cięcia (30,21 N), która nie różniła się jednak istotnie statystycznie od wyniku parametru siły cięcia odnotowanego dla próbki kontrolnej (32,45 N) ($p < 0,05$). Obserwacja ta jest zgodna z wynikami Khan i wsp.³², któ-



Rysunek 4. Siła cięcia wyrobu poddanego i niepoddanego procesowi marynowania

Zródło: opracowanie własne

²⁹ P.S. Surendranath, J. Poulson, *Myoglobin chemistry and meat color*, "Annual Review of Food Science and Technology" 2013, nr 4, s. 79–99.

³⁰ G.E. Hong, J.H. Kim, S.J. Ahn, C.H. Lee, *Changes in meat quality characteristics of the sous-vide cooked chicken breast during refrigerated storage*, "Korean Journal for Food Science of Animal Resources" 2015, nr 35, s. 757–764.

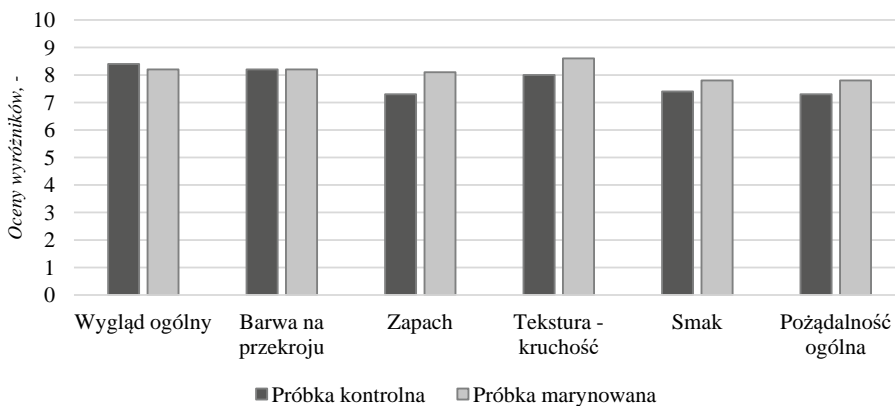
³¹ L. Kurp, M. Danowska-Oziewicz, L. Klebukowska, *Sousvide cooking effects on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of pork loin*, "Applied Sciences" 2022, nr 12, 2365.

³² M.I. Khan, H.J. Lee, H.J. Kim, H.I. Young, H. Lee, C. Jo, *Marination and physicochemical characteristics of vacuum-aged duck breast meat*, "Asian-Australasian Journal of Animal Sciences" 2016, nr 29(11), 1639.

rzy również stwierdzili niższe wartości wszystkich, mierzonych parametrów tekstury (test TPA) mięsa kaczki marynowanego w porównaniu do mięsa nie marynowanego.

Ocena organoleptyczna

Zastosowanie marynaty na bazie cydru korzystnie wpłynęło na poprawę cech smakowo-zapachowych gotowych wyrobów, co znalazło odzwierciedlenie w wyższych ocenach zapachu, smaku i pożądalności ogólnej. Niemniej jednak uzyskane oceny wyróżników: wygląd ogólny, barwa na przekroju, zapach, kruchość, smak i pożądalność ogólna nie różniły się istotnie statystycznie między sobą, biorąc pod uwagę zastosowanie bądź brak marynaty na bazie cydru ($p < 0,05$). W dostępnej literaturze brak jest wyników dotyczących oceny cech organoleptycznych potraw z mięśnia piersiowego kaczki poddanego procesowi marynowania i ogrzewanego metodą *sous vide*.



Rysunek 5. Ocena organoleptyczna wyrobów gotowych

Źródło: opracowanie własne

Podsumowanie

Obróbka termiczna *sous vide*, polegająca na zapakowaniu żywności próżniowo i gotowaniu w kontrolowanych warunkach czasu i temperatury, pozwala na uzyskanie pożądanej jakości sensorycznej i wydłużenia okresu przydatności do spożycia wyrobów kulinarnych. Zastosowanie przed obróbką termiczną dodatkowych zabiegów technologicznych takich jak marynowanie ma za zadanie poprawić między innymi walory smakowo-zapachowe, soczystość i kruchość mięsa.

Analiza otrzymanych wyników pozwoliła stwierdzić, że zastosowanie marynaty kwaśnej na bazie cydru spowodowało obniżenie wydajności procesu cieplnego oraz wpłynęło korzystnie na jakość sensoryczną wyrobu kulinarnego, poprzez poprawę jego

cech smakowo-zapachowych i tekstury. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic dla średnich wartości parametrów jasności (L^*), czerwoności (a^*) i żółtości (b^*) barwy, między próbką kontrolną i poddaną procesowi marynowania. Uzyskane wyniki zachęcają do podjęcia dalszych badań mających na celu optymalizację składu marynaty, tak aby wszystkie istotne cechy wyrobu gotowego były zadowalające zarówno dla konsumenta, jak i producenta wyrobów z mięsa kaczki.

Bibliografia

- Al-Qadiri H.M., Lin M., Al-Holy M.A., Cavinato A.G., Rasco B.A., *Detection of sublethal thermal injury in Salmonella enterica serotype typhimurium and Listeria monocytogenes using fourier transform infrared (FT-IR Spectroscopy (4000 to 600 cm⁻¹))*, "Food Science" 2008, nr 73(2), s. M54–M61
- Arihara K., *Strategies for designing novel functional meat products*, "Meat Science" 2006, nr 74(1), s. 219–229.
- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania*, Kraków 2009.
- Borek M., *Marynaty, bejce i glazury*, „Gospodarka Mięsna” 2008, nr 6, s. 10–12.
- Briggs W., Papadopoulos A., Wilcock A., *Sous Vide cooking in restaurants: A qualitative study of Ontario public health inspector knowledge, experience, practices, and needs*, "Food Protection Trends" 2019, nr 39(1), s. 51–61.
- Dominguez-Hernandez E., Salasevicene A., Ertbjerg P., *Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms*, "Meat Science" 2018, nr 143, s. 104–113.
- Fernández-López J., Fernández-Ginés J. M., Aleson-Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J. A., *Application of functional citrus by products to meat products*, "Trends in Food Science & Technology" 2004, nr 15, s. 176–185.
- Gorecki R., *Cydr jabłkowy*, "Działkowiec" 2013, nr 09.
- Hong G.E., Kim J.H., Ahn S.J., Lee C.H., *Changes in meat quality characteristics of the sous-vide cooked chicken breast during refrigerated storage*, "Korean Journal for Food Science of Animal Resources" 2015, nr 35, s. 757–764.
- Khan M.I., Lee H.J., Kim H.J., Young H.I., Lee H., Jo C., *Marination and physicochemical characteristics of vacuum-aged duck breast meat*, "Asian-Australasian Journal of Animal Sciences" 2016, nr 29(11), 1639.
- Kochhar K.P., *Dietary spices in health and diseases (II)*, "Indian Journal of Physiology and Pharmacology" 2008, nr 52, s. 106–122.
- Kolczak T., *Smakowitość mięsa*, "Gospodarka Mięsna" 2007, nr 12, s. 26–28.
- Kostrz M., Satora P., *Jabłko-surowiec do produkcji napojów alkoholowych, [w:] Rola procesów technologicznych w kształtowaniu jakości żywności*, A. Duda-Chodak, D. Najgebauer-Lejko, I. Drożdż, T. Tarko, Kraków 2016, nr 118-6.
- Kurp L., Danowska-Oziewicz M., Kłebukowska L., *Sous vide cooking effects on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of pork loin*, "Applied Sciences" 2022, nr 12, 2365.
- Kwaśniewska D., Wieczorek D., *Ocena właściwości przeciwutleniających cydrów*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2016, nr 6(109), s. 80–83.
- Latoch A., *Effect of meat marinating in kefir, yoghurt and buttermilk on the texture and color of pork steaks cooked sous-vide*, "Annals of Agricultural Sciences" 2020, nr 65, s. 129–136.

- Lopez K., Schilling M.W., Armstrong T.W., Smith B.S., Corzo A., *Sodium chloride concentration affects yield, quality, and sensory acceptability of vacuum-tumbled marinated broiler breast fillets*, "Poultry Science" 2012, nr 91, s. 89–93.
- Nogueira A., LeQuéré J. M., Buldin R., *Oxygene et stabilité des cidres*, "Rev. Pomme a cidre" 2003, nr 5, s. 16–17.
- Pisula A., Pospiech E., *Mięso – podstawy nauki i technologii*, Warszawa 2011, s. 204–222
- PN-EN ISO 767:2009, *Przyprawy – Nazewnictwo botaniczne*, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Roldán M., Ruiz J., Pulgar J. S., Pérez-Palacios T., Antequera T., *Volatile compound profile of sous-vide cooked lamb loins at different temperature-time combinations*, "Meat Science" 2015, nr 100(1), s. 52–57.
- Singh-Ackbarali D., Maharaj R., *Sensory evaluation as a tool in determining acceptability of innovative products developed by undergraduate students in Food Science and Technology at The University of Trinidad and Tobago*, "Journal of Curriculum and Teaching" 2014, nr 3, s. 10–27.
- Sokołowicz Z., Augustyńska-Prejsnar A., *Wpływ marynowania na jakość mięśni piersiowych kurcząt brojlerów*, „Wiadomości Zootechniczne” 2016, nr 1, s. 44–52.
- Stankov S., Fidan H., Rusev R., Baeva M., *Low-temperature cooking method Sous vide in the restaurant industry: A review*, "Food Science and Applied Biotechnology" 2020, nr 3(1), s. 92–102.
- Stringer S.C., Metris A., *Predicting bacterial behaviour in sous vide food*, International "Journal of Gastronomy and Food Science" 2018, nr 13, s. 117–128.
- Surendranath P.S., Poulson J., *Myoglobin chemistry and meat color*, "Annual Review of Food Science and Technology" 2013, nr 4, s. 79–99.
- Tkacz K., Modzelewska-Kapituła M., Zduńczyk W., *Marynaty w zgodzie z tradycją*, „Gospodarka Mięsna” 2021, nr 5, s. 12–15.
- Vijay K., Benne J., Marmar S., *Growth of Clostridium perfringens from spore inocula in sous-vide turkey products*, "International Journal of Food Microbiology" 1996, nr 32(1–2), s. 115–123.
- Wajdzik J., *Rola mięsa i przetworów mięsnych w odżywianiu człowieka*, „Ogólnopolski Informator Masarski” 2019, nr 282/02, s. 32–48.
- Yusop S.M., O’Sullivan M.G., Preuß M., Weber H., Kerry J.F., Kerry J.P., *Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat*, "LWT – Food Science and Technology" 2012, nr 46, s. 349–355.
- Yusop S.M., O’Sullivan M.G., Kerry J.P., *Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products*, "Woodhead Publishing Limited" 2011, s. 421–449.

THE INFLUENCE OF THE MARINATING PROCESS ON THE QUALITY OF DUCK MEAT DISHES

Abstract: *Sous vide* (SV) is a vacuum-packed product cooking method that ensures quality and extends shelf life of food. It's widely used in food service industry and meat processing. Marinades enhance meat flavor and tenderness. This study examined the impact of a acidic marinade on duck breast muscle quality. After cleaning, the muscles were marinated in a mixture of cider, thyme, rosemary, garlic, orange, cloves, and coriander for 69 hours. The meat was then vacuum-packed and cooked in water bath at 60°C for 120 minutes. Physicochemical tests were conducted, including cooking yield and water content determination, color measurements, shear force measurement, as well as sensory evaluation was performed. The application of acidic marinade reduced cooking yield by 9.67 percentage points and decreased water content by 1.33 percentage

points. Differences in color parameters between marinade treated and not treated samples were not significant. Shear force decreased as a result of marinating compared to the control sample but not significantly. Sensory evaluation revealed higher ratings for overall desirability, aroma, and taste of marinated products. In summary, the acidic marinade reduced cooking yield but improved sensory quality, enhancing taste, aroma, and texture of meat.

Keywords: sous vide, marinating, duck meat, food quality

Julia Arendt

Koło Naukowe Towaroznawstwa „Cargo”

Opiekun pracy naukowej: dr inż. Anna Maria Sulej-Suchomska

Opiekun koła naukowego: dr inż. Natalia Żak

Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości

Uniwersytet Morski w Gdyni

OCENA ŚWIADOMOŚCI KONSUMENTÓW DOTYCZĄCA ROLI ŻELAZA W ORGANIZMIE CZŁOWIEKA ORAZ FORM JEGO SUPLEMENTACJI

Wstęp

Prawidłowa dieta stanowi niezbędny warunek zdrowia człowieka. Odpowiednio zbilansowana dieta może w znacznym stopniu zapobiegać rozwojowi różnego rodzaju chorób, stanowiąc tym samym czynnik o charakterze profilaktycznym, jak również leczniczym dla poszczególnych zaburzeń zdrowia. Żywnienie zaliczane jest do jednych z najważniejszych czynników wpływających zarówno na rozwój fizyczny, jak i stan zdrowia oraz samopoczucie ludzi. Dostarczona do organizmu żywność powinna umożliwiać spełnianie podstawowych funkcji życiowych związanych z przemianą materii oraz energii. Należy podkreślić, że racjonalne odżywianie związane jest z dostarczaniem pożywienia w odpowiednich ilościach oraz proporcjach. Produkty żywnościowe są zróżnicowane pod względem składu chemicznego, a poszczególne produkty żywnościowe pełnią różne role. W związku z tym niezwykle istotna jest różnorodność spożywanych pokarmów. Należy podkreślić, że konsumenci są coraz bardziej świadomi tego, co jedzą. Jakość zdrowotna żywności oraz prawidłowy sposób żywienia wpływają na kondycję społeczeństwa. Różnego rodzaju zaniedbania w aspekcie odżywiania mogą być przyczyną wzrostu zachorowań, a nawet śmiertelności wśród ludzi¹.

Suplement diety zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie żywności i żywienia to środek spożywczy, którego celem powinno być uzupełnienie normalnej diety. Suplementy

¹ B. Krupa, J. Dec, *Preferencje konsumenckie na rynku żywności wzbogaconej i ekologicznej w aspekcie zdrowego stylu życia*, [w:] *Kreowanie przedsiębiorczości w turystyce na terenach wiejskich oraz ochrona środowiska i dziedzictwa kulturowego*, J. Krupa (red.), Dynów 2015, s. 355–371.

witamin oraz składników mineralnych odgrywają istotną rolę w zmniejszaniu ryzyka niedoborów różnych składników odżywczych w organizmie człowieka, jak również ograniczają ryzyko powstawania niektórych chorób przewlekłych. Zarówno niedobory bądź nadmiar poszczególnych związków może prowadzić do zaburzeń stanu zdrowia. Obecnie rynek suplementów diety rozwija się w bardzo szybkim tempie. W tym kontekście należy również brać pod uwagę aspekt zapewnienia konsumentowi bezpieczeństwa zdrowotnego (wielkość spożywanych dawek, jakość oraz pochodzenie suplementów). Jednak, organizowane różnego rodzaju kampanie edukacyjne, mające na celu zaznajamianie społeczeństwa z zasadami prawidłowego żywienia oraz stosowania bezpiecznej suplementacji, bardzo często nie docierają do większości społeczeństwa (uwzględniając również kraje rozwinięte gospodarczo)².

Jednym z powszechnie występujących niedoborów u ludzi stanowi niedobór żelaza. Niedobory żelaza u ludzi najczęściej spowodowane są niską zawartością przyswajalnych form tego pierwiastka (niską biodostępnością żelaza) w pożywieniu bądź też zaburzeniami procesu wchłaniania żelaza³. Pierwiastek ten stanowi jeden z ważniejszych składników mineralnych (mikroelementów) organizmu. Żelazo wchodzi w skład hemoglobiny (białko krwinek czerwonych) oraz mioglobiny barwnika mięsa. Stanowi część enzymu, będąc koenzymem należącym do oksydoreduktaz⁴. Żelazo bierze udział w oddychaniu komórkowym oraz transportowaniu tlenu przez organizm człowieka, zapewniając tym samym odpowiednie dostarczenie tlenu podczas wysiłku fizycznego. Mikroelement ten przyczynia się do tworzenia krwinek czerwonych, uczestniczy w syntezie DNA, wpływa na zwalczanie wirusów oraz bakterii przez system immunologiczny. Ponadto, pierwiastek ten uczestniczy w metabolizmie cholesterolu oraz wspomaga detoksykację szkodliwych substancji w wątrobie⁵. Żelazo i jego zapotrzebowanie dla organizmu jest szczególnie ważną kwestią dotyczącą noworodków, dzieci, młodzieży w okresie dojrzewania, kobiet w trakcie okresu ciąży, jak również menopauzy^{6,7}. Brak odpowiedniej ilości żelaza w organizmie skutkuje między innymi pojawieniem się nie-

² A. Brzozowska, W. Roszkowski, B. Pietruszka, J. Kałuża, *Witaminy i składniki mineralne jako suplementy diety*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2005, nr 4(45), s. 5–16.

³ M. Trojanowska, *Porównanie profili uwalniania żelaza z witaminowo-mineralnych suplementów diety*, Katedra Ochrony Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu, 2020, nr II, s. 172–178.

⁴ A. Górska, R. Piech, *Właściwości i znaczenie żelaza oraz metody jego oznaczania*, *Properties and the role of iron and methods of its determination*, „Analit” 2018, nr 6, s. 2–9.

⁵ M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, J. Charzewskiej, *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*. Redakcja naukowa: prof. dr hab. n. med. Mirosław Jarosz, dr n. roln. Ewa Rychlik, dr n. roln. K. Stoś, prof. dr hab. n. biol. J. Charzewska, „Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny” 2020, s. 286–289.

⁶ B. Ratkowska H. Kunachowicz, B. Przygoda, *Krajowy rynek produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne wobec wymagań prawnych UE*, „Żywność Nauka Technologia Jakość” 2007, nr 6(55), s. 90–99.

⁷ Society PG, *Stanowisko Zespołu Ekspertów Polskiego Towarzystwa Ginekologicznego w zakresie suplementacji witamin i mikroelementów podczas ciąży*, „Ginekologia Polska” 2011, nr 82(7), s. 550–553.

dokrzwistości (anemii)⁸. Według Światowej Organizacji Zdrowia (ang. *World Health Organization- WHO*) anemia wywołana niedoborem żelaza dotyka 42% dzieci w wieku poniżej 5 lat oraz 40% kobiet w ciąży⁹. Wśród symptomów anemii można wyróżnić przewlekłe zmęczenie, niedotlenienie, omdlenia, złe samopoczucie prowadzące do stanów depresyjnych, kruchość włosów i paznokci, błądź skóry oraz jamy ustnej¹⁰. W chorobie niedokrwistości ważnym aspektem jest diagnostyka, a mianowicie badanie poziomu hemoglobiny (Hb), ferrytyny – białka magazynującego jony żelaza w wątrobie, transferryny – białka transportującego żelazo.

Zwiększenie ilości żelaza dostarczanego do organizmu można uzyskać poprzez modyfikację sposobu żywienia na podstawie systematycznie prowadzonej edukacji żywieniowej w zakresie doboru produktów bogatych w żelazo do codziennej racji pokarmowej. Alternatywą modyfikacji sposobu żywienia jest wzbogacanie żywności oraz suplementacja racji pokarmowych, jak również przyjmowanie leków zawierających żelazo¹¹. Kolejną strategią zwalczania niedoborów żelaza jest stosowanie żeliwnych garnków, w których podczas termicznej obróbki żywności żelazo uwalniane jest bezpośrednio do produktów żywnościowych. Jeszcze innym rozwiązaniem jest stosowanie produktów typu żelazna rybka (*Lucky Iron Fish[®] (LIF)*, *Guelph, Canada*). Żelazna rybka stworzona została przez kanadyjskich pracowników służb zdrowia i zastosowana w Kambodży. Współpracą dr C. Charles oraz dr A. Gavin z Uniwersytetu w Guelph zawoocowała realizacją programu badawczego mającego na celu zmonitorowanie problemu zachorowań na anemię oraz powiązanie tego zjawiska z stosowaną dietą przez lokalną ludność wiosek na terenie Kambodży. W rezultacie przeprowadzonych badań odnotowano 43% spadek anemii w okresie 12 miesięcy, w przypadkach, gdy ludność stosowała produkt *Lucky Iron Fish[®]*¹².

Cel badań

Celem przeprowadzonych prac badawczych była ocena świadomości konsumentów dotycząca roli żelaza w organizmie człowieka oraz form jego suplementacji.

⁸ P. Lipiński, R. Starzyński, A. Styś, R. Staroń, *Niedokrwistość na tle niedoboru żelaza w diecie*, „Kosmos” 2014, nr 63(3), s. 373–9.

⁹ A. Gumułka. *WHO wzywa do redukcji występowania anemii wśród kobiet o połowę* 15.05.2023r. [Internet]. Available from: <https://cowzdrowiu.pl/aktualnosci/post/who-wzywa-do-redukcji-wystepowania-anemii-wsrod-kobiet-o-polowe> [dostęp 30.05.2023].

¹⁰ M. Jarosz, L. Pachocka, . *Normy żywienia. Tabele zbiorcze opracowane przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie*, „Prakt Pod Diet” 2010, nr 37.

¹¹ A. Brzozowska, *Wzbogacanie żywności i suplementacja diety składnikami odżywczymi – korzyści i zagrożenia*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2001, nr 08(4), s. 16–28.

¹² A.M. Rodríguez-Vivaldi, K. Beerman, *Testing the efficacy of the Lucky Iron Fish[®] in reversing iron deficiency anemia in rural, impoverished regions of Guatemala*, “Journal of Global Health Reports” 2018, nr 2.

Material i metody badań

Badanie przeprowadzono przy pomocy kwestionariusza ankietowego, zawierającego pytania sprawdzające wiedzę badanych z zakresu znajomości składników mineralnych, z szczególnym uwzględnieniem żelaza. Ankieta badała wiedzę respondentów dotyczącą żelaza i jego roli w organizmie, stosowania suplementów, stosowanych naczyń do przyrządzania potraw. Pytania dotyczyły także wiedzy i przekonań osób badanych odnośnie do produktu *Lucky Iron Fish*^{*}.

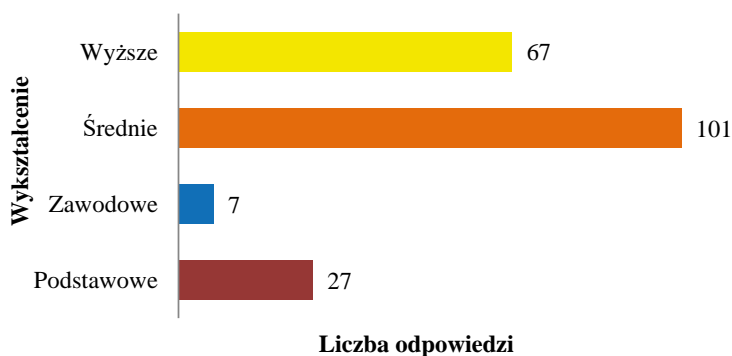
Badania przeprowadzono w I kwartale 2023 roku **wśród** osób uczących się w branżowym technikum gastronomicznym oraz innych losowo wybranych osób. W badaniu uczestniczyło 226 osób. Profil socjodemograficzny badanej grupy przedstawiono w tabeli 1. Ankietowani byli zróżnicowani pod względem płci, wykształcenia oraz populacji pokoleniowych. Do wykonania badania użyto platformę Forms. Wszystkie dane zostały wprowadzone do przygotowanej wcześniej bazy danych w programie Microsoft Office Excel 2007.

Tabela 1. Wykaz informacji na temat ankietowanych

Charakterystyka respondentów		Udział poszczególnych grup respondentów (%)
Płeć	Kobiety	80,53
	Mężczyźni	19,03
	Inna	0,44
Wiek	Poniżej 16 roku życia	8,87
	Między 17 a 19 rokiem życia	25,66
	Między 20 a 29 rokiem życia	52,21
	Między 30 a 39 rokiem życia	7,96
	Między 40 a 49 rokiem życia	2,65
	Powyżej 50 roku życia	2,65
Miejsce zamieszkania	Wieś poniżej 10 tys. mieszkańców	36,73
	Miasto od 10 do 100 tys. mieszkańców	34,51
	Miasto powyżej 100 tys. mieszkańców	28,76
Wykształcenie	Podstawowe	15,49
	Zawodowe	3,54
	Średnie	49,56
	Wyższe	31,41

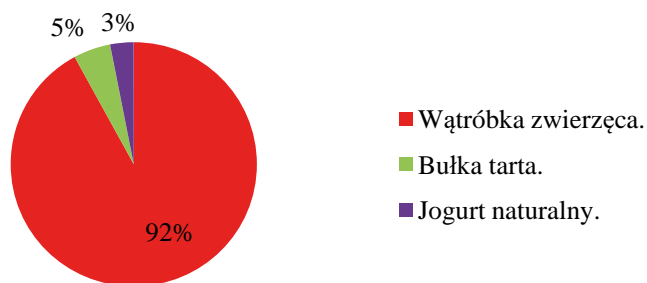
Na podstawie wyników uzyskanych z przeprowadzonego kwestionariusza stwierdzono, że większość ankietowanych (65%) nie zwraca uwagi na bilans składników mineralnych w spożywanych posiłkach. Jednak biorąc pod uwagę wyniki udzielonych odpowiedzi na pytania dotyczące roli żelaza w organizmie oraz zapotrzebowania na

ten mikroelement, można stwierdzić, że respondenci posiadają wiedzę teoretyczną na ten temat. Wśród ankietowanych 90% osób zadeklarowało, że niedobór głównie żelaza oraz witaminy B12 może przyczynić się do anemii. Najwięcej odpowiedzi w tym zakresie udzieliła grupa respondentów z średnim wykształceniem (wykres 1).



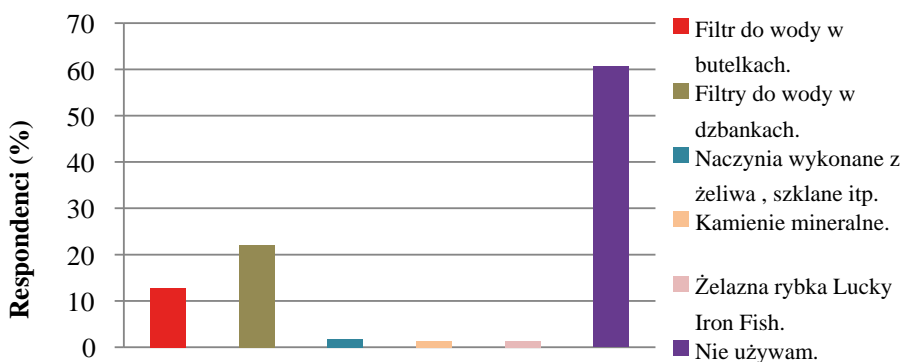
Wykres 1. Zależność udzielenia odpowiedzi dot. przyczyn niedokrwistości a wykształceniem respondentów

Wśród ankietowanych 54% nie posiada wiedzy na temat łączenia poszczególnych produktów w jednym posiłku w celu większego przyswojenia żelaza. Jednocześnie należy podkreślić, że 53% respondentów posiada wiedzę na temat większej biodostępności żelaza w połączeniu z witaminą C. Znacząca większość ankietowanych (87%) zadeklarowała powiązanie wpływu żelaza na podstawowe czynności życiowe (np. pojawienie się „zadyszki” po przejechaniu kilku metrów rowerem lub szybkim wchodzeniu po schodach). Wśród ankietowanych 92% wskazało nadmierne zmęczenie jako objaw niedoboru żelaza. Respondenci (90%) wskazali kobiety w ciąży oraz wegetarian/wegan jako grupy, które szczególnie powinny monitorować poziom zawartości żelaza w organizmie oraz odpowiednio bilansować zapotrzebowanie na ten składnik diety. Wśród badanych 92% respondentów zadeklarowało największą zawartość żelaza w produkcie spożywczym, jakim jest wątróbka zwierzęca (wykres 2).



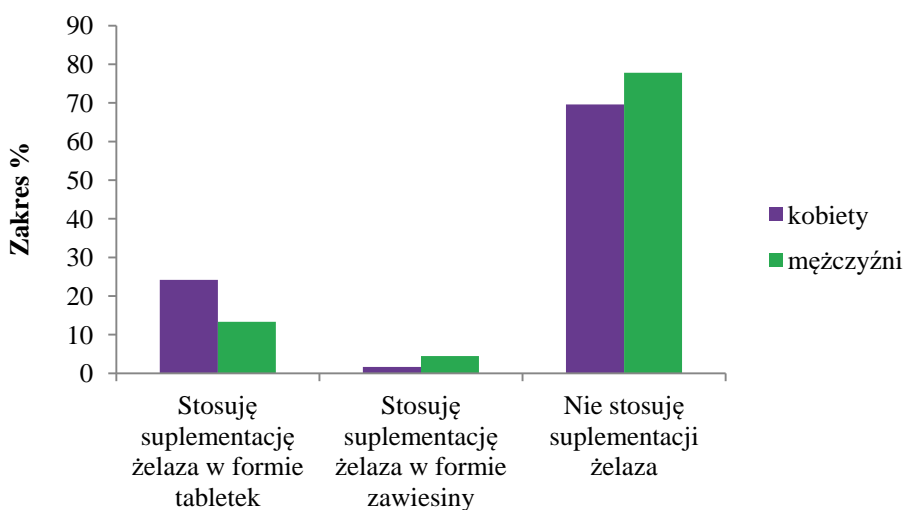
Wykres 2. Największa zawartość żelaza w produktach spożywczych wg respondentów

Najbardziej popularnymi przyrządami do gotowania używanymi przed badanymi (58%) są garnki teflonowe. Tylko 6,64% ankietowanych zadeklarowało stosowanie garnków żeliwnych. Natomiast 62% badanych nie zwraca na ten aspekt uwagi. Większość respondentów (61%) nie używa przyrządów do przygotowania wody oraz żywności mogących wpływać na zwiększenie zawartości składników mineralnych w diecie. Jeśli respondenci stosują jakiegokolwiek narzędzia wspomagające, to zadeklarowano stosowanie głównie filtrów do wody w dzbankach (wykres 3).



Wykres 3. Rodzaj stosowanych narzędzi do gotowania oraz przygotowania wody do spożycia

Podsumowując wyniki przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że 75% ankietowanych nie stosuje suplementacji żelaza (wykres 4). Jednak 10,5% respondentów



Wykres 4. Wybrany sposób suplementacji żelaza

niestosujących żadnego rodzaju suplementacji zastępuje to zbilansowaną dietą. Jedną osobą (deklarującą płeć inną niż kobieta/mężczyzna) zadeklarowała suplementację żelaza w formie zawiesiny. W celu sprawdzenia poziomu żelaza w organizmie 65% ankietowanych byłoby skłonnych przeprowadzić badanie poziomu stężenia ferrytyny w organizmie.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, że wiedza teoretyczna respondentów na temat żelaza, jego roli w organizmie, objawów niedoboru, jak również dostępnych form suplementacji jest ogólnie zadowalająca. Podsumowując uzyskane wyniki badań, stwierdza się, iż pomimo wiedzy teoretycznej, jaką posiadają ankietowani, w praktyce większość respondentów podczas komponowania codziennych posiłków nie zwraca uwagi na bilans składników mineralnych. Wyniki badań wykazały, że badani konsumenci, jeżeli decydują się na jakąkolwiek formę suplementacji, to preferowana jest tradycyjna forma suplementacji (suplementacja **żelaza** w formie tabletek). Spośród ankietowanych najczęściej z suplementacji żelaza w formie tabletek korzystały kobiety. Respondenci wykazali również duże zainteresowanie produktem *Lucky Iron Fish*[®].

Korzyści oraz zagrożenia związane ze stosowaniem różnych form suplementacji żelaza są tematem szerokich dyskusji, w związku z tym powyższe zagadnienie wymaga dalszych prac badawczych. Wdrażanie do praktyki żywieniowej zaleceń dotyczących stosowania suplementacji żelaza, jak również edukacja społeczeństwa w tym aspekcie jest wyzwaniem w zakresie żywienia człowieka.

Bibliografia

- Brzozowska A., *Wzbogacanie żywności i suplementacja diety składnikami odżywczymi - korzyści i zagrożenia*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2001, nr 08(4), s. 16–28.
- Brzozowska A., Roszkowski W., Pietruszka B., Kałuża J., *Witaminy i składniki mineralne jako suplementy diety*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2005, nr 4(12), s. 5–16.
- Górska A., Piech R., *Właściwości i znaczenie żelaza oraz metody jego oznaczania. Properties and the role of iron and methods of its determination*, „Analit. AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki” 2018, nr 6, s. 2–9.
- Gumułka A., *WHO wzywa do redukcji występowania anemii wśród kobiet o połowę* 15.05.2023r. [Internet]. Available from: <https://cowzdrowiu.pl/aktualnosci/post/who-wzywa-do-redukcji-wystepowania-anemii-wsrod-kobiet-o-polowe>[dostęp 30.05.2023].
- Jarosz M., Pachocka L., *Normy żywienia. Tabele zbiorcze opracowane przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie*, „Prakt Pod Diet” 2010, nr 37.
- Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewskiej J., *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*, Redakcja naukowa: prof. dr hab. n. med. Mirosław Jarosz, dr n. roln. Ewa Rychlik, dr

- n. roln. Katarzyna Stoś, prof. dr hab. n. biol. Jadwiga Charzewska, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, 2020, s. 286–289.
- Krupa K., Dec J., *Preferencje konsumenckie na rynku żywności wzbogaconej i ekologicznej w aspekcie zdrowego stylu życia*. Wyższa Szkoła Informatyki Zarządzania Rzeszowie. Dynów, Wyd. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, 2015, s. 355–371.
- Lipiński P., Starzyński R., Styś A., Staroń R. AG. *Niedokrwistość na tle niedoboru żelaza w diecie*, „Kosmos” 2014, nr 63(3), s. 373–379.
- Ratkowska B., Kunachowicz H., Przygoda B., *Krajowy rynek produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne wobec wymagań prawnych UE*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2007, nr 6(55), s. 90–99.
- Rodríguez-Vivaldi AM., Beerman K., *Testing the efficacy of the Lucky Iron Fish® in reversing iron deficiency anemia in rural, impoverished regions of Guatemala*, “Journal of Global Health Reports” 2018, nr 2.
- Society P.G., *Stanowisko Zespołu Ekspertów Polskiego Towarzystwa Ginekologicznego w zakresie suplementacji witamin i mikroelementów podczas ciąży*. „Ginekologia Polska” 2011, nr 82(7), s. 550–553.
- Trojanowska M., *Porównanie profili uwalniania żelaza z witaminowo-mineralnych suplementów diety*. Katedra Ochrony Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu, 2020, s. 172–178.

EVALUATION OF CONSUMERS’ AWARENESS OF THE ROLE OF IRON IN THE HUMAN BODY AND FORMS OF ITS SUPPLEMENTATION

Abstract: A proper diet is an essential condition for human health. However, deficiencies of individual vitamins or minerals are very common in society. One of the common deficiencies in humans is iron deficiency. Iron deficiencies in humans are most often caused by low levels of bioavailable forms of iron in the diet or by impaired iron absorption. The occurrence of possible deficiencies should be covered by a properly balanced diet. This requires appropriate supplementation, changing the quality of the food consumed or the use of products such as Lucky Iron Fish. The aim of the study was to assess consumer consciousness of the role of iron in the human body and forms of iron supplementation. The research used a questionnaire interview with respondents mainly from the 1980s, 1990s and 2000s generation. The results summarise respondents’ knowledge of iron and its role in the body and the most common form of supplementation. On the basis of the conducted research, it can be concluded that the majority of respondents showed a satisfactory level of knowledge about iron, its role in the body, deficiency symptoms as well as available forms of supplementation.

Key words: iron deficiencies, balanced supplementation, food quality, diet quality, Lucky Iron Fish

Anna Białous

Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów Żywności
Opiekun Koła: dr hab. inż. Marek Adamczak, prof. UWM
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

BIOSURFAKTANTY: PRODUKTY SYNTEZY MIKROBIOLOGICZNEJ O WYJĄTKOWYCH WŁAŚCIWOŚCIACH I ZRÓŻNICOWANEJ AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ

Wstęp

Biosurfaktanty są związkami chemicznymi o różnych właściwościach, jako biomolekuły są bardzo poszukiwane w aplikacjach przemysłowych, ponieważ są to substancje naturalne, które mogą być dodawane do różnych produktów lub stosowane w ochronie środowiska. Mogą być stosowane jako zamienniki chemicznych środków powierzchniowo-czynnych, ponieważ są przyjazne dla środowiska, mniej toksyczne, ulegają biodegradacji w środowisku, mają większe zdolności pianotwórcze. Bardzo ważną cechą biosurfaktantów jest możliwość ich stosowania w małych stężeniach, już od kilkudziesięciu miligramów w litrze. Powszechną cechą biosurfaktantów jest zdolność do ponad 50% redukcji wartości współczynnika napięcia powierzchniowego, na granicy faz powietrze-woda, z około 70 do poniżej 30 mN/m¹. Te biomolekuły zmniejszają napięcie powierzchniowe i/lub międzyfazowe, pomiędzy fazami płynnymi oraz wykazują lepszą stabilność niż chemiczne środki powierzchniowo-czynne w różnych warunkach fizyko-chemicznych. Zróżnicowana budowa, różnorodność właściwości oraz możliwości stosowania, czynią biosurfaktanty molekułami XXI wieku².

Celem pracy była wstępna ocena możliwości syntezy i właściwości biosurfaktantów oraz analiza zastosowania testu skriningowego względem szczepów syntezujących biosurfaktanty.

¹ D.L. Gutnick, H. Bach, *Biosurfactants*, [w:] *Comprehensive Biotechnology (Second Edition)*, M. Moo-Young (red.), Burlington 2011, s. 699–715.

² D. Santos, R. Rufino, J. Luna, V. Santos, L. Sarubbo, *Biosurfactants: Multifunctional Biomolecules of the 21st Century*, "International Journal of Molecular Sciences" 2016, nr 17, s. 401.

Synteza i właściwości biosurfaktantów

Biosurfaktanty są syntezowane przez różne mikroorganizmy, bakterie, grzyby i drożdże, jako wtórne metabolity, które są zwykle substancjami zewnątrzkomórkowymi lub związanymi z powierzchnią komórek³. Bakteryjne biosurfaktanty (glikolipidy, glikoproteiny, lipopeptydy) są produkowane przez różne szczepy drobnoustrojów, głównie z rodzajów *Pseudomonas* i *Bacillus*⁴ (Tabela 1). Dla porównania, biosurfaktanty grzybowe stanowią tylko 19% poznanych (12% z *Ascomycetes* i 7% z *Basidiomycetes*), ale jednocześnie przypisuje się im największe zróżnicowanie struktury chemicznej, a w konsekwencji zależnej od tej struktury właściwości. Biotechnologiczna produkcja biosurfaktantów wciąż się rozwija, a grzyby strzępkowe i drożdże są także wydajnymi producentami cząsteczek takich jak soforolipidy, mannozyloerytrytol lipidy, celobiozolidy, ksyloolipidy, polilipidy i hydrofobiny⁵ (Tabela 2).

Surfaktanty to amfifilowe (amfipatyczne) związki chemiczne, które składają się z części hydrofobowej i hydrofilowej (Rysunek 1). Agregują na powierzchniach międzyfazowych, takich jak olej/woda lub powietrze/woda, a gdy stężenie tych cząsteczek jest większe niż wartość krytyczna, tworzą one micelle. Stężenie surfaktantów, powyżej którego tworzą micelle, nazywane jest krytycznym stężeniem miceli (CMC, *critical micelle concentration*) (Rysunek 2).

Tabela 1. Wybrane warunki syntezy biosurfaktantów przez bakterie*

Szczep bakterii	Stężenie biosurfaktanta (g/dm ³)	Rodzaj biosurfaktanta	Substrat użyty do syntezy	Literatura
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> M408	12,6	Glikolipid	Oliwa z oliwek	⁶
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> LB1	7,3	Glikolipid	Olej słonecznikowy	⁷

³ C. Baldo, M.I. Rezende, F.G. Moreira Gasparin, *Biosurfactants*, "Biosurfactants and Sustainability" 2023, s. 221–241.

⁴ J.M. Raaijmakers, I. De Bruijn, O. Nybroe, M. Ongena, *Natural functions of lipopeptides from Bacillus and Pseudomonas: more than surfactants and antibiotics*, "FEMS Microbiology Reviews" 2010, nr 34, s. 1037–1062.

⁵ A.F. Da Silva, I.M. Banat, A.J. Giachini, D. Robl, *Fungal biosurfactants, from nature to biotechnological product: bioprospection, production and potential applications*, "Bioprocess and Biosystems Engineering" 2021, nr 44, s. 2003–2034.

⁶ F. Ji, L. Li, S. Ma, J. Wang, Y. Bao, *Production of rhamnolipids with a high specificity by Pseudomonas aeruginosa M408 isolated from petroleum-contaminated soil using olive oil as sole carbon source*, „Annals of Microbiology" 2016, nr 66, s. 1145–1156.

⁷ B. Kaskatepe, S. Yildiz, *Rhamnolipid biosurfactants produced by Pseudomonas species*, „Brazilian Archives of Biology and Technology" 2016, nr 59.

Szczep bakterii	Stężenie biosurfaktanta (g/dm ³)	Rodzaj biosurfaktanta	Substrat użyty do syntezy	Literatura
<i>Bacillus subtilis</i> E8	12,20	Lipopeptyd	Rozpuszczalna skrobia	⁸
<i>Pseudomonas cepacia</i> CCT6659	8–40,5	Glikolipid	Odpady oleju rze-pakowego	^{9,10}
<i>Pseudomonas zju.</i> u1M	40	Glikolipid	Olej po smażeniu	¹¹
<i>Lactococcus lactis</i> CECT-4434	0,11	Glikopeptyd	Serwatka, melasa, sacharoza	¹²
<i>Bacillus cereus</i> UPC 1615	4,7	Lipopeptyd	Odpady oleju so-jowego	¹³
<i>Bacillus amylo-quefaciens</i> RHNK 22	0,8	Lipopeptyd	Odpad z oleju sło-niecznikowego	¹⁴
<i>Bacillus pumilus</i> CCT 2487	27,70	Lipopeptyd	Melasa	¹⁵

* Użyto nazwy szczepów stosowanych przez autorów publikacji

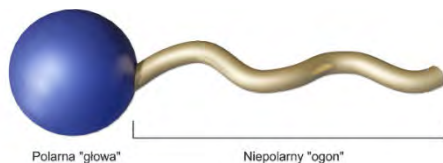
- ⁸ G. Gong, Z. Zhiming, H. Chen, C. Yuan, P. Wang, L. Yao, Z. Yu, *Enhanced production of surfactin by Bacillus subtilis E8 mutant obtained by ion beam implantation*, „Food Technology and Biotechnology” 2009, nr 47.
- ⁹ R.d.C.F. Soares da Silva, D.G. Almeida, H.M. Meira, E.J. Silva, C.B.B. Farias, R.D. Rufino, J.M. Luna, L.A. Sarubbo, *Production and characterization of a new biosurfactant from Pseudomonas cepacia grown in low-cost fermentative medium and its application in the oil industry*, „Biocatalysis and Agricultural Biotechnology” 2017, nr 12, s. 206–215.
- ¹⁰ R.D.C.F. Soares Da Silva, D.G. De Almeida, P.P.F. Brasileiro, R.D. Rufino, J.M. De Luna, L.A. Sarubbo, *Production, formulation and cost estimation of a commercial biosurfactant*, „Biodegradation” 2019, nr 30, s. 191–201.
- ¹¹ Y. Zhu, J.-J. Gan, G.-L. Zhang, B. Yao, W.-J. Zhu, Q. Meng, *Reuse of waste frying oil for production of rhamnolipids using Pseudomonas aeruginosa zju.u1M*, „Journal of Zhejiang University-SCIENCE A” 2007, nr 8, s. 1514–1520.
- ¹² E.C.S. Vera, P.O.d.S. de Azevedo, J.M. Domínguez, R.P.d. S.Oliveira, *Optimization of biosurfactant and bacteriocin-like inhibitory substance (BLIS) production by Lactococcus lactis CECT-4434 from agroindustrial waste*, „Biochemical Engineering Journal” 2018, nr 133, s. 168–178.
- ¹³ I.J.B. Durval, A.H.R. Mendonça, I.V. Rocha, J.M. Luna, R.D. Rufino, A. Converti, L.A. Sarubbo, *Production, characterization, evaluation and toxicity assessment of a Bacillus cereus UCP 1615 biosurfactant for marine oil spills bioremediation*, „Marine Pollution Bulletin” 2020, nr 157, 111357.
- ¹⁴ P. Narendra Kumar, T.H. Swapna, M.Y. Khan, G. Reddy, B. Hameeda, *Statistical optimization of antifungal iturin A production from Bacillus amyloliquefaciens RHNK22 using agro-industrial wastes*, „Saudi Journal of Biological Sciences” 2017, nr 24, s. 1722–1740.
- ¹⁵ R. Verma, S. Sharma, L.M. Kundu, L.M. Pandey, *Experimental investigation of molasses as a sole nutrient for the production of an alternative metabolite biosurfactant*, „Journal of Water Process Engineering” 2020, nr 38, 101632.

Tabela 2. Wybrane warunki syntezy biosurfaktantów przez drożdże*

Szczep drożdży	Stężenie biosurfaktanta (g/dm ³)	Rodzaj biosurfaktanta	Substrat użyty do syntezy	Literatura
<i>Candida lipolytica</i> UPC 0988	4,5–40	Glikolipid	Odpadowy tłuszcz zwierzęcy, namok kukurydziany	16,17
<i>Candida bombicola</i> URM 3718	8,4–25	Glikolipid	Odpadowy olej roślinny, melasa z trzciny cukrowej, namok kukurydziany	18,19
<i>Candida tropicalis</i> UPC0996	4,19–7,36	Glikolipid	Olej posmażalniczy, melasa z trzciny cukrowej, namok kukurydziany	20
<i>Candida sphaerica</i> UPC 0995	8–21	Glikolipid	Olej z orzeszków ziemnych, namok kukurydziany	21
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,8	Glikolipid	Odpadowy olej sojowy, namok kukurydziany	22
<i>Candida antarctica</i> SY16	34	Glikolipid	Glicerol, kwas oleinowy	23

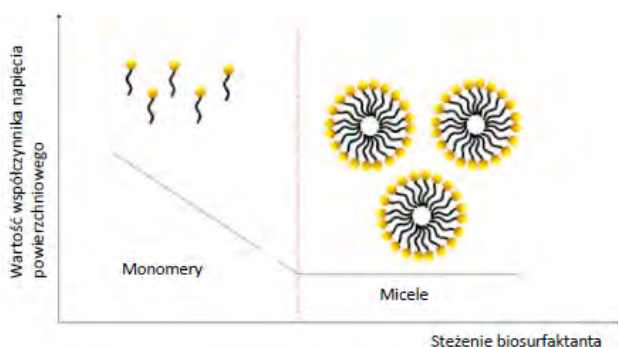
* Użyto nazwy szczepów stosowanych przez autorów publikacji

- ¹⁶ D.K.F. Santos, H.M. Meira, R.D. Rufino, J.M. Luna, L.A. Sarubbo, *Biosurfactant production from Candida lipolytica in bioreactor and evaluation of its toxicity for application as a bioremediation agent*, „Process Biochemistry” 2017, nr 54, s. 20–27.
- ¹⁷ D.K.F. Santos, R.D. Rufino, J.M. Luna, V.A. Santos, A.A. Salgueiro, L.A. Sarubbo, *Synthesis and evaluation of biosurfactant produced by Candida lipolytica using animal fat and corn steep liquor*, „Journal of Petroleum Science and Engineering” 2013, nr 105, s. 43–50.
- ¹⁸ I.A. Silva, B.O. Veras, B.G. Ribeiro, J.S. Aguiar, J.M. Campos Guerra, J.M. Luna, L.A. Sarubbo, *Production of cupcake-like dessert containing microbial biosurfactant as an emulsifier*, „PeerJ” 2020, nr 8, e9064.
- ¹⁹ J.M. Luna, A.S. Santos Filho, R.D. Rufino, L.A. Sarubbo, *Production of biosurfactant from Candida bombicola URM 3718 for environmental applications*, „Chemical Engineering Transactions” 2016, nr 49, s. 583.
- ²⁰ D.G. Almeida, R.d.C.F. Soares da Silva, J.M. Luna, R.D. Rufino, V.A. Santos, L.A. Sarubbo, *Response Surface Methodology for Optimizing the Production of biosurfactant by Candida tropicalis on industrial waste substrates*, „Frontiers in Microbiology” 2017, nr 8.
- ²¹ J.M. Luna, R.D. Rufino, A.M.A.T. Jara, P.P.F. Brasileiro, L.A. Sarubbo, *Environmental applications of the biosurfactant produced by Candida sphaerica cultivated in low-cost substrates*, „Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects” 2015, 480, nr 4, s. 13–418.
- ²² E. Bardone, A. Marzocchella, M. Bravi, B. Ribeiro, M. Santos, I. Silva, H. Meira, A. Oliveira, J. Guerra, L. Sarubbo, *Study of the Biosurfactant Production by Saccharomyces Cerevisiae URM 6670 Using Agroindustrial Waste*, „Chemical Engineering Transactions” 2020, nr 79.
- ²³ H.-S. Kim, J.-W. Jeon, H.-W. Lee, Y.-I. Park, W.-T. Seo, H.-M. Oh, T. Katsuragi, Y. Tani, B.-D. Yoon, *Extracellular production of a glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, from Candida antarctica*, „Biotechnology Letters” 2002, nr 24, s. 225–229.



Rysunek 1. Schemat struktury związku amfifilowego

Micelle zmniejszają wartość współczynnika napięcia powierzchniowego i ta właściwość surfaktantów jest wykorzystywana do usuwania zanieczyszczeń z wody lub gleby. Surfaktanty mogą być syntezowane chemicznie lub biologicznie, jednak nadmierne stosowanie chemicznych środków powierzchniowo-czynnych jest niebezpieczne dla środowiska.



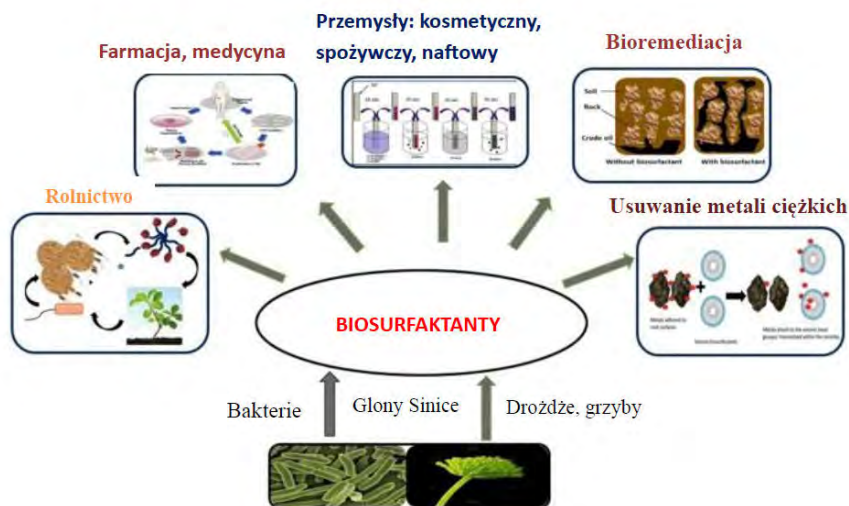
Rysunek 2. Mechanizm tworzenia miceli z udziałem biosurfaktantów

Źródło: T.R. Bjerck, P. Severino, S. Jain, C. Marques, A.M. Silva, T. Pashirova, E.B. Souto, *Biosurfactants: Properties and Applications in Drug Delivery, Biotechnology and Ecotoxicology*, "Bioengineering" 2021, nr 8, s. 115.

Biosurfaktanty wykazują właściwości przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnowotworowe, przeciwutleniające, wspomagające lub utrudniające tworzenie biofilmu^{24, 25}. Te potencjalne zalety czynią je użytecznymi w wielu zastosowaniach, takich jak bioremediacja, medycyna, przemysł kosmetyczny, przemysł spożywczy i naftowy (Rysunek 3).

²⁴ A.R. Markande, D. Patel, S. Varjani, *A review on biosurfactants: properties, applications and current developments*, "Bioresource Technology" 2021, nr 330, 124963.

²⁵ A. De Giani, J. Zampolli, P. Di Gennaro, *Recent trends on biosurfactants with antimicrobial activity produced by bacteria associated with human health: Different perspectives on their properties, challenges, and potential applications*, "Frontiers in Microbiology" 2021, nr 12.



Rysunek 3. Możliwości zastosowania biosurfaktantów

Źródło: G. Rawat, A. Dhasmana, V. Kumar, *Biosurfactants: the next generation biomolecules for diverse applications*, "Environmental Sustainability" 2020, nr 3, s. 353–369.

Oprócz aktywności środka powierzchniowo-czynnego, biosurfaktanty pomagają w komunikacji komórkowej (ang. *quorum sensing*)²⁶.

Terminy biosurfaktant i bioemulgator są często używane zamiennie, w celu opisanie aktywnych powierzchniowo biomolekuł. Są jednak, między nimi, wyraźne różnice,

Tabela 3. Cechy funkcjonalne i aktywność fizjologiczna biosurfaktantów i bioemulgatorów

Biosurfaktanty	Bioemulgatory
Małocząsteczkowe związki chemiczne	Wielkocząsteczkowe związki chemiczne
Duża zdolność zmniejszania wartości współczynnika napięcia powierzchniowego i międzyfazowego	Mała zdolność do zmniejszania wartości współczynnika napięcia powierzchniowego i międzyfazowego
Mała wartość krytycznego stężenia miceli	-
Dobre właściwości emulgujące	Dobre właściwości emulgujące
Biosurfaktanty	Bioemulgatory
Zwiększają dostępność hydrofobowych składników	Zwiększają rozpuszczalność hydrofobowych składników
Zwiększają hydrofobowość ściany komórkowej drobnoustrojów	Wiążą się z hydrofobowymi składnikami, przeciwdziałając ich aglomeracji (stabilizują emulsję)

²⁶ J. Sharma, D. Sundar, P. Srivastava, *Biosurfactants: Potential agents for controlling cellular communication, motility, and antagonism*, "Frontiers in Molecular Biosciences" 2021, nr 8.

zwłaszcza dotyczące ich właściwości fizykochemicznych i aktywności fizjologicznej²⁷ (Tabela 3).

Selekcja szczepów syntezujących biosurfaktanty

Pomimo wskazanych powyżej zalet biosurfaktantów, zielonych molekuł, wciąż poszukiwane są nowe szczepy i opracowywane warunki efektywnej syntezy mikrobiologicznej²⁸. Wadą syntezy mikrobiologicznej surfaktantów są duże koszty produkcji, a także procedur ich wydzielania i oczyszczania²⁹. Naturalnym kierunkiem prac w tym zakresie jest zastosowanie technologii zrównoważonych, tanich substratów odpadowych jako składników pożywki, głównie źródła węgla³⁰. Funkcja fizjologiczna mikrobiologicznych surfaktantów jest łatwa do przewidzenia, jeśli prowadzi się hodowle z hydrofobowymi substratami. W takich warunkach biosurfaktanty umożliwiają zwiększenie dyspersji substratu oraz zwiększają powinowactwo komórek do hydrofobowego substratu³¹. Jaka jest funkcja biosurfaktantów syntezowanych w podłożu z hydrofilowymi substratami? Ten problem pozostaje wciąż nie w pełni rozwiązany, trwają prace nad poznaniem molekularnego mechanizmu regulacji syntezy biosurfaktantów³². Zastosowanie w procesach biotechnologicznych hydrofobowych substratów może powodować wiele trudności związanych z problemami transportu masy czy energii. Podczas syntezy biosurfaktantów pożywka hodowlana zawiera różne substancje, które mogą wpłynąć na zmianę wartości współczynnika napięcia powierzchniowego. Preferencyjnie i wydajnie drobnoustroje syntezują biosurfaktanty w podłożu z substratem hydrofobowym, który utrudnia separację i analizy chemiczne oraz biochemiczne³³.

²⁷ C. Uzoigwe, J.G. Burgess, C.J. Ennis, P.K.S.M. Rahman, *Bioemulsifiers are not biosurfactants and require different screening approaches*, "Frontiers in Microbiology" 2015, nr 6.

²⁸ V.S. Nagtode, C. Cardoza, H.K.A. Yasin, S.N. Mali, S.M. Tambe, P. Roy, K. Singh, A. Goel, P.D. Amin, B.R. Thorat, *Green surfactants (biosurfactants): A petroleum-free substitute for sustainability – comparison, applications, market, and future prospects*. „ACS omega” 2023, nr 8, s. 11674–11699.

²⁹ S. Venkataraman, D.S. Rajendran, P.S. Kumar, D.-V.N. Vo, V.K. Vaidyanathan, *Extraction, purification and applications of biosurfactants based on microbial-derived glycolipids and lipopeptides: a review*, „Environmental Chemistry Letters” 2022, nr 20, s. 949–970.

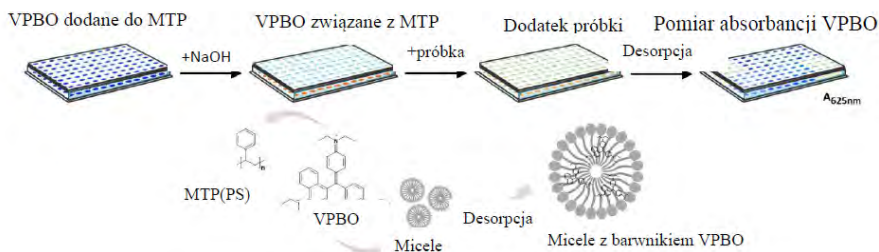
³⁰ C.F. Carolin, P. Senthil Kumar, G. Mohanakrishna, R.V. Hemavathy, G. Rangasamy, T. Aminabhavi, *Sustainable production of biosurfactants via valorisation of industrial wastes as alternate feedstocks*, „Chemosphere” 2023, nr 312, s. 137326.

³¹ P.J. Yesankar, M. Pal, A. Patil, A. Qureshi, *Microbial exopolymeric substances and biosurfactants as 'bioavailability enhancers' for polycyclic aromatic hydrocarbons biodegradation*, „International Journal of Environmental Science and Technology” 2022, nr 20, s. 5823–5844.

³² G. Santamaria, C. Liao, C. Lindberg, Y. Chen, Z. Wang, K. Rhee, F.R. Pinto, J. Yan, J.B. Xavier, *Evolution and regulation of microbial secondary metabolism*, „eLife” 2022, nr 11.

³³ D.S. Pardhi, R.R. Panchal, V.H. Raval, R.G. Joshi, P. Poczai, W.H. Almalki, K.N. Rajput, *Microbial surfactants: A journey from fundamentals to recent advances*, „Frontiers in Microbiology” 2022, nr 13.

Po zastosowaniu preferowanych do syntezy biosurfaktantów hydrofobowych substratów należy dobrać warunki kontroli procesu, w tym zastosować metody selekcji nowych szczepów-producentów biosurfaktantów. Do selekcji i oceny efektywności syntezy surfaktantów, przez drobnoustroje, stosuje się najczęściej pomiar wartości współczynnika napięcia powierzchniowego płynu pochodzącego, jednak z uwagi na złożony skład pożywki taki pomiar może dostarczyć niejednoznaczne wyniki³⁴. We wstępnych doświadczeniach zastosowano szczepy wyizolowane z powierzchni zmywarki do naczyń³⁵. Środowisko, z którego wyizolowano szczepy, wydaje się w sposób naturalny preferować wzrost szczepów syntezujących związki aktywne powierzchniowo³⁶. Charakteryzowano syntezę biosurfaktantów przez wyizolowane szczepy drożdży w warunkach hodowli węgłnej wstrząsanej ($T=30^{\circ}\text{C}$, 96 h) w brzeczce piwnej. Do selekcji szczepów syntezujących biosurfaktanty zastosowano test z użyciem błękitu Viktorii (VPBO)³⁷ (Rysunek 4).



Rysunek 4. Zasada selekcji szczepów syntezujących biosurfaktanty z użyciem testu spektrofotometrycznego. VPBO – błękit Viktorii, MTP(PS) – mikropłytką z polistyrenu

Wszystkie wyizolowane szczepy wykazywały zdolność do zmniejszania wartości napięcia powierzchniowego oraz wymywania barwnika podczas testu spektrofotometrycznego. Wartość absorbancji wynosiła od 0,17 do 0,31.

- ³⁴ N.D.A.T. Fernandes, L.A. Simões, D.R. Dias, *Biosurfactants produced by yeasts: fermentation, screening, recovery, purification, characterization, and applications*, „Fermentation” 2023, nr 9, 207.
- ³⁵ K. Kulesza, A. Biedunkiewicz, K. Nowacka, M. Dynowska, M. Urbaniak, Ł. Stępień, *Dishwashers as an extreme environment of potentially pathogenic yeast species*, „Pathogens” 2021, nr 10, 446.
- ³⁶ J. Zupančič, M. Novak Babič, P. Zalar, N. Gunde-Cimerman, *The black yeast *Exophiala dermatitidis* and other selected opportunistic human fungal pathogens spread from dishwashers to kitchens*, „PLOS ONE” 2016, nr 11, e0148166.
- ³⁷ S. Kubicki, I. Bator, S. Jankowski, K. Schipper, T. Tiso, M. Feldbrügge, L.M. Blank, S. Thies, K.-E. Jaeger, *A straightforward assay for screening and quantification of biosurfactants in microbial culture supernatants*, „Frontiers in Bioengineering and Biotechnology” 2020, nr 8.

Podsumowanie

Biosurfaktanty to związki chemiczne, metabolity wtórne, syntezowane przez drobnoustroje o właściwościach zależnych od budowy chemicznej i warunków ich otrzymywania. Szczepki wyizolowane ze zmywarki do naczyń syntezują biosurfaktanty. Wymagane jest dopracowanie procedury oceny aktywności biosurfaktantów, weryfikacja innych dostępnych metod ich wstępnej charakterystyki.

Bibliografia

- Almeida D.G., Soares da Silva R.d.C.F., Luna J.M., Rufino R.D., Santos V.A., Sarubbo L.A., *Response Surface Methodology for optimizing the production of biosurfactant by Candida tropicalis on industrial waste substrates*, "Frontiers in Microbiology" 2017, nr 8.
- Baldo C., Rezende M.I., Moreira Gasparin F.G., *Biosurfactants*, "Biosurfactants and Sustainability" 2023, s. 221–241.
- Bardone E., Marzocchella A., Bravi M., Ribeiro B., Santos M., Silva I., Meira H., Oliveira A., Guerra J., Sarubbo L., *Study of the Biosurfactant Production by Saccharomyces Cerevisiae URM 6670 Using Agroindustrial Waste*, "Chemical Engineering Transactions" 2020, nr 79, 2020.
- Bjerk T.R., Severino P., Jain S., Marques C., Silva A.M., Pashirova T., Souto E.B., *Biosurfactants: Properties and Applications in Drug Delivery, Biotechnology and Ecotoxicology*, "Bioengineering" 2021, nr 8, s. 115.
- Carolin C.F., Senthil Kumar P., Mohanakrishna G., Hemavathy R.V., Rangasamy G., Aminabhavi T., *Sustainable production of biosurfactants via valorisation of industrial wastes as alternate feedstocks*, "Chemosphere" 2023, nr 312, s. 137326.
- Da Silva A.F., Banat I.M., Giachini A.J., Robl D., *Fungal biosurfactants, from nature to biotechnological product: bioprospection, production and potential applications*, "Bioprocess and Biosystems Engineering" 2021, nr 44, s. 2003–2034.
- De Giani A., Zampolli J., Di Gennaro P., *Recent trends on biosurfactants with antimicrobial activity produced by bacteria associated with human health: Different Perspectives on their properties, challenges, and potential applications*, "Frontiers in Microbiology" 2021, s. 12.
- Durval I.J.B., Mendonça A.H.R., Rocha I.V., Luna J.M., Rufino R.D., Converti A., Sarubbo L.A., *Production, characterization, evaluation and toxicity assessment of a Bacillus cereus UCP 1615 biosurfactant for marine oil spills bioremediation*, "Marine Pollution Bulletin" 2020, nr 157, s. 111357.
- Fernandes N.D.A.T., Simões L.A., Dias D.R., *Biosurfactants produced by yeasts: fermentation, screening, recovery, purification, characterization, and applications*, "Fermentation" 2023, nr 9, 207.
- Gong G., Zhiming Z., Chen H., Yuan C., Wang P., Yao L., Yu Z., *Enhanced production of surfactin by Bacillus subtilis E8 mutant obtained by ion beam implantation*, "Food Technology and Biotechnology" 2009, nr 47.
- Gutnick D.L., Bach H., *Biosurfactants*, [w:] Comprehensive Biotechnology (Second Edition), Moo-Young M., Academic Press: Burlington, 2011, s. 699–715.
- Ji F., Li L., Ma S., Wang J., Bao Y., *Production of rhamnolipids with a high specificity by Pseudomonas aeruginosa M408 isolated from petroleum-contaminated soil using olive oil as sole carbon source*, "Annals of Microbiology" 2016, nr 66, s. 1145–1156.
- Kaskatepe B., Yildiz S., *Rhamnolipid biosurfactants produced by Pseudomonas species*, "Brazilian Archives of Biology and Technology" 2016, nr 59.

- Kim H.-S., Jeon J.-W., Lee H.-W., Park Y.-I., Seo W.-T., Oh H.-M., Katsuragi T., Tani Y., Yoon B.-D., *Extracellular production of a glycolipid biosurfactant, mannosylerythritol lipid, from Candida antarctica*, "Biotechnology Letters" 2002, nr 24, s. 225–229.
- Kubicki S., Bator I., Jankowski S., Schipper K., Tiso T., Feldbrügge M., Blank L.M., Thies S., Jaeger K.-E., *A straightforward assay for screening and quantification of biosurfactants in microbial culture supernatants*, "Frontiers in Bioengineering and Biotechnology" 2020, nr 8.
- Kulesza K., Biedunkiewicz A., Nowacka K., Dynowska M., Urbaniak M., Stępień Ł., *Dishwashers as an extreme environment of potentially pathogenic yeast species*, "Pathogens" 2021, nr 10, 446.
- Luna J.M., Rufino R.D., Jara A.M.A.T., Brasileiro P.P.F., Sarubbo L.A., *Environmental applications of the biosurfactant produced by Candida sphaerica cultivated in low-cost substrates*, "Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects" 2015, 480, nr 4, s. 13–418.
- Luna J.M., Santos Filho A.S., Rufino R.D., Sarubbo L.A., *Production of biosurfactant from Candida bombicola URM 3718 for environmental applications*, "Chemical Engineering Transactions" 2016, nr 49, s. 583.
- Markande A.R., Patel D., Varjani S., *A review on biosurfactants: properties, applications and current developments*, "Bioresource Technology" 2021, nr 330, s. 124963.
- Nagtode V.S., Cardoza C., Yasin H.K.A., Mali S.N., Tambe S.M., Roy P., Singh K., Goel A., Amin P.D., Thorat B.R., *Green surfactants (biosurfactants): A petroleum-free substitute for sustainability – comparison, applications, market, and future prospects*, "ACS omega" 2023, nr 8, s. 11674–11699.
- Narendra Kumar P., Swapna T.H., Khan M.Y., Reddy G., Hameeda B., *Statistical optimization of antifungal iturin A production from Bacillus amyloliquefaciens RHNK22 using agro-industrial wastes*, "Saudi Journal of Biological Sciences" 2017, nr 24, s. 1722–1740.
- Pardhi D.S., Panchal R.R., Raval V.H., Joshi R.G., Pocza P., Almalki W.H., Rajput K.N., *Microbial surfactants: A journey from fundamentals to recent advances*, "Frontiers in Microbiology" 2022, nr 13.
- Raaijmakers J.M., De Bruijn I., Nybroe O., Ongena M., *Natural functions of lipopeptides from Bacillus and Pseudomonas: more than surfactants and antibiotics*, "FEMS Microbiology Reviews" 2010, nr 34, s. 1037–1062.
- Rawat G., Dhasmana A., Kumar V., *Biosurfactants: the next generation biomolecules for diverse applications*, "Environmental Sustainability" 2020, nr 3, s. 353–369.
- Santamaria G., Liao C., Lindberg C., Chen Y., Wang Z., Rhee K., Pinto F.R., Yan J., Xavier J.B., *Evolution and regulation of microbial secondary metabolism*, "eLife" 2022, nr 11.
- Santos D.K.F., Meira H.M., Rufino R.D., Luna J.M., Sarubbo L.A., *Biosurfactant production from Candida lipolytica in bioreactor and evaluation of its toxicity for application as a bioremediation agent*, "Process Biochemistry" 2017, nr 54, s. 20–27.
- Santos D.K.F., Rufino R.D., Luna J.M., Santos V.A., Salgueiro A.A., Sarubbo L.A., *Synthesis and evaluation of biosurfactant produced by Candida lipolytica using animal fat and corn steep liquor*, "Journal of Petroleum Science and Engineering" 2013, nr 105, s. 43–50.
- Santos D., Rufino R., Luna J., Santos V., Sarubbo L., *Biosurfactants: Multifunctional Biomolecules of the 21st Century*, "International Journal of Molecular Sciences" 2016, nr 17, s. 401.
- Sharma J., Sundar D., Srivastava P., *Biosurfactants: Potential agents for controlling cellular communication, motility, and antagonism*, "Frontiers in Molecular Biosciences" 2021, nr 8.
- Silva I.A., Veras B.O., Ribeiro B.G., Aguiar J.S., Campos Guerra J.M., Luna J.M., Sarubbo L.A., *Production of cupcake-like dessert containing microbial biosurfactant as an emulsifier*, "PeerJ" 2020, nr 8, e9064.
- Soares da Silva R.d.C.F., Almeida D.G., Meira H.M., Silva E.J., Farias C.B.B., Rufino R.D., Luna J.M., Sarubbo L.A., *Production and characterization of a new biosurfactant from Pseudomonas*

- cepacia grown in low-cost fermentative medium and its application in the oil industry*, "Biocatalysis and Agricultural Biotechnology" 2017, nr 12, s. 206–215.
- Soares Da Silva R.D.C.F., Almeida D.G. De, Brasileiro P.P.F., Rufino R.D., De Luna J.M., Sarubbo L.A., *Production, formulation and cost estimation of a commercial biosurfactant*, "Biodegradation" 2019, nr 30, s. 191–201.
- Uzoigwe C., Burgess J.G., Ennis C.J., Rahman P.K.S.M., *Bioemulsifiers are not biosurfactants and require different screening approaches*, "Frontiers in Microbiology" 2015, nr 6.
- Venkataraman S., Rajendran D.S., Kumar P.S., Vo D.-V.N., Vaidyanathan V.K., *Extraction, purification and applications of biosurfactants based on microbial-derived glycolipids and lipopeptides: a review*, "Environmental Chemistry Letters" 2022, nr 20, s. 949–970.
- Vera E.C.S., de Azevedo P.O.d.S., Domínguez J.M., Oliveira R.P.d.S., *Optimization of biosurfactant and bacteriocin-like inhibitory substance (BLIS) production by Lactococcus lactis CECT-4434 from agroindustrial waste*, "Biochemical Engineering Journal" 2018, nr 133, s. 168–178.
- Verma R., Sharma S., Kundu L.M., Pandey L.M., *Experimental investigation of molasses as a sole nutrient for the production of an alternative metabolite biosurfactant*, "Journal of Water Process Engineering" 2020, nr 38, 101632.
- Yesankar P.J., Pal M., Patil A., Qureshi A., *Microbial exopolymeric substances and biosurfactants as 'bioavailability enhancers' for polycyclic aromatic hydrocarbons biodegradation*, "International Journal of Environmental Science and Technology" 2022, nr 20, s. 5823–5844.
- Zhu Y., Gan J.-J., Zhang G.-L., Yao B., Zhu W.-J., Meng Q., *Reuse of waste frying oil for production of rhamnolipids using Pseudomonas aeruginosa zju.u1M*, "Journal of Zhejiang University-SCIENCE A" 2007, nr 8, 1514–1520.
- Zupančič J., Novak Babič M., Zalar P., Gunde-Cimerman N., *The black yeast Exophiala dermatitidis and other selected opportunistic human fungal pathogens spread from dishwashers to kitchens*, "PLOS ONE" 2016, nr 11, e0148166.

BIOSURFACTANTS: PRODUCTS OF MICROBIAL SYNTHESIS WITH UNIQUE PROPERTIES AND DIVERSE BIOLOGICAL ACTIVITIES

Abstract: This paper presents procedures for screening and selection of microorganisms that synthesize biosurfactants, their synthesis and application. Surfactants are amphiphilic chemical compounds that consist of a hydrophobic part and a hydrophilic part. They aggregate at interfacial surfaces, such as oil/water or air/water. When the concentration of these molecules is greater than a critical value, they form micelles, and the concentration above which they form micelles is called the critical micelle concentration (CMC). Micelles reduce the value of the surface tension coefficient, and this property of surfactants is used to remove contaminants from water or soil. Surfactants can be synthesized chemically or biologically, but excessive use of chemical surfactants is hazardous to the environment. Biosurfactants are synthesized by bacteria, fungi and yeast, as secondary metabolites that are usually extracellular substances or bound to cell surfaces. Biosurfactants can be used as replacements for chemical surfactants because they are environmentally friendly, less toxic, biodegradable in the environment, have higher foaming capacity and lower CMC values than chemical products. Biosurfactants exhibit antimicrobial, anticancer, antioxidant, biofilm properties. These potential advantages make them useful in a wide range of applications, such as bioremediation, medicine, cosmetics, food and petroleum industries. In addition to surfactant activity, biosurfactants aid in cell communication (quorum sensing).

Keywords: biosurfactant, microbial synthesis, biological activity

Joanna Browarek

Studenckie Koło Naukowe Technologów Przetwórstwa Surowców Roślinnych

Opiekun Koła Naukowego: dr hab. inż. Małgorzata Tańska, prof. UWM

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WYROBY Z DODATKIEM OWADÓW JADALNYCH W OPINII UCZNIÓW SZKÓŁ GASTRONOMICZNYCH

Wstęp

Owady jadalne, głównie w krajach europejskich i Ameryki Północnej stanowią stosunkowo nowe, niekonwencjonalne i alternatywne źródło białka, które jest niezbędne do prawidłowego rozwoju organizmu, ale również jest odpowiedzialne za dostarczanie energii. Owady stanowią podstawę diety mieszkańców krajów takich jak Meksyk, Wietnam, Laos, Tajlandia oraz krajów afrykańskich. W Chinach najstarsze zapiski mówią o spożywaniu owadów od przeszło 3000 lat. Jak podaje Tao i Li (2018) tradycja spożywania owadów obejmuje ponad 113 krajów¹. Są one konsumowane od wielu pokoleń, stanowiąc swoistą tradycję ich spożywania. Natomiast w krajach europejskich dopiero od niedawna bada się możliwości wprowadzenia owadów jadalnych na większą skalę do spożycia przez konsumentów^{1, 2}.

Termin, który oznacza spożywanie owadów to „*entomofagia*”, czyli pochodzące z języka greckiego *éntomon* – owad, *phageîn* – jeść. Wiele źródeł literaturowych podaje, że za jadalne uznaje się na świecie ponad 2000 gatunków owadów – dokładniejsze dane podają Ramos-Flordyua (2009)³ – 2086, natomiast Van Itterbeeck i Pelouzuelo (2022) podają wartość 2111 gatunków⁴.

¹ J. Tao, Y.O. Li, *Edible insects as a means to address global malnutrition and food insecurity issues*, „Food Quality and Safety” 2018, nr 2(1), s. 17–26.

² L. Pippinato, L. Gasco, G. Di Vita, T. Mancuso, *Current scenario in the European edible-insect industry: a preliminary study*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2020, nr 6(4), s. 371–381.

³ J. Ramos-Elorduy, *Anthopo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability*, „Entomological Research” 2009, nr 39, s. 271–288.

⁴ J. Van Itterbeeck, L. Pelouzuelo, *How many edible insect species are there? A not so simple question*, „Diversity” 2022, nr 14(2), s. 143.

Ciągle bada się możliwości wzbogacania żywności w owady jadalne oraz akceptowalność konsumencką zarówno owadów jadalnych w całości, jak i w postaci dodatku do żywności, którą powszechnie konsument zna (tj. jogurty, koktajle, pieczywo, ciastka, muffiny).^{5, 6, 7, 8, 9}

Cel pracy

Celem pracy było przeprowadzenie oceny sensorycznej produktów z dodatkiem owadów (pieczywo z 10%, 20% i 30% udziałem mączki ze świerszcza domowego w stosunku do mąki pszennej, batony z dodatkiem mączki ze świerszcza) oraz owadów jadalnych w całości w dwóch wersjach smakowych wśród uczniów szkół gastronomicznych w Olsztynie i Warszawie.

Materiał i metody badawcze

Materiał badawczy stanowiły wyroby z dodatkiem owadów jadalnych w postaci mączek (świerszcz domowy – *Acheta domestica*) oraz owadów jadalnych w całości. Wyrobami było pieczywo pszenne z różnym procentowym udziałem mączki ze świerszcza (10%, 20%, 30%), które wytworzono metodą jednofazową na podstawie receptury próbnego wypieku laboratoryjnego metodą zróżnicowaną Zakładu Badawczego Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy. Drugimi wyrobami były dwie wersje smakowe batonów proteinowych ze świerszczy marki Sens – gorzka czekolada z wiśnią oraz kakao z sezamem. Dodatkowo ocenie poddano również owady jadalne w formie suszonej, bez rozdrobnienia – świerszcza domowego w posypce o smaku owoców leśnych oraz larw mącznika młynarka o smaku ziół prowansalskich z czosnkiem. Surowce do wypieku

⁵ M. Bawa, S. Songsermpong, C. Kaewtapee, W. Chanput, *Nutritional, sensory, and texture quality of bread and cookie enriched with house cricket (*Acheta domestica*) powder*, „Journal of Food Processing and Preservation” 2020, nr 44(8), e14601, s. 1–9.

⁶ B. Cabuk, *Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and mealworm (*Tenebrio Molitor*) powders on the quality characteristics of protein rich muffins: Nutritional, physicochemical, textural and sensory aspects*, „Journal of Food Measurement and Characterization” 2021, nr 15(4), s. 3862–3872.

⁷ M. Castro Delgado, E. Chambers IV, A. Carbonell-Barrachina, L. Noguera Artiaga, R. Vidal Quintanar, A. Burgos Hernandez, *Consumer acceptability in the USA, Mexico, and Spain of chocolate chip cookies made with partial insect powder replacement*, „Journal of Food Science” 2020, nr 85(6), s. 1621–1628.

⁸ P.Ł. Kowalczewski, M. Gumienna, I. Rybicka, B. Górna, P. Sarbak, K. Dziedzic, D. Kmiecik, *Nutritional value and biological activity of gluten-free bread enriched with cricket powder*, „Molecules” 2021, nr 26, 1184, s. 1–16.

⁹ E. Zielińska, U. Pankiewicz, M. Sujka, *Nutritional, physicochemical, and biological value of muffins enriched with edible insects flour*, „Antioxidants” 2021, nr 10(7), 1122, s. 1–17.

pieczywa zostały zakupione w sklepach spożywczych znajdujących się na terenie Olaszyna. Batony, mączka ze świerszcza i owady w całości zostały zakupione w sklepie internetowym. Wszystkie surowce i produkty miały odpowiedni termin przydatności do spożycia oraz odpowiednie cechy organoleptyczne charakterystyczne dla danych surowców. Dodatkowo w badaniach została użyta woda wodociągowa.

Metodą badawczą była karta oceny z wykorzystaniem metody jednokierunkowej ustrukturyzowanej skali graficznej (0-10 pkt) oraz ogólnej pożądalności na skali hedonicznej (1-9 pkt). W badaniu udział wzięło 100 uczniów szkół gastronomicznych z Olaszyna i Warszawy. Ocena sensoryczna była anonimowa i dobrowolna oraz w każdym momencie mogli zrezygnować z udziału w badaniu. Uczniowie i opiekunowie prawni zostali poinformowani o prowadzonych badaniach oraz przed przystąpieniem do badań musieli wypełnić zgody na udział w badaniu.

Wyniki i dyskusja

Ocena sensoryczna owadów jadalnych

Owady jadalne zyskują coraz większą popularność na rynku żywności i wskazuje się na liczne korzyści żywieniowe wynikające z ich konsumpcji¹⁰. Główne przyczyny skłaniające społeczeństwo do chęci spróbowania owadów jadalnych to korzyści zdrowotne, wartość odżywcza, możliwe wyczerpanie zapasów pożywienia oraz niska cena owadów¹¹.

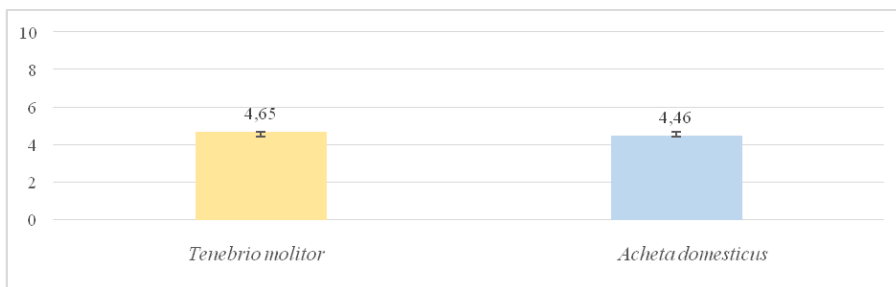
Na rysunkach 1-3 przedstawiono wyniki przeprowadzonej oceny sensorycznej suszonych owadów jadalnych. Ogólna pożądalność suszonych owadów jadalnych kształtowała się na zbliżonym poziomie. Suszony świerszcz jadalny uzyskał o 4% wyższy wynik pożądalności w porównaniu do suszonego mącznika młynarka (Rys. 1). Z drugiej strony, larwy mącznika młynarka zostały ocenione wyżej pod względem wybranych wyróżników jakościowych. Suszony mącznik młynarek, w opinii uczniów cechował się bardziej pożądaną twardością, był bardziej kruchy oraz cechowała go mniejsza wyczuwalność obcego posmaku. Mącznik młynarek uzyskał o 27%, 16% i 30% wyższe oceny względem świerszcza domowego dla wymienionych wyżej wyróżników jakościowych (Rys. 2). Adámek i in. (2020)¹² podają, że największą barierą podczas spożycia świerszcza

¹⁰ P.L. Wiza, *Charakterystyka owadów jadalnych jako alternatywnego źródła białka w ujęciu żywieniowym, środowiskowym oraz gospodarczym*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2019, nr 1, s. 98–102.

¹¹ J. Bartkiewicz, *Sensoryczna ocena oraz determinanty akceptacji koktajlu owocowego z owadami jadalnymi – świerszczem domowym *Acheta domestica* L. wśród wybranej grupy konsumentów*, „Intercathedra” 2019, nr 3(40), s. 227–234.

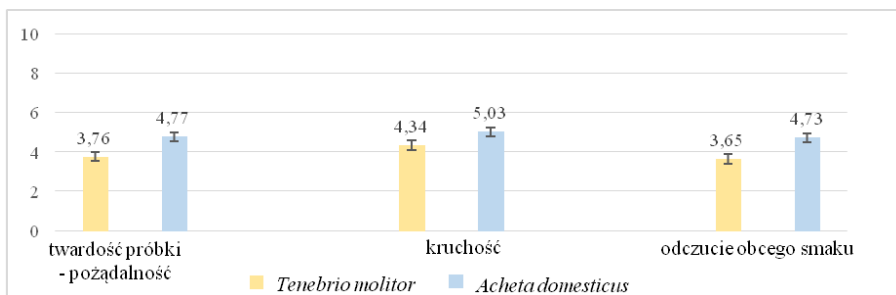
¹² M. Adámek, A. Adámková, S. Kouřimská, J. Mlček, K. Vojáčková, J. Orsavová, M. Bučková, O. Faměra, M. Búran, *Sensory evaluation and acceptance of food made of edible insects*, „Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences” 2020, nr 14, s. 921–928.

domowego przez konsumentów była ich charakterystyczna struktura i podatność na żucie. W badaniach autorów respondenci czuli się najbardziej niekomfortowo podczas żucia owada, ze względu na jego specyficzną budowę, która jest odmienna w stosunku do produktów mięsnych czy ryb. Suszony świerszcz domowy uzyskał także wyższe noty w ocenie sensorycznej względem jakości ogólnej.



Rys. 1. Ocena ogólnej pożądalności owadów jadalnych w całości w różnych wersjach smakowych (*Tenebrio molitor* – zioła prowansalskie z czosnkiem, *Acheta domestica* – owoce leśne)

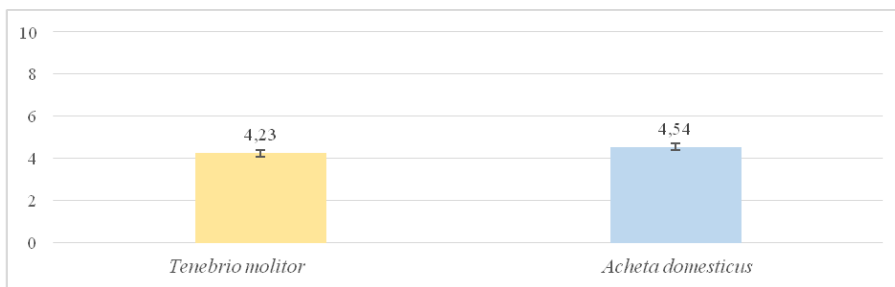
Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 2. Ocena sensoryczna wybranych wyróżników jakościowych owadów jadalnych w całości w różnych wersjach smakowych (*Tenebrio molitor* – zioła prowansalskie z czosnkiem, *Acheta domestica* – owoce leśne)

Źródło: Opracowanie własne.

Uczniowie ocenili jakość ogólną larw mącznika młynarka o 7% niższą względem świerszcza domowego (Rys. 3). Stosunkowo niskie wyniki oceny sensorycznej owadów jadalnych są w znacznym stopniu uwarunkowane aspektem psychologicznym. Owady zostały podane uczniom w postaci całej, co mogło powodować niechęć i odrzę. Mimo wzrastającego zainteresowania owadami jadalnymi wciąż obserwuje się zjawisko neofobii, czyli świadomego unikania żywności nieznannej, naznaczonej w du-



Rys. 3. Ocena sensoryczna ogólnej jakości owadów jadalnych w całości w różnych wersjach smakowych (*Tenebrio molitor* – ziola prowansalskie z czosnkiem, *Acheta domestica* – owoce leśne)

Źródło: Opracowanie własne.

żej mierze kulturą rodzinną¹³. W Polsce owady jadalne nie są popularyzowane tak jak w krajach azjatyckich, stąd też podczas ich konsumpcji większą rolę odgrywają emocje i wynikający z nich strach przed ich spróbowaniem¹⁴, ¹⁵. Z drugiej strony, uczniowie byli zainteresowani ocenianymi produktami i podjęli się przeprowadzenia oceny sensorycznej. Młodzi ludzie są bardziej otwarci na nowe, niekonwencjonalne smaki i chętniej podążają za trendami żywieniowymi.

Ocena sensoryczna batonów z dodatkiem owadów jadalnych

Popularne przekąski, takie jak batony, chipsy, ciastka są najczęstszymi wybieranymi przekąskami wśród młodych ludzi. Bardzo często ich wartość odżywcza jest niska ze względu na wysoki dodatek tłuszczu oraz cukru. Tego typu przekąski, wzbogacone w białko owadzie, mogą być atrakcyjne w szczególności wśród osób młodych i dzięki temu zyskać popularność na rynku żywności. Dużą zaletą tego typu produktów, wzbogaconych w owady jadalne, jest ich konwencjonalny kształt oraz występowanie owadów w postaci niewidocznej (zmielonej)¹³.

Rysunki 4-7 przedstawiają wyniki przeprowadzonej oceny sensorycznej dwóch rodzajów batonów z dodatkiem proszku owadziego. Odnotowano znaczące różnice w wynikach oceny sensorycznej. Pożądalność batona z dodatkiem gorzkiej czekolady i wiśni w opinii uczniów uzyskała ocenę 6,1, natomiast batona z dodatkiem kakao i sezamu – 2,66 (Rys. 4).

¹³ N. Szeja, *Entomofagia – aspekty żywieniowe i psychologiczne*, „Kosmos. Problemy nauk biologicznych” 2019, nr 68(3), s. 489–501.

¹⁴ C. Hartmann, J. Shi, A. Giusto, M. Siegrist, *The psychology of eating insects: A cross-cultural comparison between Germany and China*, „Food Quality and Preference” 2015, nr 44, s. 148–156.

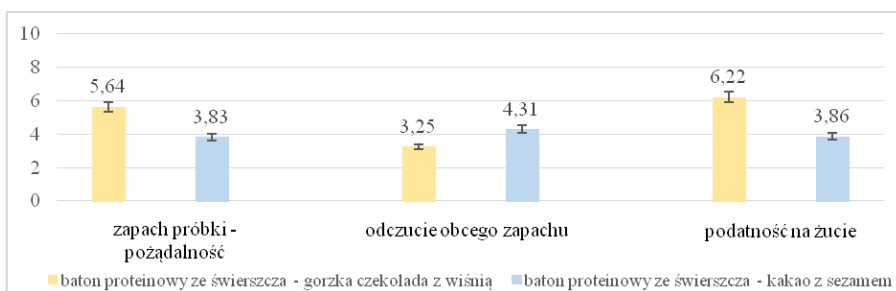
¹⁵ W. Verbeke, *Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society*, „Food Quality Preference” 2015, nr 39, s. 147–155.



Rys. 4. Ocena ogólnej pożądalności batonów proteinowych ze świerszcza

Źródło: Opracowanie własne.

Poszczególne wyróżniki jakościowe również zostały ocenione lepiej w przypadku batona z dodatkiem gorzkiej czekolady i wiśni. Przede wszystkim, baton uzyskał o 47% wyższe noty w przypadku pożądalności zapachu, o 61% wyższe oceny w przypadku podatności na żucie oraz ponad dwuipółkrotnie wyższe noty w przypadku pożądalności smaku. Baton z dodatkiem czekolady został oceniony jako bardziej wyczuwalny pod względem obcego zapachu (4,31), względem batona z gorzką czekoladą i sezamem, oraz bardziej intensywny pod względem wyczuwalności obcego smaku (6,54), względem drugiego batona (3,97) (Rys. 5-6). Bartkowicz i Babicz-Zielińska (2020)¹⁶ podają, że społeczeństwo będzie w stanie zaakceptować żywność z dodatkiem owadów jadalnych, jeśli nie będzie się ona różniła w znaczący sposób od żywności konwencjonalnej pod względem wyglądu, zapachu i smaku.

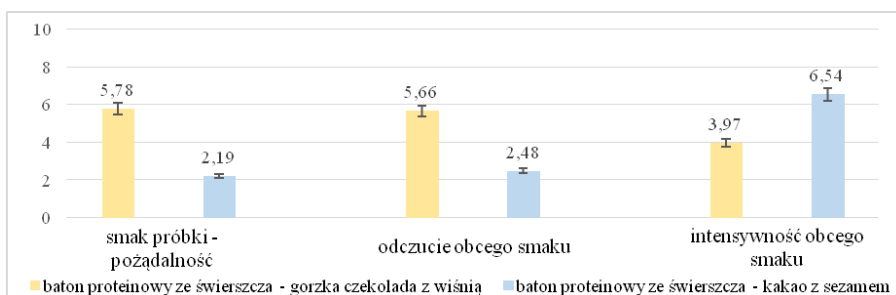


Rys. 5. Ocena sensoryczna pożądalności zapachu, odczucia obcego zapachu oraz podatności na żucie batonów proteinowych ze świerszcza

Źródło: Opracowanie własne.

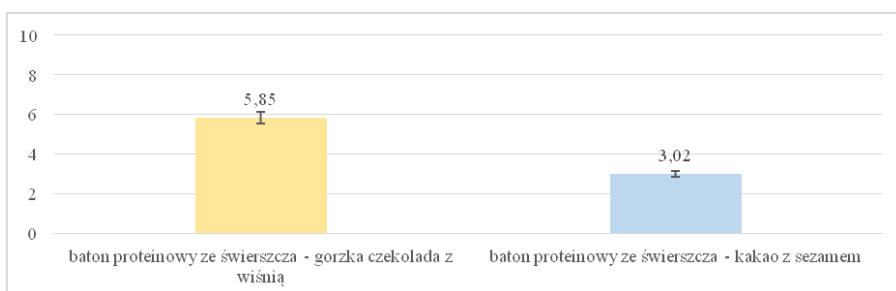
Ogólna jakość batona z maliną i gorzką czekoladą została oceniona prawie dwa razy wyżej niż w przypadku batona z gorzką czekoladą i sezamem (Rys. 7). Batony z dodatkiem owadów jadalnych uzyskały wyższe noty w ocenie sensorycznej w porównaniu

¹⁶ J. Bartkowicz, E. Babicz-Zielińska, *Acceptance of bars with edible insects by a selected group of students from Tri-City, Poland*, „Czech Journal of Food Sciences” 2020, nr 38(3), s. 192–197.



Rys. 6. Ocena sensoryczna pożądalności smaku, odczucia obcego smaku oraz intensywności obcego smaku batonów proteinowych ze świerszcza

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 7. Ocena sensoryczna ogólnej jakości batonów proteinowych ze świerszcza

Źródło: Opracowanie własne.

do wyników oceny owadów jadalnych w całości. Najważniejszą przyczyną tego zjawiska jest forma podania owadów jadalnych. W przypadku gdy uczniowie widzieli owady w całości, dużą rolę podczas oceny odgrywały emocje, m.in. lęk, strach, niechęć. W przypadku batonów, owady zostały dodane do wyrobu w formie proszku, a sam baton przyjmował kształt konwencjonalnego batona. Bartkowicz (2018)¹⁷ w swoich badaniach wykazała, że konsumenci są lepiej nastawieni do owadów jadalnych w postaci sproszkowanej, aniżeli całych postaci owadów. W badaniach własnych prawie 40% respondentów wskazało, że byłoby skłonni spróbować wyrobów z dodatkiem mączki z owadów.

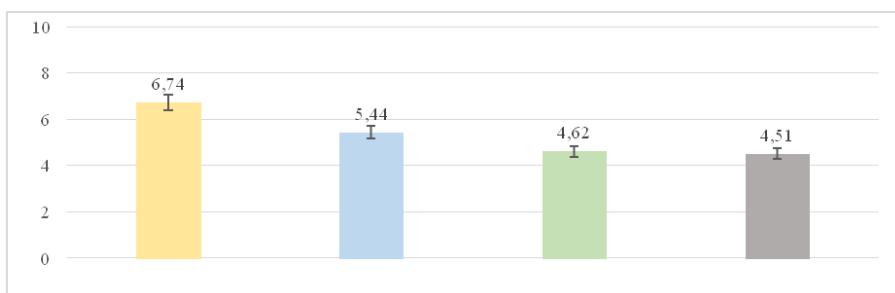
Ocena sensoryczna pieczywa z dodatkiem mączki z owadów jadalnych

Owady jadalne są doskonałym surowcem, które mogą podnieść wartość odżywczą wyrobów konwencjonalnych, w szczególności pod względem zawartości białka, witamin i składników mineralnych. Jest to punkt wyjścia do zwiększenia zainteresowania kon-

¹⁷ J. Bartkowicz, *Owady jadalne w aspekcie żywieniowym, ekonomicznym i środowiskowym*, „Handel Wewnętrzny” 2018, nr 2 (373), s. 77–89.

sumentów owadami jadalnymi¹¹. Pieczywo jest podstawowym źródłem węglowodanów spożywanym na całym świecie. Wciąż rośnie jego spożycie, a czynnikami to warunkującymi jest wygoda, wartość odżywcza i smak¹⁸. Pieczywo pszenne, produkowane z mąki rafinowanej, posiada znacznie niższą wartość odżywczą względem pieczywa pełnoziarnistego. Dlatego też obserwuje się nowe trendy dotyczące wzbogacania pieczywa i polepszania jego wartości odżywczych oraz właściwości funkcjonalnych, np. mączką z owadów jadalnych¹⁹.

Rysunki 8-12 przedstawiają wyniki oceny sensorycznej pieczywa pszennego kontrolnego oraz z dodatkiem 10, 20 i 30% mączki z owadów jadalnych. We wszystkich ocenionych wyróżnikach przygotowanego pieczywa odnotowano taką samą tendencję – ze zwiększającym się dodatkiem mączki pieczywo było mniej akceptowane przez uczniów. Podobną zależność odnotowali García-Segovia i in. (2020)²⁰. Wynik oceny hedonicznej podaje, że pieczywo pszenne bez dodatku mączki było najbardziej preferowane (ocena=6,74), natomiast pieczywo z dodatkiem 30% mączki – najmniej (ocena=4,51) (Rys. 8). Duże różnice odnotowano w ocenie pożądalności smaku, objętości pieczywa, porowatości mięksiszu, pożądalności barwy i podatności na żucie (różnica w ocenie kolejno: 3,07; 1,93; 1,93 i 1,95 pomiędzy pieczywem pszennym a pieczywem z dodatkiem 30% mączki z owadów) (Rys. 10-12). Dodatek mączki z owadów do pieczywa w istotny sposób wpłynął na reologię i teksturę ciasta, przede wszystkim ze względu na zmniejszenie liczby białek strukturotwórczych, takich jak gluten²¹. Ze względu na to,



Rys. 8. Ocena hedoniczna pieczywa z 0%, 10%, 20% i 30% mączki z owadów

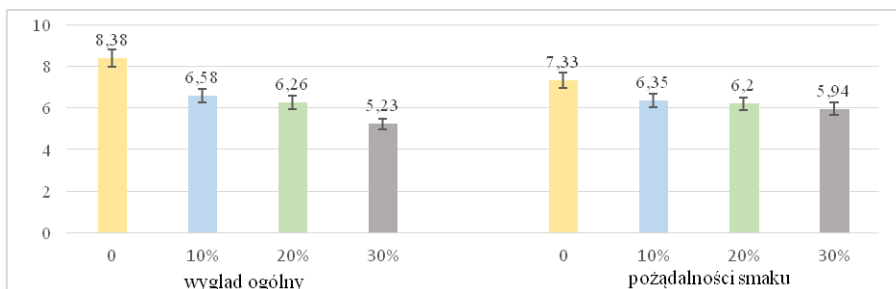
Źródło: Opracowanie własne.

¹⁸ USDA. Thailand Food Processing Ingredient. Global Agricultural Information Network; Report USA/2/2019; USDA: Washington, DC, USA 2019; s. 1–10.

¹⁹ A. Mafu, S. Ketnawa, S. Phongthai, R. Schönlechner, S. Rawdkuen, *Whole wheat bread enriched with cricket powder as an alternative protein*, „Foods” 2022, nr 11, 2142.

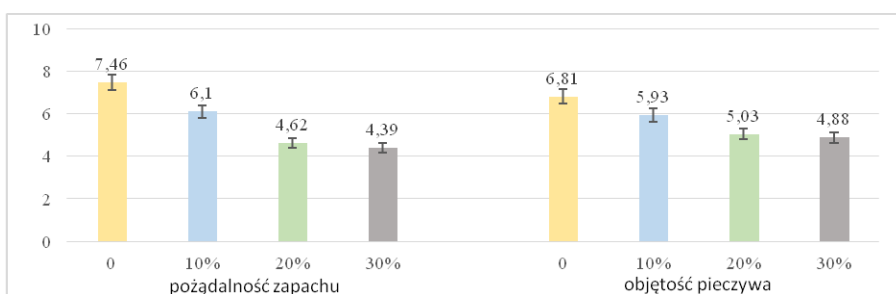
²⁰ P. García-Segovia, M. Igual, J. Martínez-Monzó, *Physicochemical properties and consumer acceptance of bread enriched with alternative proteins*, „Foods” 2020, nr 9, 933.

²¹ S. Kowalski, A. Mikulec, B. Mickowska, M. Skotnicka, A. Mazurek, *Wheat bread supplementation with various edible insect flours. Influence of chemical composition on nutritional and technological aspects*, „LWT – Food Science and Technology” 2022, nr 159, 113220.



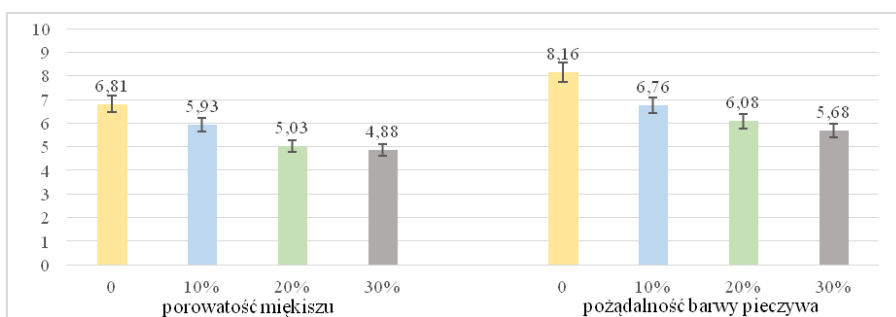
Rys. 9. Ocena sensoryczna wyglądu ogólnego oraz pożądaności smaku pieczywa z 0%, 10%, 20% i 30% mączki z owadów

Źródło: Opracowanie własne.



Rys. 10. Ocena sensoryczna pożądaności zapachu oraz objętości pieczywa z 0%, 10%, 20% i 30% mączki z owadów

Źródło: Opracowanie własne.

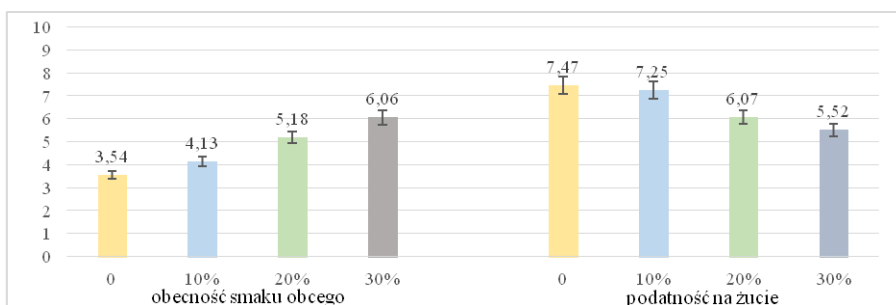


Rys. 11. Ocena sensoryczna porowatości miękiszu oraz pożądaności barwy pieczywa z 0%, 10%, 20% i 30% mączki z owadów

Źródło: Opracowanie własne.

że mączka ze świerszcza posiada bardzo wysoką zawartość białka i niewielką zawartość tłuszczu, sieć glutenowa ulega osłabieniu, a prawidłowy rozrost ciasta jest zakłócony²².

Obecność smaku obcego w pieczywie z dodatkiem 30% mączki została oceniona jako 70% wyższa względem pieczywa kontrolnego (Rys. 12). Analizując wyniki oceny sensorycznej pieczywa z dodatkiem mączki z owadów jadalnych, można stwierdzić, że niewielki dodatek (10%) mączki jest akceptowany przez konsumentów i byłby dobrym rozwiązaniem do wprowadzenia na rynek produktu wzbogaconego w pełnowartościowe białko, które będzie atrakcyjne dla konsumentów. Niewielki dodatek proszku owadziego nie zmienia znacząco cech jakościowych wyrobu gotowego, a znacząco podwyższa wartość odżywczą¹¹.



Rys. 12. Ocena sensoryczna obecności smaku obcego oraz podatności na żucie pieczywa z 0%, 10%, 20% i 30% mączki z owadów

Źródło: Opracowanie własne.

Reasumując, owady jadalne zyskują coraz większą popularność w krajach europejskich, jednak w dalszym ciągu potrzeba więcej czasu do uzyskania większej akceptowalności w ich spożyciu. Ważnym aspektem jest uświadamianie konsumentów o wysokiej wartości odżywczej owadów jadalnych i potencjalnych korzyściach wynikających z ich spożycia. Jednak popularyzacja owadów jadalnych wyłącznie na tej podstawie nie jest wystarczająca. Najważniejszym aspektem jest uzyskanie społecznej akceptacji dotyczącej ich spożycia, co można uzyskać, produkując produkty konwencjonalne z niewielkim dodatkiem mączki z owadów. Znana kategoria produktu, a także profil smakowy będzie powodował, że konsumenci z większym zainteresowaniem będą sięgać po nowe produkty. Bednářová i in. (2013)²³ podaje, że konsumenci dzielą się na dwie grupy –

²² X. Sui, Y. Zhang, W. Zhou, *Bread fortified with anthocyanin-rich extract from black rice as nutraceutical sources: Its quality attributes and in vitro digestibility*, „Food Chemistry” 2016, nr 196, s. 910–916.

²³ M. Bednářová, M. Borkovcova, J. Mlček, O. Rop, L. Zeman, *Edible insects – species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic*, „Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis” 2013, nr 61(3), s. 587–593.

jedni preferują wyroby spożywcze z widocznymi, całymi owadami, drudzy preferują ich dodatek w postaci mączki. Bez wątplenia, uczniowie biorący udział w badaniu preferowali dodatek owadów jadalnych w formie mączki, co potwierdzają wyższe noty w uzyskanej ocenie sensorycznej. Istotnym elementem jest także uświadamianie społeczeństwa oraz edukacja żywieniowa²⁴, ²⁵. Bez wątplenia, osoby młode – uczniowie czy studenci, są bardziej otwarci na nowości żywieniowe i tę grupę łatwiej jest przekonać do zalet wynikających ze spożycia owadów jadalnych.

Wnioski

Na podstawie uzyskanych danych sformułowano następujące wnioski:

- Chleb z najmniejszą zawartością mączki z owadów (10% dodatek) był najlepiej oceniany ze względu na skojarzenie z pieczywem pełnoziarnistym, które respondenci kojarzą ze „zdrowym” pieczywem.
- Zwiększona zawartość mączki z owadów powoduje większą wyczuwalność obcego zapachu i smaku pieczywa oraz batonów, powoduje również zmniejszenie porowatości miększu i objętości chleba.
- Wraz ze zwiększeniem dodatku mączki owadów ogólna akceptowalność chleba maleje.
- Dodatek smakowy i aromatyczny, zarówno do owadów jadalnych i batonów, zwiększa akceptowalność ocenianych produktów.
- Aspekt psychologiczny jest głównym czynnikiem determinującym obawę związaną z konsumpcją produktów z dodatkiem owadów jadalnych.

Bibliografia

- Adámek M., Adámková A., Kouřimská S., Mlček J., Vojáčková K., Orsavová J., Bučková M., Faměra O., Búran M., *Sensory evaluation and acceptance of food made of edible insects*, „Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences” 2020, nr 14, s. 921–928.
- Bartkowicz J., *Owady jadalne w aspekcie żywieniowym, ekonomicznym i środowiskowym*, „Handel Wewnętrzny” 2018, nr 2 (373), s. 77–89.
- Bartkowicz J., *Sensoryczna ocena oraz determinanty akceptacji koktajlu owocowego z owadami jadalnymi – świerszczem domowym *Acheta domestica* L. wśród wybranej grupy konsumentów*, „Intercathedra” 2019, nr 3(40), s. 227–234.
- Bartkowicz J., Babicz-Zielińska E., *Acceptance of bars with edible insects by a selected group of students from Tri-City, Poland*, „Czech Journal of Food Sciences” 2020, nr 38(3), s. 192–197.

²⁴ M. Ruby, P. Rozin, C. Chan, *Determinants of willingness to eat insects in the USA and India*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2015, nr 1, s. 215–225.

²⁵ C. Hartmann, M. Siegrist, *Insects as food: perception and acceptance. Findings from current research*, „Ernährungs Umschau” 2017, nr 64, s. 44–50.

- Bawa M., Songsermpong S., Kaewtapee C., Chanput W., *Nutritional, sensory, and texture quality of bread and cookie enriched with house cricket (*Acheta domestica*) powder*, „Journal of Food Processing and Preservation” 2020, nr 44(8), e14601, s. 1–9.
- Bednářová M., Borkovcova M., Mlček J., Rop O., Zeman L., *Edible insects – species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic*, „Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis” 2013, nr 61(3), s. 587–593.
- Cabuk B., *Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and mealworm (*Tenebrio Molitor*) powders on the quality characteristics of protein rich muffins: Nutritional, physicochemical, textural and sensory aspects*, „Journal of Food Measurement and Characterization” 2021, nr 15(4), s. 3862–3872.
- Castro Delgado M., Chambers IV E., Carbonell-Barrachina A., Noguera Artiaga L., R. Vidal Quintanar R., A. Burgos Hernandez A., *Consumer acceptability in the USA, Mexico, and Spain of chocolate chip cookies made with partial insect powder replacement*, „Journal of Food Science” 2020, nr 85(6), s. 1621–1628.
- Chen X., Feng Y., Chen Z., *Common edible insects and their utilization in China*, „Entomological Research” 2009, nr 39(5), s. 299–303.
- García-Segovia P., Igual M., Martínez-Monzó J., *Physicochemical properties and consumer acceptance of bread enriched with alternative proteins*, „Foods” 2020, nr 9, 933.
- Hartmann C., Shi J., Giusto A., Siegrist M., *The psychology of eating insects: A cross-cultural comparison between Germany and China*, „Food Quality and Preference” 2015, nr 44, s. 148–156.
- Hartmann C., Siegrist M., *Insects as food: perception and acceptance. Findings from current research*, „Ernahrungs Umschau” 2017, nr 64, s. 44–50.
- Kowalczewski P.Ł., Gumienka M., Rybicka I., Górna B., Sarbak P., Dziedzic K., Kmiecik D., *Nutritional value and biological activity of gluten-free bread enriched with cricket powder*, „Molecules” 2021, nr 26, 1184, s. 1–16.
- Kowalski S., Mikulec A., Mickowska B., Skotnicka M., Mazurek A., *Wheat bread supplementation with various edible insect flours. Influence of chemical composition on nutritional and technological aspects*, „LWT – Food Science and Technology” 2022, nr 159, 113220.
- Mafu A, Ketnawa S., Phongthai S., Schönlechner R., Rawdkuen S., *Whole wheat bread enriched with cricket powder as an alternative protein*, „Foods” 2022, nr 11, 2142.
- Pippinato L., Gasco L., Di Vita G., Mancuso T., *Current scenario in the European edible-insect industry: a preliminary study*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2020, nr 6(4), s. 371–381.
- Ramos-Elorduy J., *Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability*, „Entomological Research” 2009, nr 39, s. 271–288.
- Ruby M., Rozin P., Chan C., *Determinants of willingness to eat insects in the USA and India*, „Journal of Insects as Food and Feed” 2015, nr 1, s. 215–225.
- Sui X., Zhang Y., Zhou W., *Bread fortified with anthocyanin-rich extract from black rice as nutraceutical sources: Its quality attributes and in vitro digestibility*, „Food Chemistry” 2016, nr 196, s. 910–916.
- Szeja N., *Entomofagia – aspekty żywieniowe i psychologiczne*, „Kosmos. Problemy nauk biologicznych” 2019, nr 68(3), s. 489–501.
- Tao J., Li Y.O., *Edible insects as a means to address global malnutrition and food insecurity issues*, „Food Quality and Safety” 2018, nr 2(1), s. 17–26.
- USDA. Thailand Food Processing Ingredient. Global Agricultural Information Network; Report US4/2/2019; USDA: Washington, DC, USA, 2019; s. 1–10.
- Van Iitterbeeck J., Pelozuelo L., *How many edible insect species are there? A not so simple question*, „Diversity” 2022, nr 14(2), s. 143.
- Verbeke W., *Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a Western society*, „Food Quality Preference” 2015, nr 39, s. 147–155.

Wiza P.L., *Charakterystyka owadów jadalnych jako alternatywnego źródła białka w ujęciu żywieniowym, środowiskowym oraz gospodarczym*, „Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2019, nr 1, s. 98–102.

Zielińska E., Pankiewicz U., Sujka M., *Nutritional, physicochemical, and biological value of muffins enriched with edible insects flour*, „Antioxidants” 2021, nr 10(7), 1122, s. 1–17.

PRODUCTS WITH EDIBLE INSECTS IN THE OPINION OF STUDENTS AT GASTRONOMY HIGH SCHOOLS

Abstract: Scientists continue to look for new alternative sources of protein that can be used in the food industry “on a larger scale.” There is increasing talk of the possibility of using edible insects, algae, and Pacific krill. All these activities are related to the ever-increasing number of people in the world and the problem of feeding a high population. Edible insects have a protein content of about 5 to as much as 80% - poultry meat contains about 11% protein.

The aim of the study was to examine among students from gastronomy high schools, the acceptability of organoleptic characteristics of products with the addition of edible insects. The material of the study was baked goods obtained in the laboratory with the addition of 10, 20 and 30% insect powder and products containing edible insects.

The research indicated that the evaluated products gained acceptability from students, who showed openness to new, previously unseen flavors. The most controversial during the evaluation were insects in dried form. Based on the results, it can be concluded that young people are very open to trying new flavors and are willing to diversify their diets with alternative foods with higher protein content.

Keywords: edible insects, house cricket, *Acheta domestica*, sensory evaluation, bars, breads

Piotr Kalinowski

Naukowe Koło Technologów Mleczarstwa

Opiekun: dr hab. inż. Justyna Żulewska, prof. UWM

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

EKOLOGICZNE ASPEKTY OPAKOWAŃ PRODUKTÓW MLECZARSKICH A POSTAWA KONSUMENTÓW

Wstęp

Biorąc pod uwagę rosnącą świadomość ekologiczną konsumentów, współczesne opakowania powinny spełniać szereg funkcji. Projektanci opakowań muszą teraz uwzględnić nie tylko podstawowe kwestie, takie jak ochrona produktów, ale także zastosowanie odnawialnych surowców. W obecnych czasach coraz więcej produktów spożywczych jest sprzedawanych w opakowaniach przyjaznych dla środowiska, co wskazuje na zmiany w podejściu konsumentów¹.

Termin „opakowanie” należy traktować jako materiał, który został zaprojektowany i wytworzony w taki sposób, aby odpowiednio chronić w nim umieszczony produkt przed uszkodzeniami oraz chronić otoczenie przed szkodliwym wpływem danego artykułu². Opakowanie spełnia wiele funkcji, takich jak ułatwienie transportu, przechowywanie, sprzedaż oraz użytkowanie samego produktu. Oprócz tego, na opakowaniu umieszczane są informacje i znaki dotyczące samej zawartości produktu lub opakowania. Do podstawowych zaliczymy takie jak: skład produktu, termin przydatności do spożycia czy informacje o wartości odżywczej³. Innymi informacjami, niedotyczącymi

¹ M. Bednarczyk, B. Borkowski, P. Kardaś, K. Kawczyński, A. Sapota, A. Sznyk, J. Wodzisławski, *Środowiskowe aspekty projektowania opakowań*, 2020. https://kig.pl/wp-content/uploads/2020/08/EKO_PROJEKTOWANIE.pdf [dostęp: 5.05.2023].

² Z. Wyszowska, T. Ankiewicz, *Trendy w rozwoju opakowań produktów mleczarskich*, „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2013, nr 52(2), s. 95–97.

³ A. Żbikowska, K. Leszczyński, *Opakowania i pakowanie żywności. Wybrane zagadnienia*, Warszawa 2016, s. 10–20.

samego produktu, są oznaczenia określające przydatność danego opakowania do recyklingu lub postępowanie z nim po wykorzystaniu artykułu. Opakowanie w dużym stopniu wpływa na decyzje zakupowe konsumenta poprzez swoje walory estetyczne, ekonomiczne, czy też ekologiczne⁴.

W wyniku braku prawnie zdefiniowanej definicji „opakowania ekologicznego” niemożliwe jest określenie cech wyróżniających takie opakowania, a tym samym niemożliwa jest ich klasyfikacja. Jednak można ocenić, które opakowanie jest w większym lub mniejszym stopniu ekologiczne, biorąc pod uwagę jego wpływ na środowisko naturalne⁵. Do kluczowych czynników, które mogą zostać wykorzystane podczas oceny oddziaływania danego opakowania na środowisko, należy uwzględnić sposób, w jaki uzyskano surowce przeznaczone do produkcji opakowań. Preferowanymi materiałami wykorzystywanymi do opakowań przyjaznych środowisku są surowce odnawialne, takie jak drewno pochodzące z zrównoważonych źródeł lub biopolimery uzyskiwane z roślin. Należy unikać surowców pochodzących z wydobycia zasobów naturalnych, które w dużym stopniu ingerują w środowisko naturalne⁶. Kolejnym aspektem jest sam rodzaj i ilość użytych materiałów, które wpływają na efektywność opakowania pod względem środowiskowym. Opakowania o niskim wpływie środowiskowym wykorzystują lekkie i wydajne materiały, takie jak recyklowane tworzywa sztuczne lub biodegradowalne materiały organiczne. Ważnym czynnikiem jest możliwość ponownego wykorzystania wytworzonych opakowań. Opakowania przyjazne środowisku powinny być projektowane z myślą o możliwości jego ponownego wykorzystania poprzez proces recyklingu. Materiały opakowaniowe, które można łatwo poddać recyklingowi i przetworzyć na nowe produkty, zmniejszają obciążenie dla środowiska. Ponowne wykorzystanie materiałów recyklingowych zmniejsza również potrzebę wydobycia nowych surowców⁷. Ważnym powodem, który należy uwzględnić, jest możliwość biodegradacji lub kompostowania stosowanych opakowań. Opakowania biodegradowalne rozkładają się w naturalny sposób, nie pozostawiając po sobie szkodliwych substancji. Tego typu opakowania mogą być wykonane z materiałów pochodzenia roślinnego, takich jak kawałki trawy, liście, drewno czy skrobia. Dzięki temu, po ich zużyciu, można je w prosty sposób usunąć, co przyczynia się do redukcji ilości odpadów⁸. Opakowania kompostowalne mogą być przetwarzane w proce-

⁴ D. Świętecka, H. Podsiadło, *Wymagania stawiane opakowaniom do produktów spożywczych i metody badania tych opakowań*, „Opakowania” 2007, nr 9, s. 50–55.

⁵ J. Olszak, *Ekologiczny charakter opakowań*, „Kierunek Spożywczy” 2020, nr. 4, s. 66–68.

⁶ A. Heimowska, *Opakowania zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 377, s. 159–176.

⁷ D. Czarnecka-Komorowska, K. Wiszumierska, *Sustainability design of plastic packaging for the Circular Economy*, „Polimery” 2020, nr 65(1), s. 8–17.

⁸ A. Folentarska, M. Krystyjan, H.M. Baranowska, W. Ciesielski, *Surowce odnawialne jako alternatywa do otrzymywania biodegradowalnych tworzyw*, „Chemistry, Environment, Biotechnology” 2016, nr 19, s.121–124.

się kompostowania, dając wartościowy materiał organiczny⁹. Kluczowym elementem jest ślad węglowy, który generowany jest w procesie produkcji opakowania. Całkowity ślad węglowy opakowania, czyli emisja gazów cieplarnianych związanych z jego produkcją, jest istotnym czynnikiem środowiskowym. W procesie produkcji opakowań przyjaznych środowisku dąży się do minimalizacji emisji dwutlenku węgla poprzez zastosowanie efektywnych procesów produkcji, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i optymalizację logistyki¹⁰.

Według danych (Plastics – the Facts 2019) globalna produkcja tworzyw sztucznych w 2019 roku na całym świecie wyniosła 368 milionów ton, z czego w samej Europie osiągnęła 58 milionów ton. Sektory opakowaniowy i budowlany stanowiły główne obszary wykorzystania tych materiałów. W Europie całkowite zużycie tworzyw sztucznych w 2019 roku wyniosło 50,7 miliona ton, z czego 39,6% przeznaczono na produkcję opakowań¹¹. Mimo postępu w recyklingu tych tworzyw, nadal istnieje potrzeba udoskonalania oraz poszukiwania nowych technik i materiałów wykorzystywanych podczas produkcji opakowań. W 2018 roku w Europie zebrano i przetworzono 29,1 miliona ton odpadów z tworzyw sztucznych. Jeśli chodzi o odzysk energii, recykling i składowanie odpadów z tworzyw sztucznych pochodzących od konsumentów, Polska zajmuje 21. miejsce w Europie według danych z 2021 roku¹².

Produkty mleczarskie stanowią jedną z kluczowych kategorii spożywczych, dlatego ich opakowania muszą spełniać wysokie standardy ekologiczne¹³. W związku z tym, producenci poszukują coraz to nowszych i bardziej innowacyjnych sposobów na pakowanie swoich produktów. Jednym z najbardziej popularnych sposobów na zminimalizowanie wpływu opakowań na środowisko jest stosowanie opakowań biodegradowalnych¹⁴. Innym sposobem na zminimalizowanie wpływu opakowań na środowisko jest stosowanie opakowań wielokrotnego użytku. Opakowania wielokrotnego użytku są w stanie zastąpić opakowania jednorazowego użytku, dzięki czemu zmniejsza się ilość odpadów produkowanych przez konsumentów. Ponadto, wiele firm wprowa-

⁹ N. Farmer, *Innowacje w opakowaniach żywności i napojów*, Warszawa 2016, s. 141–169.

¹⁰ E. Kastrau, R. Sosnowska-Noworól, Z. Wóźniak, *Ekonomiczny, ekologiczny i społeczny aspekt odzysku odpadów komunalnych na przykładzie Legnickiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej Spółki z o.o.*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 377, s. 190–202.

¹¹ https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2021/11/Raport_roczny_PEP_updated.pdf [dostęp: 11.05.2023].

¹² https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2021/11/Tworzywa-Fakty_2019_PL.pdf [dostęp: 11.05.2023].

¹³ J. Zalejski, K. Faszczewska, *Zachowanie polskich konsumentów wobec produktów ekologicznych*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2012, nr. 4, s. 92–104.

¹⁴ H. Żakowska, *Opakowania biodegradowalne do żywności*, „Przemysł Spożywczy” 2015, nr 69(7), s. 26–30.

dza programy recyklingu, w których klienci oddają zużyte opakowania, które są później przetwarzane na nowe produkty¹⁵.

Firma Tetra Pak jest pionierem innowacyjnych rozwiązań w zakresie produkcji opakowań, które mają minimalny negatywny wpływ na środowisko. Firma stawia sobie za cel redukcję negatywnego wpływu na środowisko naturalne poprzez zastosowanie zrównoważonych rozwiązań w procesie produkcji opakowań kartonowych. Działania Tetra Pak koncentrują się na trzech kluczowych obszarach: projektowaniu ekologicznym, efektywnym wykorzystywaniu zasobów oraz promowaniu recyklingu. W zakresie projektowania ekologicznego Tetra Pak dąży do minimalizowania ilości materiałów używanych do produkcji opakowań, jednocześnie zapewniając ochronę i bezpieczeństwo produktów. Wykorzystuje technologie, takie jak ultracienkie warstwy materiałów i zaawansowane zamknięcia, aby zmniejszyć zużycie surowców i energii. Efektywne wykorzystanie zasobów jest kolejnym priorytetem firmy Tetra Pak, w którym firma dąży do maksymalnego wykorzystania surowców i minimalizacji odpadów w procesie produkcyjnym. Tetra Pak stara się również ograniczać emisję gazów cieplarnianych i zużycie energii poprzez optymalizację procesów technologicznych. Promowanie recyklingu jest ważnym elementem działań Tetra Pak. Firma angażuje się w edukację świadomości społeczeństwa na temat korzyści płynących z recyklingu opakowań kartonowych. Współpracuje z partnerami i organizacjami, aby zapewnić skuteczne systemy recyklingu i zagwarantować, że opakowania Tetra Pak są poddawane ponownemu przetwarzaniu i wykorzystywane do produkcji nowych opakowań¹⁶.

W świetle regulacji prawnych, znaczące zmiany wprowadziła Dyrektywa PE I RADY (UE) 2019/904, w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko. Z początkiem lipca 2021 roku zaczęły obowiązywać przepisy dyrektywy SUP, które obejmują szereg przepisów stopniowo wycofujących nieprzetwarzany plastik z produkcji na terenie UE. W szczególności Dyrektywa ta zakłada, że:

- Od 2021 roku zakazane jest wprowadzanie do obrotu 10 typów plastikowych produktów jednorazowego użytku, między innymi takich jak: patyczki higieniczne, sztućce, talerze, słomki, patyczki do balonów, pojemniki na żywność i styropianowe kubeczki.
- Od 2025 roku nakrętki i wieczka plastikowe będą mogły być wprowadzane do obrotu jedynie wtedy, gdy są trwale przymocowane do butelek i pojemników.
- Od 2025 roku wszystkie butelki plastikowe muszą być wykonane z co najmniej 25% materiału pochodzącego z recyklingu, a od 2030 roku ten odsetek ma wzrosnąć do 30%.
- Do 2025 roku poziom zbierania i recyklingu plastikowych butelek przeznaczonych na napoje jednorazowego użytku ma wynosić 77%, a do 2029 roku ma osiągnąć 90%.

¹⁵ A. Przewoźna-Skowrońska, A. Dewicka, *Wpływ opakowania na zachowania konsumentów*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2016, nr. 71, s. 203–211.

¹⁶ <https://www.tetrapak.com/en-pl/campaigns/go-nature-go-carton/overview> [dostęp: 14.05.2023].

Przytoczone wytyczne obligują producentów artykułów spożywczych, w tym również produktów mleczarskich do zmniejszenia negatywnego wpływu swoich opakowań na środowisko. W związku z tym przedsiębiorstwa podjęły działania mające na celu zastąpienie tradycyjnych plastikowych opakowań, ekologicznymi alternatywami¹⁷. Nacisk na ekologię ma duży wpływ na decyzje producentów artykułów mleczarskich. Konieczność dostosowania się do regulacji prawnych sprawia, że producenci zmuszeni są do inwestowania w badania i rozwój, aby opracować innowacyjne rozwiązania opakowaniowe. Wprowadzenie ekologicznych opakowań staje się nie tylko wymogiem prawnym, ale również odpowiedzią na rosnące zapotrzebowanie rynku na produkty bardziej zrównoważone i odpowiedzialne ekologicznie. Pomimo że proces dostosowywania się producentów artykułów mleczarskich do ekologicznych opakowań jest stopniowy, to w miarę rozwoju technologii i postępów w dziedzinie zrównoważonego rozwoju można oczekiwać większej liczby produktów mleczarskich w ekologicznych opakowaniach na półkach sklepowych¹⁸.

Należy jednak pamiętać, że postawa konsumentów ma kluczowe znaczenie w kształtowaniu trendów rynkowych. Pewna część konsumentów skłonna jest do wybierania produktów, które są pakowane w bardziej ekologiczne opakowania¹⁹. Dlatego producenci produktów mleczarskich coraz częściej stosują opakowania przyjazne dla środowiska, aby przyciągnąć tę grupę klientów. Warto również zauważyć, że zrównoważone opakowania produktów mleczarskich nie tylko są korzystne dla środowiska, ale mogą również przynieść korzyści dla producentów. Z jednej strony, producenci mogą zaoszczędzić na kosztach związanych z produkcją i utylizacją tradycyjnych opakowań jednorazowego użytku, a z drugiej strony, klienci często są skłonni zapłacić więcej za produkty pakowane w bardziej ekologiczne opakowania^{20, 21}.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu ekologicznych aspektów opakowań produktów mleczarskich na decyzje zakupowe konsumentów.

¹⁷ <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/dyrektywa-2019-904-w-sprawie-zmniejszenia-wplywu-niektorych-produktow-z-69193852> [dostęp:15.05.2023].

¹⁸ D. Kasznik, Z. Łapniewska, *The end of plastic? The EU's directive on single-use plastics and its implementation in Poland*, „Environmental Science & Policy” 2023, nr 145, s. 151–163.

¹⁹ A. Dejnaka, *Opakowanie jako narzędzie wpływania na wybory konsumentów*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2011, nr 23, s. 131–143.

²⁰ M. Angowski, K. Domańska, *Postawy konsumentów względem produktów ekologicznych a ich zachowania nabywcze na rynku produktów mleczarskich*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2016, nr 18, s. 17–22.

²¹ M. Klonowska-Matynia, *Znaczenie cech użytkowych opakowania w procesie zakupu produktów mleczarskich*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej” 2010, nr 14, s. 227–233.

Material i metody

W przeprowadzonych badaniach zastosowano anonimową ankietę. Ankietę zamieszczono w Internecie przy użyciu platformy Google Forms. Badanie przeprowadzono w okresie od października do listopada 2022 roku. Kwestionariusz składał się z dwóch części. Pierwsza obejmowała metryczkę, zawierającą 4 pytania, natomiast druga część (11 pytań) dotyczyła pytań mających na celu ocenę wiedzy konsumentów na temat ekologicznych aspektów opakowań produktów mleczarskich oraz ich wpływu na decyzje zakupowe konsumentów. Uzyskane odpowiedzi respondentów zostały przedstawione w pracy jako udział procentowy poszczególnego pytania. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabelach.

Wyniki i dyskusja

Celem charakterystyki populacji osób biorących czynny udział w badaniu ankietowym zaproponowano takie cechy jak: płeć, wiek, wykształcenie, miejsce zamieszkania. Udzielone odpowiedzi respondentów na pytania pozwoliły określić, że badaniu poddało się łącznie 200 osób, w tym 163 kobiet oraz 37 mężczyzn. Najliczniejszą część grupy ankietowanych stanowiły osoby w przedziale wiekowym 18-24 lat (55%) oraz 35-44 lata (21%). Największa grupa ankietowanych (56%) deklarowała, że posiada wykształcenie średnie. Drugą co do wielkości grupą (37,5%) były osoby, które posiadały wykształcenie wyższe. Ankietowani pochodzili głównie z obszarów wiejskich (42,7%) oraz miast do 50 tys. mieszkańców (23,6%). Pozostała część respondentów (33,7%) stanowiła grupę osób zamieszkujących aglomeracje miejskie od 50 do 100 tys. mieszkańców.

Analiza udzielonych przez respondentów odpowiedzi na pytanie dotyczące zwracania przez nich uwagi na materiał opakowaniowy podczas zakupu produktów mleczarskich (Tabela 1) wykazała, że niemal połowa badanych osób, skupia swoją uwagę na rodzaju materiału, z którego wykonane jest opakowanie. Część ankietowanych, która odpowiedziała, że nie przejmuje się tym aspektem, stanowiła najmniejszą grupę respondentów (26%).

Tabela 1. Odpowiedzi respondentów na pytanie 1. Czy podczas zakupu produktów mleczarskich zwraca Pani/Pan uwagę z jakiego materiału opakowaniowego wykonane jest opakowanie?

Tak	28%
Nie	26%
Czasami	46%

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 zawarto odpowiedzi ankietowanych na pytanie dotyczące czynników przekonujących konsumentów do zakupu produktów mleczarskich. Według zebranych wyników, najważniejszym czynnikiem determinującym decyzje zakupowe jest jakość produktu, co potwierdziło aż 81% respondentów, czyli 162 osoby. Dodatkowo, 64% badanych przyznała, że podczas zakupów zwraca uwagę również na cenę produktu. Na wybór takiej odpowiedzi mógł mieć wpływ fakt, iż duży odsetek ankietowanych to młode osoby (18-24 lata), które nie posiadają stałego źródła dochodu. Innym aspektem, podkreślającym rolę ceny w podejmowaniu decyzji zakupowych respondentów, mogły być skutki wywołane COVID-19. Globalne skutki pandemii doprowadziły do kryzysu gospodarczego, co spowodowało wysoką inflację i wzrost cen wielu produktów, w tym artykułów spożywczych. W rezultacie, konsumenci stali się bardziej wrażliwi na ceny i dokładniej analizują swoje wydatki. Przykładem potwierdzającym wcześniejsze stwierdzenia są badania przeprowadzone przez Ziolo na temat wpływu pandemii na zmiany zachowań podmiotów gospodarczych. Przeprowadzone badania wykazały, że destabilizacja gospodarki wywołana pandemią, przyczyniła się do pogorszenia sytuacji majątkowej gospodarstw domowych, co z kolei spowodowało bardziej oszczędny tryb życia²².

Tabela 2. Odpowiedzi respondentów na pytanie 2. *Które z wymienionych czynników przekonują Panią/Pana do zakupu produktu mleczarskiego?*

Czynnik przekonujący	Liczba osób	Rozkład procentowy
Szata graficzna opakowania	29	14,5%
Rodzaj materiału opakowaniowego	29	14,5%
Kształt opakowania	23	11,5%
Funkcjonalność opakowania	79	35,5%
Poręczność opakowania/pojemność	38	19%
Cena	128	64%
Producent/marka	75	37,5%
Jakość produktu	162	81%

Źródło: opracowanie własne.

W pytaniu trzecim ankietowani zostali zapytani o preferowane rodzaje materiałów opakowaniowych stosowanych do pakowania jednostkowych produktów mleczarskich, które najczęściej kupują (Tabela 3). Największą popularnością wśród respondentów cieszyły się opakowania wykonane z tworzyw sztucznych. Taką odpowiedź wybrało 65% ankietowanych. Drugim najczęściej wybieranym rodzajem opakowań był laminat

²² Z. Ziolo, *Wpływ pandemii na zmiany zachowań podmiotów gospodarczych*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego” 2022, nr 36(2).

z tworzyw sztucznych z papierem i folią aluminiową, które preferuje 51,5% badanych. Opakowania szklane wybrało 11% ankietowanych.

Tabela 3. Odpowiedzi respondentów na pytanie 3. *Z których, z poniżej wymienionych, materiałów opakowaniowych są wykonane opakowania jednostkowe produktów mleczarskich, które Pani/Pan kupuje najczęściej?*

Materiał opakowaniowy	Liczba osób	Rozkład procentowy
Produktów mleczarskich raczej nie kupimy w ...	1	0,5%
Laminat tworzyw z papierem i folią aluminiową	103	51,5%
Metal	1	0,5%
Tworzywa sztuczne	130	65%
Papier	55	27,5%
Szkło	22	11%

Źródło: opracowanie własne.

Pytanie czwarte dotyczyło zwracania przez respondentów uwagi na obecność znaków informacyjnych, w tym ekologicznych, na opakowaniach produktów mleczarskich podczas zakupów (Tabela 4). Zebrane dane ukazują, że 28% ankietowanych deklaruje, że regularnie analizuje te znaki. Natomiast 46% respondentów robi to okazjonalnie, a 26% w ogóle nie zwraca uwagi na znaki obecne na opakowaniach. Według najnowszego cyklicznego badania przeprowadzonego przez Food Trends, tylko 27% respondentów regularnie lub zawsze czyta etykiety produktów spożywczych, podczas gdy co trzeci Polak czyta je tylko okazjonalnie. Jak wynika z tych badań, również duża grupa osób deklaruje, że nie interesują ich informacje zawarte na etykiecie opakowania²³. Części konsumentów zależy na informacjach dotyczących ekologicznych aspektów produktów, takich jak ich wpływ na środowisko i zrównoważony sposób produkcji.

Tabela 4. Odpowiedzi respondentów na pytanie 4. *Czy zwraca Pani/Pan uwagę podczas zakupów na znaki informacyjne, w tym ekologiczne, zamieszczone na opakowaniach produktów mleczarskich?*

Tak	28%
Nie	26%
Czasami	46%

Źródło: opracowanie własne.

²³ J. Górski, *Badanie Ipsos: Co czwarty badany nie czyta etykiet żywności*, „Forum Mleczarskie”, 2022, https://www.forummleczarskie.pl/aktualnosci/9044,badanie-ipsos-co-czwarty-badany-nie-czyta-etykiet-zywnosci?utm_source=newsletter_fm&utm_medium=email&utm_content=661&utm_campaign=newsletter+661 [dostęp: 24.05.2023].

W rezultacie, większa świadomość ekologiczna i wzrost zainteresowania znakami informacyjnymi na opakowaniach może skutkować większym zaangażowaniem konsumentów w wybieranie produktów o pozytywnym wpływie na środowisko.

Kolejne pytanie miało na celu sprawdzenie wiedzy ankietowanych dotyczące znajomości znaków ekologicznych umieszczanych na opakowaniach produktów spożywczych (Tabela 5). Uzyskane wyniki wykazały, że występują znaki, które są rozpoznawane przez większość konsumentów. Na przykład, 98% respondentów zadeklarowało znajomość znaku „Dbaj o czystość. Wrzuć do kosza”, a 95% osób potwierdziło rozpoznawanie znaku „Opakowanie nadające się do recyklingu”. Niewiele mniejszą rozpoznawalnością wśród respondentów cieszą się znaki „Opakowanie biodegradowalne” oraz „Zielony punkt”, które według kolejności zostały zidentyfikowane przez 85% i 75% ankietowa-

Tabela 5. Odpowiedzi respondentów na pytanie 5. „Czy wie Pan/Pani co oznaczają poniższe znaki?”

Znak ekologiczny	Tak [%]	Nie [%]
 https://pl.fsc.org/pl-pl	48	52
 https://włączoszczędzanie.pl/znaki-ekologiczne/oznaczenia-opakowan-ekologicznych/	85	15
 https://włączoszczędzanie.pl/znaki-ekologiczne/oznaczenia-opakowan-ekologicznych/	95	5
 https://odpady.katowice.eu/ekoznaki-warto-je-poznac/	98	2
 https://odpady.katowice.eu/ekoznaki-warto-je-poznac/	75	25

Źródło: opracowanie własne.

nych. Z kolei logo certyfikatu FSC (Forest Stewardship Council) okazało się najmniej rozpoznawalnym znakiem, znanym jedynie przez 48% respondentów. Przytoczony skrót oznacza organizację odpowiedzialną za certyfikację lasów oraz wszelkiego rodzaju wyrobów z drewna i papieru. Jest to istotne, biorąc pod uwagę fakt, że obecnie ten symbol pojawia się praktycznie na wszystkich opakowaniach, do wytworzenia których zastosowano drewno. Raport opublikowany przez Instytut Badań Rynku i Konsumpcji w 2020 roku potwierdza rosnącą świadomość wśród Polaków znaczenia znaków ekologicznych na opakowaniach produktów spożywczych. Według tego badania, aż 92% Polaków stwierdziło, że są świadomi znaczenia tych znaków²⁴. Przeprowadzona ankieta pokazała, że konsumenci coraz bardziej zwracają uwagę na informacje dotyczące aspektów ekologicznych, takie jak recykling, ochrona środowiska czy zrównoważone praktyki produkcji. Znajomość i rozpoznawalność znaków ekologicznych wśród Polaków świadczy o rosnącej świadomości społecznej i ekologicznej, która przekłada się na ich preferencje zakupowe.

W pytaniu szóstym poproszono respondentów o wskazanie potencjalnych trudności związanych z zakupem produktów mleczarskich w opakowaniach przyjaznych środowisku (Tabela 6). Wyniki ankiety wykazały, że dla większości badanych osób (55%) największy problem podczas zakupu takich artykułów spożywczych stanowiłaby większa cena. Dodatkowo, duża część ankietowanych (40,5%) uważa, że sporym utrudnieniem jest mała dostępność opakowań ekologicznych na rynku, a 7,5% respondentów podkreśla brak takiego asortymentu w sprzedaży. W nawiązaniu do danych przytoczonych we wcześniejszym pytaniu, a dotyczących czytania etykiet znajdujących się na opakowaniach artykułów spożywczych, również w tym przypadku duża część respondentów (22%) zauważyła, że tylko niewielka liczba informacji na etykiecie odnosi się do samego opakowania.

Tabela 6. Odpowiedzi respondentów na pytanie 6. „Jakie największe trudności widzi Pani/Pan przy zakupie produktów w opakowaniach przyjaznych środowisku?”

Wyższy poziom cen	110	55
Mała dostępność na rynku	81	40,5
Brak dostatecznych informacji na temat opakowania	44	22
Nie widzę żadnych trudności	30	15
Brak takiego asortymentu	15	7,5

Źródło: opracowanie własne.

Odpowiedzi udzielone przez ankietowanych na pytanie 7., sondujące ich wiedzę na temat wpływu materiałów opakowaniowych na środowisko naturalne, ukazały, że

²⁴ Instytut Badań Rynku i Konsumpcji, *Raport o zachowaniach konsumenckich w Polsce, 2020.*

większość respondentów (64%) zadeklarowała świadomość w tym zakresie. Grupa badanych, którzy mieli niepełną lub fragmentaryczną wiedzę na ten temat, stanowiła 33% ogółu, podczas gdy 3% respondentów było zupełnie niezaznajomionych z tą tematyką.

Materiały opakowaniowe mają istotny wpływ na zmiany klimatyczne, utratę bioróżnorodności, zużycie zasobów naturalnych oraz generowanie odpadów. Tradycyjne tworzywa sztuczne, takie jak polietylen, polipropylen i polistyren, są szeroko stosowane w opakowaniach ze względu na swoją trwałość, elastyczność i niski koszt produkcji. Jednak ich produkcja opiera się na ropie naftowej i wymaga dużej ilości energii, co przyczynia się do emisji gazów cieplarnianych i degradacji środowiska. Ponadto, odpady plastikowe stanowią problem globalny, zanieczyszczając lądy, wody i ekosystemy morskie²⁵.

Tabela 7. Odpowiedzi respondentów na pytanie 7. Czy ma Pani/Pan świadomość/wiedzę jaki wpływ na środowisko naturalne mają materiały, z których wykonane są opakowania?

Tak	64%
Nie	3%
Niepełną/fragmentaryczną	33%

Źródło: opracowanie własne.

Analizując odpowiedzi na pytanie dotyczące śledzenia trendów związanych z opakowaniami ekologicznymi (Tabela 8), można zauważyć, że niemal połowa ankietowanych (46%) nie interesuje się tym tematem i nie poświęca czasu na śledzenie aktualnych trendów. 37% uczestników badania zadeklarowało, że śledzi te informacje, jednak robi to jedynie czasami. Pozostała część respondentów (17%) zaznaczyła, że są na bieżąco z trendami związanymi z opakowaniami przyjaznymi środowisku. Możliwym czynnikiem, wpływającym na tak niskie zaangażowanie w śledzeniu branży opakowań ekologicznych, może być fakt intensywnego rozwoju oraz ciągłej ewolucji tego sektora.

Tabela 8. Odpowiedzi respondentów na pytanie 8. „Czy zdarza się Pani/Panu śledzić trendy dotyczące opakowań ekologicznych?”

Tak	17%
Nie	46%
Czasami	37%

Źródło: opracowanie własne.

²⁵ K. Janas, *Materiały opakowaniowe w aspekcie proekologicznym i jakościowym*, „Świat Przemysłu Farmaceutycznego” 2020, nr 3, s. 46–56.

Obecnie dostęp do wszelkiego rodzaju informacji jest ułatwiony i powszechny, chociażby ze względu na rozrój technologii informacyjnych. W pytaniu dziewiątym, ankietowani zostali zapytani o źródło, w którym ostatni raz zauważyli reklamę dotyczącą opakowań ekologicznych (Tabela 9). Większość ankietowanych napotkała tego typu reklamy w Internecie (49%) oraz telewizji (29%). 29 osób biorących udział w badaniu spotkała się z reklamą takich opakowań w witrynach sklepowych. Tak mała liczba odpowiedzi wynikać mogła z faktu, iż rzadko sklepy promują produkty, uwzględniając ekologiczny charakter opakowania. Duża część respondentów (24,5%) nie zauważyła nigdzie takich reklam, co może świadczyć o braku skutecznych działań promujących opakowania przyjazne środowisku.

Tabela 9. Odpowiedzi respondentów na pytanie 9. Gdzie ostatnio zauważył(a) Pan/Pani reklamę dotyczącą opakowań przyjaznych środowisku?

Odpowiedź na pytanie	Liczba osób	Rozkład procentowy
Nie zauważyłam/em	49	24,5%
Witryna sklepowa	29	14,5%
Internet	98	49%
Telewizja	58	29%
Prasa	13	16,5%

Źródło: opracowanie własne.

Pytanie dziesiąte dotyczyło preferencji respondentów odnośnie do zakupu wyrobów mleczarskich, biorąc pod uwagę jedynie materiał opakowania. Przedstawione wyniki (Tabela 8) pokazują, że prawie połowa uczestników badania (47%) zadeklarowała, że nie kupiłaby produktu mleczarskiego, podejmując decyzję zakupową wyłącznie ze względu na rodzaj materiału użytego do wykonania opakowania. Pozostała część ankietowanych (40%) nie mogła w pełni określić swojego stanowiska na podane pytanie, z kolei 13% respondentów odpowiedziało, że dokonałaby zakupu produktu, kierując się jedynie tym aspektem. Wpływ na taką decyzję mogą mieć też inne czynniki, które zostały wymienione w pytaniu 2. Na podstawie uzyskanych danych (Tabela 2) można określić hierarchię aspektów, które w największym stopniu wpływają na decyzje zakupowe konsumenta.

Tabela 10. Odpowiedzi respondentów na pytanie 10. Czy kupił(a) by Pan/Pani artykuł mleczarski sugerując się wyłącznie tym, z czego wykonane jest opakowanie produktu?

Tak	13%
Nie	47%
Nie wiem/może	40%

Źródło: opracowanie własne.

Jedenaste pytanie, dotyczyło określenia chęci zakupu produktu mleczarskiego w opakowaniu ekologicznym przez ankietowaną osobę, pomimo wyższej jego ceny. Wyniki pokazują, że 44% badanych osób nie było całkowicie przekonanych do takiego zakupu, a 36% ankietowanych odpowiedziało, że nie kupiłoby takiego produktu spożywczego. Pozostała część ankietowanych (20%) byłaby skłonna zapłacić więcej za wyrób mleczarski w opakowaniu ekologicznym.

Tabela 11. Odpowiedzi respondentów na pytanie 11. *Czy kupił(a)by pan/pani produkt mleczarski w opakowaniu ekologicznym, jeżeli jego cena byłaby wyższa niż w standardowym opakowaniu?*

Tak	20%
Nie	36%
Nie wiem/może	44%

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonego badania ankietowego pokazują, że świadomość konsumentów na temat kwestii związanych z opakowaniami i materiałami używanymi do ich produkcji wzrasta, chociaż w dalszym stopniu nie jest wysoka. Z przeprowadzonych badań wynika, że 28% respondentów zawsze, a 46% czasami zwraca uwagę na rodzaj materiału opakowaniowego i analizuje obecność znaków informacyjnych umieszczonych na opakowaniu, w tym tych dotyczących ekologii. Elementem potwierdzającym zebrane dane jest wysoka rozpoznawalność znaków takich jak „Dbaj o czystość. Wrzuć do kosza” (98%) i „Opakowanie nadające się do recyklingu” (95%). Praktycznie wszyscy uczestnicy badania (97%) wykazali się wiedzą na temat wpływu materiałów opakowaniowych na środowisko naturalne.

Wiele firm mleczarskich, ze względu na fakt zwiększającej się świadomości konsumentów odnośnie do aspektów ekologicznych, odchodzi od dotychczas stosowanych opakowań na rzecz opakowań bardziej przyjaznych dla środowiska. Decyzje podejmowane przez zakłady mleczarskie wynikają z chęci dotarcia do powiększającej się grupy odbiorców tych produktów. Takie działania mogą wynikać również ze świadomości producentów, na temat wpływu poszczególnych aspektów na decyzje zakupowe konsumentów. W dalszym ciągu głównymi czynnikami wybieranymi przez respondentów przy zakupie produktów są jakość produktu (81%) oraz cena artykułu spożywczego (64%). Przeprowadzone badania wykazały, że są też inne wyróżniki brane pod uwagę przez ankietowanych, do których zaliczymy między innymi: funkcjonalność, markę, rodzaj materiału opakowaniowego.

Podsumowując, ekologiczne aspekty opakowań produktów mleczarskich są coraz bardziej istotne w dzisiejszych czasach. Ekologiczne opakowania pozwalają na reduk-

cję ilości odpadów i zminimalizowanie wpływu na środowisko, co przyczynia się do zrównoważonego rozwoju. Postawa konsumentów ma kluczowe znaczenie w kształtowaniu trendów rynkowych i wpływaniu na decyzje producentów dotyczącą stosowanych przez nich opakowań, dlatego warto podejmować świadome decyzje dotyczące wyboru produktów i opakowań.

Bibliografia

- Angowski M., Domańska K., *Postawy konsumentów względem produktów ekologicznych a ich zachowania nabywcze na rynku produktów mleczarskich*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2016, nr 18, s. 17–22.
- Bednarczyk M., Borkowski B., Kardaś P., Kawczyński K., Sapota A., Sznyk A., Wodzisławski J., *Środowiskowe aspekty projektowania opakowań*. Wyd. Krajowa Izba Gospodarcza, 2020. https://kig.pl/wp-content/uploads/2020/08/EKO_PROJEKTOWANIE.pdf - [dostęp: 5.05.2023].
- Czarnecka-Komorowska D., Wiszumierska K., *Sustainability design of plastic packaging for the Circular Economy*, „Polimery” 2020, nr 65(1), s. 8–17.
- Dejnaka A., *Opakowanie jako narzędzie wpływania na wybory konsumentów*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej we Wrocławiu” 2011, nr 23, s. 131–143.
- Folentarska A., Krystyjan M., Baranowska H.M., Ciesielski W., *Surowce odnawialne jako alternatywa do otrzymywania biodegradowalnych tworzyw*, „Chemistry, Environment, Biotechnology” 2016, nr 19, s.121–124.
- Farmer N., *Innowacje w opakowaniach żywności i napojów*, Warszawa 2016, s. 141–169.
- Górski J., *Badanie Ipsos: Co czwarty badany nie czyta etykiet żywności*, „Forum Mleczarskie” 2022. https://www.forummleczarskie.pl/aktualnosci/9044,badanie-ipsos-co-czwarty-badany-nie-czyta-etykiet-zywnosci?utm_source=newsletter_fm&utm_medium=email&utm_content=661&utm_campaign=newsletter+661 [dostęp: 24.05.2023].
- Heimowska A., *Opakowania zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 377, s. 159–176.
- Instytut Badań Rynku i Konsumpcji, *Raport o zachowaniach konsumentów w Polsce*, 2020.
- Janas K., *Materiały opakowaniowe w aspekcie proekologicznym i jakościowym*, „Świat Przemysłu Farmaceutycznego” 2020, nr 3, s. 46–56.
- Klonowska-Matynia M., *Znaczenie cech użytkowych opakowania w procesie zakupu produktów mleczarskich*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych Politechniki Koszalińskiej” 2010, nr 14, s. 227–233.
- Kastrau E., Sosnowska-Noworól R., Wóźniak Z., *Ekonomiczny, ekologiczny i społeczny aspekt odzysku odpadów komunalnych na przykładzie Legnickiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej Spółki z o.o.*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2015, nr 377, s. 190–202.
- Kaszniak D., Łapniewska Z., *The end of plastic? The EU's directive on single-use plastics and its implementation in Poland*, „Environmental Science & Policy” 2023, nr 145, s. 151–163.
- Olszak J., *Ekologiczny charakter opakowań*, „Kierunek Spożywczy” 2020, nr 4, s. 66–68.
- Przełożna-Skowrońska A., Dewicka A., *Wpływ opakowania na zachowania konsumentów*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2016, nr 71, s. 203–211.
- Świątecka D., Podsiadło H., *Wymagania stawiane opakowaniom do produktów spożywczych i metody badania tych opakowań*, „Opakowania” 2007, nr 9, s. 50–55.

- Wyszkowska Z., Ankiewicz T., *Trendy w rozwoju opakowań produktów mleczarskich*, „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2013, nr 52(2), s. 95–97.
- Zalejski J., Faszczewska K., *Zachowanie polskich konsumentów wobec produktów ekologicznych*, „Ekonomia i Zarządzanie” 2012, nr 4, s. 92–104.
- Ziolo Z., *Wpływ pandemii na zmiany zachowań podmiotów gospodarczych*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego” 2022, nr 36(2).
- Żakowska H., *Opakowania biodegradowalne do żywności*, „Przemysł Spożywczy” 2015, nr 69(7), s. 26–30.
- Żbikowska A., Leszczyński K., *Opakowania i pakowanie żywności. Wybrane zagadnienia*. Warszawa 2016, s. 10–20.
- Źródła internetowe:
- https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2021/11/Tworzywa-Fakty_2019_PL.pdf - [dostęp: 11.05.2023].
- https://plasticseurope.org/pl/wp-content/uploads/sites/7/2021/11/Raport_roczny_PEP_updated.pdf - [dostęp: 11.05.2023].
- <https://www.tetrapak.com/en-pl/campaigns/go-nature-go-carton/overview> - [dostęp:20.05.2023].

ECOLOGICAL ASPECTS OF DAIRY PACKAGING AND CONSUMER ATTITUDES

Abstract: Almost all products placed on the market need to be pre-packaged, and most of them are food products. The attitude of consumers plays a key role in shaping market trends, including those related to the packaging of finished products. More and more people decide to choose products packed in more ecological packaging but are also willing to pay more for such products. For this reason, dairy producers are increasingly turning to environmentally friendly packaging to attract this group of customers. The aim of the work was to assess the impact of ecological aspects of dairy product packaging on consumers' purchasing decisions. In the study, the direct interview method was used in the form of an anonymous online survey. The survey was carried out using the Google Forms platform in October - November 2022. The questionnaire consisted of two parts. The first one contained 4 questions regarding the specification, while the second part concerned the distinguishing features affecting the attitude of consumers towards ecological packaging of dairy products and included 11 questions. In total, 200 people participated in the study, including 163 women and 37 men. The responses received from respondents are presented as a percentage for each question in the research report. The survey provided evidence of the growing public awareness of the ecological aspects of packaging and packaging materials used to store foodstuffs, especially dairy products. The collected information shows that 28% of respondents always and 46% sometimes pay attention to the type of packaging material and analyze the presence of information signs on the packaging, including those regarding ecology. An element confirming the knowledge of consumers about ecological packaging is the high recognition of signs such as “Take care of cleanliness. Throw it in the bin” (98%) and “Recyclable packaging” (95%). Virtually all survey participants (97%) demonstrated knowledge of the impact of packaging materials on the natural environment.

Keywords: environmental packaging, environment, environmental labels, consumer awareness

Agnieszka Michalska

Klaudia Wiaterek

Kamila Żukowska

Studenckie Koło Naukowe Towaroznawczej Oceny Sensorycznej

Opiekun: dr inż. Marta Czarnowska-Kujawska

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

PERSPEKTYWY I ROZWÓJ ALTERNATYWNYCH PRZEKĄSEK – PRZEGLĄD LITERATURY I ANALIZA RYNKU

Wprowadzenie

Małe, pyszne przekąski, inaczej zwane zakąskami, potrafią zaspokoić głód każdego człowieka w najpotrzebniejszych momentach. Jest to rodzaj żywności, który nie jest traktowany jako danie właściwe a jedynie pożywienie gaszące głód pomiędzy spożywanymi posiłkami. Ich niewielki rozmiar pozwala na uzupełnienie energii niezależnie od miejsca, w którym przebywamy czy też pory dnia. Jest to produkt kupowany na potrzeby konsumentów w każdym wieku, toteż producenci tego typu żywności swoje produkty kierują zarówno do dzieci, jak i osób dorosłych oraz starszych¹.

W związku z ciągle rozwijającymi się potrzebami konsumentów, producenci chcą stawić im czoła, wprowadzając coraz to nowe, bardziej atrakcyjne wyroby na rynek. Asortyment przekąsek obejmuje produkty do przygotowania/podgrzania własnoręcznie i do spożycia w domu, jak i te, które można skonsumować, będąc poza domem (nie wymagają przyrządzenia)².

Należy zwrócić uwagę na to, że konsument w dzisiejszych czasach jest konsumentem stale podążającym za trendami, nowościami na rynku, poszukuje produktów o naturalnym składzie, z wysoką zawartością składników o charakterze prozdrowotnym.

¹ M. Książek, *Przekąski na słono i słodko*, „Hurt & Detal” 2021, nr 7, s. 185.

² M. Michniewicz, T. Lesiów, *Przekąski nie tylko dla turystów. Praca przeglądowa*, „Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2021, nr 37, s. 123–150.

Przegląd dostępnej literatury wskazuje na to, iż nabywca ma do wyboru wiele rodzajów przekąsek, stanowiących alternatywę dla stale obecnych na rynku produktów. Już dziś spotkać na półkach sklepowych można chipsy z warzyw, takich jak: pomidor, burak czy marchew, jak również z owoców: jabłek, bananów lub moreli. Z racji tego, iż przewidywania wskazują na stale powiększającą się populację światową, rynek musi wychodzić naprzeciw potrzebom klientów wprowadzając nowe wyroby i tym samym zaspokajając pragnienia konsumentów³.

Przekąski – charakterystyka

Mówiąc o przekąskach, wielu osobom na myśl przychodzi w pierwszej kolejności produkt słony, chrupki i niekoniecznie zdrowy, jednak nie do końca jest to prawdą, gdyż w dzisiejszych czasach producenci żywności wychodzą naprzeciw konsumentom, tworząc różne formy podania żywności. Postać sprzyjającej zdrowiu zakąski, zdanej do spożycia poza domem, bez konieczności wstępnego przygotowywania może mieć żywność pochodzenia mlecznego, mięsnego, jak również owocowego i warzywnego. W ostatnim czasie do tej grupy produktów dołączyły również owoady jadalne.

Przekąska to nic innego jak produkt żywnościowy, który nie jest traktowany jako pełne danie, lecz jako produkt, którego zadaniem jest zaspokojenie głodu pomiędzy głównymi posiłkami. Przekąski dzieli się według kilku kryteriów, m.in. ze względu na smak (słodki, słony, pikantny), obróbkę termiczną, jakiej poddaje się zakąskę (pieczenie, smażenie, ekstrudowanie), wartość odżywczą (pełno- i niepełnowartościowe) oraz ze względu na obecność głównego składnika (warzywne, owocowe, skrobiowe, skrobiowo-mięsne, mięsne)⁴.

Najlepszymi przekąskami spożywanymi przez ludzi są te, które są jak najmniej przetworzone oraz te, które dostarczają organizmowi cenne składniki odżywcze. Produktami spełniającymi te warunki są głównie owoce, warzywa w postaci świeżej, suszonej, mrożonej, jak również w postaci wyciskanych soków. Przy wyborze owoców warto zwrócić uwagę na to, by zawierały w swoim składzie stosunkowo mało cukrów prostych, np. truskawka.

Do wartościowych zakąsek zaliczyć można również paluszki, chrupki kukurydziane i inne produkty posiadające prosty oraz „czysty” skład, bez zbędnych dodatków⁵. W 2015

³ S. Stachura, *Zdrowe przekąski – co wybierają Polacy, Europejczycy, w amerykańskim stylu, z dalekiego wschodu, zmiany nawyków żywieniowych*, ABCZdrowie, 2021, <https://zywienie.abczdrowie.pl/chrupanie-bez-wyrzutow-sumienia-czyli-zdrowe-przekaski-z-calego-swiatea> [dostęp: 26.04.2023].

⁴ M. Kuchlewska, *Przegląd przekąsek mięsnych – Polska i świat*, „Ogólnopolski Informator Masarski” 2019, nr 291(11), s. 36–47.

⁵ M. Górnicka, J. Frąckiewicz, A. Anyżewska, A. Brzezińska, *Warzywa i owoce w 326 przedszkolnych jadłospisach*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2016, nr 91(1), s. 76–80.

roku Zespół Ekspertów na spotkaniu towarzystw i instytutów naukowych zorganizowanym przez Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka PAN oraz Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych wymienił produkty, które mogą być polecane jako przekąski, a zaliczył do nich, m.in., świeże warzywa w formie nieprzetworzonej i jako sałatki, świeże owoce i produkty na ich bazie, np. musy, oraz mleczne produkty fermentowane. Warzywa i owoce są bogatym źródłem witamin, składników mineralnych oraz błonnika, zaś produkty mleczne fermentowane są polecanyimi produktami ze względu na wysoką zawartość białka i wapnia. Wymienione przez ekspertów grupy produktów charakteryzują się niską kalorycznością, zapewniając przy tym wysoką wartość odżywczą. Do polecanych, ze względu na walory odżywcze, przekąsek zalicza się również pełnoziarniste produkty zbożowe (płatki, ciastka), które stanowią źródło węglowodanów złożonych i błonnika pokarmowego⁶.

Analiza rynku przekąsek

Według danych zebranych przez NielsenIQ w okresie kwiecień 2020 – marzec 2021, Polacy chętnie sięgają po przekąski pomiędzy posiłkami właściwymi. Zdecydowanie najczęściej wybieranymi zakąskami są owoce i warzywa (73%), a w drugiej kolejności słodczyce (53%). W tych latach wartość rynku przekąsek wynosiła 17,6 mld zł, przy czym kategoria „żywność słodka” stanowiła blisko 72%, a „słona/wytrawna” ponad 28%⁷. W całym zestawieniu przekąsek mocną pozycję zajmują tak zwane przekąski BIO. W porównaniu do roku 2020, w 2021 roku ich udział wzrósł o 9%, przy czym taką tendencję wzrostową przewiduje się również na kolejne lata. Zdecydowanie największą sprzedażą produktów z grupy zakąsek pochwalić się mogły duże sklepy – 66%, w tym dyskonty 41,3%, supermarkety 16,6%, zaś sprzedaż w małych sklepach stanowiła 33,8% wartości sprzedaży tej kategorii⁸. Interesujące wiadomości na temat przekąsek zostały opublikowane w raporcie Mondelez International pt. „STATE OF SNACKING” za rok 2021. Dane zostały pozyskane przy pomocy badania konsumenckiego z wykorzystaniem ankiety internetowej. Grupę badaną stanowiły 3055 osoby w wieku powyżej 18 lat pochodzące z 12 krajów. Z raportu wynika, że aż 64% ankietowanych wskazało, że zastępuje co najmniej jeden posiłek przekąską. Wynik ten stanowi wzrost o 5 punktów procentowych w porównaniu do roku 2019. Co ciekawe, wyniki badań wskazują, iż konsumenci poszukują i spożywają przekąski w celu zaspokojenia różnorodnych potrzeb, w wiele większym stopniu niż miało to miejsce w 2019 roku. Okazuje się, że

⁶ T. Lesiów, M. Kuchlewska, *Rola przekąsek w żywieniu człowieka ze szczególnym uwzględnieniem przekąsek mięsnych*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2020, nr 36, s. 113–125.

⁷ M. Książek, *op.cit.*

⁸ Internet 3: <https://wiadomoscispozywcze.pl/artykuly/9985/rynek-przekasek-przekroczy-wartosc-175-mld-z-sporo-namieszaa-pandemia/> [dostęp: 27.04.2023]

przy wyborze kierują się: wygodą (87%), świeżością (90%), zdrowiem (84%), dostarczeniem energii (82%), oryginalnością wyrobu (74%)⁹.

Osobną kwestią pozostaje ewolucja samej istoty, definicji przekąsek według respondentów. 82% ankietowanych stwierdziło, że „przekąski towarzyszyły mi w różnych celach, na różnych etapach mojego życia”. Konsumenci pokolenia Z, czyli osoby urodzone od 1995 roku do 2009 roku, stwierdzili, że głównym celem spożycia przez nich przekąsek jest minimalizowanie towarzyszącego im niepokoju (86% ankietowanych). Jako drugi czynnik wskazali, że konsumują przekąski z nudy (79% ankietowanych). Pokolenie milenialsów (osoby urodzone pomiędzy 1981 a 1996 rokiem) zadeklarowało, iż przekąski wykorzystują głównie w celu zaspokojenia swoich potrzeb żywieniowych (85% ankietowanych). Z kolei pokolenie X, czyli osoby urodzone pomiędzy 1965 a 1979 rokiem) traktuje przekąski jako wygodne jedzenie (85% ankietowanych)¹⁰.

Bardzo ważne są odpowiedzi ankietowanych wskazujące, że respondenci wiążą spożycie przekąsek z różnymi formami zdrowia. 80% ankietowanych wskazało, że szuka i spożywa przekąski w celu poprawy zdrowia fizycznego, 75% spożywa przekąski z uwagi na poprawę zdrowia psychicznego, z kolei 80% respondentów wskazało na zdrowie emocjonalne. Z raportu wynika również, że konsumenci zmienili swoje preferencje i przyzwyczajenia żywieniowe i ponad trzy czwarte ankietowanych zadeklarowało spożycie innych przekąsek niż 3 lata wcześniej. Aż 84% respondentów wyraziła nadzieję na to, że w najbliższych trzech latach różnorodność przekąsek jeszcze się zwiększy¹¹.

W związku z dużą popularnością żywności funkcjonalnej¹² ankietowani (48%) poszukują także przekąsek mających znamiona właśnie takiej żywności, tj. o zwiększonej zawartości witamin i składników mineralnych, wzmacniającej odporność, wspomagającej zdrowie jelit, o niskiej zawartości cukru i tłuszczu, produktów naturalnych/ekologicznych¹³. Przegląd dostępnej literatury i zasobów internetowych, a także osobista wizyta w dyskontach posiadających w sprzedaży szereg zdrowych, alternatywnych przekąsek pokazują, jak duży jest rynek tej grupy produktów. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie wybranych alternatywnych przekąsek wraz z docelową grupą konsumentów.

Na podstawie własnych obserwacji można stwierdzić, że w Polsce jest obecnie dostępnych wiele przekąsek, które są alternatywą dla tradycyjnych produktów spo-

⁹ Internet 4: https://www.mondelezinternational.com/-/media/Mondelez/stateofsnacking/2021/2021_MDLZ_stateofsnacking_report_GLOBAL_EN.pdf [dostęp: 27.04.2023]

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ Internet 4, *op.cit.*

¹² G. Marciniak, A. Sapa, J. Kobus-Cisowska, E. Goryńska-Goldmann, M. Marciniak, *Rozwój rynku żywności funkcjonalnej na przykładzie produktów nabiałowych*, „Intercathetra” 2019, nr 41(4), s. 357–367.

¹³ Internet 4, *op.cit.*

Tabela 1. Alternatywne przekąski

PRZEZNACZENIE: DZIECI				
				
PRZEKĄSKA NA 2 ŚNIADANIE	BIO BATON BAKALIOWO- ZBOŻOWY	KIRI PRZEKĄSKA	GALARETKI BEZ DODATKU CUKRU	BIO CHIPSY JABŁKOWE
PRZEZNACZENIE: OSOBY DOROSŁE				
				
BATON LIOFILIZOWA NY	SUSZONY BURAK	GRUNCHY Z PSZENICY	CIASTECZKA OWSIANE IMBIROWE	BROWN RICE CHIPS
				
VEGETABLE CHIPS	CHIPSY BANANOWE NIESŁODZONE	VEGGIE STRAWS	GRISSINI STIRATI TORINESI	KABANOSY BEZ KONSERWANTÓ W

Źródło: opracowanie własne.

żywanych przez ludzi pomiędzy głównymi posiłkami. To, co odróżnia wartościowe żywieniowo przekąski od tradycyjnych, to głównie skład i wartość odżywcza. Analizowane produkty (Tab. 1) są głównie produktami z grupy produktów BIO, bez glutenu oraz bez dodatku cukru. Kategoria takich przekąsek w Polsce jest stosunkowo młodym, ale dynamicznie rozwijającym się segmentem całego rynku – obejmującym różne grupy wiekowe konsumentów. Analizując rynek przekąsek, można zauważyć, że producenci tego typu żywności mają na uwadze nie tylko zmieniające się gusta nabywców, zmiany

ich nawyków żywieniowych, ale także panujące trendy żywieniowe, jak również coraz częściej występujące alergie lub nietolerancje pokarmowe.

Z własnych obserwacji stoisk w sklepach, przeglądu stron internetowych wynika, że zdecydowanie w największej ilości można spotkać przekąski o wysokiej wartości odżywczej w postaci chipsów. Nic dziwnego, gdyż to właśnie chrupkość i kruchość ekstrudowanych produktów sprawiają, że konsumentom najbardziej smakują przekąski właśnie z tej grupy produktów. Dzięki tym cechom reologicznym produktów człowiek odczuwa radość z jedzenia. Alternatywą dla ziemniaczanych smażonych chipsów stał się suszony burak, suszone jabłko lub też kruche paluszki warzywne z marchwi lub pietruszki. Inną liczną grupą produktów są batony owocowe, atrakcyjne ze względu na sposób wytworzenia. Przedstawione przykładowe batony w tabeli 1 odznaczają się dodatkowo ciekawym smakiem, a zastosowany proces liofilizacji sprawia, że produkt może być przeznaczony dla dzieci, osób dorosłych, jak również osób starszych. Liofilizowany owoc charakteryzuje się łamliwą strukturą oraz szybko rozpuszcza w ustach, co ułatwia proces przełykania i zapobiega przyklejaniu się produktu do zębów. Śledząc ofertę handlową, można dodatkowo zaobserwować, że polski rynek nie zapomina o najmłodszych konsumentach. Produkty przeznaczone dla dzieci wyróżniają się łatwością spożycia, ale także brakiem zbędnych dodatków, wzmacniaczy smaku lub konserwantów.

Czynniki warunkujące zakup przekąsek

Czynniki wpływające na decyzje zakupowe konsumentów można podzielić na zewnętrzne oraz wewnętrzne. Wśród czynników zewnętrznych można wymienić: reklamę, promocję, cenę oraz opakowanie produktu. Z kolei na czynniki wewnętrzne składają się: smak, zapach, konsystencja, energia oraz sytość wyrobu. Są to charakterystyczne determinanty odnoszące się również do zakupu przekąsek¹⁴.

Smak jest najważniejszym wyróżnikiem jakości sensorycznej produktu i to on decyduje w największym stopniu o powodzeniu bądź klęsce przekąski na rynku spożywczym^{15, 16}. Sytość jest definiowana jako stan organizmu, w którym jest w pełni nasycony, a człowiek odczuwa przyjemne odczucie pełności w żołądku¹⁷. Jak wynika z badań

¹⁴ S.L. Forbes, E. Kahiya, C. Balderstone, *Analysis of snack food purchasing and consumption behavior*, "Journal of Food Products Marketing" 2016, nr 22(1), s. 65–88.

¹⁵ I.J. Zbib, B.R. Wooldridge, Z.U. Ahmed, S. Benlian, *Selection criteria of Lebanese consumers in the global snack food industry: country of origin perceptions*, "Journal of Consumer Marketing" 2010, nr 27(2), s. 139–156.

¹⁶ S.L. Forbes, E. Kahiya, C. Balderstone, *op.cit.*

¹⁷ M. Skotnicka, N. Duraj, *Rola składników odżywczych w regulacji sytości organizmu*, „Annales Academiae Medicae Gedanensis” 2015, nr 45, s. 79–87.

przeprowadzonych przez Bilmana i in.¹⁸ konsumenci nie zwracają znaczącej uwagi na aspekt sytości przy dokonywaniu zakupów przekąsek¹⁹.

Jak powszechnie wiadomo, reklama jest skutecznym narzędziem determinującym zakupy produktów. Wcale nie dziwi fakt, iż grupą najbardziej podatną na wpływ reklamy pozostają dzieci, co zostało potwierdzone w badaniach przeprowadzonych przez Fergusonsona i in.²⁰. Co ciekawe, cena w interesujący sposób może bezpośrednio wpływać na decyzje zakupowe konsumentów. Jak wskazuje Salvy i in.²¹, wysoka cena przekąski koresponduje z mniejszym zainteresowaniem produktem. Może to stanowić potencjalne narzędzie do kreowania decyzji zakupowych konsumentów przekąsek²².

Trendy dbania o środowisko naturalne i dobrostan zwierząt również odcisnęły piętno na decyzjach zakupowych w sektorze przekąsek. Konsumenci oczekują od producentów, że ich wyroby są produkowane w sposób jak najmniej ingerujący w środowisko naturalne, surowce są organiczne i świeże, bez wykorzystania pestycydów, a przy ich produkcji nie ucierpiało żadne zwierzę. Toteż świadomi nabywcy przekąsek oczekują i wybierają tylko te produkty, co do których mają pewność, że spełniają określone wymagania²³.

Uboczne produkty przemysłu spożywczego jako potencjalne przekąski

Z uwagi na wzrastającą skalę produkcji spożywczej, ubocznych produktów przemysłu spożywczego przybywa. Względy środowiskowe i ekonomiczne spowodowały wzrost zainteresowania producentów przetwarzaniem ubocznych produktów, powstających podczas realizacji procesów technologicznych²⁴. Dlatego też wiele działań obecnie skupia się na wykorzystaniu ubocznych produktów przemysłu spożywczego do produkcji zdrowych przekąsek o akceptowanej wartości odżywczej i jakości sensorycznej²⁵.

Wytłoki jabłkowe stanowią interesujący produkt uboczny z punktu widzenia produkcji przekąsek. Stanowią od 25-35% całego jabłka. Coraz częściej pojawiają się próby prototypowania ich aplikacji w różnych produktach spożywczych. Okazuje się, że

¹⁸ E.M. Bilman, Trijp J.C.M. Van, R.J. Renes, *Consumer perceptions of satiety-related snack food decision making*, "Appetite" 2010, nr 55(3), s. 639–647.

¹⁹ S.L. Forbes, E. Kahiya, C. Balderstone, *op.cit.*

²⁰ C.J. Ferguson, M.E. Muñoz, M.R. Medrano, *Advertising influences on young children's food choices and parental influence*, "The Journal of Pediatrics" 2012, nr 160(3), s. 452–455.

²¹ S.J. Salvy, M.A. Kluczynski, L.A. Nitecki, B.C. O'Connor, *Peer influence on youth's snack purchases: A laboratory analog of convenience store shopping*, "Eating Behaviors" 2012, nr 13(3), s. 233–239.

²² S.L. Forbes, E. Kahiya, C. Balderstone, *op.cit.*

²³ *Ibidem*.

²⁴ M. Maskan, A. Altan, *Advances in food extrusion technology*, Florida, USA 2012.

²⁵ S. Grasso, *Extruded snacks from industrial by-products: A review*, "Trends in Food Science & Technology" 2020, nr 99, s. 284–294.

stanowią one świetny surowiec do produkcji ekstrudowanych przekąsek²⁶. Paraman i in.²⁷ produkowali ekstrudowaną przekąskę z 22-28% udziałem wyłoków jabłkowych. Autorzy wykorzystali również płynną serwatkę jako substytut wody. Z eksperymentu wynika, iż zastosowanie łagodniejszego procesu ekstrudowania z wykorzystaniem płynu nadkrytycznego pozwoliło na otrzymanie produktu charakteryzującego się wyższym udziałem związków bioaktywnych (związki fenolowe, przeciwutleniacze) i akceptowalnością sensoryczną. A taki produkt mógłby potencjalnie pojawić się na rynku jako przekąska.

Wyłoki marchwiowe można scharakteryzować jako wszystko to, co pozostaje po wyciśnięciu soku z marchwi. Stanowią nawet do 12% masy całej marchwi. Są wysoko cenione z uwagi na udział w nich karotenu oraz błonnika pokarmowego²⁸. Alam wraz z współpracownikami²⁹ podjęli próbę produkcji wytłaczanych przekąsek, w skład których wchodziły następujące składniki: mąka ryżowa, mąka z ciecierzycy, proszek z wyłoków marchwiowych, proszek serowy w proporcji 75:11, 25:11, 25:2,5. Naukowcy dodatkowo oceniali wpływ sposobu przechowywania wyłoków na jakość przekąski. Okazało się, że wyprodukowane ekstrudaty zapakowane w próżniowe laminaty charakteryzowały się najwyższą ogólną oceną pożądalności.

Innym przykładem jest serwatka, czyli płyn powstający podczas produkcji serów. Średnio przy produkcji 1 kg sera powstaje 8-9 litrów serwatki. Niegdyś wykorzystywano ją głównie do skarmiania zwierząt bądź wykorzystywano jako nawóz. Niemniej jednak, wraz z rozwojem przemysłowym zauważono jak cennym surowcem jest serwatka (choćby z uwagi na wysoką wartość odżywczą białka serwatkowego). Obecnie można poddawać ją suszeniu i wykorzystywać jako komponent, m.in., w produktach spożywczych, przykładem są: słodczyce, przetwory mięsne, desery. Z drugiej strony, z uwagi na jej bogaty w składniki organiczne skład sprawia, że to właśnie z niej mogą być produkowane wyroby, m.in. koncentraty białek serwatkowych o znormalizowanej zawartości białka (WPC), izolaty białek serwatkowych (WPI), laktoferyna³⁰. Okazuje się, że serwatka jest również świetnym surowcem, który można dodawać do przekąsek. Makowska i in.³¹ wyprodukowali chrupki kukurydziane wzbogacone nanofiltrowaną serwatką w proszku. Jak wynika z badań, aplikacja 3-5% serwatki pozwala na uzyskanie akceptowalnej sensorycznie przekąski.

²⁶ *Ibidem*.

²⁷ I. Paraman, M.K. Sharif, S. Supriyadi, S.S. Rizvi, *Agro-food industry byproducts into value-added extruded foods*, "Food and Bioproducts Processing" 2015, nr 96, s. 78–85.

²⁸ S. Grasso, *op.cit.*

²⁹ M.S. Alam, S. Pathania, S. Kumar, A. Sharma, *Studies on storage stability of carrot pomace-chickpea incorporated rice based snacks*, "Agricultural Research Journal" 2015, nr 52(4), s. 73–79.

³⁰ O. Zakrzewska, *Serwatka: Serwatka – nowe oblicze*, „Forum Mleczarskie Biznes” 2019, nr 4/2019.

³¹ A. Makowska, D. Cais-Sokolińska, A. Waśkiewicz, G. Tokarczyk, H. Paschke, *Quality and nutritional properties of corn snacks enriched with nanofiltered whey powder*, "Czech Journal of Food Sciences" 2016, nr 34(2), s. 154–159.

Te przykłady dobitnie wskazują na rosnącą popularność przekąsek produkowanych z ubocznych produktów przemysłu spożywczego. Nie są one jeszcze dominującymi typami przekąsek na rynku, ale na podkreślenie zasługuje fakt, licznych prowadzonych badań pilotażowych z ich udziałem. Ten trend będzie z pewnością rozwijał się w przyszłości³².

Wyzwania i zagrożenia związane ze spożywaniem przekąsek

Przekąski to nie tylko szybki i wygodny sposób na zaspokojenie głodu między posiłkami, sprawienie sobie przyjemności czy atrakcyjne urozmaicenie codziennej diety³³. Dla wielu osób niestety stały się one zamiennikami niektórych posiłków bądź dodatkowo spożywanymi produktami, mimo braku dodatkowego zapotrzebowania kalorycznego organizmu. Spożywanie dużej ilości przekąsek to komfortowe rozwiązanie, może jednak wiązać się z negatywnym wpływem na zdrowie³⁴, zwłaszcza dzieci i młodzieży, których organizmy dopiero się rozwijają. Nadmierne ilości spożywanego przekąsek, a wręcz uzależnienie od nich są prostą drogą do rozwoju chorób cywilizacyjnych, takich jak chociażby otyłość, cukrzyca typu 2 lub miażdżyca³⁵. Niestety ciągle obserwuje się wzrost liczby osób z nadwagą i otyłością, zwłaszcza wśród osób młodych³⁶.

Do najczęstszych nieprawidłowych nawyków żywieniowych należą m.in.:

- nieprawidłowy skład posiłków, zbyt duża ilość cukrów prostych i tłuszczów,
- podjadanie między posiłkami,
- picie słodzonych napojów zamiast wody,
- spożywanie zbyt dużych ilości żywności³⁷.

Złe nawyki konsumentów to jedna kwestia, ale także producenci przekąsek powinni dbać nie tylko o korzystne cechy sensoryczne produktów, ale także ich odpowiedni skład (minimalizacja zawartości cukrów prostych i tłuszczów nasyconych) i wartość energetyczną (zmniejszenie kaloryczności)³⁸. Naprzeciw tym potrzebom wychodzą producenci oferujący nie tylko dobry skład swoich wyrobów, ale też starają się dbać

³² S. Grasso, *op.cit.*

³³ M. Szemieli, T. Lesiów, *Przekąski mięsne – alternatywa dla przekąsek standardowych*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2020, nr 1(36).

³⁴ K. Gadzała, T. Lesiów, *Wybrane aktualne trendy żywieniowe. Praca przeglądowa*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2019, nr 2(33), s. 9–25.

³⁵ *Ibidem*.

³⁶ M. Sielicka, B. Pacholek, L. Matuszak, M. Gabryelczyk, A. Majos, *Ocena świadomości zdrowotnej i pożądalności produktów przekąskowych przez dzieci*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2015, nr 96(3), s. 607–612.

³⁷ U. Kempieńska, *Pedagogika społeczna wobec trudnych wyzwań współczesności*, „Zeszyty Naukowe WSHE” 2014, nr 38, s. 83–91.

³⁸ D. Górecka, J. Czarnocińska, D. Adamska, *Ocena częstości spożycia produktów niskokalorycznych w wybranej grupie osób*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2015, nr 96(3), s. 648–651.

o ich odpowiednią kaloryczność, która powinna być jak najniższa, jeśli przekąski są dedykowane jedynie jako pojadanie między posiłkami. Przykładem takiego działania mogą być obecne na półkach sklepowych mini marchewki albo np. musy owocowo-zbożowe w tubkach.

Kolejnym wyzwaniem dla producentów zdrowych przekąsek jest aspekt ekonomiczny³⁹. Produkty nazywane zdrowymi przekąskami są droższe niż ich mniej zdrowe, typowe zamienniki. Producent jest zmuszony do wprowadzania w obrót swoich wyrobów w stosunkowo niskich cenach, tak by były akceptowalne przez konsumentów⁴⁰. Nie jest to proste, ponieważ surowce BIO, EKO, o niskim stopniu przetworzenia, lokalne są droższe od tych wysoko przetworzonych, z dodatkiem oleju palmowego albo dużą ilością cukru, produkowanych bez troski o zdrowie ich odbiorcy. Często to właśnie wysoka cena ma kluczową rolę w podjęciu decyzji konsumenta o zakupie tańszych, standardowych przekąsek.

Innym wyzwaniem dla producentów przekąsek jest odpowiednie ich zapakowanie. Klienci zwracają uwagę nie tylko na to, co jest przedstawione na etykiecie, ale też na format opakowania. Im bardziej ergonomiczne, łatwiejsze w transporcie tym lepiej⁴¹. Konsumentom zależy na wygodzie przenoszenia produktu oraz na braku konieczności przechowywania w warunkach chłodniczych, aby można było zabrać przekąskę zarówno do pracy, szkoły, na trening lub spacer. Coraz częściej kupujący zwracają uwagę również na materiał, z którego wykonane jest opakowanie. Wśród ludzi rośnie świadomość dotycząca konieczności dbania o środowisko. W związku z tym negatywnie postrzegane są opakowania z tworzyw sztucznych, wyparły one jednak papier, szkło i biopolimery (np. z trzciny cukrowej). Ze względu na wiele zalet tworzywa sztuczne nadal są wykorzystywane w branży spożywczej na bardzo szeroką skalę. Ponadto rosnąca świadomość ekologiczna powoduje, że społeczeństwo coraz częściej wybiera opakowania, przy produkcji których zużywa się coraz mniej materiału⁴².

Przykładem przedsiębiorstwa, które stara się sprostać oczekiwaniom konsumentów odnośnie do ekologicznych opakowań, jest firma Mars Wrigley, która zaczęła już produkować popularne batoniki czekoladowe w giętkich opakowaniach papierowych, nadających się do recyklingu, zamiast plastiku. Jest to pionierski krok w branży tego typu produktów. Na razie batoniki w papierkach można spotkać w Australii, gdzie opracowano nową technologię pakowania, natomiast firma deklaruje, że takie rozwiązanie będzie pojawiało się też w innych krajach.

³⁹ U. Kempnińska, *op.cit.*

⁴⁰ M. Piekut, *Mleczne przekąski: Przekąski dla małych i dużych*, „Forum mleczarskie. Handel” 2020, nr 6/2020.

⁴¹ M. Lisińska-Kuśnierz, *Oczekiwania konsumentów dotyczące opakowań a realizacja ich potrzeb społeczno-ekonomicznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie” 2011, nr 874(06), s. 89–100.

⁴² *Ibidem.*

Współczesne trendy na rynku przekąsek

Podążanie konsumentów za panującymi trendami żywieniowymi jest bardzo powszechnym zjawiskiem o podłożu głównie psychologicznym. Zdarza się, że kupujący nawet nie do końca wiedzą, czy korzystny dla ich zdrowia będzie zakup produktu danego rodzaju, ale decydują się na jego nabycie, bo jest to popularne, modne. Z tego względu również producenci przekąsek muszą na bieżąco dopasowywać oferowane produkty do zmieniających się przyzwyczajzeń konsumentekich.

Obecnie wśród społeczeństwa obserwowany jest wzrost świadomości żywieniowej⁴³. Jest to pewnego rodzaju paradoks, bo jednocześnie zwiększa się liczba osób z nadwagą i otyłością, zwłaszcza wśród młodego pokolenia⁴⁴. Jest to efekt m.in. małej aktywności fizycznej lub nieprawidłowego odżywiania mimo wiedzy na ten temat (np. z powodu braku czasu). Jednakże, część społeczeństwa coraz częściej rezygnuje z lubianych, ale niezdrowych przekąsek na korzyść tych, które są zdrowsze, o prostym składzie, z oznaczeniami EKO/BIO, bez GMO, z niską zawartością soli⁴⁵. Konsumentci coraz częściej sięgają też po owoce lub warzywa, naturalną nieprzetworzoną przekąskę. Niejednokrotnie jest to spowodowane stosowaniem diety odchudzającej. To właśnie trend do prowadzenia diet niskokalorycznych jest obecnie jednym z najbardziej popularnych. Jest to bardzo korzystne zjawisko z punktu widzenia producentów zdrowych przekąsek, ponieważ osoby odchudzające się chętnie sięgają po produkty z tej grupy, które często są niskokaloryczne i mają wysoką zawartość błonnika, a nawet jeśli ich kaloryczność jest standardowa, to produkt jest bardzo lekki (np. ekspandowany). Przykłady przekąsek chętnie wybieranych przez konsumentów kierujących się myślą o odchudzaniu przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zdrowe przekąski niskokaloryczne

PRZEKĄSKI NISKOKALORYCZNE		
Mięsne	Mleczne	Roślinne
		
Chipsy mięsne	Serek wiejski o obniżonej zawartości tłuszczu	Wafle kukurydziane z kaszą jagłaną

Źródło: opracowanie własne.

⁴³ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

⁴⁴ U. Kempieńska, *op.cit.*

⁴⁵ M. Piekut., *op.cit.*

Innym trendem zauważalnym na rynku przekąsek jest zamienianie mięsnych produktów na te pochodzenia roślinnego. Coraz bardziej popularne stają się diety wegetariańska i wegańska. Konsumenty wykluczają mięso z diety z różnych powodów. Najbardziej powszechnymi są względy etyczne, ekonomiczne, zdrowotne albo troska o środowisko⁴⁶. Na półkach sklepowych bez problemu można znaleźć roślinne zamienniki mięsnych przekąsek takich jak kabanosy czy parówki. Przykłady podano w tabeli 3.

Tabela 3. Przykłady zdrowych zamienników przekąsek mięsnych

ROŚLINNE ZAMIENNIKI MIĘSNYCH PRZEKĄSEK		
Kabanosy roślinne	Parówki roślinne	Kielbaski roślinne

Źródło: opracowanie własne.

Zauważa się także coraz większe zainteresowanie dietami wykluczającymi poszczególne składniki żywności, najczęściej wymienia się laktozę i gluten. Jest to spowodowane nie tylko wzrostem liczby osób z nietolerancjami pokarmowymi ww. składników, ale także obecną modą żywieniową. Poza trendem związanym z eliminacją niektórych składników z diety, obserwowane jest również zwiększenie spożycia np. białka⁴⁷. Zdarza się, że nawet nie jest to wynik zapotrzebowania organizmu, a po prostu ślepego podążania za panującym trendem.

Kolejnymi wartymi uwagi trendami są te związane z ludzką psychiką, czyli comfort food, mindful eating oraz mood food. Z założenia mają one poprawiać nastrój, a tym samym wpływać na dobre samopoczucie psychiczne człowieka. Niestety często nie wiąże się to z pozytywnym oddziaływaniem na zdrowie fizyczne, ponieważ przekąski spełniające oczekiwania konsumentów kierujących się powyższymi trendami to zwy-

⁴⁶ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

⁴⁷ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

Tabela 4. Wybrane przekąski – bez glutenu, laktozy, wysokobiałkowe

PRZEKĄSKI- BEZ GLUTENU, LAKTOZY, WYSOKOBIAŁKOWE		
		
Bezglutenowe ciastka z kawałkami czekolady	Lody śmietankowe bez laktozy	Batonik wysokobiałkowy
		
Wafle kukurydziane bez glutenu	Jogurt waniliowy bez laktozy	Mleczny koktajl owocowy o zwiększonej ilości białka

Źródło: opracowanie własne.

kle słodczyce, lody, jak i słone, wysoko przetworzone i tłuste produkty⁴⁸. Cieszyć może fakt, że i w tym wycinku rynku żywnościowego działają pręźnie producenci wartościowych żywieniowo, odżywczych przekąsek, którzy próbują zachęcać konsumentów do zamiany popularnych, standardowych przekąsek na trochę zdrowsze, choć równie smaczne zamienniki (Tab. 5).

Aktualne trendy żywieniowe to również zero waste, less waste, freeganizm. Kładą one szczególny nacisk na dbałość o środowisko naturalne, tak aby przyszłe pokolenia mogły cieszyć się niezasmaconą planetą. Zasada zero waste polega na niegenerowaniu jakichkolwiek odpadów, a pomagać w tym mają zasady: odmawiać (z ang. *refuse*), ograniczać (z ang. *reduce*), używać ponownie (z ang. *reuse*), segregować i przetwarzać (z ang. *recycle*) oraz kompostować (z ang. *rot*). Trend less waste polega natomiast na ograniczaniu śmieci do minimum⁴⁹. Oba te trendy są coraz chętniej praktykowane przez konsumentów z racji zwiększającej się świadomości konieczności dbania o naszą planetę. Freeganizm jest podobnym trendem, rozwijającym się również w sektorze

⁴⁸ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

⁴⁹ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

Tabela 5. Wybrane przekąski standardowe wraz ze zdrowszymi odpowiednikami

PRZEKĄSKA STANDARDOWA			
	Paluszki solone	Nektar wiśniowy	Batonik czekoladowy o smaku peanut butter
PRZEKĄSKA ALTERNATYWNA			
	Bio paluszki niesolone	Napój wiśniowy bez cukru	Baton orzechowy bez konserwantów

Źródło: opracowanie własne.

przekąsek. Polega na racjonalnym kupowaniu bez nadmiaru, minimalizacji zużycia produktów. Jest postrzegany jako antykonsumpcyjny styl życia⁵⁰.

Ta ostatnia wymieniona grupa trendów panujących wśród społeczeństwa jest z pewnością najtrudniejszym wyzwaniem dla producentów przekąsek, w tym zdrowych, ponieważ w zdecydowanej większości tego typu produkty są sprzedawane w opakowaniach jednorazowych i często plastikowych. Jako że wzrasta liczba osób praktykujących trendy zero waste, less waste i freeganizm, to w niedalekiej przyszłości można się spodziewać intensywnych zmian w produkcji opakowań spełniających oczekiwania konsumentów, w tym właśnie tych, którzy sięgają po przekąski.

⁵⁰ K. Gadzala, T. Lesiów, *op.cit.*

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych literaturowych oraz własnych obserwacji ofert handlowych można stwierdzić, że rynek przekąsek ulega ciągłym dynamicznym zmianom. Producenci starają się dostosować swoje portfolia produktowe do panujących na rynku trendów w taki sposób, aby każdy konsument znalazł coś dla siebie. Na przełomie ostatnich lat zaobserwować można wyraźną zmianę w postrzeganiu przekąsek. Niegdyś były kojarzone z niezdrową i niezbilansowaną żywnością, z kolei dziś w wielu przypadkach są promowane jako atrakcyjne z żywieniowego punktu widzenia produkty. Ciekawym pozostaje również fakt, że konsumenci chętnie poszukują i sięgają po alternatywy dla tradycyjnych przekąsek.

Bibliografia

- Alam M.S., Pathania S., Kumar S., Sharma A., *Studies on storage stability of carrot pomace-chick-pea incorporated rice based snacks*, "Agricultural Research Journal" 2015, nr 52(4), s. 73–79.
- Bilman E.M., Van Trijp J.C.M., Renes R.J., *Consumer perceptions of satiety-related snack food decision making*, "Appetite" 2010, nr 55(3), s. 639–647.
- Ferguson C.J., Muñoz M.E., Medrano M.R., *Advertising influences on young children's food choices and parental influence*, "The Journal of Pediatrics" 2012, nr 160(3), s. 452–455.
- Forbes S.L., Kahiya E., Balderstone C., *Analysis of snack food purchasing and consumption behavior*, "Journal of Food Products Marketing" 2016, nr 22(1), s. 65–88.
- Gadzala K., Lesiów T., *Wybrane aktualne trendy żywieniowe. Praca przeglądowa*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2019, nr 2(33), s. 9–25.
- Górecka D., Czarnocińska J., Adamska D., *Ocena częstości spożycia produktów niskokalorycznych w wybranej grupie osób*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2015, nr 96(3), s. 648–651.
- Górnicka M., Frąckiewicz J., Anyżewska A., Brzezińska A., *Warzywa i owoce w 326 przedszkolnych jadłospisach*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2016, nr 91(1), s. 76–80.
- Grasso S., *Extruded snacks from industrial by-products: A review*, "Trends in Food Science & Technology" 2020, nr 99, s. 284–294.
- Internet 1: https://ifwant.pl/pl/p/Bob-Snail-jablko-borowka-60g/2655?gclid=CjwKCAjwpayjBhAnEiW-7ena93zaxyIGlA9tp8FRM-DWd1aARqdneyFHAbLF7ZzfpDXoeio7oxEgVxo-CHoYQAvD_BwE [dostęp: 22.05.23]
- Internet 2: <https://www.sklepceliko.pl/pl/p/FRUPP-Truskawka-baton-liofilizowany-10g/37> [dostęp 22.05.23.]
- Internet 3: <https://wiadomoscispozywcze.pl/artykuly/9985/rynek-przekasek-przekroczy-wartosc-175-mld-z-sporo-namieszaa-pandemia/> [dostęp: 27.04.2023]
- Internet 4: https://www.mondelezinternational.com//media/Mondelez/stateofsnacking/2021/2021_MD LZ_stateofsnacking_report_GLOBAL_EN.pdf [dostęp: 27.04.2023]
- Kempińska U., *Pedagogika społeczna wobec trudnych wyzwań współczesności*, „Zeszyty Naukowe WSHE” 2014, nr 38, s. 83–91.
- Książek M., *Przekąski na słono i słodko*, „Hurt & Detal” 2021, nr 7, s. 185.
- Kuchlewska M., *Przegląd przekąsek mięsnych – Polska i świat*, „Ogólnopolski Informator Masarski” 2019, nr 291(11), s. 36–47.

- Lesiów T., Kuchlewska M., *Rola przekąsek w żywieniu człowieka ze szczególnym uwzględnieniem przekąsek mięsnych*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2020, nr 36, s. 113–125.
- Lisińska-Kuśnierz M., *Oczekiwania konsumentów dotyczące opakowań a realizacja ich potrzeb społeczno-ekonomicznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie” 2011, nr 874(06), s. 89–100.
- Makowska A., Cais-Sokolińska D., Waśkiewicz A., Tokarczyk G., Paschke H., *Quality and nutritional properties of corn snacks enriched with nanofiltered whey powder*, “Czech Journal of Food Sciences” 2016, nr 34(2), s. 154–159.
- Marciniak G., Sapa A., Kobus-Cisowska J., Goryńska-Goldmann E., Marciniak M., *Rozwój rynku żywności funkcjonalnej na przykładzie produktów nabiałowych*, „Intercathedra” 2019, nr 41(4), s. 357–367.
- Maskan M., Altan A., *Advances in food extrusion technology*, Taylor and Francis group, Florida, USA: CRC press, 2012.
- Michniewicz M., Lesiów T., *Przekąski nie tylko dla turystów. Praca przeglądowa*, „Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2021, nr 37, s. 123–150.
- Paraman I., Sharif M.K., Supriyadi S., Rizvi S.S., *Agro-food industry byproducts into value-added extruded foods*, “Food and Bioproducts Processing” 2015, nr 96, s. 78–85.
- Piekut M., *Mleczne przekąski: Przekąski dla małych i dużych*, „Forum mleczarskie. Handel” 2020, nr 6/2020.
- Salvy S.J., Kluczynski M.A., Nitecki L.A., O'Connor B.C., *Peer influence on youth's snack purchases: A laboratory analog of convenience store shopping*, “Eating Behaviors” 2012, nr 13(3), s. 233–239.
- Sielicka M., Pacholek B., Matuszak L., Gabryelczyk M., Majos A., *Ocena świadomości zdrowotnej i pożądalności produktów przekąskowych przez dzieci*, „Problemy Higieny i Epidemiologii” 2015, nr 96(3), s. 607–612.
- Skotnicka M., Duraj N., *Rola składników odżywczych w regulacji sytości organizmu*, „Annales Academiae Medicae Gedanensis” 2015, nr 45, s. 79–87.
- Stachura S., *Zdrowe przekąski – co wybierają Polacy, Europejczycy, w amerykańskim stylu, z dalekiego wschodu, zmiany nawyków żywieniowych*, ABCZdrowie, 2021, <https://zywienie.abczdrowie.pl/chrupanie-bez-wyrzutow-sumienia-czyli-zdrowe-przekaski-z-calego-swiatea>, [dostęp: 26.04.2023].
- Sziemiel M., Lesiów T., *Przekąski mięsne – alternatywa dla przekąsek standardowych*, „Nauki Inżynierskie i Technologie” 2020, nr 1(36).
- Zakrzewska O., *Serwatka: Serwatka – nowe oblicze*, „Forum Mleczarskie Biznes” 2019, nr 4/2019.
- Zbib I.J., Wooldridge B.R., Ahmed Z.U., Benlian S., *Selection criteria of Lebanese consumers in the global snack food industry: country of origin perceptions*, “Journal of Consumer Marketing” 2010, nr 27(2), s. 139–156.

PROSPECTS AND DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE SNACKS – LITERATURE REVIEW AND MARKET ANALYSIS

Abstract: Snacks are an integral part of the diet of many people. Although they were once seen as a negative element of nutrition, it turns out that the form, composition and manufacturing of many snacks have changed significantly over time. Currently, the range of snacks offered on store shelves is very varied. Moreover, in many cases the nutritional value of alternative snacks is

surprisingly good compared to traditional ones, due to the desire to adapt these types of products to the prevailing nutritional trends and expectations of increasingly demanding consumers.

The aim of this study was to review the literature on alternative snacks. The work characterized healthy snacks. Materials showing the development of the snack market in the country and in the world were cited. An analysis of the assortment of snacks available on the Polish market was made. The possibilities of using by-products of the food industry as potential raw materials for the production of snacks were discussed. The work used available secondary data, reports and web materials.

According to an analysis of literature data, the snack market has developed a lot in recent years. Producers are eager to make attempts to produce new snacks that meet the expectations of consumers and are adapted to the prevailing nutritional trends. Examples are, for example, fruit jellies without added sugar and preservatives from Eco-Snack⁵¹ freeze-dried bar with an increased proportion of fiber, without added sugar, salt and fat from Celiko⁵². There has also been a positive change in the perception of snacks among consumers, which today are associated with nutritionally interesting forms of meals.

Keywords: snacks, market analysis, alternative snacks, side products, nutritional trends

⁵¹ Internet 1, *op.cit.*.

⁵² Internet 2, *op.cit.*.

Sławomir Okoński

Anna Białous

Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów Żywności

Opiekun Koła: dr hab. inż. Marek Adamczak, prof. uczelni

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ZASTOSOWANIE NIEKONWENCJONALNEJ METODY UTRWALANIA PIWA

Wstęp

Piwo jest jednym z najdłużej znanych i najbardziej rozpowszechnionych napojów. Najstarsze wzmianki o warzeniu piwa znaleziono w rzeźbieniach w kamieniu pochodzących sprzed około 6000 lat, ukazujących przygotowywanie piwa przez Sumerów. Odkryto wtedy, że po namoczeniu chleba w wodzie rozpoczyna się spontaniczna fermentacja alkoholowa^{1,2}

Piwo jest tradycyjnym i powszechnie spożywanym napojem, zazwyczaj o małej zawartości alkoholu, który otrzymujemy w procesie fermentacji ze słodu jęczmiennego, chmielu oraz wody z użyciem drożdży. Dostępnych jest wiele danych naukowych na temat wpływu napojów alkoholowych na zdrowie człowieka. Ryzyko i problemy związane ze spożyciem alkoholu są systematycznie oceniane i dobrze udokumentowane. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO, *World Health Organization*) opublikowała oświadczenie w *The Lancet Public Health*, z którego wynika, że jeśli chodzi o alkohol, nie ma bezpiecznej ilości, która nie miałaby złego wpływu na zdrowie ludzi³. Produkcja piwa i jego spożycie w ostatnich 2–3 latach były inne, niż

¹ M. Lamparska, *Krótką geografia piwa*, „Acta Geographica Silesiana” 2016, nr 24, s. 87–94.

² S. Grassi, J.M. Amigo, C.B. Lyndgaard, R. Foschino, E. Casiraghi, *Beer fermentation: Monitoring of process parameters by FT-NIR and multivariate data analysis*, „Food Chemistry” 2014, nr 155, s. 279–286.

³ B.O. Anderson, N. Berdzuli, A. Ilbawi, D. Kestel, H.P. Kluge, R. Krech, B. Mikkelsen, M. Neufeld, V. Poznyak, D. Rekve, *Health and cancer risks associated with low levels of alcohol consumption*, „The Lancet Public Health” 2023, nr 8, e6–e7.

przewidywano z uwagi na pandemię. W 2021 roku spożycie piwa na świecie wynosiło około 1,86 miliarda hl. Głównymi producentami były Stany Zjednoczone, Chiny i Brazylia⁴. Obserwowane zmiany preferencji producentów oraz asortymentu rynku napojów i żywności, takie jak np. technologie ekologiczne i żywność naturalna, technologie zrównoważone czy zwiększenie znaczenia piw kraftowych (rzemieślniczych), nie zmieniają powszechnej troski o produkty trwałe o wysokiej jakości mikrobiologicznej i organoleptycznej.

Warzenie piwa jest wciąż uważane za sztukę a nie naukę. Jednak bez wątpienia proces ten kierowany jest nauką, gdyż opiera się na takich podstawach jak warunki środowiska, m.in. kwasowość, analiza kinetyki enzymów, namnażanie drobnoustrojów oraz analiza statystyczna. Zwłaszcza od ostatnich dziesięcioleci XIX w. browarnictwo stało się precyzyjnie kontrolowaną technologią, dzięki której można zapewnić stałą jakość wyrobu. Pomimo złożoności warzenia piwa, podstawowy jego schemat nie zmienił się przez tysiąclecia i zasadniczo nadal wykorzystywane są te same operacje jednostkowe⁵.

Jednym z ostatnich etapów przemysłowej produkcji piwa jest proces termiczny – pasteryzacja, która ma na celu ustabilizowanie piwa i wydłużenie jego okresu przydatności do spożycia. Jest to etap bardzo ważny dla producentów oraz bezpieczeństwa konsumentów. Pasteryzacja termiczna może mieć negatywny wpływ na właściwości organoleptyczne piwa i jego składniki. Ze względu na rosnącą popularność piwa utrwalanego metodą filtracji membranowej i niefiltrowanego, ale także wady tych metod, potrzebne są nowe metody jego utrwalania. Technika wysokich ciśnień hydrostatycznych (HPP) jest wciąż niedocenioną w praktyce przemysłowej nietermiczną metodą utrwalania żywności. Technika wysokich ciśnień hydrostatycznych to rozwiązanie zapewniające bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności i dobrą jakość żywieniową produktów⁶. Nowe rozwiązania techniczne umożliwiają także pracę w systemie ciągłym i presuryzację piwa w kegach⁷.

Celem pracy było określenie wpływu techniki wysokich ciśnień hydrostatycznych (HPP, *high pressure processing*) na trwałość i wybrane cechy jakościowe piwa.

⁴ G. Carvalho, A.C. Leite, R. Leal, R. Pereira, *The role of emergent processing technologies in beer production*, "Beverages" 2023, nr 9, s. 7.

⁵ C.W. Bamforth, *Progress in brewing science and beer production*, "Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering" 2017, nr 8, s. 161–176.

⁶ K. Aganovic, C. Hertel, R.F. Vogel, R. John, O. Schlüter, U. Schwarzenbolz, H. Jäger, T. Holzhauser, J. Bergmair, A. Roth, *Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 2021, nr 20, s. 3225–3266.

⁷ *Hiperbaric*, <https://www.hiperbaric.com/en/hiperbaric-will-present-numerous-innovations-at-drinktec/> [dostęp: 30.06.2023].

Materiały i metody

Ocenie poddano piwo wyprodukowane w regionalnym browarze zgodnie z klasyczną technologią warzenia, typu pilsner, o stężeniu ekstraktu 12,5% (w:w) i stężeniu alkoholu 5,2% (v:v). Piwo poddano klasycznej pasteryzacji stosując 9 jednostek pasteryzacji (9 PU, *pasteurization unit*) w pasteryzatorze tunelowym oraz alternatywnej metodzie obróbki nietermicznej – obróbce ciśnieniowej z zastosowaniem prasy wysokociśnieniowej U4040 (Unipress Equipment, Warszawa) przy 100 i 300 MPa i czasie przetrzymania 5 min w 30°C.

Oceniono podstawowe parametry piwa z użyciem analizatora Anton Paar (ekstrakt pozorny; ekstrakt rzeczywisty; ekstrakt brzezki podstawowej; stężenie alkoholu; barwa, gęstość), wykonano oznaczenia spektrofotometryczne stężenia związków polifenolowych (TPC, *total polyphenols content*)⁸ oraz aktywności przeciwutleniającej (AA, *antioxidant activity*)⁹ oraz ocenę organoleptyczną według skali punktowej od 0 do 5 przeprowadzoną przez zespół 15 przeszkolonych specjalistów oceniających piwa (pracownicy browarów). Analizy mikrobiologiczne wykonywano zgodnie z wymaganiami Polskiej Normy (PN-ISO 21527-1:2009; PN-ISO 21528-2:2017-08; PN-ISO 21527-1:2009; PN-ISO 4831:2007; PN-ISO 7251:2006; PN-EN ISO 4833-1:2013-12, PN-EN, ISO 4833-1:2013-12/Ap1:2016-11). Profil związków lotnych oznaczano metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas po mikroekstrakcji do fazy stacjonarnej z fazy nadpowierzchniowej¹⁰, stężenie ksantohumolu oznaczano metodą chromatografii cieczowej¹¹. Poniżej przedstawiono szczegółowy opis specyficznych metod stosowanych w ramach przeprowadzonych doświadczeń. Wymienione wcześniej metody są standardowe i wykonywane rutynowo w laboratoriach i pracowniach naukowych.

Oznaczenie składu związków lotnych z fazy nadpowierzchniowej (HS-SPME/GC-MS)

Próbki piwa (2 cm³) umieszczano z 5 µl wodnego roztworu wzorcowego toluenu w ampułkach o pojemności 10 cm³ z membraną teflonową. Mikroekstrakcję z fazy nadpo-

⁸ V.L. Singleton, J.A. Rossi, *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*, "American Journal of Enology and Viticulture" 1965, nr 16, s. 144–158.

⁹ M.S. Blois, *Antioxidant determinations by the use of a stable free radical*, "Nature" 1958, nr 181, s. 1199–1200.

¹⁰ A. Ricci, M. Cirlini, A. Guido, C.M. Liberatore, T. Ganino, C. Lazzi, B. Chiancone, *From byproduct to resource: fermented apple pomace as beer flavoring*, "Foods" 2019, nr 8, 309.

¹¹ P.J. Magalhães, A.B. Carvalho, L.M. Gonçalves, J.G. Pacheco, L.F. Guido, T. Brányik, P.G. Rodrigues, G. Kuncová, P. Dostálek, A.A. Barros, *The impact of xanthohumol on a brewing yeast's viability, vitality and metabolite formation*, "Journal of the Institute of Brewing" 2011, nr 117, s. 368–376.

wierzchniowej do fazy stałej prowadzono z użyciem włókna zawierającego 3 polimery o różnej polarności: diwinylobenzenu (DVB), karboksenu, polidimetylosiloksanu (PDMS) (Merck). Przed ekstrakcją włókno sorpcyjne aktywowano przez ogrzewanie w 270°C przez 30 minut zgodnie z instrukcją producenta. Ekstrakcję prowadzono po 15 min inkubacji wstępnej przez 30 min w 40°C.

Analizę chromatograficzną składników lotnych prowadzono z użyciem systemu GC2010 Plus z detektorem mas GCMS-TQ8040 (Shimadzu). Zastosowano kolumnę ZB-5ms, 30m×0,25 mm, 0,25 μm) (Phenomenex). Desorpcję prowadzono w 230°C przez 2 min bez podziału strumienia. Temperaturę kolumny zmieniano wg następującego schematu: 50°C przez 3 min, 5°C/min do 200°C i utrzymanie tej temperatury przez 12 min. Natężenie przepływu strumienia helu wynosiło 1,06 cm³/min. Parametry pracy detektora mas były następujące: temperatura źródła jonów 230°C, temperatura transferu 250°C. Identyfikację związków chemicznych prowadzono z użyciem biblioteki NIST14¹².

Oznaczenie stężenia ksantohumolu w piwie

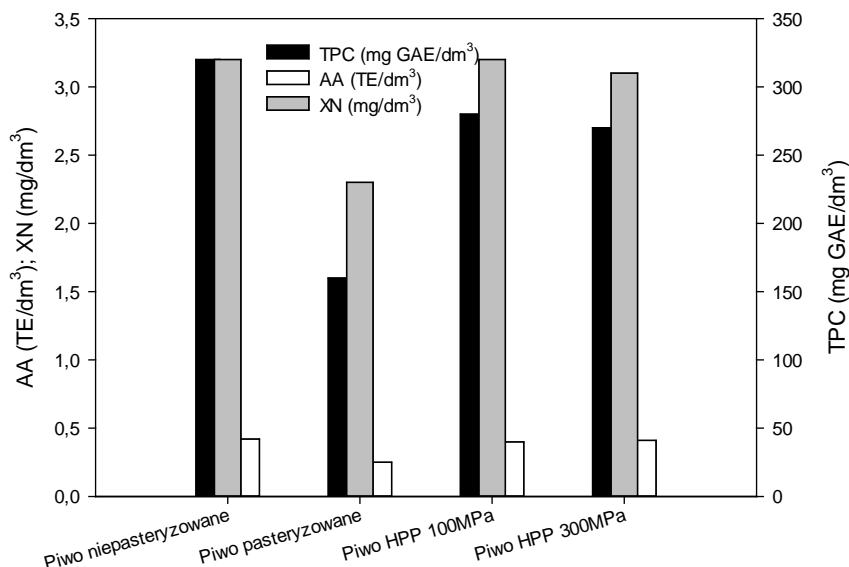
Piwo odgazowywano przez wytrząsanie i do 100 cm³ próbki dodawano 0,5 cm³ kwasu *o*-fosforowego (85%), całość mieszano (300 obr/min) przez 30 s, a następnie wiorowano przez 5 min przy 3000×g. Analizę prowadzono z wykorzystaniem zestawu Agilent 1200 z użyciem detektora DAD, przy λ=368 nm. Stosowano kolumnę RP C18 (150×4,6; 5 μm, Supelco) i nastrzyk próbki o objętości 20 μl. Jako rozpuszczalnik stosowano układ dwóch składników: A (1% wodny roztwór kwasu mrówkowego) oraz B (acetonitryl, 100%) w systemie gradientowym: 40% do 100% składnik B przez 15 min i 100% składnika B przez 5 min, oraz natężenie przepływu 0,8 cm³/min. Identyfikację ksantohumolu prowadzono na podstawie czasu retencji wzorca zewnętrznego (czas retencji ksantohumolu – 11,552 min).

Wszystkie oznaczenia wykonano w co najmniej trzech powtórzeniach, a wyniki przedstawiono jako średnią arytmetyczną. Błąd oznaczeń nie przekraczał 15%.

Omówienie i dyskusja wyników

Zastosowanie nietermicznej metody utrwalania piwa umożliwiło uzyskanie stabilnego produktu o korzystnych cechach jakościowych. Nie stwierdzono różnic parametrów fizyko-chemicznych piwa po pasteryzacji i po obróbce ciśnieniowej. Podstawowe pa-

¹² A. Ricci, M. Cirilini, L. Calani, V. Bernini, E. Neviani, D. Del Rio, G. Galaverna, C. Lazzi., *In vitro metabolism of elderberry juice polyphenols by lactic acid bacteria*, "Food Chemistry" 2019, nr 276, s. 692–699.



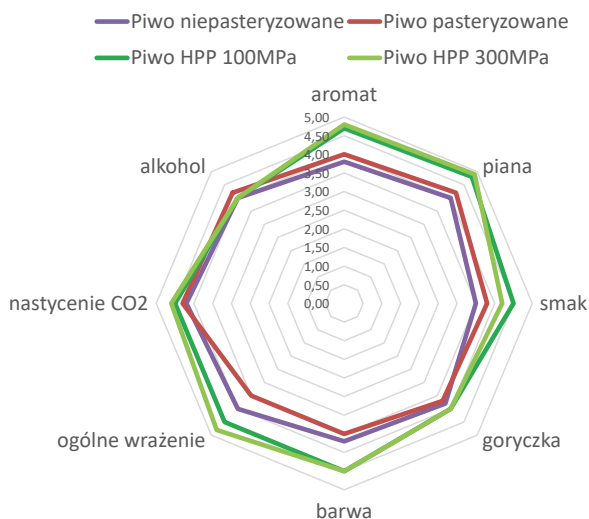
Rysunek 1. Wpływ techniki utrwalania piwa na stężenie polifenoli (TPC), aktywność przeciwutleniającą (AA) oraz stężenie ksantohumolu (XN)

rametry wszystkich analizowanych produktów były następujące: kwasowość czynna, pH 4,90; ekstrakt pozorny 2,89% (w:w); ekstrakt rzeczywisty 4,69% (w:w); ekstrakt brzeczki podstawowej 12,5% (w:w); stężenie alkoholu 5,2% (v:v); barwa 19,5 EBC; gęstość 1,00946 g/cm³. Piwo pasteryzowane i HPP charakteryzowały się bardzo dobrą jakością mikrobiologiczną, liczba drożdży, pleśni, *Enterobacteriaceae* oraz ogólna liczba drobnoustrojów wynosiła $1,0 \times 10^0$. W piwach nie stwierdzono obecności przypuszczalnych *E. coli* w 1 cm³ i bakterii z grupy coli w 0,01 cm³.

W piwach pasteryzowanych i presuryzowanych stwierdzono mniejsze stężenie polifenoli niż w piwie nie pasteryzowanym, jednak mniejszymi stratami związków polifenolowych charakteryzowały się piwa po presuryzacji (Rysunek 1). Możliwe interakcje związków polifenolowych ze składnikami piwa mogły prowadzić do powstania kompleksów, których nie można było oznaczyć jako związki polifenolowe¹³. Podobne zależności zaobserwowano dla właściwości przeciwutleniających, a w piwach presuryzowanych aktywność przeciwutleniająca była zbliżona do tej w piwie niepasteryzowanym. W piwach poddanych działaniu wysokich ciśnień hydrostatycznych nie stwierdzono także strat ksantohumolu (Rysunek 1).

Według oceniających, piwo poddane presuryzacji tak po zastosowaniu 100 oraz 300 MPa charakteryzowało się lepszym aromatem, smakiem w tym, goryczką, barwą oraz

¹³ S. Jongberg, M.L. Andersen, M.N. Lund, *Characterisation of protein-polyphenol interactions in beer during forced aging*, "Journal of the Institute of Brewing" 2020, nr 126, s. 371–381.



Rysunek 2. Ocena organoleptyczna próbek piwa niepasteryzowanego oraz utrwalanego metodą pasteryzacji i presuryzacji (100 lub 300MPa)

pianą, a w ocenie ekspertów ogólne wrażenie piw poddanych presuryzacji było lepsze niż piwa niepasteryzowanego oraz poddanego pasteryzacji (Rysunek 2).

Technologia produkcji piwa nie zmieniła się od początków jego produkcji, jednak zmieniły się rozwiązania techniczne, które wpływają na zmiany jakościowe piwa, w tym profil związków lotnych¹⁴. Główne zmiany determinujące profil związków lotnych piwa to produkty reakcji Maillarda i degradacji Streckera. W próbkach piwa pasteryzowanego oraz poddanego działaniu wysokiego ciśnienia hydrostatycznego nie stwierdzono obecności niekorzystnie oddziałujących na jakość piwa aldehydów, produktów oksydacji aminokwasów i izohumulonów, tj. 2-metylopropanalu, 2-metylobutanalu, 3-metylobutanalu i aldehydu benzoowego oraz oksydacji kwasów tłuszczowych, tj. heptanal, heksanal i oktanal, pochodzących ze słodu i drożdży (Tabela 1).

Tabela 1. Udział wybranych składników lotnych w piwie niepasteryzowanym oraz utrwalonym metodą pasteryzacji i presuryzacji (110 lub 300MPa)

Analizowana próbka	Pole powierzchni piku składnika lotnego (-)			
	myrcen	kariofilen	farnezen	humulen
Piwo niepasteryzowane	12528973	361012	103149	2037462
Piwo pasteryzowane	6358652	153995	98310	782236
Piwo HPP 100MPa	306729	0	0	193818
Piwo HPP 300MPa	241205	0	0	140905

¹⁴ I. Ferreira, L. Guido, *Impact of wort amino acids on beer flavour: a review*, "Fermentation" 2018, nr 4, s. 23.

Podsumowanie

Piwo po pasteryzacji i obróbce z użyciem techniki wysokich ciśnień hydrostatycznych charakteryzowało się doskonałą jakością mikrobiologiczną i stabilnymi parametrami fizyko-chemicznymi. Piwo po obróbce wysokociśnieniowej charakteryzowało się większym stężeniem polifenoli i ksantohumolu oraz większą aktywnością przeciwutleniającą niż piwo pasteryzowane. Piwo uzyskane metodą obróbki w 100 lub 300 MPa charakteryzowało się mniejszym stężeniem związków charakterystycznych dla chmielu, ale w ocenie sensorycznej lepszy był jego smak, aromat, barwa oraz pienistość niż piwa pasteryzowanego. Dzięki rozwojowi technicznemu metod obróbki z użyciem wysokich ciśnień hydrostatycznych niebawem możliwe będzie wdrożenie utrwalonego oraz bogatego w składniki biologicznie aktywne piwa.

Bibliografia

- Aganovic K., Hertel C., Vogel R.F., Johne R., Schlüter O., Schwarzenbolz U., Jäger H., Holzhauser T., Bergmair J., Roth A., *Aspects of high hydrostatic pressure food processing: Perspectives on technology and food safety*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 2021, nr 20, s. 3225–3266.
- Anderson B.O., Berdzuli N., Ilbawi A., Kestel D., Kluge H.P., Krech R., Mikkelsen B., Neufeld M., Poznyak V., Rekve D., *Health and cancer risks associated with low levels of alcohol consumption*, "The Lancet Public Health" 2023, nr 8, e6–e7.
- Bamforth C.W., *Progress in brewing science and beer production*, "Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering" 2017, nr 8, s. 161–176.
- Blois M.S., Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, "Nature" 1958, nr 181, s. 1199–1200.
- Carvalho G., Leite A.C., Leal R., Pereira R., *The role of emergent processing technologies in beer production*, "Beverages" 2023, nr 9, s. 7.
- Ferreira I., Guido L., *Impact of wort amino acids on beer flavour: a review*, "Fermentation" 2018, nr 4, s. 23.
- Grassi S., Amigo J.M., Lyndgaard C.B., Foschino R., Casiraghi E., *Beer fermentation: Monitoring of process parameters by FT-NIR and multivariate data analysis*, "Food Chemistry" 2014, nr 155, s. 279–286.
- Hiperbaric, <https://www.hiperbaric.com/en/hiperbaric-will-present-numerous-innovations-at-drinktec/> [dostęp: 30.06.2023].
- Jongberg S., Andersen M.L., Lund M.N., *Characterisation of protein-polyphenol interactions in beer during forced aging*, "Journal of the Institute of Brewing" 2020, nr 126, 371–381.
- Lamparska M., *Krótko geografia piwa*, "Acta Geographica Silesiana" 2016, nr 24, s. 87–94.
- Magalhães P.J., Carvalho A.B., Gonçalves L.M., Pacheco J.G., Guido L.F., Brányik T., Rodrigues P.G., Kuncová G., Dostálek P., Barros A.A., *The impact of xanthohumol on a brewing yeast's viability, vitality and metabolite formation*, "Journal of the Institute of Brewing" 2011, nr 117, s. 368–376.
- Ricci A., Cirlini M., Calani L., Bernini V., Neviani E., Del Rio D., Galaverna G., Lazzi C., *In vitro metabolism of elderberry juice polyphenols by lactic acid bacteria*, "Food Chemistry" 2019, nr 276, s. 692–699.

Ricci A., Cirlini M., Guido A., Liberatore C.M., Ganino T., Lazzi C., Chiancone B., *From byproduct to resource: fermented apple pomace as beer flavoring*, "Foods" 2019, nr 8, 309.

Singleton V.L., Rossi J.A., *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents*, "American Journal of Enology and Viticulture" 1965, nr 16, s. 144–158.

THE USE OF UNCONVENTIONAL METHOD OF BEER PRESERVATION

Abstract: One of the last steps in the industrial production of beer is the thermal process, pasteurization, which aims to stabilize the beer and extend its shelf life. This is a very important process for producers and consumer safety. Thermal pasteurization can have a negative impact on the organoleptic properties of beer and its components. The purpose of this study was to determine the effect of high hydrostatic pressure (HPP, high pressure processing) technique on the shelf life and selected quality parameters of beer. Beer obtained using classical brewing technology, pilsner type with an extract concentration of 12.5% (w:w) and an alcohol concentration of 5.2% (v:v), was evaluated. The beer was subjected to classical pasteurization (9 PU) and pressure treatment at 100 and 300 MPa and a holding time of 5 min at 30°C. The basic parameters of the beer were evaluated, and the concentration of polyphenolic compounds, antioxidant activity, organoleptic evaluation and profile of volatile compounds were performed by headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) coupled to gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). The use of a non-thermal method of beer fixation made it possible to obtain a stable product with favorable quality characteristics.

Keywords: beer, high pressure technology, HPP, pasteurization, preservation

Marta Popielarczyk

Studenckie Koło Naukowe Towaroznawczej Oceny Sensorycznej

Opiekun: dr inż. Marta Czarnowska-Kujawska

Wydział Nauk o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

NAPOJE FERMENTOWANE Z ZASTOSOWANIEM NAPARU HERBACIANEGO KOMBUCHA I KULTURY SYMBIOTYCZNEJ SCOBY

Wstęp

Najnowsze trendy żywieniowe skupiają się na jak najmniej przetworzonych produktach, bogatych w składniki odżywcze i o naturalnym pochodzeniu. W związku z tym zainteresowanie napojami fermentowanymi ciągle wzrasta. Cenione za właściwości prozdrowotne i sensoryczne, są coraz częściej wybierane przez konsumentów. Szczególne miejsce w tej grupie produktów zajmuje napar kombucha. Jest to słodka fermentowana herbata, przyrządzana przy pomocy symbiotycznej kultury bakterii i drożdży dalej zwanej SCOBY (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeasts) lub „grzybkiem herbacianym”¹.

Z Grand View Report² wynika, że w 2021 roku wartość rynku sprzedaży naparu kombucha wynosiła 2,6 miliona dolarów, co więcej spodziewano się dalszego wzrostu sprzedaży średnio o 15% rocznie. Na szybszy rozwój rynku napojów fermentowanych tego typu wpłynęła niewątpliwie pandemia COVID-19, podczas której konsumenci poszukiwali napojów wspomagających działanie układu odpornościowego.

¹ K. Jakubczyk, P. Jakubczyk, G. Piotrowska, K. Janda, *Charakterystyka oraz skład biochemiczny kombuchy – fermentowanej herbaty*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2020, nr 26(2), s. 94–96.

² Grand View Research, *Kombucha market size, share & trends analysis by product (conventional hard) by distribution channel (on – trade, off – trade), by region, and segment forecasts 2022-2030, 2022*, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/kombucha-market> [dostęp: 13.07.2023].

Cel pracy

Celem niniejszej pracy był przegląd literatury na temat napojów fermentowanych z zastosowaniem naparu herbacianego kombucha oraz symbiotycznej kultury SCOBY, na podstawie dostępnych danych literaturowych takich jak: artykuły naukowe, doniesienia naukowe oraz książki, w większości z ostatnich 10 lat.

Otrzymywanie, właściwości oraz charakterystyka naparu kombucha

Proces fermentacji to znana metoda utrwalania, ale także zmieniania właściwości sensorycznych żywności. Procesowi poddawane są zarówno warzywa, owoce, jak i napoje, to właśnie dzięki fermentacji alkoholowej otrzymuje się wino. Natomiast dzięki fermentacji octowej przeprowadzanej przez kulturę SCOBY uzyskujemy napar kombucha – czyli fermentowaną herbatę. Pierwsze wzmianki dotyczące tego napoju pochodzą z Azji już z II wieku p.n.e., gdzie wykorzystywano go jako środek leczniczy na problemy trawienne. Wraz z rozwojem szlaków handlowych napar kombucha pojawił się w Rosji, a później rozprzestrzenił się na całą Europę. W latach przedwojennych XX wieku cieszył się ogromną popularnością, jednak został zapomniany ze względu na braki surowców podczas II Wojny Światowej. Dopiero w ostatnich latach zainteresowanie naparem kombucha znowu wzrosło³.

Zasady otrzymywania napoju kombucha od lat są podobne. Jednakże na przebieg samego procesu fermentacji ma wpływ wiele czynników takich jak: rodzaj i ilość użytego surowca, czas i temperatura fermentacji, a nawet środowisko fermentacji. Najbardziej znana i podstawowa receptura opiera się fermentacji osłodzonego cukrem naparu z czarnej herbaty. Do produkcji można wykorzystywać różne typy herbaty, zarówno czarną, jak i zieloną, białą, yerba mate, a nawet kwiat hibiskusa. W zależności od użytego surowca napar będzie charakteryzował się odmiennymi właściwościami, między innymi: barwą, smakiem, zapachem, a także składem chemicznym i wartością odżywczą. Zbadano, że napój kombucha z zielonej herbaty zawiera więcej kwasu mlekowego niż napój kombucha z czarnej herbaty⁴. Napar należy osłodzić sporą ilością cukru, podaje się ilości nawet do 80 g na 1 l herbaty, a następnie ostudzić do temperatury pokojowej (20-25°C). Do tak przygotowanego naparu dodawana jest kultura SCOBY, naczynie należy przykryć materiałem, tak by utrzymać stały dostęp powietrza i pozostawić na

³ R. Jayabalan, R.V. Malbaša, E.S. Lončar, J.S. Vitas, M. Sathishkumar, *A Review on kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity and tea fungus*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 2014, nr 13(4), s. 538–550.

⁴ R. Jayabalan, S. Marimuthu, K. Swaminathan, *Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation*, "Food Chemistry" 2007, nr 102(1), s. 392–398.

7-10 dni. Przez ten czas należy kontrolować smak naparu oraz obserwować, czy pojawia się kolejna warstwa „grzybka herbacianego”, który rozwija się na powierzchni napoju podczas fermentacji⁵.

Kombucha określana jest jako napój orzeźwiający, co jest spowodowane zawartością dwutlenku węgla powstającego podczas fermentacji. W gotowym napoju kombucha wyczuwalny jest smak kwaśny, z uwagi na obecność kwasu octowego, a także słodki, z racji na możliwe pozostałości nieprzefermentowanego podczas reakcji cukru. Zbadano, że może go pozostać nawet do 34% po 7 dniach fermentacji⁶.

Asortyment produktów dostępnych na polskim rynku

Jeżeli chodzi o napój kombucha, to w Polsce jest on coraz bardziej popularny. Można go kupić przez internet, a także stacjonarnie zarówno w dużych marketach, jak i małych sklepach. Dostępne są różne typy herbat z dodatkowymi wariantami smakowymi.

Przykładowe produkty dostępne na polskim rynku:

- Napój kombucha MEDUZYNA JAŚMIN (Fot. 1), objętość 9 x 330 ml, cena: 140 zł (w przeliczeniu na butelkę 15,50 zł), skład: filtrowana woda, mieszanka ekologicznych zielonych i czarnych herbat (w tym jaśminowej), kultury bakterii i drożdży, ekologiczny cukier trzcinowy, niepasteryzowana, dostępność: internet;
- Napój kombucha VIGO ACEROLA (Fot. 2), objętość 315 ml, cena: 7,99 zł, skład: filtrowana woda, bio-fermentowana herbata (woda, bioglukoza, bioherbata, bioocet jabłkowy, kultury kombuchy), niefermentowany biocukier trzcinowy, dwutlenek węgla, bioprzecier z aceroli (1,7%), ekstrakt imbiru (0,3%), mieszanka ekologicznych zielonych i czarnych herbat (w tym jaśminowej), kultury bakterii i drożdży, ekologiczny cukier trzcinowy, niepasteryzowana, dostępność: internet;
- Napój kombucha DOBRA KARMA YERBA MATE (Fot. 3), objętość 315 ml, cena: 8,50 zł, skład: woda, biofermentowana herbata (woda, biocukier inwertowany, bioherbata, bioocet jabłkowy, kultury kombuchy), nierafinowany biocukier trzcinowy, bioherba mate (0,5%), dwutlenek węgla, pasteryzowana, dostępność: internet, sklepy Żabka;
- Napój kombucha MAJESTEA ROSE BIO (Fot. 4), objętość 250 ml, cena: 9,99 zł, skład: naturalnie warzona kombucha (filtrowana woda, cukier trzcinowy bio, ekologiczna zielona herbata, kultury bakterii i drożdży), ekstrakt z dzikiej róży, ekstrakt z imbiru, skoncentrowany sok z cytryny, niepasteryzowana, dostępność: internet.

⁵ G.W. Frank, *Kombucha – cudowny grzyb herbaciany o leczniczych właściwościach – kompletny poradnik*, Białystok 2015.

⁶ R. Jayabalan, R.V. Malbaša, E.S. Lončar, J.S. Vitas, M. Sathishkumar, *A Review on kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity and tea fungus*, “Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety” 2014, nr 13(4), s. 538–550.



**Fot 1. Napój Kombucha MEDUZYNA
JAŚMIN**

Źródło: <https://meduzyna.com/>.



Fot 2. Napój Kombucha VIGO ACEROLA

Źródło: <https://vigokombucha.com/>



**Fot 3. Napój Kombucha DOBRA KARMA
RÓŻA**

Źródło: <https://zabka.pl/>.



**Fot 4. Napój Kombucha MAJESTEA ROSE
BIO**

Źródło: <https://majesteakombucha.pl/>.

Na polskim rynku, ale także i na rynku zagranicznym nie ma dostępnych w sprzedaży produktów innych niż herbata, które są fermentowane przy użyciu kultury SCOBY czy napoju kombucha. Jedyne próby otrzymywania innych niż herbata napojów fermentowanych powyższym sposobem przeprowadzano na potrzeby badań naukowych. Natomiast notuje się wyraźne tendencje do wykorzystywania naparu kombucha w przemyśle kosmetycznym jako składnik o działaniu przeciwzapalnym oraz przeciwbakteryjnym⁷.

⁷ A. Ziemlewska, K. Klimczak, M. Zagórska-Dziok, Z. Nizioł-Łukaszewska, *Porównanie właściwości kosmetycznych i dermatologicznych ekstraktu oraz fermentu z owoców rokitnika zwyczajnego otrzymanego w procesie fermentacji z wykorzystaniem grzyba herbacianego kombuchy*, „Herbalism” 2023, nr 9(1), s. 67–82.

Charakterystyka i właściwości symbiotycznej kultury bakterii i drożdży – SCOBY

Nazwa SCOBY to skrót z języka angielskiego, który oznacza symbiotyczną kulturę bakterii i drożdży (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeasts). Jest to występująca w formie galaretowatej, celulozowej struktury, symbiotyczna kultura bakterii i drożdży, która szybko rozwija się, przyjmując przy tym kształt naczynia, w jakim się znajduje. Organizmy, które udało się z niej wyizolować podczas licznych badań, to przede wszystkim bakterie kwasu octowego, szczególnie *Acetobacter* oraz *Gluconobacter*. Są one odpowiedzialne za fermentację octową w warunkach tlenowych. Substratem tej reakcji jest między innymi alkohol powstający w procesie fermentacji alkoholowej przeprowadzanej przez drożdże. Najczęściej spotykanymi gatunkami drożdży są *Saccharomyces*. Skład mikrobiologiczny kultury SCOBY jest niezwykle zmienny, w zależności od wielu czynników takich jak na przykład: czas i warunki fermentacji, substraty użyte do reakcji czy nawet region pochodzenia „grzybka herbacianego”⁸.

Siatka celulozowa (galaretowata struktura) tworzy się już w ciągu 2 dni od rozpoczęcia procesu fermentacji i jest widoczna gołym okiem. Wraz z upływem czasu staje się coraz grubsza. Wszystko to za sprawą *Acetobacter xylium*, które prowadzi do powstania celulozowego biofilmu unoszącego się na powierzchni fermentującego napoju. Cały proces odbywa się na styku płynu z powietrzem, ponieważ bakterie te potrzebują tlenu do namnażania się oraz intensywnej aktywności metabolicznej⁹. W literaturze znajdujemy informacje na temat użycia kultury SCOBY w celach innych niż fermentacja. Suszoną biomasę grzybka herbacianego wykorzystano jako składnik wzbogacający pasze dla drobiu, co zwiększyło przyrost masy oraz poprawiło działanie układu odpornościowego zwierząt. Celulozowa struktura natomiast znalazła zastosowanie w medycynie, między innymi w leczeniu oparzeń skóry¹⁰.

Właściwości zdrowotne

Większość badań naukowych nad wpływem naparu kombucha oraz kultury symbiotycznej SCOBY na zdrowie została przeprowadzona na modelu zwierzęcym, wykorzystano między innymi: myszy, szczury, kaczki, kurczęta, brojlery, psy, króliki, bydło.

⁸ J.M. Kapp, W. Sumner, *Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit*, "Annals Epidemiology" 2018, nr 30, s. 66–70.

⁹ S.A. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila, J.-P. Souchard, P. Taillandier, *Understanding kombucha tea fermentation: A Review*, "Journal of Food Sciences" 2018, nr 83, s. 3580–3588.

¹⁰ R. Jayabalan, R.V. Malbaša, E.S. Lončar, J.S. Vitas, M. Sathishkumar, *A Review on kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity and tea fungus*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 2014, nr 13(4), s. 538–550.

W badaniu na modelu ludzkim uczestnicy pili 60 ml naparu komucha przez 90 dni, co pomogło znormalizować poziom cukru we krwi u osób w wieku 45–55 lat cierpiących na cukrzycę insulinozależną. W badaniach na modelach zwierzęcych wykazano działanie: antyoksydacyjne, immunostymulujące, przeciwdrobnoustrojowe, zmniejszające ryzyko chorób sercowo–naczyniowych. Właściwości te mogą wynikać z obecności związków bioaktywnych powstających w procesie fermentacji, między innymi kwas glukuronowy czy foliany¹¹.

Wyniki przeprowadzonych na świecie badań potwierdziły wpływ przeciwdrobnoustrojowy na ludzkie mikroorganizmy chorobotwórcze, w wyniku wysokiej obecności kwasu octowego, a co za tym idzie niskiego pH w napoju. Co więcej, analizowano właściwości antyoksydacyjne w badaniach na mysich hepatocytach. Z wyciągniętych wniosków wynika, że dzięki zawartości licznych przeciwutleniaczy, takich jak polifenole czy kwas askorbinowy, napój kombucha zapobiega śmierci komórek oraz neutralizuje zmiany cytotoksyczne. Co więcej wykazano, że napój kombucha może korzystnie wpływać na procesy leczenia chorób wątroby spowodowanych substancjami toksycznymi takimi jak na przykład aflatoksyny¹².

Ze względu na obecność kwasu mlekowego oraz żywych kultur bakterii i drożdży napój kombucha może posiadać właściwości probiotyczne. Udowodniono, że mikroorganizmy znajdujące się w napoju są dobrze przystosowane do kwaśnego środowiska, jakie panuje w ludzkim żołądku. Ponadto, większość z nich odporna jest na działanie kwasów żółciowych, dzięki czemu mogą one kolonizować układ pokarmowy, przynosząc korzyści dla zdrowia¹³.

Napoje fermentowane przy pomocy naparu kombucha i symbiotycznej kultury SCOBY

W licznych pracach naukowych wykazano zdolność fermentacji kultury SCOBY na innych podłożach niż herbata. Podjęto próby fermentowania, między innymi, różnego rodzaju naparów ziołowych, kawy, soków owocowych, serwatki, a nawet mleka krowiego. W badaniach z ostatnich lat analizowano skład chemiczny, zawartość składników odżywczych, jak również walory sensoryczne fermentowanych napojów. Szczególnie ciekawe jest wykorzystanie do fermentacji tym sposobem mleka krowiego.

¹¹ J.M. Kapp, W. Sumner, *Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit*, "Annals Epidemiology" 2018, nr 30, s. 66–70.

¹² R. Jayabalan, R.V. Malbaša, E.S. Lončar, J.S. Vitas, M. Sathishkumar, *A review on kombucha tea – microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity and tea fungus*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety" 2014, nr 13(4), s. 538–550.

¹³ I.Y. Sengun, A. Kirmizigul, *Probiotic potential of kombucha*, "Journal of Functional Foods" 2020, nr 75(104284).

Malbaša i in.¹⁴ prowadzili proces fermentacji mleka pasteryzowanego i homogenizowanego w temperaturze 43°C, aż do osiągnięcia pH równego 4,5. Po zakończonym procesie napoje chłodzono do 8°C, by spowolnić fermentację. Tak otrzymane produkty poddano analizie. Mleczne napoje fermentowane przygotowane w tym eksperymencie wykazywały cechy sensoryczne charakterystyczne dla jogurtów.

Natomiast Vitas i in.¹⁵ wykorzystali do fermentacji mleka krowiego napary ziołowe z pokrzywy oraz cząbrku, które wykazują podwyższone właściwości antyoksydacyjne. Użycie tych naparów miało na celu wzbogacić fermentowane napoje mleczne o dodatkowe właściwości prozdrowotne. Badano wpływ użytego naparu na zawartość przeciwutleniaczy w napojach fermentowanych otrzymanych w różnych warunkach. Uzyskane produkty tak samo jak w wyżej wymienionych badaniach wykazywały cechy sensoryczne typowe dla jogurtów. Zaobserwowano także swoiste aromaty dodanych ziół oraz zwiększoną zawartość witaminy C, która jest silnym przeciwutleniaczem, zapewne w wyniku jej syntezy przez kulturę SCOBY.

Zdolność fermentacji kultury SCOBY na podłożu, jakim jest mleko krowie, badali także Kruk i in.¹⁶. Proces przeprowadzono w temperaturze 42°C w mleku krowim oraz mleku krowim bez laktozy, aż do osiągnięcia pH równego 4,5. Otrzymane produkty poddano ocenie sensorycznej po 9 i 24 godzinach fermentacji. Podczas analizy sensorycznej najkorzystniej wypadł napój na podłożu mlecznym fermentowany 9 godzin. Napoje o dłuższym czasie fermentacji były mniej akceptowalne przez konsumentów, jeśli chodzi o ogólną pożądalność. Ustalono, że receptury mlecznych napojów fermentowanych wymagają jeszcze optymalizacji, lecz ich jakość mikrobiologiczna była zadowalająca.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych literaturowych można stwierdzić, iż kultura SCOBY i napar kombucha posiadają właściwości prozdrowotne, jednak brakuje potwierdzenia tej tezy w badaniach na modelu ludzkim. Badania tego typu mogą przynieść wiele pozytywnych korzyści, szczególnie w dziedzinie medycyny, w walce z chorobami cywilizacyjnymi, jakimi są cukrzyca czy choroby sercowo-naczyniowe. Ponadto, potwierdzono zdolności fermentacyjne kultury SCOBY na podłożach in-

¹⁴ R.V. Malbaša, E.S. Lončar, S.D. Milanović, L.A. Kolarov, *Use of milkbased kombucha inoculum for milk fermentation*, "Acta Periodica Technologica" 2009, nr 40, s. 47–53.

¹⁵ J.S. Vitas, R.V. Malbaša, J.A. Grahovac, E.S. Lončar, *The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory*, "Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly" 2013, nr 19, s. 129–139.

¹⁶ M. Kruk, T. Wójcik, M. Trząskowska, *Zastosowanie naparu herbacianego kombucha i kultury symbiotycznej SCOBY do produkcji fermentowanego napoju mlecznego*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2019, nr 26(120), s. 97–108.

nych niż herbata. Otrzymane w ten sposób fermentowane napoje wykazują dodatkowe właściwości odżywcze.

Podsumowując, warto zastanowić się nad wprowadzeniem na rynek napojów fermentowanych przy pomocy naparu kombucha oraz symbiotycznej kultury SCOBY, gdyż byłyby one z pewnością żywnością zupełnie nową i innowacyjną. Póki co, tego typu produktów w sprzedaży na rynku brakuje. Ponadto, stosując podłoża pochodzenia roślinnego, można by wzbogacić sektor żywności wegańskiej o nowe produkty probiotyczne.

Wnioski wyciągnięte z przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa dały początek badaniom nad napojami roślinnymi i mlecznymi fermentowanymi z użyciem naparu kombucha i kultury SCOBY prowadzonym w Studenckim Kole Towaroznawczej Oceny Sensorycznej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Bibliografia

- Frank G.W., *Kombucha – cudowny grzyb herbaciany o leczniczych właściwościach – kompletny poradnik*, Białystok 2015.
- Grand View Research, *Kombucha market size, share & trends analysis by product (conventional hard) by distribution channel (on – trade, off – trade), by region, and segment forecasts 2022–2030*, 2022, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/kombucha-market> [dostęp: 13.07.2023].
- Jakubczyk K., Jakubczyk P., Piotrowska G., Janda K., *Charakterystyka oraz skład biochemiczny kombuchy – fermentowanej herbaty*, „Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu” 2020, nr 26(2), s. 94–96.
- Jayabalan R., Malbaša R.V., Lončar E.S., Vitas J.S., Sathishkumar M., *A review on kombucha tea – Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity and tea fungus*, “Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety” 2014, nr 13(4), s. 538–550.
- Jayabalan R., Marimuthu S., Swaminathan K., *Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation*, “Food Chemistry” 2007, nr 102(1), s. 392–398.
- Kapp J.M., Sumner W., *Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit*, “Annals Epidemiology” 2018, nr 30, s. 66–70.
- Kruk M., Wójcik T., Trząskowska M., *Zastosowanie naparu herbacianego kombucha i kultury symbiotycznej SCOBY do produkcji fermentowanego napoju mlecznego*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2019, nr 26(120), s. 97–108.
- Malbaša R.V., Lončar E.S., Milanović S.D., Kolarov L.A., *Use of milkbased kombucha inoculum for milk fermentation*, “Acta Periodica Technologica” 2009, nr 40, s. 47–53.
- Sengun I.Y., Kirmizigul A., *Probiotic potential of kombucha*, “Journal of Functional Foods” 2020, nr 75(104284).
- Villarreal-Soto S.A., Beaufort S., Bouajila J., Souchard J-P., Taillandier P., *Understanding kombucha tea fermentation: A Review*, “Journal of Food Sciences” 2018, nr 83, s. 3580–8.
- Vitas J.S., Malbaša R.V., Grahovac J.A., Lončar E.S., *The antioxidant activity of kombucha fermented milk products with stinging nettle and winter savory*, “Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly” 2013, nr 19, s. 129–139.
- Ziemlewska A., Klimczak K., Zagórska-Dziok M., Nizioł-Lukaszewska Z., *Porównanie właściwości kosmetycznych i dermatologicznych ekstraktu oraz fermentu z owoców rokitnika zwyczajnego otrzymanego w procesie fermentacji z wykorzystaniem grzyba herbacianego kombuchy*, „Herbalism” 2023, nr 9(1), s. 67–82.

BEVERAGES FERMENTED BY KOMBUCHA TEA AND SYMBIOTIC CULTURE SCOBY

Abstract: Kombucha, currently the most popular low-alcohol fermented drink in the world, becomes more and more of an interest among both consumers and producers. Kombucha is a tea with sugar fermented using a “tea mushroom” (i.e. a symbiotic culture of bacteria and yeast – SCOBY). On the market you can find products with various types of additives, including ginger or rose, as well as with the use of other types of tea, for example yerba mate. Kombucha was formerly used as a healing agent, today it is primarily known as a refreshing drink with a possible health-promoting effect. Various researchers have observed that kombucha infusion and SCOBY symbiotic culture can also be used to ferment beverages other than tea. The paper reviews the literature on the above issue, taking into account scientific articles, scientific reports and books mainly from the last ten years. It has been observed that the kombucha beverage and SCOBY symbiotic culture have the ability to ferment, among others: herbal infusions, coffee, whey, vinegar, fruit juices, and even milk and plant-based drinks. In studies conducted in recent years, both the nutritional composition of the products obtained and selected indicators of sensory quality were evaluated. The conclusions drawn from the review of the literature gave rise to research on plant and milk drinks fermented with the use of kombucha infusion and symbiotic SCOBY culture, conducted at the Student Sensory Assessment Circle of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn.

Keywords: kombucha, fermented beverages, tea mushroom, SCOBY

Kamil Robaczek

Studenckie Koło Naukowe Higieny Żywności i Toksykologii
Opiekun naukowy: dr n. wet. inż. Magdalena Polak-Śliwińska
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

SYTUACJA PRAWNA PRODUKTÓW Z CBD W POLSCE

Wstęp

W ostatnich latach można zaobserwować coraz większe zainteresowanie produktami z konopi siewnych na rynku artykułów spożywczych w różnych krajach świata. Konsumentom mają okazję obserwować duże spektrum tych produktów, gdyż są to: oleje spożywcze, susz konopny, napoje z nasion, herbatki, mąki konopne, a nawet suplementy diety w formie kapsułek i olejków z ekstraktem z konopi¹. Wartość światowego rynku produktów składających się z *Cannabis* (legalnych i nielegalnych) lub zawierających ich przetwory wynosi około 150 mld dolarów. Prognozy wskazują, że rynek produktów legalnych do 2025 r. wzrośnie aż o 77%^{2,3}. Do niedawna zastosowanie konopi w Europie ograniczało się tylko do żywienia zwierząt. Praktycznie nie były wykorzystywane w żywieniu człowieka, jak miało to miejsce w przeszłości ze względu na ich korzystną cenę i dostępność². Przykładami zastosowania nasion i oleju z konopi w regionalnej kuchni polskiej są: tradycyjna zupa bożonarodzeniowa zwana siemieniuchą bądź siemieniotką i przysmak lubelski – łochdziaki (pierogi gotowane ze zwarem – szarobiałym serem z siemienia konopnego)². W przeszłości nasiona konopi były wykorzystywane przy robieniu pączków (region dolnośląski), a olej z konopi stosowano jako okrasę do kaszy i ziemniaków⁴. Obecnie w celach żywieniowych najczęściej wykorzystuje się nasiona

¹ M. Tracz, M. Izdorczyk, *Stosowanie w żywności produktów z konopi siewnych*, „FoodLex” 2022, nr 3, s. 9–14.

² P. Mirosz, *Konopie i CBD: superżywność czy lek?*, „Współczesna Dietetyka” 2019, nr 23, s. 74–80.

³ Z. Milenkovic, *Here Comes Cannabis – How Legalisation Will Disrupt Global Industries*, “Euro-monitor International” 2018.

⁴ Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – *Potrawy i tradycje bożonarodzeniowe*, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/potrawy-i-tradycje-bozonarodzeniowych> [dostęp: 30.06.2023].

świeże lub poddane obróbce (termicznej, mechanicznej – olej i mąka). Liście i kwiaty stosowane są głównie w celach aromatyzujących przy produkcji piw konopnych oraz jako składnik herbatek ziołowych¹. Żywność z dodatkiem kannabidiolu (CBD) – substancji obecnej w konopiach siewnych – to nadal nowość na rynku w Polsce, dlatego kwestie prawne wciąż pozostawiają wiele wątpliwości producentom i organom nadzoru w kwestii bezpieczeństwa żywności i zgodności z przepisami prawa^{1,5}.

Cel pracy

Celem pracy był przegląd regulacji prawnych dotyczących produktów z CBD na rynku żywnościowym w Polsce.

Klasyfikacja konopi siewnych

Botaniczna klasyfikacja konopi była modyfikowana na przestrzeni lat. Konopie siewne (*Cannabis sativa* L.) to rośliny jednoroczne, dwupłciowe należące do rzędu różowców (*Rosales*), rodzina konopiatych (*Cannabaceae*). Wyróżnia się trzy zasadnicze podgatunki:

- *Cannabis sativa* subsp. *indica* (Lam.) E. Small & A. Cronquist (zwane konopiami indyjskimi);
- *C. sativa* subsp. *sativa* (zwane konopiami włóknistymi);
- *C. sativa* var. *ruderalis* (Janisch.) S.Z. Liou⁶.

C. sativa zgodnie z unijnym katalogiem roślin rolniczych zaliczane są do roślin oleistych i włóknistych⁷. Europejskie odmiany charakteryzuje wyższa zawartość kannabidiolu (CBD), podczas gdy suma zawartości Δ^9 -THC (delta-9-tetrahydrokannabinolu i kwasu tetrahydrokannabinolowego) jest niska i limitowana w przeliczeniu na suchą masę z uwagi na właściwości psychoaktywne². *C. indica* natomiast naturalnie występuje w krajach o ciepłym klimacie i jest podgatunkiem bogatym w żywicę oraz Δ^9 -THC².

⁵ J. Markowska, E. Polak, A. Drabet, A. Żak, *Konopie siewne Cannabis sativa L. odmiany, właściwości, zastosowanie*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2021, nr 28, 2(127), s. 90–105.

⁶ Catalogue of life – 25th March 2019 indexing the world's know species, <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/b5060befe6168f1e11a0524b64264cb4/> source/tree [dostęp: 30.06.2023].

⁷ Wspólny katalog odmian gatunków roślin rolniczych, Supplement 2021/7 (Dz. U. UE.C. 253/1 z dnia 28.06.2021) <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/3b59b987-d7aa-11eb-895a-01aa75ed71a1/language-pl> [dostęp: 30.06.2023].

Różnica pomiędzy CBD a THC

W konopiach zidentyfikowano około 550 substancji chemicznych, z których ponad 100 zalicza się do lipofilowych związków chemicznych klasy kannabinoidów o różnych właściwościach biochemicznych⁸. Generalnie wyróżnia się trzy grupy kannabinoidów: fitokannabinoidy (pochodzenia roślinnego), endokannabinoidy (produkty syntezy wewnątrzustrojowej) oraz kannabinoidy syntetyczne^{1, 5}. Δ^9 -THC i CBD są najbardziej znanymi fitokannabinoidami. Stężenie tych substancji w roślinach zależy od rodzaju gleby, czynników klimatycznych i odmiany rośliny^{9, 10}. Obie substancje, pomimo podobnej budowy chemicznej, w różny sposób wpływają na funkcjonowanie układu endokannabinoidowego, a co za tym idzie, mają nieco inne właściwości. Układ kannabinoidowy kontroluje m.in. mechanizmy równowagi energetycznej, czynności układu dokrewnego i odpornościowego. W organizmie zidentyfikowano specyficzne receptory kannabinoidów, które różnią się powinowactwem do określonych substancji i lokalizacją (CB_1 – dominują w ośrodkowym układzie nerwowym oraz zakończeniach nerwów obwodowych, CB_2 – są dominujące w komórkach układu odpornościowego)⁸. CBD wyróżnia fakt, że wykazuje korzystne oddziaływanie na zdrowie bez działania psychoaktywnego^{1, 2}. Dzięki temu CBD zyskało popularność i zaczęło być szeroko stosowane, nie tylko w przemyśle spożywczym, ale również kosmetycznym i farmaceutycznym². CBD powstaje na drodze dekarboksylacji z prekursora – kwasu kannabidiolowego (CBDA)⁸. Według raportu Światowej Organizacji Zdrowia jest substancją dobrze tolerowaną i cechującą się korzystnym profilem bezpieczeństwa, bowiem nie istnieją, jak dotąd, dowody świadczące o tym, by czysty kannabidiol stanowił zagrożenie dla zdrowia publicznego lub miał potencjał uzależniający¹¹. Warto jednak podkreślić, iż dotyczy to produktów zawierających sam kannabidiol. Kontrole FDA wykazały, że chociażby wiele dostępnych na rynku suplementów nie zawiera deklarowanej zawartości kannabinoidów. W niektórych z nich w miejscu CBD znaleziono THC w stężeniach przekraczających 15 mg/g (dawkę wystarczającą do wywołania efektów psychoaktywnych) i inne kannabinoidy¹². CBD, ze względu na brak działań psychoaktywnych, zdobył także za-

⁸ A. Klimkiewicz, *Konopie i medyczne zastosowanie kannabinoidów – praktyczne rekomendacje*, Warszawa 2022, <https://kcpu.gov.pl/wp-content/uploads/2023/03/Konopie-i-medyczne-zastosowanie-kannabinoidow-praktyczne-rekomendacje-Ewdomed.pdf> [dostęp: 30.06.2023].

⁹ J. Komorowski, H. Stępień, *Rola układu endokannabinoidowego w regulacji czynności dokrewnego i kontroli równowagi energetycznej człowieka*, „Postępy Hig Med Dosw.” 2007, nr 61, s. 99–105.

¹⁰ M. Pokrywka, J. Górska, B. Solnica, *Kannabinoidy – nowy oręż do walki z nowotworami?*, „Postępy Hig Med Dosw.” 2016, nr 70, s. 1309–1320.

¹¹ WHO, *Cannabidiol (CBD) Critical Review report*. Expert Committee on Drug Dependence Fortieth Meeting 2018 <https://www.who.int/medicines/access/controlled-substances/Cannabidiol-CriticalReview.pdf> [dostęp: 30.06.2023].

¹² FDA, *Warning Letters and Test Results for Cannabidiol-Related Products*, <https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/warning-letters-and-test-results-cannabidiol-related-products> [dostęp: 30.06.2023].

interesowanie środowiska naukowego, jednakże przyczyniło się do tego również jego działanie przeciwpadaczkowe i oddziaływanie przeciwlękowe. Uważa się, iż konopie indyjskie (*C. sativa s. indica*) zawdzięczają swoje działanie sedatywne (uspokajające) właśnie zwiększonemu stosunkowi CBD do THC¹³. Kannabidiol często bywa stosowany jako dodatek do THC, ponieważ antagonizuje jego działania psychoaktywne, nie wpływając negatywnie na jego skuteczność terapeutyczną¹⁴. Istotne jest przy tym, że to poziom THC stanowił główne odniesienie przy formułowaniu definicji konopi w przepisach prawa¹. W konopiach innych niż włókniste (w tym: ziele, wyciągi, nalewki farmaceutyczne i żywica) stężenie THC przekracza 0,3% w przeliczeniu na suchą masę, jednak nie odnosimy tej wartości do żywności produkowanej z konopi, a jedynie samej rośliny przy interpretacji prawa^{1,2}. Warto wskazać, że nowy limit THC został wprowadzony nowelizacją ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii, która weszła w życie dnia 7 maja 2022 r. Zgodnie z tymi zmianami dopuszczalne stężenie THC w konopiach włóknistych zwiększyło się z 0,2% do 0,3%. To zdecydowanie miało znaczenie dla rolników i dostawców surowca konopnego, gdyż dany surowiec w interpretacji prawa uznaje się odąd za substancję psychotropową wówczas, gdy wykazuje wyższą zawartość THC niż 0,3%². Warto przy tym wspomnieć, że jest to znaczące przy weryfikacji produkcji samego surowca konopnego jako legalnego lub nielegalnego w zakresie regulacji narkotycznych o charakterze horyzontalnym w stosunku do przepisów obowiązujących dla poszczególnych kategorii produktów, także żywnościowych¹.

Kannabidol – składnik żywności

Status prawny „CBD” i tzw. „olejów CBD” jeszcze do niedawna nie był znany we wszystkich krajach unijnych². Nie było pewności co do możliwości stosowania czystej substancji, jak również ekstraktów standaryzowanych na zawartość CBD, pomimo że naturalnie występuje w konopiach *C. sativa* (1–5% w zależności od odmiany i warunków uprawy)⁸. Posiada wiele właściwości prozdrowotnych, cenionych wśród szerokiego grona konsumentów. Kannabidiol pomaga m.in. w łagodzeniu objawów zaburzeń lękowych, chronicznego bólu oraz zaburzeń snu. Co więcej, wykazuje działanie przeciwzapalne, przeciwwymiotne, a także wpływa pozytywnie na skórę, przyspieszając gojenie ran oraz regenerację naskórka¹⁵. Produkty z CBD stale zyskują na popularności, w sprzedaży można znaleźć m.in. olejki CBD, oleje z nasion konopi, mąki, herbaty,

¹³ A.D. Leino, C. Emoto, T. Fukuda, M. Privitera, A.A. Vinks, R.R. Alloway, *Evidence of a clinically significant drug-drug interaction between cannabidiol and tacrolimus*. „Am J Transplant” 2019, nr 19(10), s. 2944–2948.

¹⁴ O. Devinsky, M.R. Cilio, H. Cross i in. *Cannabidiol: pharmacology and potential therapeutic role in epilepsy and other neuropsychiatric disorders*, „Epilepsia” 2014, nr 55(6), s. 791–802.

¹⁵ Produkty CBD, 2023 <https://www.prawozywnosciowe.info/produkty-cbd/> [dostęp: 30.06.2023].

a nawet słodczyce wyprodukowane na bazie CBD^{1, 2}. Ważne jest jednak, by pamiętać, że mechanizm działania CBD nie został ostatecznie dobrze poznany⁸. Skutki uboczne CBD obejmują nudności, zmęczenie i drażliwość. CBD może zwiększać poziom zawartości kumaryny we krwi oraz podnosić stężenie niektórych leków we krwi, poprzez taki sam mechanizm jak w przypadku soku grejfrutowego^{2, 8}. Podstawy teoretyczne dotyczące roli CBD w układzie kannabinoidowym są obiecujące, jednak dotychczas sukcesem zakończono nieliczne badania^{2, 8}.

Regulacje prawne

Przepisy właściwe do zastosowania produktów konopnych w żywności opierają się o przepisy dotyczące przeciwdziałania narkomanii, jak i przepisy prawa żywnościowego na poziomie krajowym i unijnym (Tabela 1)¹. Obecnie większość krajów unijnych zezwala lub rozważa zezwolenie na medyczne stosowanie konopi i kannabinoidów¹⁶. Niemniej jednak, rozwiązania prawne w tym zakresie są odmienne, co wynika z przeciwnych opinii o pozytywnym wpływie na organizm ludzki (argumenty kliniczne) i ich szkodliwości (stosowanie rekreacyjne)^{17, 18}.

Zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 178/2002¹⁹ środek spożywczy oznacza substancje lub produkty przetworzone, częściowo przetworzone lub nieprzetworzone, przeznaczone do spożycia przez ludzi lub których spożycia przez ludzi można się spodziewać. W rozporządzeniu jest również zapis, że środek spożywczy nie obejmuje narkotyków lub substancji psychotropowych, wymienionych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 17 sierpnia 2018 r.²⁰ w sprawie wykazu substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych, w którym to wykazie znalazł się także THC. Istotną staje się dopuszczalność upraw konopi na potrzeby produkcji żywności, która wynika z ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii, określając wprost, że

¹⁶ Raport WHO, *Cannabidiol (CBD): Critical review report. Expert Committee on Drug Dependence*, 2017, https://www.who.int/docs/default-source/controlled-substances/whocbdreportmay2018-2.pdf?sfvrsn=f78db177_2 [dostęp: 30.06.2023].

¹⁷ F. Firenzuoli, F. Epifani, I. Loiacono.; J. Jarosz (red.), *Konopie dla wszystkich... lecznicze zastosowanie marihuany*, 2016.

¹⁸ European Monitoring Center for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA), *Medical Use of Cannabis and Cannabinoids: Questions and Answers for Policymaking 2018*, http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/10171/20185584_TD0618186ENN_PDF.pdf [dostęp: 30.06.2023].

¹⁹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz.U. UE L z 2002 r. Nr 31).

²⁰ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 sierpnia 2018 r. w sprawie wykazu substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych (Dz.U. 2018 poz. 1591).

uprawa konopi włóknistych może być prowadzona m.in. na cele spożywcze po spełnieniu określonych wymogów dla działalności regulowanej¹.

Zgodnie z rozporządzeniem unijnym 2015/2283²¹, wszelkie produkty zawierające ekstrakty z CBD (lub produkty pochodne), które planowo mają znaleźć się w obrocie, muszą zostać zgłoszone jako „nowa żywność” i przejść procedurę uzyskania odpowiedniego zezwolenia. Wymóg ten nie ma zastosowania do środków spożywczych zawierających CBD, które posiadają historię spożycia sprzed 15 maja 1997 r. I jak wskazano w Katalogu Nowej Żywności Komisji Europejskiej (KE) historia ta znana jest tylko w odniesieniu do nasion z konopi, oleju z nasion z konopi, mąki z nasion konopi oraz odtłuszczonych nasion konopi¹⁵. W dniu 23 listopada 2018 r. Główny Inspektor Sanitarny (GIS) wydał specjalne obwieszczenie dotyczące możliwości wprowadzania do obrotu produktów konopnych z CBD w Polsce²². Zdaniem Głównego Inspektora Sanitarnego podmiot zainteresowany wprowadzeniem do obrotu produktów z konopi indyjskich powinien posiadać aktualne wyniki analiz produktów pod kątem zawartości THC²². Jest to szczególnie istotne w przypadku produktów, których zamiar wprowadzenia do obrotu podlega obowiązkowi zgłoszenia GIS. GIS podkreślił przy tym, że przeszkodą we wprowadzaniu na rynek żywności zawierającej CBD są tzw. przepisy „nowej żywności”, zgodnie z którymi produkt zawierający CBD musi przejść procedurę licencyjną, która leży wyłącznie w kompetencjach Komisji Europejskiej²². Od 1 stycznia 2023 r. obowiązują nowe limity THC w środkach spożywczych. Dotyczy to m.in. nasion konopi oraz oleju z nasion konopi. Podstawą prawną tej zmiany jest rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 z dnia 11 sierpnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych. Na mocy niniejszego rozporządzenia zmianie uległo rozporządzenie nr 1881/2006, ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych²³. Wprowadzona już w życie nowelizacja dotyczy zmiany poziomów ekwiwalentów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC)²⁴. W przypadku nasion konopi najwyższy dopuszczalny poziom będzie wynosił 3,0 mg/kg, podobnie jak w przypadku zmielonych nasion konopi, (częściowo) odtłuszczonych nasion konopi i innych produktów przetworzonych/uzyskanych z nasion konopi, z wyjątkiem oleju

²¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2001.

²² Food Fakty, 2022, <https://foodfakty.pl/cbd-kannabidiol-jako-skladnik-produktow-spozywczych-analiza-prawna> [dostęp: 30.06.2023].

²³ FoodFakty, *THC- najnowsze limity w środkach spożywczych*, 2022, <https://foodfakty.pl/thc-najnowsze-limity-w-srodkach-spozywczych> [dostęp: 30.06.2023].

²⁴ GIS, 2022, <https://www.gov.pl/web/gis/najwyzsze-dopuszczalne-poziomy-delta-9-tetrahydrokannabinolu-9-thc-w-nasionach-konopi-i-produktach-z-nich-uzyskanych> [dostęp: 30.06.2023].

Tabela 1. Zestawienie regulacji prawnych właściwych do zastosowania produktów konopnych w żywności

Data	Rodzaj regulacji
29.07.2005	Ustawa o przeciwdziałaniu narkomanii (Dz.U. 2005 Nr 179 poz. 1485)
7.07.2017	Ustawa z dnia 7 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii oraz ustawy o refundacji leków, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego oraz wyrobów medycznych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1458).
25.10.2011	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004
25.11.2015	Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2001
20.12.2017	Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2017/2470, ustanawiające unijny wykaz nowej żywności, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 w sprawie nowej żywności
11.08.2022	Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE L z 2022 r., Nr 311)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Ustawa o przeciwdziałaniu narkomanii (Dz.U. 2005 Nr 179 poz. 1485); Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004; Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2017/2470, ustanawiające unijny wykaz nowej żywności, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 w sprawie nowej żywności; Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE L z 2022 r., Nr 311).

z nasion konopi, dla którego najwyższy dopuszczalny poziom wynosi 7,5 mg/kg^{23, 24}. Rozwiązaniem na zmiany w prawie są okresy przejściowe, stąd w tym przypadku środki spożywcze, które zostały zgodnie z prawem wprowadzone do obrotu przed dniem 1 stycznia 2023 r., mogą pozostać w obrocie do upływu ich daty minimalnej trwałości

lub terminu ich przydatności do spożycia²⁵. Ekspertcy oceniają, że dopuszczenie do obrotu żywności zawierającej znacznie wyższe limity THC przyczyni się do zmniejszenia ryzyka działalności związanej z produkcją żywności zawierającej konopie i ich przetwory. Dodatkowo można się spodziewać, że firmy działające w branży np. suplementów diety zawierających konopie będą notować wysoką dynamikę wzrostu^{26,27}. W przypadku popularnych olejów CBD przyjmuje się, że wyłącznie oleje tłoczone z nasion mogą być bezpiecznie wprowadzane na rynek. Spotykane są modyfikacje tradycyjnego procesu produkcji olejów konopnych, w tym programowana hodowla roślin, nowoczesne metody ekstrakcji, koncentracji, oczyszczania lub wzbogacania w celu podwyższenia zawartości CBD^{1,2}. Aczkolwiek może to skutkować tym, że produkt będzie postrzegany jako „nowa żywność”. Wówczas jego obecność na rynku będzie nieuprawniona do czasu udzielenia przez Komisję Europejską zgody na wprowadzenie na rynek adekwatnie z rozporządzeniem nr 2015/2283^{1,21}.

Nowa żywność (ang. *novel food*)

Przemysł spożywczy obwarowany jest wieloma regulacjami prawnymi z uwagi na ochronę konsumenta, która jest ściśle z nimi związana. Wprowadzony przez KE Katalog Nowej Żywności stanowi źródło informacji na temat statusu określonych składników żywności i tworzy zbiór nazw wraz z aktualną informacją o statusie danego składnika żywności, wyróżnioną przez specjalny symbol, lecz nie jest prawnie wiążący^{1,2}. Dla konopi siewnych taka informacja wyróżniona jest symbolem V o kolorze zielonym, co wskazuje, że zdaniem KE nie jest nową żywnością. Dla kannabinoidów obecnych w ekstraktach z konopi siewnych i produktach pochodnych, informacja jest oznaczona czerwonym symbolem z X, wskazując na status nowej żywności dla tych składników, co wiąże się z koniecznością przeprowadzenia procedury autoryzacyjnej¹ i stwarza ryzyko kwestionowania możliwości wprowadzania na rynek produktów z ekstraktami kannabinoidów. Dlatego należy brać pod uwagę fakt, że organy inspekcji mogą wystąpić o przedstawienie dowodów wskazujących na to, że wprowadzone produkty konopne nie są nową żywnością, w tym dowody wykazujące stosowanie danego surowca/produktu przed 15 maja 1997 r¹.

²⁵ Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE L z 2022 r., Nr 311).

²⁶ <https://mgr.farm/aktualnosci/koniec-z-wycofywaniem-suplementow-diety-i-zywnosci-zawierajacych-thc/> [dostęp: 30.06.2023].

²⁷ Devinsky O., Cilio M.R., Cross H. i in., *Cannabidiol: pharmacology and potential therapeutic role in epilepsy and other neuropsychiatric disorders*, „Epilepsia” 2014, nr 55(6), s. 791–802.

Podsumowanie

Wielokrotne wykorzystywanie luk prawnych i działanie w szarej strefie doprowadziły do rozwoju nowej branży zajmującej się produkcją i sprzedażą produktów konopnych o niskiej zawartości THC. Ta działalność wydaje się być wspierana przez działania marketingowe, które podkreślają ich naturalne pochodzenie, korzystny wpływ na organizm i nawet właściwości lecznicze. Marketing nie w pełni udowodnionych metod leczenia może budzić obawy dotyczące ryzyka ograniczenia przez pacjentów stosowania odpowiednich, uznanych metod leczenia poważnych chorób w oparciu o odpowiedniej jakości produkty lecznicze. Dlatego też wątpliwości dotyczące produktów z CBD na gruncie przepisów prawa żywnościowego dotyczą zapewnienia bezpieczeństwa i interesów konsumentów, które są priorytetem unijnego prawa żywnościowego. Sytuację dodatkowo komplikuje fakt, że regulacje dotyczące produktów z CBD różnią się w różnych krajach europejskich, a wiedza na temat ich używania prawdopodobnie jest dość ograniczona. Istnieje duża rozbieżność w podejściu do produktów z CBD w Europie, gdzie niektóre kraje wymagają zgłoszenia ich jako nowej żywności zgodnie z unijną procedurą, inne traktują je jako produkty tytoniowe, a ekstrakty CBD są czasami traktowane jako suplementy diety, podczas gdy w innych krajach ich sprzedaż jako suplementów diety jest zakazana. Wiedza na temat aktualnych regulacji prawnych staje się wobec tych problemów konieczna.

Bibliografia

- Devinsky O., Cilio M.R., Cross H. i in., *Cannabidiol: pharmacology and potential therapeutic role in epilepsy and other neuropsychiatric disorders*, „Epilepsia” 2014, nr 55(6), s. 791–802.
- Firenzuoli F., Epifani F., Loiacono I.; Jarosz J. (red.), *Konopie dla wszystkich... lecznicze zastosowanie marihuany*, 2016.
- Klimkiewicz A., *Konopie i medyczne zastosowanie kannabinoidów- praktyczne rekomendacje*, Warszawa 2022, <https://kcpu.gov.pl/wp-content/uploads/2023/03/Konopie-i-medyczne-zastosowanie-kannabinoidow-praktyczne-rekomendacje-Ewdomed.pdf> [dostęp: 30.06.2023].
- Komorowski J., Stępień H., *Rola układu endokannabinoidowego w regulacji czynności dokrewnej i kontroli równowagi energetycznej człowieka*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2007, nr 61, s. 99–105.
- Leino A.D., Emoto C., Fukuda T., Privitera M., Vinks A.A., Alloway R.R., *Evidence of a clinically significant drug-drug interaction between cannabidiol and tacrolimus*, „American Journal of Transplantation” 2019, nr 19(10), s. 2944–2948.
- Markowska J., Polak E., Drabet A., Żak A., *Konopie siewne Cannabis sativa L. odmiany, właściwości, zastosowanie*, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” 2021, nr 28, 2(127), s. 90–105.
- Milenkovic Z., *Here Comes Cannabis – How Legalisation Will Disrupt Global Industries*, „Euro-monitor International” 2018, s. 1–12.
- Mirosz P., *Konopie i CBD: superżywność czy lek?*, „Współczesna Dietetyka” 2019, nr 23, s. 74–80.
- Pokrywka M., Góralska J., Solnica B., *Kannabinoidy – nowy oręż do walki z nowotworami?*, „Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej” 2016, nr 70, s. 1309–1320.

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE L z 2022 r., Nr 311).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 sierpnia 2018 r. w sprawie wykazu substancji psychotropowych, środków odurzających oraz nowych substancji psychoaktywnych (Dz.U. 2018 poz. 1591).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2001 Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 2017/2470, ustanawiające unijny wykaz nowej żywności, zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 w sprawie nowej żywności.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz.U. UE L z 2002 r. Nr 31).
- Tracz M., Izydorczyk M., *Stosowanie w żywności produktów z konopi siewnych*, „FoodLex” 2022, nr 3, s. 9–14.
- Ustawa o przeciwdziałaniu narkomanii (Dz.U. 2005 Nr 179 poz. 1485).

Źródła internetowe

- Internet 1: Catalogue of life – 25th March 2019 indexing the world's know species, <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/b5060befef6168f1e11a0524b64264cb4/> source/tree [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 2: European Monitoring Center for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). *Medical Use of Cannabis and Cannabinoids: Questions and Answers for Policymaking*, 2018, http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/10171/20185584_TD0618186ENN_PDF.pdf [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 3: FDA. *Warning Letters and Test Results for Cannabidiol-Related Products*, <https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/warning-letters-and-test-results-cannabidiol-related-products> [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 4: FoodFakty. *THC- najnowsze limity w środkach spożywczych*. 2022. <https://foodfakty.pl/thc-najnowsze-limity-w-srodkach-spozywczych> [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 5: FoodFakty, 2022 <https://foodfakty.pl/cbd-kannabidiol-jako-skladnik-produktow-spozywczych-analiza-prawna> [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 6: GIS. 2022 <https://www.gov.pl/web/gis/najwyzsze-dopuszczalne-poziomy-delta-9-tetrahydrokannabinolu-9-thc-w-nasionach-konopi-i-produktach-z-nich-uzyskanych> [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 7: <https://mgr.farm/aktualnosci/koniec-z-wycofywaniem-suplementow-diety-i-zywnosci-zawierajacych-thc/> [dostęp: 30.06.2023].
- Internet 8: Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi – *Potrawy i tradycje bożonarodzeniowe*, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/potrawy-i-tradycje-bozonarodzeniowych> [dostęp: 30.06.2023].

Internet 9: *Produkty CBD*, 2023 <https://www.prawozywnosciowe.info/produkty-cbd/> [dostęp: 30.06.2023].

Internet 10: Report WHO. *Cannabidiol (CBD): Critical review report. Expert Committee on Drug Dependence*, 2017 https://www.who.int/docs/default-source/controlled-substances/whocbd-reportmay2018-2.pdf?sfvrsn=f78db177_2 [dostęp: 30.06.2023].

Internet 11: WHO. *Cannabidiol (CBD) Critical Review report. Expert Committee on Drug Dependence Fortieth Meeting*, 2018, <https://www.who.int/medicines/access/controlled-substances/CannabidiolCriticalReview.pdf> [dostęp: 30.06.2023].

Internet 12: *Wspólny katalog odmian gatunków roślin rolniczych*, Supplement 2021/7 (Dz. U. UE.C. 253/1 z dnia 28.06.2021) <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/3b59b987-d7aa-11eb-895a-01aa75ed71a1/language-pl> [dostęp: 30.06.2023].

THE LEGAL SITUATION OF CBD PRODUCTS IN POLAND

Abstract: At this point, the legal status of hemp products used in food is not clear and varies significantly in many countries around the world. The purpose of this study was to review the regulation of CBD products in the food market in recent years in Poland. The analysis of available data showed that the regulation of hemp products in food is a combination of anti-drug legislation and food law regulations at the EU and national levels. The GIS issued a communication on November 23, 2018, which was the result of a huge number of inquiries about the possibility of introducing products containing cannabidiol (CBD) extracted from fiber hemp into the domestic market. A significant role in this context is played by the variety and species of hemp used, as well as the biochemical characteristics of the plant material itself. Hemp products themselves are treated somewhat differently under the law. Seeds and seed oils are not considered so-called “novel food,” while the legal situation of hemp inflorescence extracts and so-called “CBD oils” is more complicated and requires additional regulation. Hemp-based CBD products are legal in Poland as long as they do not exceed 0.3% THC content on a dry weight basis at any stage of production. Polish regulations on hemp products appear to be moderately restrictive, compared to other European countries. Although our legal regime allows the introduction and free sale of such products on the market, it is still a strictly regulated trade based on clear rules, defining permissible concentrations of THC in manufactured products.

Keywords: Δ -9-tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC), cannabidiol (CBD), novel food, CBD products

Magdalena Skoroda

Studenckie Koło Naukowe Towaroznawczej Oceny Sensorycznej

Opiekun naukowy: dr inż. Marta Czarnowska-Kujawska

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ORCID: 0009-0003-8130-1488

OCENA AUTENTYCZNOŚCI MLEKA MODYFIKOWANEGO DLA DZIECI I NIEMOWLĄT POD WZGLĘDEM ZAWARTOŚCI WYBRANYCH SKŁADNIKÓW MINERALNYCH

Wstęp

Mleko modyfikowane to przykład żywności wzbogaconej, m.in., w wybrane składniki mineralne. W zakresie wzbogacania preparaty mleko zastępcze podlegają tym samym regulacjom prawnym, jak inne dostępne na rynku wzbogacone produkty żywnościowe¹. Zgodnie z rozporządzeniem (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji, składniki mineralne, podobnie jak witaminy, dodawane są do mleka modyfikowanego w celu uzyskania wyrobu wzbogaconego w powtarzalną zawartość danych składników w stosunku do mleka kobycego².

Celem przedstawionej pracy była ocena autentyczności mleka modyfikowanego dla dzieci i niemowląt wybranych producentów pod kątem zawartości wybranych składników mineralnych, tj. miedzi, żelaza, cynku, magnezu, wapnia, sodu, potasu i fosforu.

¹ *Żywność wzbogacana*, Gov.pl, 2023, <https://www.gov.pl/web/wsse-bialystok/zywnosc-wzbogacana> [dostęp:13.06.2023].

² Rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji (Dz. Urz. UE L 404 z 30.12.2006, str. 26, z późn. zm.).

Material i metody

Material do badań stanowiło piętnaście rodzajów mleka modyfikowanego dla dzieci i niemowląt. Za podstawowe kryteria wyboru danych produktów przyjęto: wiek dziecka, specjalne potrzeby oraz zastosowane dodatki. Charakterystykę wybranych do badań próbek mleka modyfikowanego przedstawiono w tabeli 1. Produkty do analizy składników mineralnych zakupiono w wybranych trzech sklepach stacjonarnych znanych sieci handlowych na rynku olsztyńskim oraz w jednej aptece internetowej. Wybrano do badań mleko modyfikowane wiodących marek na rynku polskim.

Tabela 1. Charakterystyka materiału badawczego

Mleka modyfikowane	Wiek dziecka	Specjalne potrzeby dziecka	Ewentualne dodatki
Mleko nr 1	niemowlęta do 6. miesiąca życia	–	–
Mleko nr 2		–	–
Mleko nr 3		–	–
Mleko nr 4	niemowlęta do 12. miesiąca życia	–	z kleikiem ryżowym
Mleko nr 5		–	–
Mleko nr 6		przeciw zaburzeniom żołądkowo-jelitowym, kolkom i zaparciom	–
Mleko nr 7	dzieci po ukończeniu 1. roku życia do 3 lat	–	–
Mleko nr 8		–	–
Mleko nr 9		hipoalergiczne	–
Mleko nr 10		w stanach niedożywienia lub w przypadku jego ryzyka	o smaku waniliowym (proszek waniliowy)
Mleko nr 11	–	dla niemowląt urodzonych przedwcześnie	–
Mleko nr 12	dzieci po ukończeniu 1. roku życia do 3 lat	–	o smaku waniliowym (proszek waniliowy)
Mleko nr 13		–	–
Mleko nr 14		–	–
Mleko nr 15		–	–

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszy etap badań zawartości składników mineralnych w zakupionych mlekach obejmował mineralizację próbek. Do szklanych probówek odważono po około 1 g próbki mleka modyfikowanego. Próbkę mineralizowano w mieszaninie kwasu azotowego (V) i nadchlorowego w stosunku 3:1. W czasie mineralizacji podnoszono stopniowo tempe-

raturę od 100°C do 180°C. W drugim etapie badań przeniesiono zmineralizowaną, bezbarwną zawartość próbek do kolb jednomiarowych o pojemności 25 ml, uzupełniono wodą destylowaną do wymaganej zawartości i dokładnie wymieszano. Po wymieszaniu zawartości próbek, pobrano po 200 µl próbek i przeniesiono do kolb jednomiarowych o pojemności 10 ml, a następnie ponownie rozcieńczono wodą destylowaną.

W ostatnim etapie wykonano pomiar zawartości składników mineralnych, mając do dyspozycji również roztwory wzorcowe. Oznaczenie zawartości składników mineralnych przeprowadzono techniką płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (ASA) (płomień: acetylen-powietrze). Zawartość sodu i potasu oznaczona techniką emisyjną, natomiast pozostałe pierwiastki – absorpcyjną. Zastosowano odpowiednie tryby pracy spektrometru dla każdej techniki oznaczenia. Oznaczenie zawartości fosforu wykonano metodą kolorymetryczną z molibdenianem (VI) amonu, siarczanem (IV) sodu oraz hydrochinonem. Molibdenian (VI) amonu przekształcono w fosfomolibdeniany, które następnie zredukowano do błękitu fosfomolibdenowego, z użyciem siarczanu (IV) sodu i hydrochinonu. Oznaczenie wykonano w dwóch równoległych powtórzeniach, z uwzględnieniem trzech próbek ślepych.

Wyniki i dyskusja

Badanie obejmowało oznaczenie ośmiu składników mineralnych, tj., miedzi, żelaza, cynku, magnezu, wapnia, sodu, potasu i fosforu. Niemniej jednak, w pracy przedstawiono wyniki oznaczenia tylko dla tych pierwiastków, których zawartość podana była przez producenta na opakowaniu produktu. Udział danych pierwiastków w mlekach modyfikowanych zwiększał się wraz z wiekiem dziecka, co wynika z faktu, że z biegiem czasu w fazie rozwoju dziecka składniki mineralne są lepiej wchłaniane³. Sód, potas, wapń i fosfor występowały w produktach w największych ilościach.

Oznaczona zawartość wybranych pierwiastków została porównana z wartością zadeklarowaną przez producenta. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 2 i 3. Biorąc pod uwagę informacje umieszczone przez producenta na opakowaniu oraz zalecaną dzienną porcję spożycia mleka – 100 g, żadne z analizowanych mlek nie przekroczyło zalecanej dziennej normy spożycia sodu, potasu, wapnia, fosforu, magnezu i żelaza. Deklarowana zawartość cynku w dwóch preparatach (mleko nr 6 i 11) przekroczyła najwyższą wartość zalecanej dziennej normy spożycia cynku, uwzględniając zalecaną dzienną porcję spożycia mleka – 100 g. Z kolei deklarowana zawartość miedzi w większości badanych mlek, z wyjątkiem mleka nr 3, przekroczyła zakres zalecanej dziennej normy spożycia miedzi.

³ A Winiarska-Mieczan., M. Tupaj, *Evaluation of the mineral composition of infant formulas*, "Journal of Elementology" 2009, nr 14(3), s. 583–591.

Tabela 2. Zawartość rzeźzywista i deklarowana sodu, potasu, wapnia i fosforu w mleku modyfikowanym wybranych producentów

Mleko modyfikowane	Sód (Na)			Potas (K)			Wapń (Ca)			Fosfor (P)		
	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)
Mleko nr 1	274,6±54**	158,7***	+73%****	125,0±66**	536,2***	-77%****	431,4±8**	434,8***	-1%****	401,6±0,08**	297,1***	+35%****
Mleko nr 2	225,3±90	158,5	+42%	607,0±137	548,1	+11%	359,2±20	392,6	-8%	454,5±0,1	288,9	+57%
Mleko nr 3	185,9±5	153,0	+21%	703,7±9	610,0	+15%	461,3±6	400,0	+15%	361,6±0,03	220,0	+64%
Mleko nr 4	173,3±3	163,1	+6%	640,2±2	510,6	+25%	505,5±4	489,4	+3%	479,8±0,03	354,6	+35%
Mleko nr 5	255,4±16	208,0	+23%	769,3±14	650,0	+18%	485,5±4	465,0	+4%	389,7±0,01	281,0	+39%
Mleko nr 6	274,0±21	215,0	+27%	640,2±8	858,0	-25%	725,1±11	728,0	0%	424,0±0,02	305,0	+39%
Mleko nr 7	-	-	-	-	-	-	1218,5±23	1147,0	+6%	747,6±0,07	588,0	+27%
Mleko nr 8	-	-	-	615,7±9	534,7	+15%	494,0±13	500,0	-1%	491,4	347,2	+41%
Mleko nr 9	198,4±13	218,0	-9%	646,2±3	500,0	+29%	513,8±9	500,0	+3%	451,7±0,02	300,0	+50%
Mleko nr 10	250,4±8	225,0	+11%	671,0±7	560,0	+20%	390,3±7	380,0	+3%	307,6±0,07	270,0	+14%
Mleko nr 11	39,5±19	180,0	-78%	641,1±22	508,0	+26%	608,5±14	565,0	+8%	485,4	325,0	+49%
Mleko nr 12	-	-	-	701,6±13	620,4	+13%	653,0±0,9	600,1	+9%	482,4±0,02	329,7	+46%
Mleko nr 13	-	-	-	791,4±21	705,4	+12%	847,3±0,3	845,0	0%	676,4±0,04	465,1	+45%
Mleko nr 14	116,3±8	97,0	+20%	-	-	-	1022,2±4	916,0	+12%	-	-	-
Mleko nr 15	-	-	-	1498,5±262	1448,6	+3%	1147,7±9	1121,5	+2%	890,8±0,04	663,6	+34%

* Wartość średnia z dwóch równoległych oznaczeń

**Odchylenie standardowe

***Deklarowana zawartość danego pierwiastka podana przez producenta na opakowaniu produktu

****Różnica (%) w stosunku do zawartości deklarowanej przez producenta na opakowaniu produktu

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Zawartość rzeczywista i deklarowana magnezu, żelaza, cynku i miedzi w mleku modyfikowanym wybranych producentów

Mleko modyfikowane	Magnez (Mg)			Żelazo (Fe)			Cynk (Zn)			Miedź (Cu)		
	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)	Zawartość oznaczona (mg/100g)	Zawartość deklarowana (mg/100g)	Różnica (%)
Mleko nr 1	45,7±1**	39,1***	+17%****	3,7±0,08**	3,8***	-3%****	3,5±0,06**	3,5***	0%****	0,3±0,04**	0,4***	-25%****
Mleko nr 2	49,5±6	48,9	+1%	3,5±0,2	3,9	-10%	3,4±0,01	3,6	-5%	0,4±0,02	0,4	0%
Mleko nr 3	55,9±0,2	41,0	+36%	5,3±0,3	6,1	-13%	3,3±0,2	5,1	-35%	0,4±0,01	0,3	+33%
Mleko nr 4	53,5±0,4	48,2	+11%	6,1±0,2	7,1	-14%	3,4±0,07	3,7	-8%	0,4±0,02	0,4	0%
Mleko nr 5	58,0±0,9	49,0	+18%	4,5±0,01	4,6	-2%	3,6±0,05	3,7	-3%	0,3	0,4	-25%
Mleko nr 6	66,2±0,7	48,5	+36%	6,3±0,3	6,8	-7%	6,6±0,2	7,0	-6%	0,4	0,4	0%
Mleko nr 7	-	-	-	4,6±0,2	4,9	-6%	-	-	-	-	-	-
Mleko nr 8	49,9±1	49,3	+1%	6,2±0,4	6,9	-10%	3,3±0,2	3,5	-6%	0,4±0,02	0,4	0%
Mleko nr 9	61,1±0,9	50,0	+22%	6,7±0,09	7,3	-8%	3,4±0,08	4,4	-23%	0,3	0,4	-25%
Mleko nr 10	58,5±0,5	48,0	+22%	4,8±0,05	4,8	0%	3,2±0,06	3,3	-3%	0,4±0,01	0,6	-33%
Mleko nr 11	64,5±0,8	49,0	+32%	6,7±0,5	8,0	-16%	5,5±0,3	6,2	-11%	0,3	0,4	-25%
Mleko nr 12	-	-	-	9,3±0,4	8,7	+7%	6,3±0,2	5,4	+17%	-	-	-
Mleko nr 13	73,3±3	69,0	+6%	8,1±0,2	9,3	-13%	2,7±0,1	2,7	0%	-	-	-
Mleko nr 14	-	-	-	8,5±0,07	8,7	-2%	5,1	5,4	-5%	-	-	-
Mleko nr 15	124,1±4	112,2	+11%	11,3±0,3	11,2	+1%	3,7±0,1	3,8	-3%	-	-	-

* Wartość średnia z dwóch równoległych oznaczeń

**Odchylenie standardowe

***Deklarowana zawartość danego pierwiastka podana przez producenta na opakowaniu produktu

****Różnica (%) w stosunku do zawartości deklarowanej przez producenta na opakowaniu produktu

Źródło: opracowanie własne.

W dziesięciu analizowanych mlekach zawartość sodu została podana na etykiecie produktów. Deklarowana zawartość sodu w badanych produktach wahała się w granicach od 97 mg/100 g do 225 mg/100 g. Warto dodać, że mleko kobiece zawiera zaledwie 20 mg sodu w 100 g⁴. Ze względu na wyższą niż w mleku kobiecym zawartość sodu jest konieczność przepajania niemowlęcia wodą podczas wyłącznego karmienia dziecka mlekiem modyfikowanym. Zgodnie z aktualnymi normami, rekomendowane zapotrzebowanie na sód u niemowląt do 6. miesiąca życia wynosi od 120 do 370 mg na dobę⁵. Najmniejszą różnicę oznaczonej zawartości sodu w stosunku do deklarowanej posiadało mleko nr 4 (6%). Mleko modyfikowane nr 1 zawierało ponad 70% więcej sodu niż zadeklarował producent. Natomiast w przypadku mleka nr 11 oznaczono blisko 80% mniej sodu. Sód odpowiada za równowagę osmotyczną, jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu⁶. Nadmierne stężenie sodu w organizmie dziecka prowadzi do przeciążenia jego nerek, natomiast niedobór może skutkować bólami głowy oraz wymiotami⁷.

Deklarowana przez producentów zawartość potasu w badanych produktach wahała się w przedziale od 500 mg/100 g do 1448,6 mg/100 g. W porównaniu z mlekiem modyfikowanym mleko kobiece zawiera go ponad 10 razy mniej (52 mg/100 g)⁴. Podobnie jak w przypadku sodu nie ma potrzeby spożywania przez niemowlę zbyt dużej ilości potasu, jak w przypadku żywienia mlekiem modyfikowanym. Należy brać pod uwagę stopień przyswajalności potasu w mleku kobiecym, który jest zdecydowanie większy niż w mleku modyfikowanym⁸. Dotyczy to także kolejnych omawianych pierwiastków, tj. wapnia, fosforu, magnezu, żelaza, cynku i miedzi. Zgodnie z aktualnymi normami, zapotrzebowanie na potas u niemowląt do 6. miesiąca życia waha się w przedziale od 400 do 700 mg na dobę⁵. Dwa badane produkty nie posiadały w składzie wyszczególnionego potasu. Najmniejszą różnicę oznaczonej zawartości potasu w porównaniu z deklarowaną posiadało mleko nr 15 (3%). Mleko nr 1 zawierało bardzo małą zawartość potasu, tj. 77% mniej w porównaniu z zawartością deklarowaną na etykiecie. Różnica procentowa między zawartością deklarowaną a oznaczoną w większości badanych produktów nie przekraczała 30%. Potas pełni ważną rolę w prawidłowym rozwoju dziecka,

⁴ H. Kunachowicz, B. Przygoda, I. Nadolna, K. Iwanow, *Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych*, Warszawa 2020, s. 57.

⁵ A. Wojtasik, A. Woźniak, K. Stoś, M. Jarosz, *Składniki mineralne*, [w:] *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*, M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, J. Charzewska (red.), Warszawa 2020, s. 273–315.

⁶ M. Misztal-Szkuclinińska, N. Tkaczyk, A. Chelmieniewicz, P. Szefer, *Ocena zawartości sodu i potasu w gotowych produktach spożywczych przeznaczonych dla niemowląt i małych dzieci*, „Bromatologia i Chemia Toksykologiczna” 2016, nr 49(3), s. 365–367.

⁷ *Nadmiar sodu w diecie niemowląt i małych dzieci*, Standardy Medyczne, 2017, <https://www.standardy.pl/newsy/id/155> [dostęp: 14.06.2023].

⁸ A. Witczak, A. Jarnuszewska, *Zawartość wybranych mineralnych składników żywieniowych w mleku modyfikowanym dla niemowląt dostępnym w Szczecińskich sklepach*, „Roczniki PZH” 2011, nr 62(3), s. 258.

biorąc udział w przewodzeniu impulsów nerwowych w organizmie, przemianach węglowodanów, a także odpowiadając za syntezę białek⁹. Wszystkie analizowane mleka modyfikowane posiadały w składzie wapń. Deklarowana zawartość tego pierwiastka wahała się w granicach od 380 mg/100 g do 1121,5 mg/100 g. Należy zaznaczyć, że mleko kobiece zawiera zaledwie 20 mg wapnia w 100 g¹⁰. Według obowiązujących norm rekomendowane spożycie wapnia wynosi 600 mg na dobę w przypadku niemowląt do 6. miesiąca życia oraz 800 mg na dobę w drugim półroczu życia⁹. Różnica oznaczonej zawartości wapnia w stosunku do deklarowanej w trzynastu preparatach była niższa niż 10%. Warto dodać, że na tle innych pierwiastków różnice w oznaczonej zawartości wapnia i deklarowanej były najniższe. Odpowiednia ilość wapnia w organizmie zapewnia prawidłowy wzrost dziecka oraz mocne szkliwo⁹. Nadmiar wapnia w organizmie może powodować zaparcia i brak apetytu, natomiast jego niedobór wiąże się z deformacją kości oraz skutkuje powstawaniem wczesnej próchnicy u dzieci^{11, 12}.

Zawartość fosforu była zadeklarowana na opakowaniach czternastu badanych produktów. Deklarowana zawartość fosforu wahała się w przedziale od 220 mg/100 g do 663,6 mg/100 g. Jak podaje Kunachowicz i in. (2020), zawartość fosforu w mleku kobiecym wynosi zaledwie 13 mg w 100 g. Według obowiązujących norm rekomendowane spożycie fosforu wynosi od 150 do 300 mg na dobę w przypadku niemowląt do 6. miesiąca życia¹³. Najmniejszą różnicę oznaczonej zawartości fosforu w porównaniu z deklarowaną posiadało mleko nr 10, tj. 14% mniej. W mleku nr 3 było aż 64% więcej fosforu w porównaniu do deklaracji na etykiecie. Różnica oznaczonej zawartości tego pierwiastka w stosunku do zadeklarowanej w dwóch mlekach wynosiła poniżej 30%. Fosfor, tak samo jak wapń, jest niezbędny do budowy szkliwa u dzieci, a także odgrywa rolę w otrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej¹⁴.

Deklarowana zawartość magnezu w dwunastu analizowanych mlekach wahała się od 39,1 mg/100 g do 112,2 mg/100 g. Mleko kobiece zawiera zaledwie 4 mg magnezu w 100 g¹⁵. Na podstawie aktualnych norm, zaleca się spożycie magnezu u niemowląt

⁹ A Winiarska-Mieczan, M. Tupaj, *Evaluation of the mineral composition of infant formulas*, "Journal of Elementology" 2009, nr 14(3), s. 583–591.

¹⁰ H. Kunachowicz, B. Przygoda, I. Nadolna, K. Iwanow, *Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych*, Warszawa 2020, s. 57.

¹¹ *Wapń – kluczowy składnik diety, 1000 pierwszych dni dla zdrowia*, 2023, <https://1000dni.pl/1-rok-zycia/wapn-kluczowy-skladnik-diety> [dostęp: 14.06.2023].

¹² *Witaminy i inne substancje odżywcze*, Sanostol.pl, 2023, <https://sanostol.pl/witaminy-substancje-odzywcze/wapn-objawy-niedoboru-i-nadmiaru-u-dzieci> [dostęp: 14.03.2023].

¹³ A. Wojtasik, A. Woźniak, K. Stoś, M. Jarosz, *Składniki mineralne*, W: Jarosz, Mirosław; Rychlik, Ewa; Stoś, Katarzyna; Charzewska, Jadwiga (red.). „Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie”, Warszawa 2020, s. 273–315.

¹⁴ J. Kłobukowski, W. Kozikowski, *Wartość żywieniowa mleka*, W: Ziajka, Stefan (red.). *Mleczarstwo*, t. 1, Olsztyn 2008, s. 119–123.

¹⁵ H. Kunachowicz, B. Przygoda, I. Nadolna, K. Iwanow, *Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych*, Warszawa 2020, s. 57.

i małych dzieci w ilości od 50 mg do 150 mg dziennie¹⁶. Najmniejsza różnica oznaczonej zawartości magnezu w porównaniu z deklarowaną wynosiła 1% i dotyczyła ona dwóch analizowanych mlek – mleka nr 2 i 8. Natomiast w przypadku mleka nr 3 i 6 oznaczono aż 36% więcej magnezu, w porównaniu z zawartością podaną na etykiecie przez producenta. Magnez bierze udział, m.in., w przewodnictwie nerwowo-mięśniowym oraz regulacji ciśnienia krwi. Konsekwencją niedoboru magnezu są zaburzenia nerwowo-mięśniowe oraz hipokalcemia, tj. niedobór potasu¹⁷. Zwiększona podaż tego pierwiastka prowadzi do powstawania zapań i zatrzymania moczu u dzieci¹⁸.

Jeżeli chodzi o żelazo, to deklarowana zawartość tego pierwiastka w piętnastu analizowanych produktach wahała się od 3,8 mg/100 g do 11,2 mg/100 g. Deklarowana zawartość żelaza w mleku nr 10 pokrywała się z jego wartością oznaczoną. Warto dodać, że zawartość żelaza w mleku kobiecym wynosi zaledwie 0,1 mg w 100 g¹⁵. Zgodnie z aktualną normą, rekomendowane spożycie żelaza u niemowląt do 12. miesiąca życia wynosi 11 mg na dobę¹⁷. Największą różnicę oznaczonej zawartości żelaza w porównaniu z deklarowaną posiadało mleko nr 11 (16%). Należy zaznaczyć, że we wszystkich analizowanych produktach różnica deklarowanej zawartości żelaza w stosunku do oznaczonej była dosyć niska i nie przekraczała 30%. Żelazo wpływa na układ odpornościowy, tj. uczestniczy w zwalczaniu bakterii i wirusów oraz wspomaga detoksykację szkodliwych substancji w wątrobie. Niedobór tego pierwiastka wiąże się z powstawaniem infekcji oraz przewlekłych stanów zapalnych, natomiast jego nadmiar skutkuje zwiększeniem ryzyka wystąpienia nowotworów¹⁷.

Na opakowaniach czternastu preparatów mlekozastępczych podana była zawartość cynku. Wartości te wahały się w granicach od 2,7 mg/100 g do 7 mg/100 g. W dwóch produktach (mleko nr 1 i 13) oznaczona zawartość cynku pokrywała się z zadeklarowaną przez producenta. Mleko kobiece zawiera zaledwie 0,11 mg cynku w 100 g¹⁹. Zalecane spożycie cynku u niemowląt karmionych piersią wynosi 1 mg dziennie, stąd też nie ma potrzeby stosowania zwiększonej podaży cynku, która może obciążać układ trawienny niemowląt^{20,21}. W przypadku dzieci i niemowląt wymagania dotyczące spo-

¹⁶ A Winiarska-Mieczan, M. Tupaj, *Evaluation of the mineral composition of infant formulas*, "Journal of Elementology" 2009, nr 14(3), s. 583–591.

¹⁷ A. Wojtasik, A. Woźniak, K. Stoś, M. Jarosz, *Składniki mineralne*, [w:] *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*, M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, J. Charzewska (red.), Warszawa 2020, s. 273–315.

¹⁸ *Magnez w organizmie – znaczenie oraz skutki niedoboru i nadmiaru magnezu*, Diagnostyka+, 2020, <https://diag.pl/pacjent/artykuly/magnez-w-organizmie-znaczenie-oraz-skutki-niedoboru-i-nadmiaru-magnezu/> [dostęp: 14.06.2023].

¹⁹ H. Kunachowicz, B. Przygoda, I. Nadolna, K. Iwanow, *Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych*, Warszawa 2020, s. 57.

²⁰ A Winiarska-Mieczan, M. Tupaj, *Evaluation of the mineral composition of infant formulas*, "Journal of Elementology" 2009, nr 14(3), s. 583–591.

²¹ A. Witczak, A. Jarnuszewska, *Zawartość wybranych mineralnych składników żywieniowych w mleku modyfikowanym dla niemowląt dostępnym w Szczecińskich sklepach*, „Roczniki PZH” 2011, nr 62(3), s. 258.

życia tego pierwiastka są znacznie większe w stosunku do jego przyswajalności. Zakres powyższej normy wynosi od 5 do 5,5 mg dziennie²⁰. W mleku nr 3 oznaczono aż 35% mniej cynku, w porównaniu z zawartością podaną na etykiecie przez producenta. Niedobór cynku wśród dzieci i niemowląt powoduje biegunkę, utratę apetytu oraz niekorzystne zmiany skórne, natomiast jego nadmiar może prowadzić do powstawania chorób neurologicznych²².

Spośród wszystkich składników mineralnych, najmniejszy udział w składzie produktu miała miedź. Najmniejszą deklarowaną zawartością miedzi charakteryzowało się mleko modyfikowane nr 3 (0,3 mg/100 g), a największą – mleko nr 10 (0,6 mg/100 g). Deklarowana zawartość miedzi w pozostałych produktach wynosiła 0,4 mg/100 g. W czterech analizowanych mlekach oznaczona zawartość tego pierwiastka pokrywała się z wartością zadeklarowaną przez producenta. W porównaniu z mlekiem modyfikowanym, mleko kobiece zawiera jedynie 0,03 mg miedzi w 100 g¹⁹. Zgodnie z aktualnymi normami, wystarczające spożycie miedzi u niemowląt do 6. miesiąca życia wynosi od 0,2 do 0,3 mg na dobę²². Zawartość miedzi w mleku nr 3 była o 33% większa w stosunku do deklarowanej. Z kolei w mleku nr 10 wartość oznaczona była 33% mniejsza w porównaniu z zawartością podaną na etykiecie przez producenta. Skutkiem niedoboru miedzi w przypadku niemowląt są zaburzenia sercowe i immunologiczne, natomiast nadmierne spożycie miedzi powoduje podrażnienia przewodu pokarmowego, wymioty oraz biegunkę²².

Podsumowanie

Różnice między zawartością zadeklarowaną przez producenta a wartością oznaczoną składników mineralnych, w niektórych produktach były bardzo duże (ponad 50%), co czyni je zafałszowanymi pod względem zawartości tych substancji. Fakt ten może wynikać zarówno z nieumyślnego postępowania producenta, jak i braku dostatecznej kontroli w zakresie wzbogacania żywności. Należy mieć na uwadze, że zarówno niedobór, jak i nadmiar składników mineralnych w diecie może wywierać niekorzystny wpływ na funkcjonowanie organizmu. Stąd tak ważne jest, aby konsumenci mieli pewność, że produkty, po które sięgają, są autentyczne i zawierają ilość składnika zgodną z deklaracją na opakowaniu.

²² A. Wojtasik, A. Woźniak, K. Stoś, M. Jarosz, *Składniki mineralne*, [w:] *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*, M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, J. Charzewska (red.), Warszawa 2020, s. 273–315.

Bibliografia

- Kłobukowski J., Kozikowski W., *Wartość żywnościowa mleka*, [w:] *Mleczarstwo*, t. 1, S. Ziajka (red.), Olsztyn 2008, s. 119–123.
- Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K., *Tabele składu i wartości odżywczej produktów spożywczych*, Warszawa, 2020, s. 57.
- Magnez w organizmie – znaczenie oraz skutki niedoboru i nadmiaru magnezu*, Diagnostyka+, 2020, <https://diag.pl/pacjent/artykuly/magnez-w-organizmie-znaczenie-oraz-skutki-niedoboru-i-nadmiaru-magnezu/> [dostęp: 14.06.2023].
- Misztal-Szkudlińska M., Tkaczyk N., Chełmieniewicz A., Szefer P., *Ocena zawartości sodu i potasu w gotowych produktach spożywczych przeznaczonych dla niemowląt i małych dzieci*, „Bromatologia i Chemia Toksykologiczna” 2016, nr 49(3), s. 365–367.
- Nadmiar sodu w diecie niemowląt i małych dzieci*, Standardy Medyczne, 2017, <https://www.standards.pl/newsy/id/155> [dostęp: 14.06.2023].
- Rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji (Dz. Urz. UE L 404 z 30.12.2006, str. 26, z późn. zm.).
- Wapń – kluczowy składnik diety, 1000 pierwszych dni dla zdrowia*, 2023, <https://1000dni.pl/1-rok-zycia/wapn-kluczowy-skladnik-diety> [dostęp: 14.06.2023].
- Winiarska-Mięczan A., Tupaj M., *Evaluation of the mineral composition of infant formulas*, “Journal of Elementology” 2009, nr 14(3), s. 583–591.
- Witaminy i inne substancje odżywcze*, Sanostol.pl, 2023, <https://sanostol.pl/witaminy-substancje-odzywcze/wapn-objawy-niedoboru-i-nadmiaru-u-dzieci> [dostęp: 14.03.2023].
- Witczak A., Jarnuszewska A., *Zawartość wybranych mineralnych składników żywieniowych w mleku modyfikowanym dla niemowląt dostępnym w Szczecińskich sklepach*, „Roczniki PZH” 2011, nr 62(3), s. 258.
- Wojtasik A., Woźniak A., Stoś K., Jarosz M., *Składniki mineralne*, [w:] *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*, M. Jarosz, E. Rychlik, K. Stoś, J. Charzewska (red.), Warszawa 2020, s. 273–315.
- Żywność wzbogacana*, Gov.pl, 2023, <https://www.gov.pl/web/wsse-bialystok/zywnosc-wzbogacana> [dostęp: 13.06.2023].

EVALUATION OF THE AUTHENTICITY OF MODIFIED MILK FOR CHILDREN AND INFANTS IN TERMS OF THE CONTENT OF SELECTED MINERAL COMPONENTS

Abstract: Modified milk for infants and small children is an example of fortified foods with, i.a., selected mineral components. The need to enrich modified milk with mineral components is related to the desire to obtain products with reproducible content of given ingredients in relation to human milk. The aim of the study was to assess the authenticity of modified milk selected producers for children and infants in terms of the content of selected mineral components, i.e. copper, iron, zinc, magnesium, calcium, sodium, potassium and phosphorus. The analysis showed that the differences between the content declared by the manufacturer and the value of minerals in some products were very large (over 50%), which makes them adulterated in terms of the content of these substances. Both deficiency and excess of minerals in the diet may have an adverse effect on the functioning of the young consumer's body.

Keywords: modified milk, mineral components, authenticity

Wiktorija Śmieja

Studenckie Koło Naukowe Higieny Żywności i Toksykologii
Opiekun naukowy: dr n. wet. inż. Magdalena Polak-Śliwińska
Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

KONOPIE JAKO ŹRÓDŁO CBD W ŻYWNOSCI

Wstęp

W dobie wzbogacanej żywności i popularności „chemicznych ulepszcaczy” społeczeństwo szuka naturalnych rozwiązań możliwych do wykorzystania na co dzień. W ostatnich latach zaobserwowano powrót do znanych już wcześniej konopi. Warto jednak pamiętać, że obecność niektórych produktów z pochodzącym z konopi kannabidiolem (popularna nazwa CBD) budzi wątpliwości części społeczeństwa w zakresie zgodności z przepisami prawa. Zmiany w polskim ustawodawstwie z 2017 roku, dotyczące medycznego stosowania konopi indyjskich – tych najbardziej odurzających – pozwoliły na szersze zainteresowanie się tym surowcem i poznanie pozytywnego działania leczniczego tych roślin¹. Prawnie dozwolone produkty z CBD wprowadzane na polski rynek stają się coraz bardziej popularne, choć nie zawsze są powszechnie dostępne. Konsumenci na rynku środków spożywczych mają do wyboru dość szeroką gamę produktów na bazie konopi siewnych: od olejów spożywczych, przez susz konopny, mąki konopne, herbatki i napoje z nasion, aż po suplementy diety w formie olejków i kapsułek z ekstraktem z konopi².

Wszystkie konopie określa się jako siewne, jednak ich „podgatunkiem” są te indyjskie i włókniste. Konopiami indyjskimi określa się odmiany o zawartości THC przekraczającej prawnie dozwoloną ilość – 0,3%. Właśnie ten rodzaj nazywany jest „marihuaną”. Z kolei konopie włókniste to gatunki, które w swoim składzie zawierają nie więcej niż 0,3% THC. Poza różnicą w stężeniu THC zawartym w konopiach indyjskich i włóknistych

¹ Ustawa z dnia 7 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii oraz ustawy o refundacji leków, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego oraz wyrobów medycznych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1458).

² M. Tracz, M. Izydorczyk, *Stosowanie w żywności produktów z konopi siewnych*, „FoodLex” 2022, nr 3, s. 9–14.

stych, warto zwrócić uwagę na ich wygląd – te pierwsze osiągają do 5 metrów długości, natomiast drugie – do 1,5 metra. Istotne jest również zróżnicowane działania obu typów odmian – ze względu na stężenie THC, konopie indyjskie działają na organizm odurzająco, a włókniste odprężają i uspokajają³.

Cannabis sativa L., czyli konopie siewne, to roślina, która od wieków używana jest w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym czy modowym. W kategorii środków spożywczych rynek oferuje różne produkty i surowce z konopi włóknistych. Ważną rolę w klasyfikacji konkretnego produktu konopnego w odniesieniu m.in. do prawa żywnościowego odgrywa gatunek i odmiana zastosowanych konopi, jak również badania biochemiczne użytego surowca².

Dlatego też warto poznać różnicę pomiędzy CBD (kannabidiol) a THC (9-tetrahydrokannabinol). Zbadano skład chemiczny 30 rodzajów *C. sativa* poprzez analizę ekstraktów roślinnych uprawianych na plantacji i w szklarni⁴. Efekt tych analiz pozwolił stwierdzić, że rośliny rosnące na plantacji mają więcej THC, CBD i kanabinolu (CBN) niż te rosnące w szklarni. Wskazuje to, że CBN i CBD mogą powstawać z THC wskutek ekspozycji na światło i powietrze. Zarówno CBD, jak i THC występują w gatunkach roślin z rodziny *Cannabis* w zróżnicowanej ilości. Wskazuje się, że CBD to związek wyekstrahowany z konopi przemysłowych lub indyjskich, ale, w odróżnieniu od THC, nie wykazuje właściwości odurzających⁵. Najważniejszym wyróżnikiem definiowania konopi jako tej „legalnej” odmiany jest limit występującego w jej składzie THC, który nie może przekroczyć 0,2% z uwagi na jego psychoaktywne właściwości. Natomiast wysoka zawartość fitokannabinoidów, w tym głównie kannabidiolu, może pozytywnie oddziaływać na organizm człowieka⁵. Choć w literaturze omawia się je pod ogólną nazwą „produktów o niskiej zawartości THC” (ang. *low-THC products*), często w informacjach dostępnych poprzez Internet są one określane zwrotem „produkty CBD”, gdyż to wysoka (w porównaniu do naturalnej) zawartość CBD jest ich wyróżnikiem⁶. Postępujący z roku na rok w Europie rozwój rynku produktów z CBD oraz ich marketing stanowią ciekawy trend na pograniczu prawa publicznego i polityki narkotykowej. Istnieją bowiem z tym związane wątpliwości co do statusu prawnego tych produktów, używanego przez ich producentów marketingu, jak również ich bezpieczeństwa oraz wpływu na organizm człowieka⁴.

Celem pracy była krótka analiza dostępnych doniesień naukowych i informacji w zasobach internetowych na temat CBD oraz rynku produktów spożywczych z CBD udostępnionych polskim konsumentom.

³ A. Pollio, *The Name of Cannabis: A Short Guide for Nonbotanists*, „Cannabis and cannabinoid research” 2016, nr 1(1), s. 234–238, <https://doi.org/10.1089/can.2016.0027>.

⁴ P. Siudem, I. Wawer, K. Paradowska, *Konopie i kannabinoidy*, „Farmacja współczesna” 2015, nr 8, s. 1–8.

⁵ <https://purehemp.pl/baza-wiedzy/kannabidiol-cbd-co-to-jest/> [dostęp: 24.06.2023].

⁶ M. Klimowski, *Medyczne konopie i problematyka regulacji produktów CBD*, „Przegląd Prawa Medycznego”, 2022, nr 4(2), s. 4–62.

Konopie siewne oraz ich właściwości

Największymi producentami konopi na świecie nie są kraje europejskie, lecz Chiny (w 2018 roku 162 000 ha), Kanada (40 000 ha) oraz Stany Zjednoczone Ameryki (31 000 ha)⁷. Warto przy tym podkreślić, że niektórzy z potentatów zagranicznych, poszukując najlepszych pod kątem jakości odmian konopi przemysłowych, skupują odmiany polskie od 2017 roku, wyhodowane w Instytucie Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu oraz korzystają z wyprodukowanego przez polskich rolników, wysoko ocenianego materiału siewnego⁵.

Konopie siewne mogą stanowić alternatywne źródło białka. Zawarte jest w nich aż 40 g tego makroskładnika na 100 g produktu⁸. Co więcej, roślina jest bogata w kwasy omega-3 oraz omega-6. Zawiera również wszystkie aminokwasy egzogenne, czyli histydynę, izoleucynę, leucynę, lizynę, metioninę, fenyloalaninę, treoninę, tryptofan oraz walinę⁷. Kwasy tłuszczowe zawarte w konopiach siewnych wpływają na energię, która wykorzystywana jest przez organizm człowieka w ciągu doby. Z kolei kwasy omega-3 i omega-6 wzmacniają włosy oraz paznokcie⁷. Również trawienie może być wspomaganie działaniem konopi poprzez zawarty w nich błonnik. Ponadto obecne w konopiach siewnych aminokwasy pełnowartościowe są powodem, dla którego białko konopne jest szczególnie polecane weganom⁷.

Krótką analiza rynku produktów z CBD

Obecnie dostępna na rynku oferta produktów z CBD rozrasta się sukcesywnie. Asortyment sklepów zawiera kosmetyki z dodatkiem olejków kannabidiolowych, suplementy diety na bazie tego związku, produkty lecznicze oraz żywność⁵. Konopie siewne w żywności obecne są od wieków, czego dowodem może być tradycyjna śląska zupa konopiotka (siemieniotka)⁹. Jest to potrawa przyrządzana z gotowanych ziaren konopi, mleka, kaszy jaglanej, mąki pszennej. Jest spożywana w okresie Bożego Narodzenia, również na terenie innych regionów niż Śląsk⁸.

Właściwości żywności z CBD są wciąż odkrywane na nowo, a obecna wiedza konsumentów obejmuje ich szerokie spektrum, co zmienia ich stosunek do zaopatrywania się i korzystania z oferowanych produktów z CBD. Dzięki zawartym w takiej żywności substancjom, wspierany jest układ odpornościowy poprzez wzmacnianie reaktywności organizmu. Tego rodzaju produkty wspomagają kontrolę poziomu cholesterolu oraz triglicerydów. Kannabidiol wspomaga również regulację metabolizmu glukonowego

⁷ K. Wielgusz. *Uprawa konopi włóknistych i oleistych*, Brwinów 2020.

⁸ <https://www.medicalnewstoday.com/articles/323037#adding-hemp-seeds-to-the-diet> [dostęp: 20.06.2023].

⁹ <https://www.slaskiesmaki.pl/dish/512120/siemieniotka-zupa-wigilijna> [dostęp: 05.07.2023].

u osób chorujących na cukrzycę¹⁰. Produkty z CBD dostarczają do organizmu wartościowe minerały, witaminy i aminokwasy. Pozytywną informacją wynikającą z badań nad konopiami jest optymalna zawartość niektórych makroskładników, tj. białek i tłuszczu⁹. W rezultacie można szybko się przekonać, jak wartościowe i pozytywnie wpływające na organizm człowieka są konopie siewne. Dostępne w sprzedaży olejki o wyższych stężeniach CBD używane są przy schorzeniach takich jak padaczka czy choroba Parkinsona. Wykazują działanie rozluźniające i uspokajające. Wówczas najczęściej podawane są doustnie, bezpośrednio pod język.

W gastronomii, czy szerzej w przemyśle spożywczym, konopie można wykorzystać w różnych formach. Jednymi z popularniejszych obecnie są *oleje konopne*⁹. Wykorzystanie takiego oleju jest możliwe na co dzień w kulinariach. Warto dodać go do sałatek, jogurtów czy dań na zimno, pamiętając przy tym, że olej z CBD nie jest przeznaczony do użycia w wysokich temperaturach ze względu na to, że jest to olej tłoczony na zimno¹¹.

Susz konopny, czyli wysuszone liście, kwiaty czy gałęzie, to surowiec, który pozwala na przygotowanie naparów i ekstraktów konopnych. Możliwe jest również sproszkowanie takiego produktu, w wyniku czego powstaje mączka lub posypka do dań. Dzięki swojemu orzechowemu aromатовi sprawdza się jako jeden ze składników dania¹².

Nasiona konopi, takie jak przy przygotowaniu tradycyjnej zupy siemieniotki, przeznaczone są do gotowania, pieczenia, wytlaczania. Również mogą zostać dodane do sałatki po wcześniejszym uprażeniu.

Ostatnim, lecz nie mniej istotnym i korzystnym dla zdrowia produktem jest *białko konopne*, które otrzymywane jest w procesie mielenia konopi siewnych. Surowiec przeznaczony do mielenia nie zawiera oleju ze względu na jego wcześniejsze wytlaczenie, co powoduje powstanie suchej i jednolitej masy¹³. Warto dostrzec przewagę białka konopnego nad sojowym w diecie wegańskiej ze względu na lepszą przyswajalność przez organizm. Co warto podkreślić, dotychczas nie wykazano alergii na białko pochodzące z konopi siewnych¹⁴. Możliwości wykorzystania białka konopnego w kuchni i w produktach spożywczych jest wiele. Korzystnie jest dodać ten składnik do koktajli, produktów mącznych, owsianek oraz wielu innych potraw. Poza nasionami, olejkami i olejami, czy białkiem, wykorzystane mogą zostać również kwiatostany konopi siewnych, na przykład do sałatek ciast, czy jako dekoracja dania¹¹.

¹⁰ <https://www.konopnymarket.pl/> [dostęp: 20.06.2023].

¹¹ Z. Przybylak, K. Kordus, *Świadomość społeczeństwa na temat wykorzystania oleju konopnego*, „Kosmetologia estetyczna” 2018, nr 7, s. 385.

¹² M. Czapluk, A. Czerniak, *Rozwój rynku uprawy i przetwarzania konopi przemysłowych w Polsce*, 2020.

¹³ <https://go4taste.pl/blog/bialko-konopne-wlasciwosci-zastosowanie-i-dawkowanie/> [dostęp: 24.06.2023].

¹⁴ <https://hempking.eu/pl/bialko-konopne-wlasciwosci-zastosowanie-spozywanie/>, [dostęp: 24.06.2023].

Analiza rynku pozwoliła wskazać kilka produktów spożywczych z CBD dostępnych w sprzedaży. Ich dostępność widoczna jest najczęściej w sklepach internetowych, jednak niektóre z tego rodzaju produktów oferowane są także przez markety. Przykładem jest 100% mąka konopna – produkt w pełni bezglutenowy, o wysokiej zawartości białka. Na 100 g produktu wykazano ponad 31 g tego makroskładnika. Zawartość węglowodanów wynosi prawie 44 g na 100 g produktu. Z kolei poziom tłuszczu to niemal 12 g na 100 g produktu. Dokładne wartości odżywcze mąki konopnej zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości odżywcze i skład mąki konopnej

Wartość energetyczna w 100 g	327 kcal
Tłuszcz, w tym kwasy tłuszczowe nasycone	11,92 g 1,46 g
Węglowodany, w tym cukry	43,81 g 3,18 g
Białko	31,08 g
Sól	< 0,01 g

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.konopnymarket.pl/pl/p/Maka-konopna-proteiny-250-g/159> [dostęp: 25.06.2023].

Atrakcyjnym produktem w ofercie produktów z CBD była czekolada gorzka z łuskany miodem konopi. Dokładna informacja o wartości odżywczej nie została podana, jednak na etykiecie produktu widoczna była ilość dodanych łuskanych nasion konopi włóknistych – 10%. Poza tym dodatkiem producent wskazał w składzie wyrobu obecność miazgi kakaowej, cukru, kakao o obniżonej zawartości tłuszczu, tłuszczu kakaowego, emulgatorów oraz ekstraktu waniliowego. Co więcej, dostępny jest wariant czekolady mlecznej tego samego producenta⁹.

Na rynku produktów z CBD wyróżniał się również baton proteinowy Raw Cannabis. W jego skład wchodzi między innymi nasiona konopi włóknistych oraz 10% białka konopnego z nasion konopi włóknistych. Baton jest wysokoenergetyczny ze względu na zawartość cukrów. Ilość składników odżywczych, tj. ilość tłuszczu oraz białka w przeliczeniu na 100 g tego produktu kształtuje się na podobnym poziomie. Dokładne dane liczbowe w aspekcie wartości odżywczych zawarte są w tabeli 2.

Zostając w obszarze przekąsek, warto wyróżnić chipsy z dodatkiem mąki konopnej – Chips of Mind Hash. W ich skład, poza wspomnianą mąką konopną o udziale 17,1%, wchodzi mąka grochowa (bezglutenowa), olej słonecznikowy oraz sól morską. Skład ten jest krótki, co może prowadzić do uznania produktu za zdrowy i nieszkodliwy na tle popularnych oferowanych słonych przekąsek. Przedstawiona przekąska jest bogata w błonnik. Jego poziom jest dwukrotnie wyższy niż w opisanym wcześniej batonie proteinowym Raw Cannabis. Wartości odżywcze produktu zostały przedstawione w tabeli 3.

Tabela 2. Wartości odżywcze i skład batona proteinowego Raw Cannabis

Wartość energetyczna w 100 g	340 kcal
Tłuszcz, w tym kwasy tłuszczowe nasycone	9,4 g 1,9 g
Węglowodany, w tym cukry	55 g 51 g
Białko	9,3 g
Sól	< 0,02 g
Błonnik	8,5 g

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://www.konopnymarket.pl/pl/p/Baton-proteinowy-RAW-Cannabis-jablkomakadamia/296> [dostęp: 25.06.2023].

Tabela 3. Wartości odżywcze i skład Chips of Mind Hash

Wartość energetyczna w 100 g	336 kcal
Tłuszcz, w tym kwasy tłuszczowe nasycone	13,1 g 1,34 g
Węglowodany	34 g
Białko	19,5 g
Sól	2,31 g
Błonnik	17 g

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://naturalniezkonopi.pl/produkt/chips-of-mind-hash-100-g/> [dostęp: 13.07.2023].

W artykule wspomniano o białku konopnym, które dostępne dla konsumentów w różnych wariantach smakowych. Jest to produkt organiczny, wegański i polecany osobom chorującym na celiakię. Wybrane białko konopne kakaowe Hempking to 80% naturalnego białka z konopi oraz 20% kakao. Producent wskazuje, że przyjmowana dawka produktu zależy od aktywności fizycznej wykonywanej w ciągu dnia przez konsumenta oraz od diety – mięsnej lub wegetariańskiej. Rekomendowane dawki nie

Tabela 4. Wartości odżywcze i skład białka konopnego kakaowego Hempking

Wartość energetyczna w 100 g	352,4 kcal
Tłuszcz, w tym kwasy tłuszczowe nasycone w tym kwasy tłuszczowe jednonienasycone w tym kwasy tłuszczowe wielonienasycone	11 g 2,74 g 2,26 g 5,66 g
Węglowodany	7,06 g
Białko	45,62 g
Sól	0,12 g
Błonnik	23 g

Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://naturalniezkonopi.pl/produkt/bio-bialko-konopne-kakaowe-250g/> [dostęp: 13.07.2023].

przekraczają 2 g białka konopnego na dobę oraz nie są niższe, niż 1 g w tym samym czasie. Wartości odżywcze zostały zaprezentowane w tabeli 4.

Podsumowanie

Sukcesywnie rozwijający się rynek żywności z CBD wykazuje wysoki potencjał, szczególnie w aspekcie zdrowotnym. Oferta dostępnych produktów rozwija się dynamicznie. Produkty zawierające CBD są w Polsce dozwolone, zatem nie ma przeszkód, by dokonywać zakupów w stacjonarnych sklepach oferujących produkty konopne lub przez Internet (ewentualnie samemu prowadzić sprzedaż tych produktów po spełnieniu wszelkich wymogów prawnych). Analiza krajowego rynku produktów z CBD wskazuje, że są one dostępne zwłaszcza w sprzedaży online, jak również stacjonarnej, przy czym sklepy internetowe charakteryzuje sprzedaż większego asortymentu tych produktów. Wśród producentów żywności z CBD trudność z wprowadzeniem na rynek wynika z konieczności spełnienia ściśle określonych wymagań prawnych. Zgodnie z prawem unijnym (rozporządzenie nr 2015/2283¹⁵), wszelkie produkty zawierające ekstrakty z CBD lub produkty pochodne (czyli ekstrakty, jak i wszelkie produkty, do których kannabidiolę dodawane są jako składnik), które planowo mają znaleźć się w obrocie, muszą zostać zgłoszone jako „nowa żywność” i przejść procedurę uzyskania odpowiedniego zezwolenia, przy czym wymóg ten nie ma zastosowania do środków spożywczych zawierających CBD, które posiadają historię spożycia sprzed 15 maja 1997 r. W tym aspekcie podejście polskich sądów, w ostatnich czasach, wydaje się jeszcze bardziej liberalizować warunki obrotu żywnością konopną w kraju. Jednakże za sprawą rozporządzenia nr 2022/1393¹⁶, które zaczęło obowiązywać od 1 stycznia 2023 roku, żywność (w tym także suplementy diety) może zawierać wyższą zawartość THC. Mowa tu o 3 mikrogramach na kilogram masy ciała dla nasion z konopi, zmielonych nasion i innych produktów uzyskanych wyłącznie z nasion, a także 7,5 mikrogramach na kilogram masy ciała dla oleju z nasion konopi. Ograniczenia te są restrykcyjnie kontrolowane i jak dotąd ściśle określony limit THC był powodem do niepokoju producentów działających w branży konopnej, produkujących żywność z CBD¹⁷. Zaznaczono w tej zmianie prawa, że produkty, które nie spełniają ustalonych limitów, ale zostały wprowadzone do obrotu

¹⁵ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2002 (Dz.U.UE.L.2015.327.1).

¹⁶ Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE. L. 12.8.2022).

¹⁷ <https://www.dzp.pl/blog/pharma/komisja-europejska-negatywnie-o-statusie-cbd-i-innych-kannabinoidow-w-zywnosci-jakie-wiaze-sie-z-tym-ryzyko/> [dostęp: 20.06.2023].

przed dniem 1 stycznia 2023 roku, będą mogły pozostać w obrocie do upływu ich daty minimalnej trwałości lub terminu ich przydatności do spożycia.

Bibliografia

- Czapluk M., Czerniak A., *Rozwój rynku uprawy i przetwarzania konopi przemysłowych w Polsce*, 2020.
- Klimowski M., *Medyczne konopie i problematyka regulacji produktów CBD*, „Przegląd Prawa Medycznego” 2022, nr 4(2), s. 4–62.
- Pollio A., *The Name of Cannabis: A Short Guide for Nonbotanists*, “Cannabis and cannabinoid research” 2016, nr 1(1), s. 234–238. <https://doi.org/10.1089/can.2016.0027>
- Przybylak Z., Kordus K., *Świadomość społeczeństwa na temat wykorzystania oleju konopnego*, „Kosmetologia estetyczna” 2018, nr 7, s. 385.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2022/1393 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów delta-9-tetrahydrokannabinolu (Δ^9 -THC) w nasionach konopi i produktach z nich uzyskanych (Dz.U. UE. L. 12.8.2022).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2015/2283 w sprawie nowej żywności, zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 oraz uchylające rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 1852/2002 (Dz.U.UE.L.2015.327.1).
- Siudem P., Wawer I., Paradowska K., *Konopie i kannabinoidy*, „Farmacja Współczesna” 2015, nr 8, s.1–8.
- Tracz M., Izydorczyk M., *Stosowanie w żywności produktów z konopi siewnych*, „FoodLex” 2022, nr 3, s. 9–14.
- Ustawa z dnia 7 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii oraz ustawy o refundacji leków, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego oraz wyrobów medycznych (Dz.U. z 2017 r. poz. 1458).
- Wielgus K. *Uprawa konopi włóknistych i oleistych*, Brwinów 2020.

Źródła internetowe

- Internet 1: <https://purehemp.pl/baza-wiedzy/kannabidiol-cbd-co-to-jest/> [dostęp: 24.06.2023].
- Internet 2: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/323037#adding-hemp-seeds-to-the-diet> [dostęp: 20.06.2023].
- Internet 3: <https://www.slaskiesmaki.pl/dish/512120/siemiennotka-zupa-wigilijna> [dostęp: 05.07.2023].
- Internet 4: <https://www.konopnymarket.pl> [dostęp: 25.06.2023].
- Internet 5: <https://go4taste.pl/blog/bialko-konopne-wlasciwosci-zastosowanie-i-dawkowanie/> [dostęp: 24.06.2023].
- Internet 6: <https://hempping.eu/pl/bialko-konopne-wlasciwosci-zastosowanie-spozywanie/> [dostęp: 24.06.2023].
- Internet 7: <https://www.konopnymarket.pl/pl/p/Maka-konopna-proteiny-250-g/159> [dostęp: 25.06.2023].
- Internet 8: <https://www.konopnymarket.pl/pl/p/Baton-proteinowy-RAW-Cannabis-jablkomakadamia/296> [dostęp: 25.06.2023].
- Internet 9: <https://naturalniezkonopi.pl/produkt/chips-of-mind-hash-100-g/> [dostęp: 13.07.2023].

Internet 10: <https://naturalniezkonopi.pl/produkt/bio-bialko-konopne-kakaowe-250g/> [dostęp: 13.07.2023].

Internet 11: <https://www.dzp.pl/blog/pharma/komisja-europejska-negatywnie-o-statusie-cbd-i-innych-kannabinoidow-w-zywnosci-jakie-wiaze-sie-z-tym-ryzyko/> [dostęp: 25.06.2023].

CANNABIS AS A SOURCE OF CBD IN FOOD

Abstract: In an age of fortified foods and the popularity of chemical enhancers, the public is looking for natural solutions that can be used on a daily basis. Recent years have seen a return to the familiar cannabis. However, it is worth bearing in mind that the presence of some products with cannabidiol, popularly known as CBD, raises questions for some members of the public in terms of legal compliance. The 2017 changes to the Polish legislation concerning cannabis – the most intoxicating of all – have brought into focus and familiarized people with the positive medicinal effects of these plants. Legal CBD products entering the Polish market are becoming increasingly popular, although they are not always widely available. Nevertheless, it is worth expanding the range of products with or based on CBD. The aim of this study was to briefly analyse the available reports and information in internet resources on CBD and the market of food products with CBD available to the Polish consumer. The analysis of the market for these products shows that they are available on the Polish market in online and stationary sales, with online shops characterized by selling a larger range of these products. Stationary sales are limited to specialized shops and selected supermarkets, where such products can be purchased.

Keywords: cannabinoil (THC), cannabidiol (CBD), low-THC products, CBD products

Paweł Urbanik

Koło Naukowe Higieny Żywności i Toksykologii

Opiekun naukowy: dr n. wet. inż. Magdalena Polak-Śliwińska

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

POZYTYWNY WPŁYW KONOPI NA ZDROWIE CZŁOWIEKA

Wstęp

Konopie to rodzaj roślin kwitnących, należących do rodziny *Cannabaceae*. Według niektórych autorów, rodzaj *Cannabis* obejmuje trzy różne gatunki, takie jak *Cannabis sativa*, *C. indica* i *C. ruderalis*¹. Obecnie na całym świecie około 147 milionów ludzi spożywa konopie indyjskie, głównie ze względu na ich właściwości odurzające, w których pośredniczy Δ^9 -THC (Δ -9-tetrahydrokannabinol)². Większość ludzi, którzy po prostu znają konopie indyjskie jako narkotyk, ignoruje ogromną społeczną, przemysłową i ekonomiczną wartość „konopi”. Konopie to termin używany, w przeciwieństwie do „marihuany”, w odniesieniu do odmian konopi charakteryzujących się niższym poziomem THC i uprawianych do celów przemysłowych³. Konopie to wszechstronna roślina uprawna, która może być uprawiana na dużych szerokościach geograficznych⁴, a poszczególne jej części mogą być wykorzystywane do produkcji żywności, tekstyliów, odzieży, biodegradowalnych tworzyw sztucznych, papieru, farb, biopaliw i pasz dla zwierząt⁵. W porównaniu do nasion konopi, kielki konopi charakteryzują się wyższą zawartością polifenoli, flawonoidów i flawonoli, znanych z pozytywnego wpływu na

¹ A. Pollio, *The name of Cannabis: a short guide for nonbotanists*, „Cannabis and Cannabinoid Research” 2016, nr 1, s. 234–238.

² World Health Organization, *Cannabis*, 2019, https://who.int/substance_abuse/facts/cannabis/en/ [dostęp: 30.06.2023].

³ A. Cadena, *Hemp vs marijuana: the difference explained*, 2018, <https://medium.com/cbd-origin/hemp-vs-marijuana-the-difference-explained-a837c51aa8f7> [dostęp: 30.06.2023].

⁴ J. C. Callaway, *Hemp as food at high latitudes*, „Journal of Industrial Hemp” 2002, nr 7, s. 105–117.

⁵ P. Ranalli, G. Venturi, *Hemp as a raw material for industrial applications*, „Euphytica” 2004, nr 140, s. 1–6.

układ sercowo-naczyniowy i metabolizm⁶. Ostatnio opublikowane badania, wykorzystujące zoptymalizowaną metodę charakterystyki chemicznej konopi zidentyfikowały 189 lipidów, w tym 52 fosfolipidy i 80 sulfolipidów⁷ oraz 147 związków należących do klas flawonoidów, proantocyjanidyn i kwasów fenolowych⁸. Oprócz wielu potencjalnych korzyści, z których większość nie została jeszcze udowodniona w dużych prospektywnych badaniach związanych z setkami różnych związków występujących w konopiach, spożycie produktów konopnych w diecie może również wiązać się z potencjalnym ryzykiem dla zdrowia publicznego, głównie związanym z nadmierną ekspozycją na psychoaktywne i niepsychoaktywne kannabinoidy, które mogą być obecne jako niepożądane zanieczyszczenia⁸ lub mogą być celowo spożywane w nadmiernych i potencjalnie szkodliwych ilościach.

Kannabidiol (w skrócie CBD) jest główną substancją czynną posiadającą pozytywny wpływ na zdrowie człowieka, zawartą w konopiach⁹. Jest to organiczny związek z grupy kannabinoidów. CBD, w przeciwieństwie do jego chemicznego izomeru THC, nie ma żadnych właściwości odurzających. Z grupy kannabinoidów, liczącej 61 zbadanych związków, drugim najbardziej przebadanym kannabinoidem ze względu na jego właściwości prozdrowotne jest właśnie CBD⁹. Od dawna wiadomo, że marihuana wykazuje właściwości halucynogenne i psychoaktywne. Zbadano jednak, że za te objawy odpowiadają kannabinoidy z grupy tetrahydrokannabinoli (THC)^{6,7}.

Cel pracy

Niniejszy artykuł przeglądowy miał na celu przedstawienie korzystnych właściwości konopi spożywanych jako żywność poprzez charakterystykę wpływu CBD na zdrowie człowieka w oparciu o dane literaturowe i informacje dostępne online.

⁶ R. Menezes, A. Rodriguez-Mateos, A. Kaltsatou i in., *Impact of flavonols on cardiometabolic biomarkers: a meta-analysis of randomized controlled human trials to explore the role of inter-individual variability*, "Nutrients" 2017, nr 9, s. E117.

⁷ M. Antonelli, B. Benedetti, G. Cannazza i in., *New insights in hemp chemical composition: a comprehensive polar lipidome characterization by combining solid phase enrichment, high-resolution mass spectrometry, and cheminformatics*, "Analytical and Bioanalytical Chemistry" 2019, nr 412, s. 423–423.

⁸ A. Cerrato, G. Cannazza, A. Capriotti i in., *A new software-assisted analytical workflow based on high-resolution mass spectrometry for the systematic study of phenolic compounds in complex matrices*, "Talanta" 2020, nr 209, s. 120573.

⁹ P. Cerino, C. Buonerba, G. Cannazza, J. D'Auria, E. Ottoni, A. Fulgione, A. Di Stasio, B. Pierri, A. Gallo, *A Review of Hemp as Food and Nutritional Supplement*, "Cannabis Cannabinoid Research" 2021, nr 12, 6(1), s. 19–27.

Różnica pomiędzy CBD a Δ^9 -THC

CBD i Δ^9 -tetrahydrokannabinol (Δ^9 -THC) to dwa najpopularniejsze kannabinoidy¹⁰,¹¹,¹², przy czym ten ostatni ma wysoki potencjał do nadużywania ze względu na swoje działanie psychoaktywne¹³. CBD i Δ^9 -THC wiążą się z receptorami w mózgu i ciele, ale wywołują różne efekty. Δ^9 -THC zakłóca wiele funkcji psychicznych i fizycznych oraz wywołuje efekty psychoaktywne. CBD przede wszystkim nie wywołuje efektów psychoaktywnych^{11,14}. Niemniej jednak w literaturze naukowej pojawiają się doniesienia o zdarzeniach niepożądanych i skutkach ubocznych CBD, stąd rysunek 1 ilustruje obecne postrzeganie, że stosowanie CBD jest potencjalnie związane głównie z efektami krótkoterminowymi, podczas gdy stosowanie Δ^9 -THC wiąże się z oddziaływaniem krótko- i długoterminowym^{11,15}. CBD jest biosyntetyzowane jako kwas karboksylowy poprzez ten sam szlak metaboliczny co THC, z wyjątkiem ostatniej reakcji chemicznej, która jest katalizowana przez syntazę kwasu CBD zamiast syntezy kwasu THC⁹. W ostatnich latach publikowane są dowody na korzystny wpływ CBD na organizm ludzki. W 2022 roku chińscy naukowcy badali kannabidiol i jego pochodne, w wyniku czego wykazali, że stosowanie konopi powoduje między innymi łagodzenie uczucia bólu, tłumienie nudności, ochronę uszkodzonych neuronów przed śmiercią, działa również uspokajająco czy wspomaga apetyt¹⁶. Takie korzyści płynące z używania marihuany mogą przyczynić się do ułatwienia walki z wieloma znaczącymi chorobami, z którymi obecnie zmagają się ludzkość – takimi jak nowotwory. Za te pozytywne właściwości marihuany odpowiedzialne są kannabinoidy, takie jak CBD i jego izomery¹⁶.

¹⁰ National Center for Complementary and Integrative Health (NCCIH), *Cannabis (marijuana) and cannabinoids: What you need to know*, 2019, <https://www.nccih.nih.gov/health/cannabis-marijuana-andcannabinoids-what-you-need-to-know> [dostęp: 26.06.2023].

¹¹ Food and Drug Administration (FDA), *What you need to know (and what we're working to find out) about products containing cannabis or cannabis-derived compounds, including CBD*, 2020, <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/what-you-need-know-and-what-were-working-find-out-aboutproducts-containing-cannabis-or-cannabis> [dostęp: 26.06.2023].

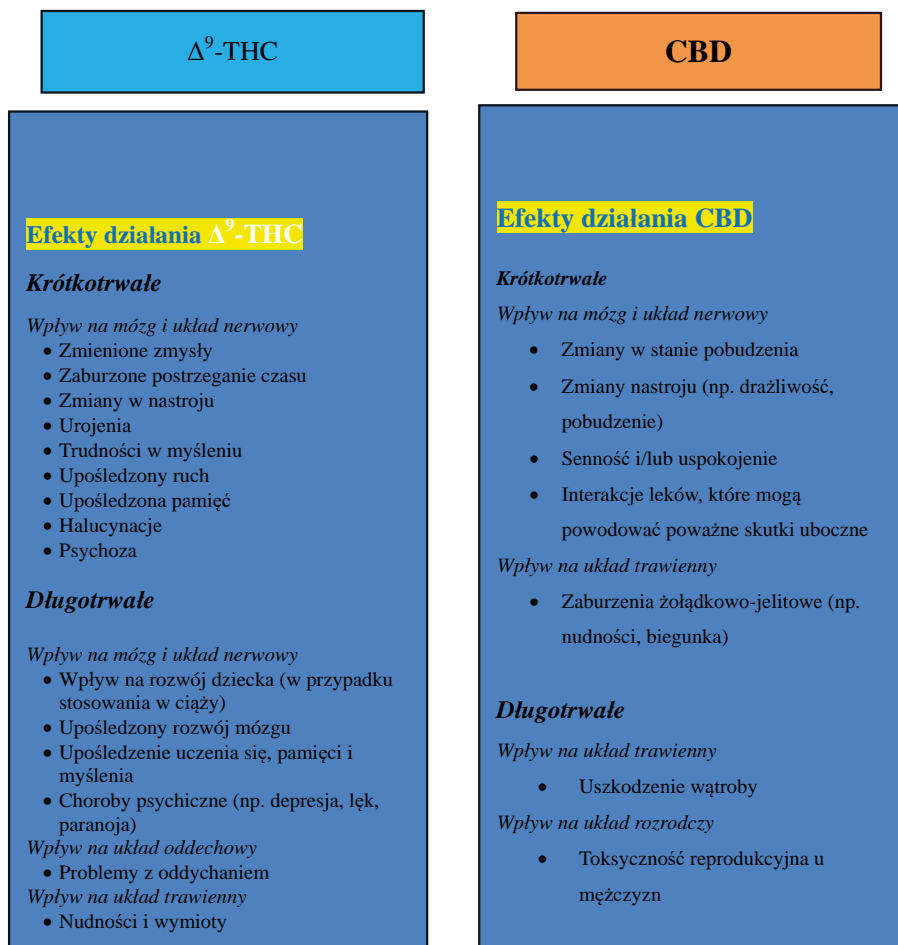
¹² A. Dąbrowska, R. Johnson, V.R. Green, L.N. Sacco, *FDA regulation of cannabidiol (CBD) consumer products: Overview and considerations for Congress*, Congressional Research Service, 2020, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46189> [dostęp: 2.07.2023].

¹³ Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA), *Preventing marijuana use among youth*, 2021, <https://store.samhsa.gov/product/preventing-marijuana-use-among-youth/PEP21-06-01-001> [dostęp: 2.07.2023].

¹⁴ National Institute on Drug Abuse (NIDA), *Cannabidiol: Barriers to research and potential medical benefits*, 2015, <https://archives.drugabuse.gov/testimonies/2015/biology-potential-therapeutic-effects-cannabidiol> [dostęp: 2.07.2023].

¹⁵ National Institute on Drug Abuse (NIDA), *Marijuana Drug Facts*, 2019, <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/marijuana> [dostęp: 2.07.2023].

¹⁶ Z. Cheng-Ting, X. Yin-Rong, N. Yun, L. Zhen-Hao, Y. Liu, X. Yong-Kai, L. Zhen-Jie, Z. Feng-Mei, X. Ze-Min, S. Jun, *New cannabidiol (CBD) derivatives: Synthesis, anti-inflammatory activity, and molecular docking*, „Phytochemistry Letters” 2022, nr 51, s. 97–103.

Rysunek 1. Potencjalne skutki zdrowotne Δ^9 -THC i CBD ^{11,15}

Układ endokannabinoidowy

Niepsychoaktywne kannabinoidy odnotowane w konopiach obejmują wyżej wspomniany CBD, a także kannabichromen (CBC), kannabigerol (CBG), kannabinol, kannabicyklol, kannabielsoinę, kannabitriol i inne¹⁷. Część ich aktywności biologicznej można wyjaśnić interakcją z układem endokannabinoidowym, który obejmuje dwa receptory kannabinoidowe sprzężone z białkiem G (CB₁ i CB₂) oraz dwa endogenne

¹⁷ J.A. Hartsel, J. Eades, B. Hickory i in., *Cannabis sativa and hemp*, [w:] *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*, R.C. Gupta, A. Srivastava, R. Lall (red.), Basel, Switzerland 2019, s. 735–754.

ligandy (anandamid i 2-arachidonoilglicerol)^{18, 19}. Receptor kannabinoidowy 1 (CB₁) jest głównym receptorem układu endokannabinoidowego. Występuje przede wszystkim w centralnym układzie nerwowym (CUN), zaś receptor kannabinoidowy 2 (CB₂), ponieważ jego sekwencja jest w niemal 50% identyczna z CB₁, jest uważany przez niektórych za jego odmianę^{18,19}. Układ endokannabinoidowy jest fizjologicznie zaangażowany w regulację apetytu, bólu, nastroju, pamięci, stanu zapalnego, wrażliwości na insulinę, a także metabolizm tłuszczów i energii, z szeroką gamą potencjalnych implikacji terapeutycznych w leczeniu bólu, zaburzeń neuropsychiatrycznych, chorób neurologicznych i zapalenia jelit, które mogą odnieść korzyści z aktywacji CB₁, a także w leczenie otyłości, cukrzycy typu 2 oraz zaburzeń czynności wątroby lub nerek, które mogą odnieść korzyści z antagonizmu CB₁²⁰.

Działanie układu endokannabinoidowego badali naukowcy z Univeristy of Calgary w Kanadzie²¹ i dowiedli, że kannabinoidy stymulują układ endokannabinoidowy, który jest odpowiedzialny za kontrolowanie i regulację wielu czynności życiowych, procesów fizjologicznych oraz pracę organów i innych układów w organizmie człowieka. W skrócie, jest on odpowiedzialny za równowagę w organizmie zwaną homeostazą. Utrzymanie homeostazy jelitowej ma fundamentalne znaczenie dla zdrowia. Funkcja bariery jelitowej i regulacja immunologiczna są kluczowymi wyznacznikami homeostazy jelitowej i dlatego są ściśle regulowane przez różne mechanizmy sygnalizacyjne⁹. Układ endokannabinoidowy jest układem sygnalizacyjnym mediatora lipidowego szeroko wyrażanym w przewodzie pokarmowym²¹. Zgromadzone dowody sugerują, że układ endokannabinoidowy jest krytycznym ogniwem zaangażowanym w procesy fizjologiczne, które leżą u podstaw kontroli homeostazy jelitowej²¹. Zbadano, że układ nerwowy ma zdolności do samodzielnej syntezy związków o działaniu bardzo podobnym do kannabinoidów. Otóż związki te wchodzą w reakcje z receptorami, z których składa się układ endokannabinoidowy, przez co jest on zdolny do regulowania procesów zachodzących w organizmie¹⁸. Odkryto również obecność enzymów, których zadaniem jest pomoc w syntezie i przekształcaniu wytwarzanych przez organizm endokannabinoidów w taki sposób, aby wytworzone były te niezbędne^{18, 21}.

¹⁸ L. De Petrocellis, A. Ligresti, A.S. Moriello i in., *Effects of cannabinoids and cannabinoid-enriched Cannabis extracts on TRP channels and endocannabinoid metabolic enzymes*, "British Journal of Pharmacology" 2011, nr 163, s. 1479–1494.

¹⁹ V. Di Marzo, F. Piscitelli, *The endocannabinoid system and its modulation by phytocannabinoids*, "Neurotherapeutics" 2015, nr 12, s. 692–698.

²⁰ V. Di Marzo, *New approaches and challenges to targeting the endocannabinoid system*, "Nature Reviews Drug Discovery" 2018, nr 17, s. 623–639.

²¹ H. Cuddihy, W.K. MacNaughton, K. A. Sharkey, *Role of the Endocannabinoid System in the Regulation of Intestinal Homeostasis*, "Cellular Molecular Gastroenterology Hepatology" 2022, nr 14(4), s. 947–963.

Pozytywny wpływ CBD

Silne działanie przeciwłękowe CBD wykazano w modelach przedklinicznych²². U myszy poddanych 2-tygodniowemu przewlekłemu nieprzewidywalnemu stresowi, wielokrotne podawanie CBD w dawce 30 mg/kg wywierało silne działanie przeciwłękowe poprzez receptor kannabinoidowy CB₁, co sugerują dowody na wyższe poziomy anandamidu w hipokampie związane z podawaniem CBD i odwrócenie efektów CBD poprzez podanie selektywnego antagonisty CB₁²². Co ciekawe, spektrum działań biologicznych CBD obejmuje właściwości immunomodulujące i przeciwzapalne. W mysim modelu łapy z ostrym zapaleniem wywołanym karagenem doustne codzienne podawanie CBD w dawkach od 5 do 40 mg/kg przez 3 dni było w stanie zmniejszyć obrzęk, poziom prostaglandyny E₂ w osoczu, aktywność cyklooksygenazy tkankowej, produkcję wolnych rodników pochodzących z tlenu i tlenu azotu po trzech dawkach CBD²³. Działanie przeciwzapalne można wyjaśnić odwrotnym agonizmem wobec receptora CB₂²⁴, który hamuje migrację komórek odpornościowych, zarówno w makrofagach²⁵, jak i ludzkich neutrofilach²⁶. CBD może również wywierać silne i specyficzne działanie przeciwko procesom neurozapalnym, które są zaangażowane w szereg zaburzeń neurodegeneracyjnych²⁷. Wiadomo także od dawna, że długotrwały stres, niewłaściwa dieta, światło niebieskie, nadmierna ilość bodźców docierająca do układu nerwowego człowieka oraz bardzo często występujące zanieczyszczenia środowiska, takie jak spaliny czy smog mają negatywny wpływ i powodują obumieranie składających się na wyżej wspomniany układ neuronów. A co za tym idzie, powoduje to problemy z kon-

²² A. C. Campos, Z. Ortega, J. Palazuelos i in., *The anxiolytic effect of cannabidiol on chronically stressed mice depends on hippocampal neurogenesis: involvement of the endocannabinoid system*, "International Journal of Neuropsychopharmacology" 2013, nr 16, s. 1407–1419.

²³ B. Costa, M. Colleoni, S. Conti i in., *Oral anti-inflammatory activity of cannabidiol, a non-psychoactive constituent of cannabis, in acute carrageenan-induced inflammation in the rat paw*, "Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacology" 2004, nr 369, s. 294–299.

²⁴ R.G. Pertwee, *The diverse CB1 and CB2 receptor pharmacology of three plant cannabinoids: delta9-tetrahydrocannabinol, cannabidiol and delta9-tetrahydrocannabivarin*, "British Journal of Pharmacology" 2008, nr 153, s. 199–215.

²⁵ L. Walter, A. Franklin, A. Witting i in., *Nonpsychotropic cannabinoid receptors regulate microglial cell migration*, "Journal of Neuroscience" 2003, nr 23, s. 1398–1405.

²⁶ D. McHugh, C. Tanner, R. Mechoulam i in., *Inhibition of human neutrophil chemotaxis by endogenous cannabinoids and phytocannabinoids: evidence for a site distinct from CB1 and CB2*, "Molecular Pharmacology" 2008, nr 73, s. 441–450.

²⁷ R. Poupot, D. Bergozza, S. Fruchon, *Nanoparticle-based strategies to treat neuro-inflammation*, "Materials (Basel)" 2018, nr 11(270), s. 1–14.

centracją. W przyszłości może to także wpływać na zwiększone ryzyko zachorowania na poważne choroby^{20, 28, 29}.

Zastosowanie CBD w leczeniu choroby Parkinsona

Metodą leczenia objawów chorób układu nerwowego, takich jak choroba Parkinsona, jest suplementacja olejem CBD³⁰. Dużą zaletą takiej formuły jest łatwość jej dozowania. Wagę tego aspektu podkreśla fakt, że pacjenci chorzy na chorobę Parkinsona są zazwyczaj w podeszłym wieku i łatwość dozowania suplementu ma dla nich duże znaczenie. Poza tym, stosowanie tego typu suplementów jest w pełni bezpieczne przez to, że jest to preparat wytworzony w pełni z naturalnych produktów, jakimi są konopie. Nie jest on w żaden sposób odurzający ani uzależniający. Wykazuje natomiast właściwości łagodzące objawy choroby Parkinsona przyczyniające się do redukcji drgań kończyn oraz redukcję utrudnień wymowy spowodowaną uszkodzeniami w neuronach układu nerwowego. Pacjenci chorzy na chorobę Parkinsona bardzo często skarżą się na nieustający ból oraz problemy ze snem czy poruszaniem się. Wyniki przeprowadzonych badań na ten temat pokazują, że stosowanie olejków i suplementów pochodzenia konopnego również łagodzą i regulują te dolegliwości^{28, 31}.

CBD wsparciem dla diabetyków

Wiele kannabinoidów zawartych w konopiach wpływa na regulacje czynności życiowych organizmu. Zorzenon i inni w 2019 roku opublikowali pracę³², w której potwierdzili fakt regulacji prawidłowego działania narządów i układów w ludzkim organizmie poprzez układ endokannabinoidowy. Dotychczasowa walka z cukrzycą typu drugiego

²⁸ A. Kazula, *Zastosowanie naturalnych kannabinoidów i endokannabinoidów w terapii*, „Postępy Farmakoterapii” 2009, nr 65(2), s. 147–160.

²⁹ K.U. Laverty, J.M. Stout, M.J. Sullivan i in., *A physical and genetic map of Cannabis sativa identifies extensive rearrangements at the THC/CBD acid synthase loci*, „Genome Research” 2019, nr 29, s. 146–156.

³⁰ C. Citti, B. Pacchetti, M.A. Vandelli i in., *Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA)*, „Journal Pharmaceutical Biomedical Analysis” 2018, nr 149, s. 532–540.

³¹ H. Kim, S. Zhang, M.-K. Sin, *Cannabidiol (CBD) Consideration in Parkinson Disease*, „The Journal for Nurse Practitioners” 2022, nr 18(6), s. 611–613.

³² M.R.T. Zorzenon, A.N. Santiago, M.A. Mori, S. Piovan, C.A. Jansen, M.E. Perina Padilha, S.R. Ciotta, P. Cezar de Freitas Mathias, F.S. Guimarães, R.M. Weffort de Oliveira, P.G. Milani, C.E. Mareze-Costa, *Cannabidiol improves metabolic dysfunction in middle-aged diabetic rats submitted to a chronic cerebral hypoperfusion*, „Chemico-Biological Interaction” 2019, nr 312, s. 108819, doi: 10.1016/j.cbi.2019.108819.

polegała na nieustannej kontroli poziomu cukru w organizmie oraz przemyślanym jego regulowaniem za pomocą konkretnego pożywienia lub insuliny³³. Badania przeprowadzone przez naukowców wykazują, że kannabidiol znajdujący się w produktach konopnych może wspierać diabetyków poprzez łagodzenie objawów choroby oraz wspomagać organizm w procesie regulacji poziomu cukru poprzez pobudzanie niektórych gruczołów do produkcji odpowiednich enzymów odpowiedzialnych za ten proces²⁸. Suplementacja CBD ma również pozytywny wpływ na regulację ciśnienia krwi poprzez możliwość zwężania lub rozszerzania naczyń krwionośnych, co również jest często występującym problemem u osób z tym schorzeniem.

Produkty konopne jako zamiennik leków opioidowych

Produkcja i stosowanie na szeroką skalę przeciwbólowych leków opioidowych przyczynia się do narażenia pacjenta, który je stosował, na choroby związane z uszkodzeniami wątroby, ze względu na szkodliwość i toksyczność opioidów, których pozostałości są neutralizowane właśnie w wątrobie^{11, 15}. Badania przeprowadzone odnośnie właściwości przeciwbólowych substancji kannabinoidowych okazały się być pozytywne. Wydają się być one lepszym zamiennikiem leków opioidowych ze względu na to, że nie mają tak szkodliwych efektów ubocznych, jak stosowane dotychczas leki. Przeciwbólowe działanie kannabinoidów polega na pobudzeniu przez nie receptorów układu endokannabinoidowego licznie znajdujących się w strukturach mózgu, na rdzeniu kręgowym, co następnie hamuje nadaktywność włókien C bezpośrednio związaną z odczuwaniem bólu³⁴.

Zastosowanie CBD w sporcie

Oleje i suplementy, które zawierają głównie kannabinoidy, takie jak CBD, w ostatnich latach zyskały dużo uwagi oraz zagościły na dobre w diecie profesjonalnych sportowców³⁵. Jak wiadomo, intensywne treningi, będące nieodłączną częścią profesjonalnego sportu, powodują przekroczenie pewnych granic w organizmie, co praktycznie zawsze powoduje objawy, takie jak przeciążenie mięśni, przyspieszoną akcję serca, zwiększone ciśnienie tętnicze, przyspieszony oddech, przeciążenie układu kostnego czy podwyż-

³³ *Zastosowanie CBD w leczeniu cukrzycy*, 2022. <https://cbdmed.pl/zastosowanie-cbd-w-leczeniu-cukrzycy/> [dostęp: 22.06.2023].

³⁴ *Przeciwbólowe właściwości CBD*, 2021, <https://leki.pl/poradnik/przeciwbolowe-wlasciwosci-cbd/> [dostęp: 22.06.2023].

³⁵ *CBD w sporcie profesjonalnym, amatorskim i na emeryturze sportowej*, 2019, <https://purehemp.pl/cbd-w-sporcie/> [dostęp: 22.06.2023].

szoną temperaturę³⁵. Takie działania organizmu są spowodowane próbą osiągnięcia stanu równowagi, a ciągły wysiłek odbywany na treningach utrudnia mu jego osiągnięcie. Wprowadzenie kannabinoidów do diety często powoduje poprawę wydolności organizmu, poprzez ułatwienie wejścia w stan homeostazy, dzięki czemu może on wydatkować mniej energii na stabilizację warunków w organizmie³⁵. Doprowadzanie do przeciążeń w ciele sportowca podczas intensywnego wysiłku bardzo często prowadzi do wystąpienia mikrourazów, na przykład w mięśniach czy stawach, co wymaga późniejszej regeneracji i odpoczynku, na które kannabinoidy uzupełnione suplementami diety również mają pozytywny wpływ, poprzez ich właściwości, na przykład przeciwbólowe, co daje możliwość odstawienia szkodliwych leków opioidowych lub farmakologicznych³⁵.

Podsumowanie

Jeszcze nie do końca spopularyzowana i przebadana konopia, zarówno pod względem zawartych w niej substancji, jak i ich oddziaływania oraz ogólnego wpływu na ludzki organizm już powoduje duże kontrowersje w wielu branżach, ze względu na swój szeroki wachlarz pozytywnych właściwości. Przewiduje się, że wykorzystanie konopi w przemyśle spożywczym i suplementacyjnym wzrośnie w nadchodzących latach wraz ze wzrostem popytu, co będzie miało ogromne implikacje społeczne, gospodarcze i sanitarne. Interwencje legislacyjne i regulacyjne powinny mieć na celu zachęcanie do odpowiednich badań klinicznych w celu udowodnienia lub obalenia bezpieczeństwa produktów pochodnych konopi, co do tej pory nie zostało wykonane niezależnie przez przemysł lub środowiska naukowe. Szersze badania w tym kierunku mogą otworzyć więcej ścieżek rozwoju przemysłu konopnego, spopularyzować ten temat w społeczeństwie oraz dać szansę na zrewolucjonizowanie wielu branż wiążących się bezpośrednio z ludzkim zdrowiem. Jak wiadomo, produkty konopne już są stosowane w wielu terapiach, w których m.in. stanowią wsparcie dla osób zmagających się z ciężkimi chorobami lub sportowców stale dążących do dużej wydolności organizmu. Stosowane są także w ramach profilaktyki chroniącej przed zachorowaniem na uciążliwe choroby, wskazując tym samym, jak wielki kryje się w nich potencjał.

Bibliografia

- Antonelli M., Benedetti B., Cannazza G. i in., *New insights in hemp chemical composition: a comprehensive polar lipidome characterization by combining solid phase enrichment, high-resolution mass spectrometry, and cheminformatics*, "Analytical and Bioanalytical Chemistry" 2019, nr 412, s. 423–423.
- Callaway J.C., *Hemp as food at high latitudes*, „Journal of Industrial Hemp” 2002, nr 7, s. 105–117.

- Campos A.C., Ortega Z., Palazuelos J. i in., *The anxiolytic effect of cannabidiol on chronically stressed mice depends on hippocampal neurogenesis: involvement of the endocannabinoid system*, "International Journal of Neuropsychopharmacology" 2013, nr 16, s. 1407–1419.
- Cerino P., Buonerba C., Cannazza G., D'Auria J., Ottoni E., Fulgione A., Di Stasio A., Pierri B., Gallo A., *A Review of Hemp as Food and Nutritional Supplement*, "Cannabis Cannabinoid Research" 2021, nr 12, s.19–27.
- Cerrato A., Cannazza G., Capriotti A. i in., *A new software-assisted analytical workflow based on high-resolution mass spectrometry for the systematic study of phenolic compounds in complex matrices*, "Talanta" 2020, nr 209, s. 120573.
- Cheng-Ting Z., Yin-Rong X., Yun N., Zhen-Hao L., Liu Y., Yong-Kai X., Zhen-Jie L., Feng-Mei Z., Ze-Min X., Jun S., *New cannabidiol (CBD) derivatives: Synthesis, anti-inflammatory activity, and molecular docking*, „Phytochemistry Letters” 2022, nr 51, s. 97–103.
- Citti C., Pacchetti B., Vandelli M.A. i in., *Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA)*, "Journal Pharmaceutical Biomedical Analysis" 2018, nr 149, s. 532–540.
- Costa B., Colleoni M., Conti S. i in., *Oral anti-inflammatory activity of cannabidiol, a non-psychoactive constituent of cannabis, in acute carrageenan-induced inflammation in the rat paw*, "Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacology" 2004, nr 369, s. 294–299.
- Cuddihy H., MacNaughton W.K., Sharkey K.A., *Role of the Endocannabinoid System in the Regulation of Intestinal Homeostasis*, „Cellular Molecular Gastroenterology Hepatology” 2022, nr 14(4), s. 947–963.
- De Petrocellis L., Ligresti A., Moriello A.S. i in., *Effects of cannabinoids and cannabinoid-enriched Cannabis extracts on TRP channels and endocannabinoid metabolic enzymes*, "British Journal of Pharmacology" 2011, nr 163, s. 1479–1494.
- Di Marzo V., *New approaches and challenges to targeting the endocannabinoid system*, "Nature Reviews Drug Discovery" 2018, nr 17, s. 623–639.
- Di Marzo V., Piscitelli F., *The endocannabinoid system and its modulation by phytocannabinoids*, "Neurotherapeutics" 2015, nr 12, s. 692–698.
- Hartsel J.A., Eades J., Hickory B. i in., *Cannabis sativa and hemp. [w:] Nutraceuticals in Veterinary Medicine*, R.C. Gupta, A. Srivastava, R. Lall (red.), Basel, Switzerland 2019, s. 735–754.
- Kazula A., *Zastosowanie naturalnych kannabinoidów i endokannabinoidów w terapii*, „Postępy Farmakoterapii” 2009, nr 65(2), s. 147–160.
- Kim H., Zhang S., Sin M.-K., *Cannabidiol (CBD) Consideration in Parkinson Disease*, „The Journal for Nurse Practitioners” 2022, nr 18(6), s. 611–613.
- Laverty K.U., Stout J.M., Sullivan M.J. i in., *A physical and genetic map of Cannabis sativa identifies extensive rearrangements at the THC/CBD acid synthase loci*, "Genome Research" 2019, nr 29, s. 146–156.
- McHugh D., Tanner C., Mechoulam R. i in., *Inhibition of human neutrophil chemotaxis by endogenous cannabinoids and phytocannabinoids: evidence for a site distinct from CB1 and CB2*, "Molecular Pharmacology" 2008, nr 73, s. 441–450.
- Menezes R., Rodriguez-Mateos A., Kaltsatou A. i in., *Impact of flavonols on cardiometabolic biomarkers: a meta-analysis of randomized controlled human trials to explore the role of inter-individual variability*, "Nutrients" 2017, nr 9, s. E117.
- Pertwee R.G., *The diverse CB1 and CB2 receptor pharmacology of three plant cannabinoids: delta 9-tetrahydrocannabinol, cannabidiol and delta 9-tetrahydrocannabivarin*, "British Journal of Pharmacology" 2008, nr 153, s. 199–215.
- Pollio A., *The name of Cannabis: a short guide for nonbotanists*, „Cannabis and Cannabinoid Research” 2016, nr 1, s. 234–238.

- Poupot R., Bergozza D., Fruchon S., *Nanoparticle-based strategies to treat neuro-inflammation*, "Materials (Basel)" 2018, nr 11(270), s. 1–14.
- Ranalli P., Venturi G., *Hemp as a raw material for industrial applications*, "Euphytica" 2004, nr 140, s. 1–6.
- Walter L., Franklin A., Witting A. i in., *Nonpsychotropic cannabinoid receptors regulate microglial cell migration*, "Journal of Neuroscience" 2003, nr 23, s. 1398-1405.
- Zorzenon M.R.T., Santiago A.N., Mori M.A., Piovani S., Jansen C.A., Perina Padilha M.E., Ciotta S.R., Cezar de Freitas Mathias P., Guimarães F.S., Weffort de Oliveira R.M., Milani P.G., Mareze-Costa C.E., *Cannabidiol improves metabolic dysfunction in middle-aged diabetic rats submitted to a chronic cerebral hypoperfusion*, „Chemico-Biological Interaction" 2019, nr 312, s. 108819.
- Źródła internetowe
- Cadena A., *Hemp vs marijuana: the difference explained*, 2018, <https://medium.com/cbd-origin/hemp-vs-marijuana-the-difference-explained-a837c51aa8f7> [dostęp: 30.06.2023].
- CBD w sporcie profesjonalnym, amatorskim i na emeryturze sportowej*, 2019, <https://purehemp.pl/cbd-w-sporcie/> [dostęp: 22.06.2023].
- Dąbrowska A., Johnson R., Green V.R., Sacco L.N., *FDA regulation of cannabidiol (CBD) consumer products: Overview and considerations for Congress*, Congressional Research Service, 2020, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46189> [dostęp: 2.07.2023].
- Food and Drug Administration (FDA), *What you need to know (and what we're working to find out) about products containing cannabis or cannabis-derived compounds, including CBD*, 2020, <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/what-you-need-know-and-what-were-working-find-out-aboutproducts-containing-cannabis-or-cannabis> [dostęp: 26.06.2023].
- National Center for Complementary and Integrative Health (NCCIH), *Cannabis (marijuana) and cannabinoids: What you need to know*, 2019, <https://www.nccih.nih.gov/health/cannabis-marijuana-andcannabinoids-what-you-need-to-know> [dostęp: 26.06.2023].
- National Institute on Drug Abuse (NIDA), *Marijuana Drug Facts*, 2019, <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/marijuana> [dostęp: 26.06.2023].
- National Institute on Drug Abuse (NIDA), *Cannabidiol: Barriers to research and potential medical benefits*, 2015, <https://archives.drugabuse.gov/testimonies/2015/biology-potential-therapeutic-effects-cannabidiol> [dostęp: 2.07.2023].
- Przeciwbólowne właściwości CBD*, 2021, <https://leki.pl/poradnik/przeciwbolowe-wlasciwosci-cbd/> [dostęp: 22.06.2023].
- Substance Abuse and Mental Health Services Administration (SAMHSA), *Preventing marijuana use among youth*, 2021, <https://store.samhsa.gov/product/preventing-marijuana-use-among-youth/PEP21-06-01-001> [dostęp: 2.07.2023].
- World Health Organization, *Cannabis*, 2019, https://who.int/substance_abuse/facts/cannabis/en/ [dostęp: 30.06.2023].
- Zastosowanie CBD w leczeniu cukrzycy*, 2022, <https://cbdmed.pl/zastosowanie-cbd-w-leczeniu-cukrzycy/> [dostęp: 22.06.2023].

POSITIVE EFFECTS OF HEMP ON HUMAN HEALTH

Abstract: The term 'hemp' refers to varieties of *Cannabis sativa* grown for industrial purposes that have lower levels of tetrahydrocannabinol (THC), the active substance responsible for the psychotropic effects of hemp. Hemp can be used for food, textiles, clothing, biodegradable plastics, paper, paints, biofuels and animal feed. Various parts of the hemp plant are a valuable source of food and dietary supplement ingredients. The hemp industry in Poland is still underdeveloped due to the public's aversion to hemp-related products. It is worthwhile to make people aware of the use of hemp products because of their very wide application for the sake of their health. Based on many articles and scientific studies, it is already known what effect they have on the human body. In 1992, the endocannabinoid system was discovered in the body, which is responsible for regulating almost all processes in the human body, such as appetite, sleep, reproductive function, heart function and memory. Cannabis influences this system through the phytocannabinoids it contains, which have a similar structure to the cannabinoids produced by the human body to regulate the aforementioned vital processes in our body. Most diseases are directly related to the neglect of the endocannabinoid system. Medical cannabis is already being used to combat certain diseases such as Parkinson's disease, inflammatory bowel disease and depression. The CBD itself contained in medical cannabis has the following properties: sedative, anti-stress, analgesic, anti-inflammatory, prevents nausea, the knowledge of which can be useful in many everyday situations.

This review article aims to report on the scientific evidence supporting the beneficial properties of hemp consumed as a food or supplement, which is subject to varied and complex regulations around the world when marketed.

Keywords: cannabidiol (CBD), cannabinoids, hemp food, hemp, impact on health

**SEKCJA NAUK
ROLNICZYCH, LEŚNYCH
I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Roksana Kaszewska
Mateusz Gurtatowski
Koło Naukowe Leśników
Opiekun: mgr inż. Ewa Chećko
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

KĄPIELE PTAKÓW LEŚNYCH W MROWISKACH

Wstęp

Środowisko obfituje w patogeny takie jak wirusy, bakterie i pasożyty, które uważane są za najważniejsze czynniki selekcyjne determinujące śmiertelność. W celu przetrwania zwierzęta wykształciły wiele mechanizmów obronnych, w tym tolerowanie pewnej ilości patogenów, ich aktywne zwalczanie przez układ immunologiczny oraz odporność behawioralną¹. Odporność behawioralna jest odpowiedzialna za modyfikowanie zachowań w taki sposób, aby unikać źródeł chorobowych oraz wykorzystywać zoofarmakognozę. Określenie to oznacza zdolność zwierząt do samoleczenia się^{2, 3}. Takie zachowanie zwierząt polega na zjedaniu substancji leczniczych lub nacieraniu nimi powierzchni ciała, do czego wykorzystywane są rośliny, owady i różne naturalnie występujące substancje, posiadające działanie profilaktyczne i terapeutyczne. Zabiegi te prowadzą do pozbycia się toksyn lub patogenów, poprawiając ogólny stan organizmu i wzmacniając jego odporność. Literatura podaje wiele przykładów farmakognozji. Często obserwowanym zachowaniem jest zjedanie niektórych roślin przez psy i koty⁴.

Innym przykładem jest wykorzystanie mrówek oraz ich wydzielin, w postaci jadu i płynu analnego, przez ptaki. Zjawisko to ma kilka określeń, takich jak „kąpiele w mro-

¹ M. Schaller, Parasites, *Behavioral defenses, and the social psychological mechanisms through which cultures are evoked*, „Psychological Inquiry” 2006, 17: 96–101.

² T. Kaleta, *Samoleczenie u dziko żyjących kręgowców – krótki przegląd zachowań*, „Życie Weterynaryjne” 2005, 80(5): 278–282.

³ V. Mamillapalli, Jujjavarapu B., Kantamneni P., *Zoo Pharmacognosy: animal self-medication*, „Journal of Critical Reviews” 2016, 3: 13–17.

⁴ V. Mamillapalli i in., *Zoo...*, *op.cit.*

wiskach” czy też „mrówkowanie”⁵. Pierwsze badania naukowe na ten temat rozpoczęły się już w XIX wieku. Z kąpieli w mrowiskach korzysta ponad 200 gatunków ptaków na świecie pochodzących z kilku rzędów, m.in. sokołowe, żurawiowe, czepigi czy wróblowe (*Passeriformes*), do którego zaliczane są rodziny m.in. wróblowatych i krukowatych⁶. Zjawisko to obserwowano zarówno u ptactwa dziko żyjącego, jak i żyjącego w niewoli. Istnieje kilka hipotez dotyczących celu wykorzystania mrówek przez ptaki: pielęgnacja piór, pozbywanie się ektopasożytów – wszy, łagodzenie podrażnień skóry w czasie przepierzania, samostymulacja, rozgrzanie organizmu, odstraszenie wrogów oraz jako pokarm. Zastosowania te nie wykluczają się, gdyż ptaki mogą korzystać z mrówek równolegle na kilka sposobów.

Temat kąpieli ptaków w mrowiskach w Europie środkowej jest niedostatecznie poznany, pomimo podejmowania tego zagadnienia przez naukowców w różnych częściach świata, gdzie obserwowane są nowe formy zachowań i opisywane różnorakie cele mrówkowania.

W pozyskiwaniu mrówek wyróżnia się dwa zachowania: pasywne i aktywne. Zachowanie pasywne polega na sprowokowaniu mrówek do ataku, rozłożeniu skrzydeł i ich przejściu po upierzeniu. W zachowaniu aktywnym mrówki są łapane dziobem, a następnie ptak smaruje nimi pióra, aby owady wydalily z siebie jad zawierający kwas mrówkowy⁷. Ponadto obserwowane i opisywane są nowe zachowania pozyskiwania mrówek, takie jak tupanie stopami w mrowisku czy nurkowanie. Największą intensywność kąpieli obserwowano w upalne i wilgotne dni oraz w mrowiskach o wysokiej populacji mrówek, co jest związane z wzmożoną aktywnością mrówek, jak i pasożytów przebywających w upierzeniu⁸. Do mrówkowania ptaki najczęściej wykorzystują mrówki z rodzaju *Formica*, *Lasius* i *Camponotus*⁹.

⁵ G. Wiles, K. McAllister, *Records of anting by birds in Washington and Oregon*, „Washington Birds” 2011, 11: 28–34.

⁶ T. Kaleta, *Samoleczenie...*, *op.cit.*; A.J.K.F. Craig, *Anting in Afrotropical birds: an overview*, Ostrich: „Journal of African Ornithology” 1993, 70(3-4): 203–207; I. Sazima, *Anting behavior with millipedes by the dendrocolaptid bird Xiphocolaptes albicollis in southeastern Brazil*, „Biota Neotrop” 2009, 9(1): 249–252; N. Morozov, *Why do birds practice anting?*, „Biology Bulletin Reviews” 2015, 5(4): 353–365..

⁷ T. Kaleta, *Samoleczenie...*, *op.cit.*; A.J.K.F. Craig, *Anting...*, *op.cit.*; I. Sazima, *Anting...*, *op.cit.*; N. Morozov, *Why do birds...*, *op.cit.*

⁸ G. Wiles, K. McAllister, *Records...*, *op.cit.*; K. Okawara, Y. Kamei, T. Akino, *Anting behavior in birds: the behavioral patterns and the interactions with ants in the subgenus Dendrolasius of the genus Lasius*, „Journal of Ornithology” 2022, 163(4): 13–22.

⁹ G. Wiles, K. McAllister, *Records...*, *op.cit.*; N. Morozov, *Why do birds...*, *op.cit.*; K. Okawara, Y. Kamei, T. Akino, *Anting...*, *op.cit.*

Cel pracy

Celem pracy było określenie gatunków ptaków korzystających z kąpiei w mrowiskach w lasach północno-wschodniej Polski. Ocenie poddano liczebność pojawiania się danego gatunku, dobową i miesięczną aktywność, czas przebywania na kopcu mrowiska oraz podjęto próbę określenia typu zachowania dla danego gatunku.

Metody i teren badań

Badania miały charakter pilotażowy i zostały zrealizowane we współpracy z Uniwersytetem w Białymstoku i Mazurskim Parkiem Krajobrazowym. Niniejsza praca prezentuje wyniki części zrealizowanej przez Koło Naukowe Leśników. Badania prowadzono w trzech nadleśnictwach, w sześciu różnych lokalizacjach – trzy w nadleśnictwie Stare Jabłonki, dwie w nadleśnictwie Dwukoły oraz jedna w nadleśnictwie Lidzbark.

Powierzchnie w nadleśnictwach Stare Jabłonki oraz Lidzbark zlokalizowane były w na siedlisku lasu mieszanego świeżego. W tym typie siedliskowym lasu gleby są dość żyzne, z głębokim poziomem wód gruntowych. Gatunkami częstymi runa są m.in. konwalijka dwulistna *Maianthemum bifolium*, szczawik zajęczy *Oxalis acetosella*, trzcinnik leśny *Calamagrostis arundinacea*, malina kamionka *Rubus saxatilis*, dąbrówka rozłogowa *Ajuga reptans* i in. Najczęściej występującymi typami lasu są sosnowo-dębowe oraz dębowo-sosnowe. Bór mieszany świeży, występujący w nadleśnictwie Dwukoły, charakteryzuje się glebami mineralnymi, znajdującymi się pod słabym wpływem wód gruntowych. Do gatunków częstych runa zalicza się widłaka jałowcowego *Lycopodium annotinum*, turzycę pospolitą *Carex nigra*, trzęślicę modrą *Molinia coerulea*, borówkę czarną *Vaccinium myrtillus* oraz siódmaczka leśnego *Trientalis europaea*. Dominuje w nim typ lasu dębowo-sosnowy, świerkowo-sosnowy, sosnowo-świerkowy.

Obserwacje trwały od czerwca do października 2022 roku, wykorzystano w nich sześć fotopułapek. Urządzenia te zostały umieszczone na drzewach sąsiadujących z mrowiskami mrówek z rodzaju *Formica* tak, aby pole widzenia obiektywu obejmowało cały kopiec. W momencie poruszenia się obiektu w kadrze fotopułapki rejestrowały obraz kolorowy lub monochromatyczny (przy słabym natężeniu światła).

Na podstawie zarejestrowanych filmów oznaczano gatunki ptaków oraz charakterystyczne zachowania w czasie ich kąpiei. Co istotne, nie brano pod uwagę liczby osobników danego gatunku korzystających z mrowkowania, ponieważ istniało prawdopodobieństwo, że jedno mrowisko było odwiedzane przez tego samego osobnika. Uwagę skupiono na liczbie odwiedzin oraz liczbie zażywanych kąpiei. Dla uzyskania średniego czasu kąpiei w obrębie każdego z gatunków zsumowano czas przebywania oraz kąpiei w sekundach, od momentu wejścia do chwili zejścia z mrowiska, który następnie podzielono przez liczbę osobników. Do wyliczenia średniego czasu kąpiei nie brano pod uwagę odwiedzin trwających 1 sekundę, ponieważ nie było można

stwierdzić, czy są to przypadkowe rejestracje przelatującego ptaka, czy celowe wizyty w mrowisku. Do sprawdzenia, czy średni czas kąpeli w mrowiskach różnił się pomiędzy gatunkami, wykorzystano analizę wariancji ANOVA, za poziom istotności przyjęto $p=0,05$. Automatyczna rejestracja daty i godziny umożliwiła również zebranie informacji odnośnie do aktywności sezonowej ptaków, a także aktywności dobowej, która została przeanalizowana w przedziałach o długości jednej godziny.

Wyniki

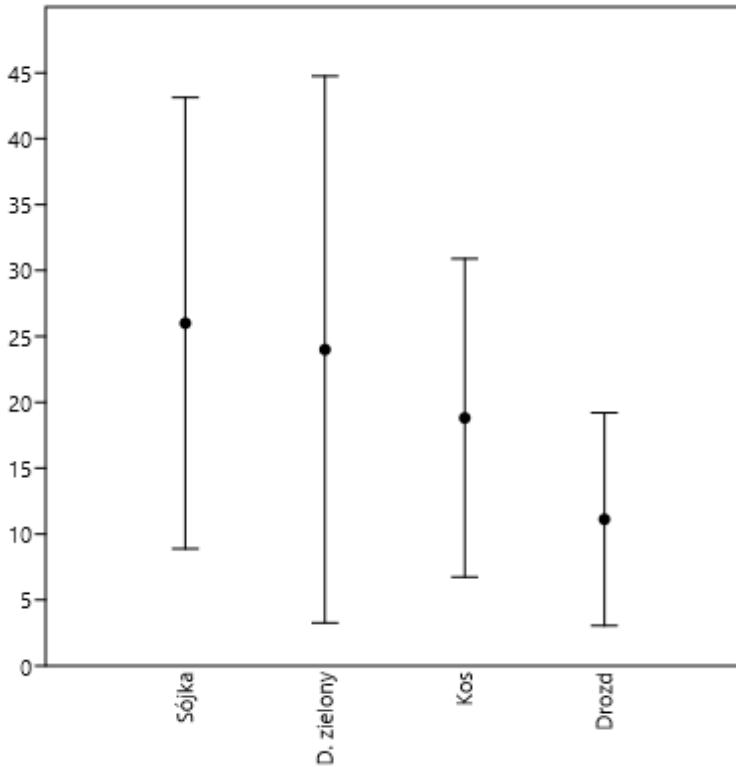
Łącznie kamery zarejestrowały obecność zwierząt na 105 filmach, z czego na 85 były ptaki pięciu różnych gatunków należących do 3 rodzin. Spośród wszystkich zaobserwowanych odwiedzin mrowisk u sójek kąpiele stanowiły 93%, u kosów 88%, natomiast dzięcioły i drozdy oraz nierozpoznane gatunki odwiedzały mrowiska wyłącznie w celu kąpeli.

W sumie zaobserwowano 48 kąpeli sójek zwyczajnych *Garrulus glandarius* i 1 kąpiel sroki zwyczajnej *Pica pica* należących do rodziny krukowatych, 13 kąpeli dzięcioła zielonego *Picus viridis* z rodziny dzięciołowatych, oraz 17 kąpeli kosów zwyczajnych *Turdus merula* i 8 kąpeli drozdów śpiewaków *Turdus philomelos* z rodziny drozdowatych *Turdidae*. 6 osobników nie zostało zidentyfikowanych przez niewyraźny obraz nagrania.

Ptaki ukazywały zarówno zachowania pasywne, czyli prowokowanie mrówek poprzez rozkładanie skrzydeł, jak i aktywne, cechujące się łapaniem mrówek dziobem, rozgniataniem ich, następnie wcieraniem wzdłuż piór wydzielin mrówek. Podczas odwiedzin zaobserwowano również konsumpcję mrówek oraz pojedyncze, sekundowe wizyty, należące prawdopodobnie do osobnika odwiedzającego mrowisko pomiędzy kąpielami.

Wśród wyróżnionych gatunków najbardziej charakterystyczne zachowania zaobserwowano u sójek. Osobniki tego gatunku cechowały się głównie zachowaniem pasywnym. Polegało ono na rozkładaniu skrzydeł dookoła powierzchni ciała, w oczekiwaniu na reakcję obronną ze strony owadów. Czasem towarzyszyło im rozwijanie ogona na kształt wachlarza. Zarówno skrzydła jak i ogon bezpośrednio przylegały do mrowisk. Podczas odwiedzin w mrowisku dzięcioła zielonego zaobserwowano przeważające zachowania aktywne. Podczas kąpeli, zanotowanych głównie w godzinach porannych, mrówki służyły mu również jako pokarm. W przerwach pomiędzy konsumpcją gatunek ten nacierał dziobem powierzchnię ciała wzdłuż piór, wykorzystując substancje wydzielane przez owady. Sroka prawdopodobnie odwiedziła mrowisko w celach konsumpcyjnych. U dzięcioła zielonego oraz kosa występowały zarówno zachowania aktywne, jak i pasywne. U drozdów śpiewaków nie zauważono żerowania na mrowisku, a wyłącznie kąpiele o charakterze pasywnym.

Średni czas trwania kąpeli nie różnił się pomiędzy poszczególnymi gatunkami (ANOVA, $p>0,05$). Ptaki wykazywały dużą zmienność czasu poświęcanego na pojedyn-

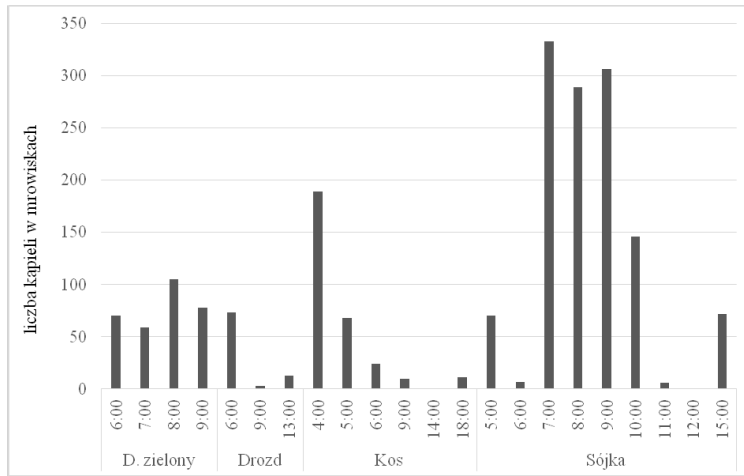


Rycina 1. Czas trwania kąpiei w mrowisku każdego z gatunków. (Kropka – średni czas kąpiei, linie – odchylenie standardowe)

czą kąpiel (ryc. 1); w przypadku sójki było to $26,0 \pm 17,1$ s, dzięcioła zielonego $24,0 \pm 20,7$ s, zaś kos i drozd spędzały odpowiednio po $18,8 \pm 12,1$ s oraz $11,1 \pm 8,1$ s.

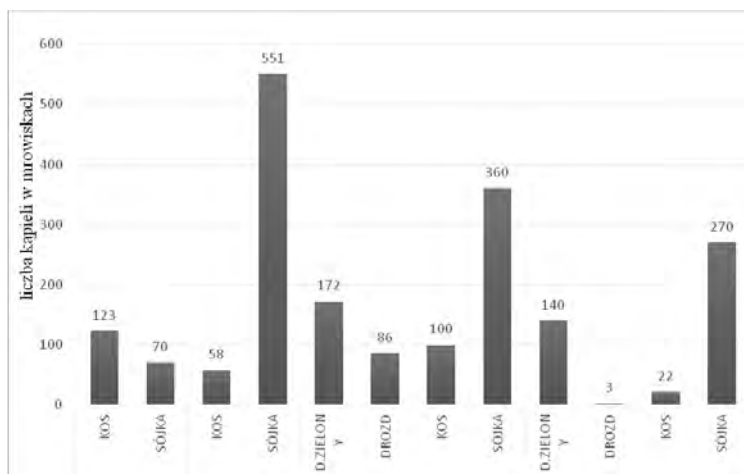
Największą łączną aktywność ptaków obserwowano między godziną 7:00–9:00, kiedy mrowiska odwiedzały głównie sójki i dzięcioły. Najwcześniejszą aktywność wykazywał kos, pojawiając się najliczniej między godziną 4:00 a 5:00, a więc w porze zbliżonej do wschodu słońca. Innym przykładem ptaka o aktywności porannej jest dzięcioł zielony, który odwiedzał mrowiska pomiędzy 6:00 a 9:00 rano. Między godziną 7:00 a 10:00 szczyt częstotliwości odwiedzin wykazywały sójki. Po godzinie 11:00 ptaki odwiedzały mrowiska sporadycznie lub nie przejawiały aktywności (ryc. 2).

Zaobserwowano wyraźną sezonowość występowania zjawiska kąpiei w mrowiskach. W czerwcu nie zanotowano żadnych wizyt. Pierwsze z nich, jeszcze nieliczne (12 kąpiei – 12%) zarejestrowano w lipcu. Najwięcej kąpiei łącznie dla wszystkich gatunków przypadło na wrzesień (39 kąpiei – 40%). Poszczególne gatunki w różnym czasie zaczynały korzystać z mrowisk. Gatunkiem najczęściej obserwowanym w lipcu był kos, zanotowano wtedy również pierwsze kąpiele sójek. Dla sójki najwyższa intensywność odwiedzin przypadła na sierpień (20 kąpiei – 42%) i stopniowo malała



Rycina 2. Aktywność dobową odwiedzin danego gatunku ptaków w mrowiskach

z każdym miesiącem. Zarówno kosy, jak i sójki korzystały z kąpeli w ciągu czterech miesięcy ze zróżnicowaną częstotliwością. Dzięki zielony odwiedzał mrowiska wyłącznie w miesiącach jesiennych – wrześniu i październiku (38% i 62%). W podobnym czasie zarejestrowano wizyty drozda, jednak w tym przypadku zdecydowanie większą aktywność zaobserwowano we wrześniu (ryc. 3).



Rycina 3. Aktywność miesięczna odwiedzin danego gatunku ptaków w mrowiskach

Podczas monitorowania mrowisk fotopułapki zarejestrowały także ssaki, m.in. sarny, jelenie, łosie, lisy, borsuki, jenoty, wiewiórki, kuny, gryzonie, dziki, koty oraz krowy.

Dyskusja

W wyniku przeprowadzonych badań na terenie nadleśnictw: Stare Jabłonki, Dwukoły i Lidzbark, został zebrany interesujący materiał filmowy. Analiza filmów wykazała, że wśród rodzimej leśnej ornitofauny z mrówkowania najczęściej korzystają ptaki z rodziny krukowatych, następnie dzięciołowatych i drozdowatych. Zaobserwowano zachowania zarówno aktywne, pasywne, jak i mieszane, które zostały zauważone m.in. w takich krajach jak: Brazylia, USA czy Japonia¹⁰. Czas trwania kąpieli może wynosić nawet do godziny, a częstotliwość uzależniona jest od panującego klimatu (wilgotny klimat sprzyja rozwojowi pasożytów, a więc mrówkowanie jest wykorzystywane regularnie), gatunku ptaka czy też posiadania wzorca do naśladowania¹¹. Wysoka liczba kąpieli w godzinach porannych może być powodem występowania wyższej wilgotności, która wpływa na aktywność wszy, mrówek jak i ilość jadu¹².

Kwas mrówkowy jest substancją toksyczną występującą w jadzie mrówek z podrodziny *Formicinae*. Jad mrówek występuje w postaci roztworu wodnego o stężeniu około 50%, działa on ograniczająco na bakterie i grzyby¹³. Śmiertelność wszy po kontakcie z jadem mrówek wynosi 25%, choć informacja ta bywa podważana¹⁴. Ptaki do kąpieli, a zarazem pozbycia się przeszkadzających pasożytów i drobnoustrojów, nauczyły się wykorzystywać nacieranie piór mięczakami, częściami roślin, a nawet też pozostawionymi przez człowieka kulkami na mole, czy okadzanie dymem wydobywającym się z kominów¹⁵.

Po przeanalizowaniu danych z pierwszego okresu badawczego można zauważyć występowanie różnic w intensywności pobierania kąpieli w ciągu sezonu. Okres wzmożonej aktywności mrówkowania w przeprowadzonym badaniu przypada na sierpień. Literatura wskazuje, że predyspozycje do mrówkowania są związane z gatunkiem oraz

¹⁰ G. Wiles, K. McAllister, *Records...*, *op.cit.*; I. Sazima, *Anting...*, *op.cit.*; N. Morozov, *Why do birds...*, *op.cit.*; K. Okawara, Y. Kamei, T. Akino, *Anting...*, *op.cit.*

¹¹ N. Morozov, *Why do birds...*, *op.cit.*

¹² K. Okawara, Y. Kamei, T. Akino, *Anting...*, *op.cit.*

¹³ J.A.H. Clayton, C.W. Koop, B.R. Harbison, B.R. Moyer, S.E. Bush, *How Birds Combat Ectoparasites*, „The Open Ornithology Journal” 2010, 310(41): 41–71; A.F.C. Torres, Y.P. Quinet, A. Havt, G. Ridis-Baptista, A. Martins, *Molecular Pharmacology and ant venom toxicology, in an integrated view molecular recognition and toxicology – from procedures for biomedical applications*, „InTech” 2013, 207–222.

¹⁴ J.A.H. Clayton i in., *How Birds...*, *op.cit.*; DH Clayton, ND Wolfe, *The adaptive meaning of self-treatment*, „Eco trends” 1993, 8: 60–3.

¹⁵ T. Kaleta, *Samoleczenie...*, *op.cit.*; A.J.K.F. Craig, *Anting...*, *op.cit.*; J.A.H. Clayton i in., *How Birds...*, *op.cit.*

szerokością geograficzną. W Kanadzie okres ten przypada od połowy kwietnia do końca lipca¹⁶, a w Karolinie Północnej od końca lipca do końca września¹⁷, co jest zbieżne z wynikami prezentowanymi w niniejszej pracy. Zauważalna jest wysoka zmienność w intensywności mrówkowania dla niektórych gatunków z rodziny wróblowatych. Niektóre gatunki ptaków takie jak szpak zwyczajny i sówka błękitna wykorzystują aktywne mrówkowanie w czasie pierzenia¹⁸. Ptaki te korzystały częściej z kąpieli w tym okresie, niż poza nim¹⁹, co wydaje się być zgodne z naszymi obserwacjami. Całkowita zmiana piór trwa od 2 do 4 miesięcy zależnie od gatunku oraz odbywa się ona każdego roku u 80% gatunków z rzędu wróblowych zimujących w Europie lub Afryce Północnej. Początek przepierzenia zaczyna się po zakończeniu okresu lęgowego, który przypada najczęściej w lipcu i trwa do października²⁰.

Aktywne mrówkowanie ma również na celu pozbycie się jadu mrówek w celu konsumpcji²¹, co można było obserwować w przypadku dzięcioła zielonego. Intensywność zachowań higienicznych może też wzrastać w okresach budowania gniazd lub zajmowania starych, w których część pasożytów zimuje, jak ma to miejsce w przypadku jaskółki klifowej²² oraz po pojawieniu się jaj i potomstwa, które są smarowane piórami namaszczonej glebą bogatą w tlenki żelaza, w przypadku orłosępa brodatego²³.

Dodatkowym czynnikiem mogącym różnicować zarówno czas trwania, jak i sezonowość wizyt w mrówiskach w przypadku dzięcioła zielonego jest dieta, w dużej mierze składająca się z różnych stadiów rozwojowych mrówek²⁴. Według badań holenderskich mrówki z rodzaju *Formica* budujące kopce, pojawiają się jednak w diecie głównie w okresie zimowym²⁵, co sugeruje, że zaobserwowana w prezentowanych ba-

¹⁶ H.R. Ivor, *The Riddle of Bird Ants*, "Natl. Geogr." 1956, 10: 101–119.

¹⁷ E.F. Potter, D.C. Hauser, *Relationship of anting and sunbathing to molting in wild birds*, „The Auk” 1974, 91(3): 537–563.

¹⁸ L.M. Whitaker, *A résumé of anting, with particular reference to Captive Orchard Oriole*, „Wilson Bull” 1957, 69(3): 195–262; A. Querengaesser, *On the mating of songbirds and maturation of this behavior*, „J. Ornithol.” 1973, 114(1): 96–117.

¹⁹ A.J.K.F. Craig, *Anting...*, *op.cit.*; N. Lunt, P.E. Hulley, A.J.F.K. Craig, *Active Ants in Captive Cape White-eyes Zosterops pallidus*, „Ibis” 2004, 146(2): 360–362.

²⁰ R. Winkler, *Moult strategies of European passerines*, [w:] *BirdLife South Africa*, N.J. Adams, R.H. Slotow (red.), Proc. 22 Int. Ornithol. Johannesburg, Congr. Durban, 1999: 564–567.

²¹ O.P. Judson, A.T. Bennett, *“Anting” as food preparation: formic acid is worse on an empty stomach*, “Behavioral ecology and sociobiology” 1992, 31: 437–439; T. Eisner, D. Aneshansley, *“Anting” in blue jays: evidence for food preparation function support*, “Chemoeology” 2008, 18(4): 197–203.

²² C.R. Brown, M.B. Brown, *External parasites as a cost of cliff swallow colonization (Hirundo pyrrhonota)*, „Ecology” 1986, 67: 1206–18.

²³ R. Arletaz, P. Christe, P.F. Surai, A.P. Möller, *Deliberate rusty staining of plumage in the bearded vulture: does function precede art?*, „Animal Behaviour” 2002, 3(64): F1–F3.

²⁴ L. Jonsson, *Ptaki Europy i obszaru śródziemnomorskiego*, Warszawa 1992, 1: 342.

²⁵ J. Klosters, P. Wouters, W. De Veer, *Diet of the European Green Woodpecker Picus viridis in The Southern Netherlands*, “Limosa” 2014, 87(2): 74–81.

daniach sezonowość żerowania w mrowiskach może być modyfikowana dostępnością innego, preferowanego pokarmu.

Analiza czasu trwania wizyty nie wskazała na istnienie różnic międzygatunkowych, jednak może to być skutkiem stosunkowo niewielkiej próby (zwłaszcza w przypadku dzięcioła zielonego i drozda) oraz dużej zmienności czasu trwania pojedynczej wizyty. Należy jednak pamiętać o pilotażowym charakterze tej części badań. Uzyskane wyniki sugerują, że przy dłuższym czasie trwania obserwacji, pozwalającym na zebranie większej próby, takie różnice mogą się pojawić, a długość wizyty większych gatunków (sójki i dzięcioła zielonego) prawdopodobnie będzie trwać dłużej niż w przypadku gatunków mniejszych (kosa i drozda). Hipoteza ta zostanie zweryfikowana dzięki kontynuacji obserwacji w roku 2023 w większej liczbie lokalizacji.

Wnioski

Zaobserwowane gatunki ptaków wykazywały sezonowość korzystania z kąpiei w mrowiskach, gdzie wzmożoną aktywność obserwowano od sierpnia do października tj. po zakończeniu okresu lęgowego, a rozpoczęciu okresu pierzenia.

Zachowanie pasywne głównie wykorzystywały sójki i drozdy. U dzięciołów zielonych i kosów występowały zachowania aktywne oraz pasywne. Do celów higienicznych mrówki były wykorzystywane przez sójki, drozdy, kosy i dzięcioły zielone, które ponadto wykorzystywały mrówki jako pokarm.

Zwiększona aktywność kąpiei w mrowiskach w godzinach porannych może być zależna od wahań wartości temperatury i wilgotności atmosfery. Aby możliwe było dokładniejsze zbadanie wpływu wilgotności na częstotliwość kąpiei, prawdopodobnie należałoby wybrać takie tereny badawcze, które cechować się będą różnym stopniem uwilgotnienia lub wykonać bezpośredni pomiar wilgotności powietrza, przy czym niezbędna byłaby rejestracja tych informacji.

Mimo braku potwierdzenia istotnej różnicy w średnim czasie trwania kąpiei dla każdego z gatunku wg analizy wariancji ANOVA, zebrane dane sugerują, że większe gatunki mogą poświęcać średnio więcej czasu na pojedynczą kąpiel niż mniejsze. Weryfikacja tej hipotezy będzie możliwa dzięki kontynuacji badań i zebraniu większej ilości materiału obserwacyjnego.

W przypadku dzięcioła zielonego dłuższy czas trwania kąpiei jest prawdopodobnie związany wykorzystaniem mrowiska również jako miejsca żerowania.

Kontynuacja badań od okresu wiosennego pozwoli na doprecyzowanie informacji dotyczącej sezonowości korzystania z kąpiei, np. w czasie rozrodu czy po przylocie ptaków wędrownych w okresie zajmowania terytoriów.

Bibliografia

- Arlettaz R., Christe P., Surai P.F., Møller A.P., *Deliberate rusty staining of plumage in the bearded vulture: does function precede art?*, "Animal Behaviour" 2002, 3(64): F1–F3.
- Brown C.R., Brown M.B., *External parasites as a cost of cliff swallow colonization (Hirundo pyrrhonota)*, "Ecology" 1986, 67: 1206–18.
- Clayton D.H., Wolfe N.D., *The adaptive meaning of self-treatment*, "Eco trends" 1993, 8: 60–3.
- Clayton J.A.H., Koop C.W., Harbison B.R., Moyer B.R., Bush S.E., *How Birds Combat Ectoparasites*, "Bush The Open Ornithology Journal" 2010, 310(41): 41–71.
- Craig A.J.K.F., *Anting in Afrotropical birds: an overview*, Ostrich: "Journal of African Ornithology" 1993, 70(3–4): 203–207.
- Eisner T., Aneshansley D., *"Anting" in blue jays: evidence for food preparation function support*, "Chemoecology" 2008, 18(4): 197–203.
- Ivor H.R., *The Riddle of Bird Ants*, "Nat. Geogr." 1956, 10: 101–119.
- Jonsson L., *Ptaki Europy i obszaru śródziemnomorskiego*, Warszawa 1992, 1: 342
- Judson O.P., Bennett A.T., *"Anting" as food preparation: formic acid is worse on an empty stomach*, "Behavioral ecology and sociobiology" 1992, 31: 437–439.
- Kaleta T., *Samoleczenie u dziko żyjących kręgowców – krótki przegląd zachowań*, "Życie Weterynaryjne" 2005, 80(5): 278–282.
- Klosters J., Wouters, P., De Veer W., *Diet of the European Green Woodpecker Picus viridis in The Southern Netherlands*, "Limosa" 2014, 87(2):74–81.
- Lunt, N., Hulley P.E., Craig A.J.F.K., *Active Ants in Captive Cape White-eyes Zosterops pallidus*, "Ibis" 2004, 146(2): 360–362.
- Mamillapalli V., Jujjavarapu B., Kantamneni P., *Zoo Pharmacognosy: animal self-medication*, "Journal of Critical Reviews" 2016, 3: 13–17.
- Morozov N., *Why do birds practice anting?*, "Biology Bulletin Reviews" 2015, 5(4): 353–365
- Okawara K., Kamei Y., Akino T., *Anting behavior in birds: the behavioral patterns and the interactions with ants in the subgenus Dendrolasius of the genus Lasius*, "Journal of Ornithology" 2022, 163(4): 13–22.
- Potter E.F., Hauser D.C., *Relationship of anting and sunbathing to molting in wild birds*, "The Auk" 1974, 91(3): 537–563.
- Querengaesser A., *On the mating of songbirds and maturation of this behavior*, "J. Ornithol" 1973, 114(1): 96–117.
- Sazima I., *Anting behavior with millipedes by the dendrocolaptid bird Xiphocolaptes albicollis in southeastern Brazil*, "Biota Neotrop" 2009, 9(1): 249–252.
- Schaller M., *Parasites, behavioral defenses, and the social psychological mechanisms through which cultures are evoked* Psychological Inquiry, 2006, 17: 96–101.
- Torres A.F.C., Quinet Y.P., Havt A., Ridis-Baptista G., Martins A., *Molecular Pharmacology and ant venom toxicology, in an integrated view molecular recognition and toxicology - from procedures for biomedical applications*, "InTech" 2013, 207–222.
- Whitaker L.M., *A résumé of anting, with particular reference to Captive Orchard Oriole*, "Wilson Bull" 1957, 69(3): 195–262.
- Wiles G., McAllister K., *Records of anting by birds in Washington and Oregon*, "Washington Birds" 2011, 11: 28–34.
- Winkler R., *Moult strategies of European passerines*, [w:] BirdLife South Africa, N.J. Adams, R.H. Slotów (red.), Proc. 22 Int. Ornithol. Johannesburg, Congr. Durban, 1999: 564–567

BATHS OF FOREST BIRDS IN ANTHILLS

Abstract: The topic of birds bathing in anthills has been addressed in various parts of the world, but is still not well understood for Central European ornithofauna. Such behaviour has been found in more than 200 different species and the use of anthills can have different purposes. Two types of behaviour have been distinguished in this phenomenon - passive, in which the bird provokes the ants to attack, and active, which involves crushing the ants with its beak and rubbing their feathers.

This paper presents the results of part of a pilot project carried out in cooperation with the University of Białystok and the Mazury Landscape Park. The research was conducted in three Forest Districts (Stare Jabłonki, Dwukoły, Lidzbark) from June to October 2022. Six photopools placed on trees in the immediate vicinity of anthills were used for observations. Eighty-five bird visits were observed, belonging to five different species. The research continues this year and should contribute to a better understanding of the phenomenon for birds occurring in our country.

Keywords: ants, anting, bird baths

Słowa kluczowe: mrówki, mrówkowanie, kąpiele ptaków

Mateusz Gurtatowski

Koło Naukowe Entomologów „Pasikonik”

Opiekun naukowy: dr hab. Agnieszka Kosewska prof. UWM

Wydział Rolnictwa i Leśnictwa

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA SKUTECZNOŚĆ ODŁOWU KORNIKA DRUKARZA *IPS TYPOGRAPHUS* NA SIEDLISKU LASU MIESZANEGO ŚWIEŻEGO

Wstęp

Owady na Ziemi są najliczniejszą grupą wśród zwierząt. Ich biomasa jest wyższa od łącznej masy wszystkich organizmów występujących na naszej planecie¹. Zależnie od źródła liczbę wszystkich gatunków owadów szacuje się na około 2 mln² lub na 5 mln gatunków³. Są to tylko szacunkowe liczby, gdyż ciągle są odnajdywane i opisywane nowe gatunki. Pomimo tego procesu, liczebność owadów w ostatnich kilkudziesięciu latach zmniejszyła się o 80% na terenach chronionych w Europie, a zwłaszcza w zachodniej części kontynentu⁴.

¹ J. Boczek, S. Pruszyński, *Owady w żywieniu człowieka i zwierząt domowych*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu & Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Poznań 2013, 2: 98–105.

² *Ibid.*

³ D. Grimaldi, M.S. Engel, *Evolution of the Insects*, Cambridge 2005, s. 733.

⁴ C.A. Hallmann, M. Sorg, E. Jongejans, H. Siepel, N. Hofland, H. Schwan, W. Stenmans, A. Müller, H. Sumser, T. Hörrén, D. Goulson, H. Kroon, *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*, “PLoS ONE” 2017, 12(10): 1–21; A.K. Knuff, M. Staab, J. Frey, C. Dormann, T. Asbeck, A.M. Klein, *Insect abundance in managed forests benefits from multi-layered vegetation*, *Basic and Applied Ecology*, 2020, 48: 124–135; A.P. Møller, D. Czeszczewik, E. Flensted-Jensen, K. Laursen, J. Erritzøe, W. Liang, W. Walankiewicz, *Citizen Science for Quantification of Insect Abundance on Windshields of Cars Across Two Continents*, “Frontiers in Ecology and Evolution” 2021, 9, 657178: 1–9.

Funkcje i role owadów są bardzo różnorodne. Owady występują bardzo powszechnie oraz pełnią ważną rolę w funkcjonowaniu łańcucha pokarmowego, zwłaszcza w środowisku leśnym⁵. Większość z nich jest roślinozercami, do których zaliczamy m.in. kambiofagi, ksylofagi i foliofagi⁶. Wśród owadów, ze względu na prowadzoną działalność człowieka, wyróżnia się dwie podstawowe grupy: pożyteczne i szkodliwe⁷.

Kornikowate należą do kambiofagów i odgrywają kluczową rolę w funkcjonowaniu oraz bioróżnorodności lasów⁸. Kornik drukarz *Ips typographus* (L.), należący do rzędu chrząszczy, jest jednym z najgroźniejszych szkodników świerka pospolitego *Picea abies* (L.), dlatego jest on jednym z najlepiej poznanych gatunków, wzbudza zainteresowanie w Europie już od XVIII wieku. Gradacja tego owada powoduje masowe i szybkie zamieranie drzewostanów świerkowych, gdyż odżywia się on łykiem i kambium drzew⁹. Jest to gatunek trwale związany ze świerkiem, niezbędny i kluczowy dla jego występowania¹⁰. Rozpad drzewostanów świerkowych pod wpływem gradacji kornika drukarza może mieć nieprzewidywalny wpływ i konsekwencje dla całego ekosystemu leśnego¹¹. Działalność kornika drukarza może mieć zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki, które zależą od liczebności wystąpienia tego owada¹². Dawniej gradacje powstawały głównie pod wpływem czynników abiotycznych, obecnie za wielkoobszarowe zaburzenia odpowiadają zmiany klimatu¹³. Czas trwania gradacji zależy od wystąpienia czynnika zakłócającego ten proces i ilości pokarmu, którym jest świerk, występujący zwłaszcza poza naturalnym zasięgiem występowania. Poprzez ocieplenie się klimatu coraz bardziej zagrożone są lasy borealne północnej Europy, gdzie kornik drukarz wcześniej nie występował¹⁴.

⁵ C. Okołów, *Rola owadów w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych obszarów chronionych ze szczególnym uwzględnieniem parków narodowych*, „Sylwan” 1999, 3: 87–93; A. Dwivedi, V. Kumar, *Role of insects and weed in the environment*, „Rashtriya Krishi” 2018, 13(1): 93–94.

⁶ D. Grimaldi, M.S. Engel, *Evolution...*, *op.cit.*, s. 733.

⁷ C. Okołów, *Rola owadów...*, *op.cit.*; J. Boczek, S. Pruszyński, *Pozytywna rola owadów w gospodarce i życiu człowieka*, „Zagadnienia doradztwa rolniczego” 2015, 1: 98–105.

⁸ A.P. Møller i in., *Citizen Science...*, *op.cit.*

⁹ W. Grodzki, S. Bałazy, J. Hilszczański, R. Jankowiak, A. Kolk, A. Mazur, J.B. Michalski, J.R. Starzyk, K. Szabla, *Kornik drukarz i jego rola w ekosystemach leśnych*, 2013, s. 1–213.

¹⁰ J. Michalski, J.R. Starzyk, A. Kolk, W. Grodzki, *Zagrożenie świerka przez kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w drzewostanach Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Białowieska” w latach 2000–2002*, „Leśne Prace Badawcze” 2004, 3: 5–30; B. Wermelinger, *Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research*, „Forest Ecology and Management” 2004, 202(1–3): 67–82.

¹¹ W. Grodzki i in., *Kornik drukarz...*, *op.cit.*

¹² J. Hilszczański, J.R. Starzyk, *Czy ograniczanie gradacji kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w Puszczy Białowieskiej jest możliwe i potrzebne?*, „Leśne Prace Badawcze” 2017, 78 (1): 88–92.

¹³ R. Brázdil, P. Zahradník, P. Szabó, K. Chromá, P. Dobrovolný, L. Dolák, M. Trnka, J. Řehoř, S. Suchánková, *Meteorological and climatological triggers of notable past and present bark beetle outbreaks in the Czech Republic*, „Climate of the Past” 2022, 18(9): 2155–2180.

¹⁴ B. Økland, S. Netherer, L. Marini, *The Eurasian Spruce Bark Beetle: The Role of Climate*, [w:] *Climate change and insect pests*, C. Björkman, P. Niemelä (red.), 2015, s. 202–219.

Cel pracy

Owady kambio- i ksylofagiczne są w stanie spowodować znaczące straty w gospodarce leśnej oraz przyczynić się do przekształcenia i przemiany środowiska leśnego. Jednym ze szczególnie trudnych do zwalczania szkodników leśnych, którego metody ograniczania populacji budzą duże emocje w różnych grupach społeczeństwa, jest kornik drukarz *Ips typographus* (L.). W związku z dużym zagrożeniem związanym z występowaniem tego szkodnika praca ta poświęcona jest monitoringowi kornika drukarza.

Celem pracy była ocena skuteczności odłowu kornika drukarza w Leśnictwie Tęgowiec (Nadleśnictwo Brodnica) na siedlisku Lasu Mieszanego świeżego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu warunków atmosferycznych i siedliskowych. Podjęto próbę optymalizacji lokalizacji pułapek feromonowych poprzez analizę liczebności odłowionych osobników kornika drukarza na badanym terenie. Umożliwi to zmaksymalizowanie efektywności pułapek feromonowych poprzez wzrost odławianych korników.

Metody badawcze i teren badań

Badania przeprowadzono w Leśnictwie Tęgowiec w Nadleśnictwie Brodnica – RDLP Toruń. Dynamikę odłowu kornika drukarza określano przy zastosowaniu pułapek feromonowych typu IBL-3 w zależności od wybranych warunków atmosferycznych, takich jak: temperatura powietrza, występowanie opadów i prędkość wiatru, które były codziennie odnotowywane oraz otaczającej roślinności. Badania rozpoczęto 28.03.2022 r., a zakończono 29.08.2022 r. Dnia 20.06.2022 r. została dowiedziona druga porcja feromonu. Pułapki, z użyciem dyspensera wabiącego firmy Ipsowit, zostały założone w 4 lokalizacjach w liczbie 4 sztuk dla każdej lokalizacji. Zostały one rozwieszono tak, aby tworzyły linię zapachową oddaloną od świerków o około 30 m. Odległość między pułapkami wynosiła 5 metrów.

Opróżnianie pułapek odbywało się co 7 dni, około godziny 15. Owady były zbierane do plastikowych pojemników, zalewane alkoholem etylowym o stężeniu 75%, a następnie liczone oddzielnie dla każdej pułapki. W każdym pojemniku została umieszczona informacja z datą odłowu, liczbą osobników kornika drukarza i numerem pułapki.

Dane dotyczące warunków pogodowych, a także liczebność odłowionych w poszczególnych terminach korników zapisywano i analizowano w programie Excel. Ponadto do analizy i wizualizacji danych otrzymanych w wyniku przeprowadzonych badań został wykorzystany program Statistica 13.0. Różnice między średnimi liczebnościami kornika drukarza na badanych powierzchniach zostały określone za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA, przy poziomie istotności $p < 0,05$. W celu ukazania relacji pomiędzy liczebnością kornika drukarza a czynnikami atmosferycznymi wykorzystano współczynnik korelacji r Pearsona, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Pułapki znajdowały się w 3 wydzieleniach znajdujących się na siedlisku Lasu Mieszanego świeżego z glebami rdzawymi brunatnymi o świeżym uwilgotnieniu: 142a-01 powierzchnia badawcza A, 143a-02 powierzchnia badawcza B, 140b powierzchnia badawcza C i jedno na siedlisku Boru Mieszanego świeżego z glebami rdzawymi bielcowymi o świeżym uwilgotnieniu, które stanowiło powierzchnię kontrolną – 158j powierzchnia badawcza D.

W wydzieleniu 142a-01, o umiarkowanym zwarciu, sosna stanowi 100% składu gatunkowego w wieku 103 lat. Miejscami występują świerk, dąb oraz jesion w wieku 67 lat. Powierzchnia terenu jest płaska. Drzewostan jest w klasie odnowieniowej, gdzie wprowadzono buka o udziale 70% pod osłoną górną drzewostanu i 30% dębu szypułkowego na ogrodzonych gniazdach. Warstwę podszytu stanowią kruszyna, dąb, jarząb, leszczyna i świerk. Pułapki były umieszczone na ogrodzeniu uprawy od strony północnej w otoczeniu niskich krzewów i roślinności zielnej.

W wydzieleniu 143a-02, o umiarkowanym zwarciu, sosna w wieku 104 lat stanowi również 100% składu gatunkowego wraz z występującymi miejscami dębem, grabem, świerkiem i jesionem w wieku 104 oraz dębem, jesionem i grabem w wieku 67 lat. Drzewostan jest w klasie odnowieniowej. Na całej powierzchni wydzielenia znajduje się uprawa dębu szypułkowego. Podszyt stanowi dąb, kruszyna, porzeczek czarna, jarząb i świerk. Pułapki zostały powieszony na sosnach pod okapem grabów na południowym skraju wydzielenia o południowej wystawie wzdłuż drogi leśnej.

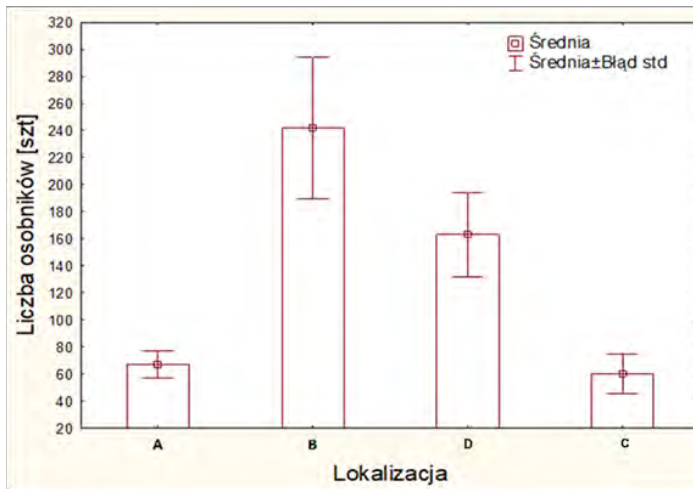
Skład gatunkowy wydzielenia 140b stanowi w 100% sosna oraz występujące miejscami dąb, modrzew, brzoza, świerk, klon, grab, olsza i osika w wieku 60 lat. Warstwa drzew jest o umiarkowanym zwarciu z licznie występującą kruszyną, leszczyną, dębem, jarzębem, grabem i świerkiem. Pułapki umieszczone były na drzewach pod zwartym okapem drzewostanu znajdującego się na wzniesieniu, gdzie do runa nie przechodziły promienie słoneczne.

W wydzieleniu 158j będącym powierzchnią kontrolną, sosna stanowi 100% składu gatunkowego z miejscowym występowaniem świerka, dębu i brzozy w wieku 62 lat o umiarkowanym zwarciu. Warstwę podszytu stanowi kruszyna, jałowiec, brzoza, jarząb i dąb. Otaczający teren jest płaski. Do warstwy runa dociera duża ilość światła. Pułapki zostały powieszony na sosnach w kierunku wschodnim.

Wyniki

W okresie prowadzonych badań odłowiono 41 192 osobniki *Ips typographus*. Spośród 4 powierzchni badawczych najwięcej chrząszczy odłowiono na powierzchni B 22 262 sztuki (ryc. 1), na co wpływ miała wystawa południowa z otwartą granicą wydzielenia. Na powierzchni D odłowiono 15 004 osobniki. Na taki wynik wpłynęło płaskie ukształtowanie powierzchni i brak gęstych podszytów decydujących o wysokim dopływie światła przez korony drzewostanu sosnowego. Niższą liczbę korników odłowiono

na powierzchni A – 6 161 osobników, na którą to wartość wpływ miało umiejscowienie pułapek na północnej ścianie ogrodzenia uprawy dębu. Najmniej chrząszczy odłowiono na powierzchni C – 2 765 sztuk, gdzie pułapki znajdowały się w stałym oświetleniu i niskim przepływie powietrza. Różnice w liczebności odłowionego kornika drukarza między powierzchniami badawczymi okazały się statystycznie istotne ($F=5,84$; $p<0,05$) (ryc. 1).



Rycina 1. Średnia liczba osobników kornika drukarza odłowionych do pułapek w badanych lokalizacjach

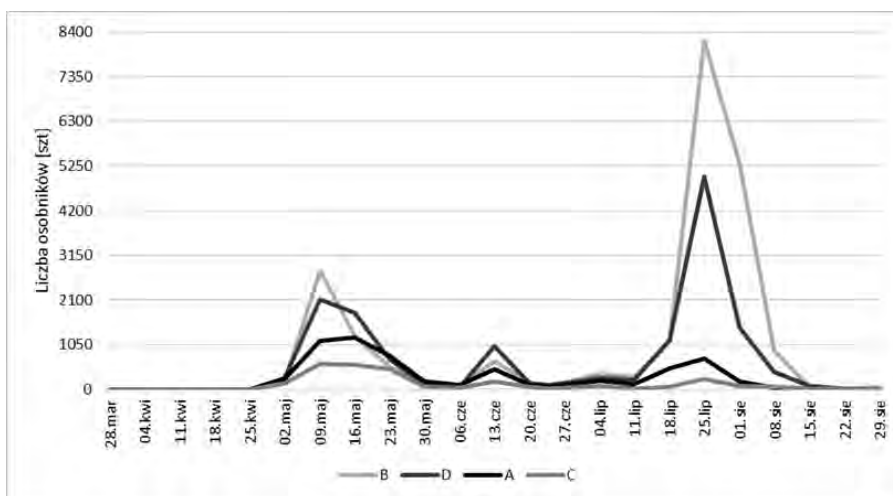
Analizie została poddana dynamika pojawiania się kornika w okresie prowadzenia badań dla poszczególnych lokalizacji. Na powierzchniach A, B i D pierwsze chrząszcze odnotowano 11 kwietnia w łącznej liczbie 7 osobników (ryc. 2). Na powierzchni C pierwsze osobniki kornika drukarza odnotowano 2 maja.

Najwięcej osobników kornika drukarza odłowiono na powierzchni:

- B w okresach 2 – 16 maja, 6 – 20 czerwca, 27 czerwca – 11 lipca oraz 18 lipca – 08 sierpnia,
- D w okresach 2 – 23 maja, 6 – 20 czerwca, 27 czerwca – 11 lipca i 18 lipca – 08 sierpnia,
- A w okresach 2 – 23 maja, 6 – 20 czerwca i 11 lipca – 1 sierpnia,
- C w okresach 2 – 30 maja, 6 – 20 czerwca i 18 lipca – 1 sierpnia.

Początek wzrostu populacji kornika drukarza przypadają na 2 maja, który był pierwszym dniem pierwszej rójki. Liczba rójek w Leśnictwie Tęgowiec wyniosła 4, w 3-4 tygodniowych odstępach (ryc. 2).

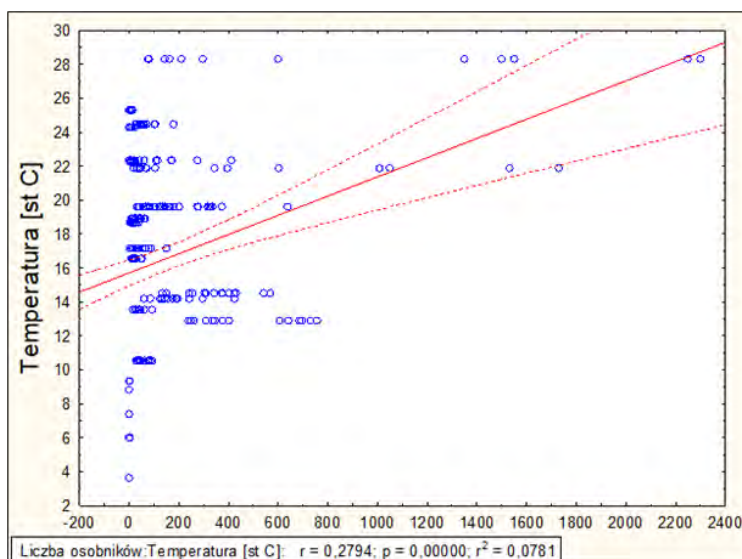
Na terenie Leśnictwa Tęgowiec, w okresie badawczym poddano analizie średnie tygodniowe temperatury powietrza obliczone ze średnich dobowych, wykazując zależność



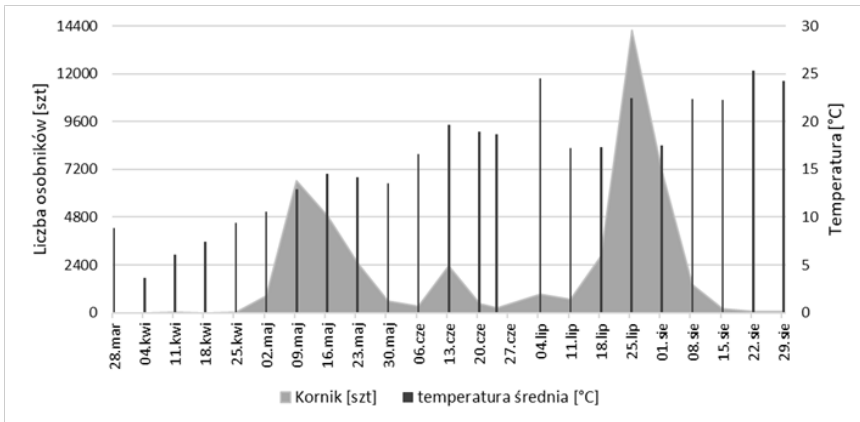
Rycina 2. Dynamika sezonowa liczby odłowionych osobników kornika drukarza na badanych powierzchniach Leśnictwa Tęgowiec w 2022 roku

między pojawianiem się rójek a temperaturą powietrza. Badana zależność jest statystycznie istotna, na co wskazuje współczynnik korelacji Pearsona ($r=0,2794$), ($p<0,05$). Wraz ze wzrostem temperatury powietrza wzrastała liczebność kornika drukarza (ryc. 3).

Terminy rójek pokrywały się z okresowymi szczytami temperatur (ryc. 4). Wyjątek stanowiła tu pierwsza rójka, która pojawiła się tydzień wcześniej.

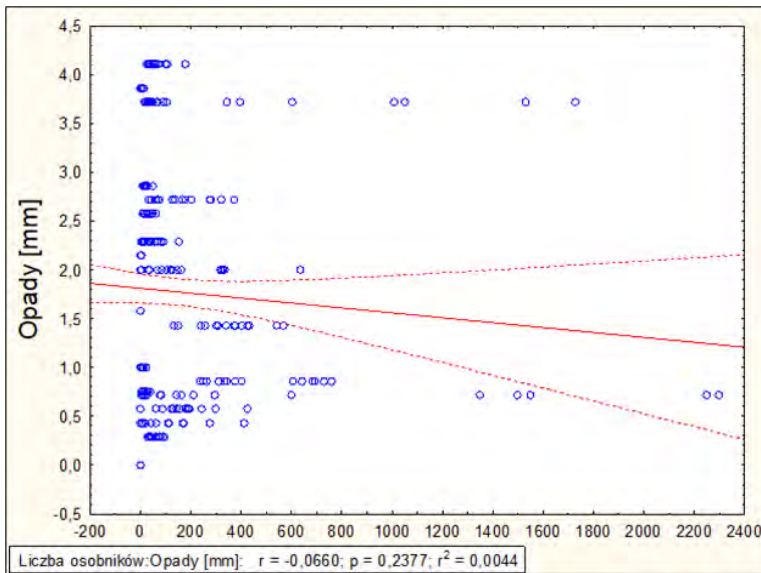


Rycina 3. Relacja pomiędzy liczebnością kornika drukarza a temperaturą powietrza



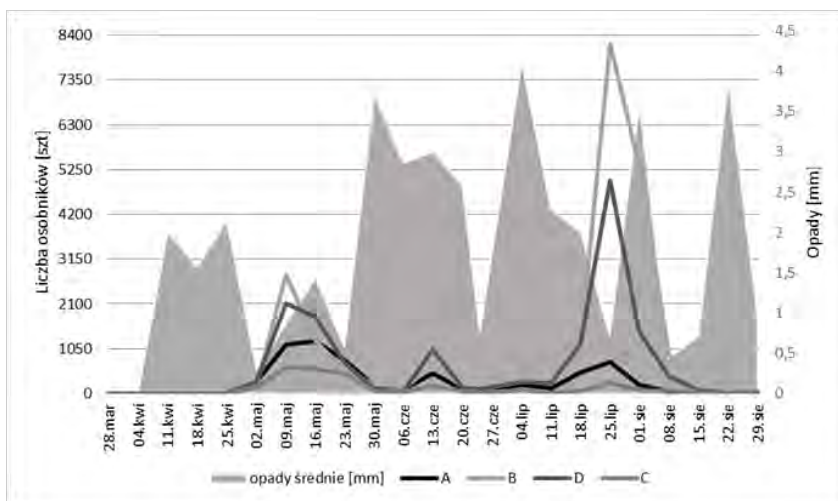
Rycina 4. Dynamika sezonowa kornika drukarza na tle temperatury powietrza

Opady deszczu wpływają na obniżenie się aktywności kornika drukarza, co można zaobserwować na wykresie rozrzutu (ryc. 5), jednak korelacja ta nie była istotna statystycznie ($r=-0,066$) ($p=0,2377$).

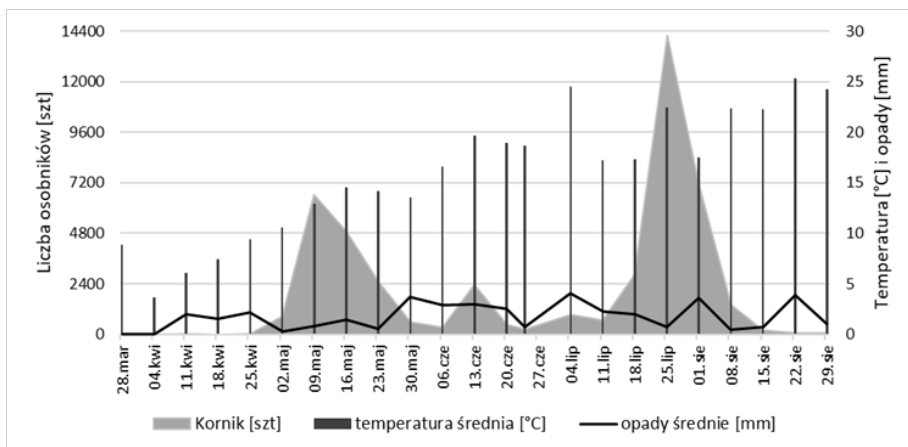


Rycina 5. Relacja pomiędzy liczebnością kornika drukarza a opadami deszczu

Wysokie i często występujące opady deszczu w czerwcu skutecznie obniżyły aktywność kornika drukarza w badanych lokalizacjach, a tym samym mogły ograniczyć dyspersję tego owada (ryc. 6).



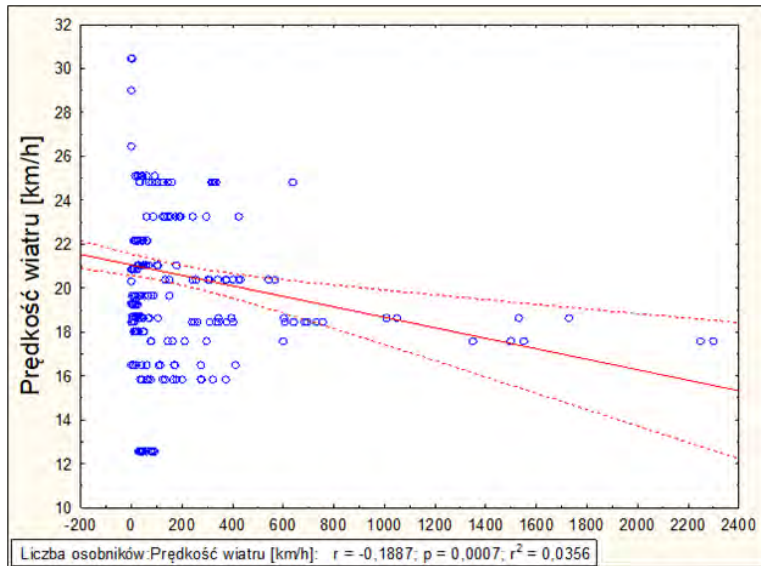
Rycina 6. Zależność pomiędzy liczebnością kornika drukarza na badanych powierzchniach a opadami deszczu



Rycina 7. Dynamika sezonowa kornika drukarza na tle temperatury i opadów deszczu

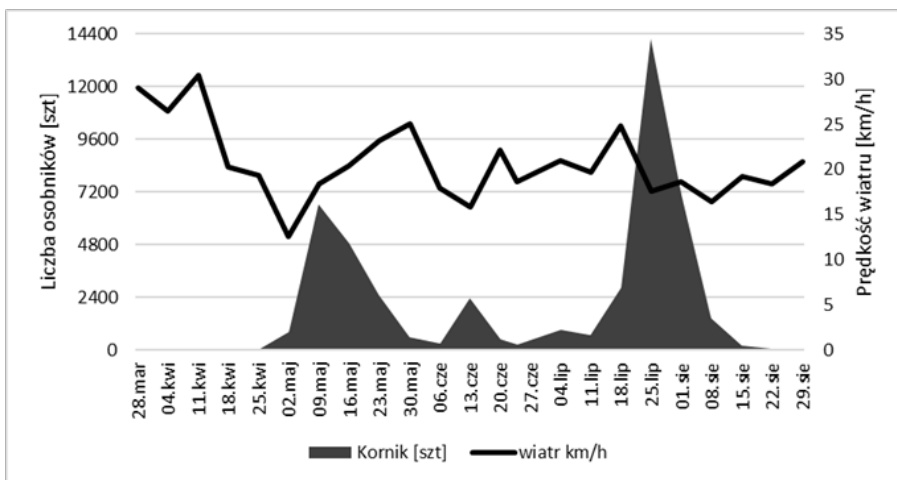
Intensywne, ale krótkotrwałe opady, w połączeniu z wysoką temperaturą nie działają ograniczająco na aktywność kornika, tak jak to miało miejsce 13.06 i 04.07 (ryc. 7).

Ważnym czynnikiem kształtującym liczebność kornika drukarza jest również prędkość wiatru. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że wzrost prędkości wiatru powodował spadek aktywności kornika drukarza. Potwierdza to wykres rozrzutu z ujemnym współczynnikiem korelacji Pearsona ($r=-0,1887$), przy istotności między badanymi czynnikami ($p=0,0007$) (ryc. 8).



Rycina 8. Relacja pomiędzy liczebnością kornika drukarza a prędkością wiatru

Wiatr przekraczający prędkość 15 km/h wpływał ograniczająco na aktywność kornika drukarza, a tym samym na liczbę odławianych chrząszczy między 23 maja i 17 lipca (ryc. 9).



Rycina 9. Dynamika sezonowa kornika drukarza a prędkość wiatru

Dyskusja

Przeprowadzenie badań na terenie Leśnictwa Tęgowiec na siedliskach lasu mieszanego świeżego (lokalizacje A, B, C) i boru mieszanego świeżego (lokalizacja D), umożliwiło zebranie materiału entomologicznego wystarczającego do oceny liczebności populacji i wnioskowania o zachodzących zmianach. Przeanalizowano również warunki meteorologiczne, które mogły mieć wpływ na zmienność występowania osobników kornika drukarza. Zebrane dane umożliwiły określenie terminu najliczniejszego pojawiania się i najwyższej aktywności imago kornika, która przypadła na trzeci tydzień lipca. Czynnikiem sprzyjającymi aktywności tego chrząszcza była wysoka temperatura powietrza oraz niski poziom opadów. Dzięki zebranych danym wykazano zależność liczebności odłowu tego owada od temperatury powietrza. Badania nad preferencjami temperaturowymi pokazały, że dla 88% imago kornika drukarza zakres 29,1–30°C jest najbardziej optymalny¹⁵. Według innych badań za temperaturę optymalną przyjęto 28,9°C dla imago kornika drukarza znajdujących się w fazie reprodukcyjnej¹⁶. Za temperatury progowe pojawienia się chrząszczy uznaje się zakres od 26,1 do 32°C¹⁷ oraz wyznaczone zostały dwie główne aktywności dobowe lotów w godzinach 11–14 i 16–18, od których uzależnione jest wykonywanie prac ochronnych, takich jak opróżnianie pułapek feromonowych¹⁸.

Długie bezdeszczowe okresy z utrzymującą się wysoką temperaturą powietrza skracają cykl rozwojowy stadiów pre-imaginalnych kornika drukarza oraz sprzyjają wyprowadzaniu liczniejszego potomstwa w generacjach podstawowych i siostrzanych¹⁹. Wysokie temperatury sprzyjają występowaniu susz, co w połączeniu z płaskim systemem korzeniowym świerka powoduje zaburzenie gospodarki wodnej, a tym samym przyczynia się do osłabienia odporności i mechanizmów obronnych przed kambio- i ksylofagami²⁰. Występowanie susz często oznacza wysokie nasłonecznienie, gdzie za

¹⁵ J.R. Starzyk, A. Figura, D. Jagieła, *Termopreferendum i fotopreferendum oraz aktywność dobową imagines kornika drukarza Ips typographus (L.) i rytownika pospolitego Pityogenes chalcographus (L.) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae)*, „Studia i Materiały CEPL w Rogowie” 2016, 18(46/1): 119–131.

¹⁶ W. Grodzki i in., *Kornik drukarz...*, *op.cit.*; B. Wermelinger, M. Seifert, *Temperature-dependent reproduction of the bark beetle Ips typographus and analysis of potential population growth*, „Ecological Entomology” 1999, 24(2): 103–110.

¹⁷ J. Michalski i in., *Zagrożenie świerka...*, *op.cit.*

¹⁸ J. Boczek, S. Pruszyński, *Pozytywna rola...*, *op.cit.*

¹⁹ W. Grodzki i in., *Kornik drukarz...*, *op.cit.*; T. Hlásny, L. Zajíčková, M. Turčáni, J. Holuša, Z. Sitková, *Geographical variability of spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic*, „Journal of Forest Science” 2011, 57(6): 242–249.

²⁰ V. Franceschi, P. Krokene, E. Christiansen, T. Krekling, *Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests*, „New Phytologist” 2005, 167(2): 353–75; G. Zenelli, P. Krokene, E. Christiansen, T. Krekling, J. Gershenson, *Methyl jasmonate treatment of mature Norway spruce (Picea abies) trees increases the accumulation of terpenoid resin components and pro-*

optymalne natężenie światła dla pojawienia się kornika drukarza uważa się 4000 luksów, chociaż *Ips typographus* może się pojawić przy poziomie 250 luksów²¹.

Na aktywność kornika drukarza wpływ mają również opady. Występowanie opadów oznacza wysoką wilgotność powietrza, która ogranicza dyspersję imago oraz wpływa na aktywność larw, jak i długość okresu ich rozwoju²⁰. Pojawianie się regularnych opadów deszczu podnosi próg odporności świerków, sprzyja produkcji żywicy i zaburza cykl rozwojowy larw kornika drukarza, powodując wzrost śmiertelności *Ips typographus*²². Jednak najbardziej ograniczający wpływ na liczebność tego owada w danym roku mają opady z roku poprzedniego. Dzięki niekorzystnemu układowi warunków atmosferycznych dochodzi do konkurencji między osobnikami wskutek koncentracji dużej liczby owadów w kilkunastu drzewach²³.

Czynnikiem, który może jednocześnie ograniczać, a zarazem sprzyjać rozprzestrzenianiu się *Ips typographus*, jest także wiatr. W sposób bierny owady mogą być rozprzestrzeniane na odległość do 8 km przy prędkości wiatru powyżej 1 m/s, a przy niższej prędkości wykazują zdolność aktywnego lotu pod wiatr²⁴. Silne wiatry powodują zniszczenia w drzewostanie w postaci złomów i wywrotów, które są chętnie zasiedlane, co sprzyja wyprowadzaniu dużej ilości potomstwa²⁵. Wyniki przeprowadzonych badań w Leśnictwie Tęgowiec wskazują na występowanie silnych wiatrów jako czynnika ograniczającego, jednakże nie ma jednoznacznej tezy, aby wiatr miał bezpośredni wpływ na migrację kornika²⁶.

Nasilające się ekstremalne zjawiska pogodowe wywołane zmianami klimatu będą sprzyjać reprodukcji tego owada. Zmiany klimatu w połączeniu z nasilającymi się atakami kornika sprawiają, że świerki nie będą miały możliwości sprawnej reakcji przy

tects against infection by Ceratocystis polonica, a bark beetle-associated fungus, "Tree Physiology" 2006, 26(8): 977–988; T. Jaworski, J. Hilszczański, *The effect of temperature and humidity changes on insects development their impact on forest ecosystems in the expected climate change*, „Forest Research Papers” 2013, 74(4): 345–355.

²¹ J.R. Starzyk, A. Figura, D. Jagieła, *Termopreferendum...*, *op.cit.*

²² J. Vakula, Z. Sitková, J. Galko, A. Gubka, M. Zúbrik, A. Kunca, S. Rell, *Impact of irrigation on the gallery parameters of spruce bark beetle (Ips typographus L., Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)*, „Lesnícky časopis-Forestry Journal” 2014, 60(1): 60–66.

²³ M. Facolli, *Effect of Weather on Ips typographus (Coleoptera Curculionidae) Phenology, Voltinism, and Associated Spruce Mortality in the Southeastern Alps*, „Environmental Entomology” 2009, 38(2): 307–16.

²⁴ W. Grodzki i in., *Kornik drukarz...*, *op.cit.*

²⁵ W. Grodzki, M. Guzik, *Wiatro- i śniegołomy oraz gradacje kornika drukarza w Tatrzańskim Parku Narodowym na przestrzeni ostatnich 100 lat. Próba charakterystyki przestrzennej. Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu TPN*, 2009, s. 33–46; M. Piszczek, M. Kuc, *Zmiany wielkości i struktury pozyskania drewna wskutek gradacji kornika drukarza na przykładzie Nadleśnictwa Wisła w latach 2004–2009*, „Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach” 2013, 7: 360–369.

²⁶ Z. Onyśko, R.J. Starzyk, *Przestrzenne rozmieszczenie zimujących chrząszczy kornika drukarza (I. typographus L.) i kornika zroszłego (I. duplicatus C. R. Sahlb.)*, „Sylwan” 2011, 155(1): 21–30.

takim tempie zachodzących zmian²⁷. Podniesienie odporności drzewostanów jest możliwe poprzez poddawanie ich umiarkowanym czynnikom stresowym²⁸.

Wnioski

- W trakcie okresu wegetacyjnego liczebność kornika drukarza ulegała zmianom, a najwyższą aktywność obserwowano w trakcie trwania pierwszej i czwartej rójki, zwłaszcza w lokalizacji B.
- Czynnikiem atmosferycznym istotnie wpływającym na aktywność i liczebność kornika drukarza są temperatura i prędkość wiatru.
- Najważniejszym czynnikiem determinującym wzrost aktywności i odłowu kornika drukarza jest wzrost temperatury. Utrzymywanie się wysokich temperatur wpłynęło na skrócenie okresu rozwojowego kornika o około 7 dni.
- Czynnikiem wpływającym ograniczająco na aktywność chrząszczy kornika drukarza jest wiatr, jego nasilenie powodowało obniżenie się aktywności tego chrząszcza.
- Na wysokie odłowy kornika drukarza w lokalizacjach B oraz D wpłynęło wysokie nasłonecznienie. Przyczyną niskiej skuteczności odłowu *Ips typographus* w lokalizacji A był brak nasłonecznienia spowodowany występowaniem gęstych podszytów, a w lokalizacji C umiejscowienie pułapek na północnej ścianie ogrodzenia uprawy.

Bibliografia

- Bentz B., Jönsson A. M., *Modeling Bark Beetle Responses to Climate Change*, [w:] *Bark Beetles*, F.E. Vega, R.W. Hofstetter (red.), 2015, 13: 533–553.
- Boczek J., Pruszyński S., *Owady w żywieniu człowieka i zwierząt domowych*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Oddział w Poznaniu & Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Poznań 2013, 2: 98–105.
- Boczek J., Pruszyński S., *Pozytywna rola owadów w gospodarce i życiu człowieka*, *Zagadnienia doradztwa rolniczego*, 2015, 1:98–105.
- Brázdil R., Zahradník P., Szabó P., Chromá K., Dobrovolný P., Dolák L., Trnka M., Řehoř J., Suchánková S., *Meteorological and climatological triggers of notable past and present bark beetle outbreaks in the Czech Republic*, "Climate of the Past" 2022, 18(9): 2155–2180.
- Dwivedi A., Kumar V., *Role of insects and weed in the environment*, "Rashtriya Krishi" 2018, 13(1): 93–94.
- Facolli M., *Effect of Weather on Ips typographus (Coleoptera Curculionidae) Phenology, Voltinism, and Associated Spruce Mortality in the Southeastern Alps*, "Environmental Entomology" 2009, 38(2): 307–16.

²⁷ B. Bentz, A.M. Jönsson, *Modeling Bark Beetle Responses to Climate Change*, [w:] *Bark Beetles*, F.E. Vega, R.W. Hofstetter (red.), 2015, 13: 533–553.

²⁸ J. Vakula i in., *Impact of irrigation...*, *op.cit.*

- Franceschi V., Krokene P., Christiansen E., Krekling T., *Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests*, "New Phytologist" 2005, 167(2): 353–75.
- Grimaldi D., Engel M.S., *Evolution of the Insects*, Cambridge University Press, 2005.
- Grodzki W., Bałazy S., Hilszczański J., Jankowiak R., Kolk A., Mazur A., Michalski J. B., Starzyk J.R., Szabla K., *Kornik drukarz i jego rola w ekosystemach leśnych*, 2013, 1–213.
- Grodzki W., Guzik M., *Wiatro- i śniegołomy oraz gradacje kornika drukarza w Tatrzańskim Parku Narodowym na przestrzeni ostatnich 100 lat. Próba charakterystyki przestrzennej. Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu TPN*, 2009, 33–46.
- Hallmann C.A., Sorg M., Jongejans E., Siepel H., Hofland N., Schwan H., Stenmans W., Müller A., Sumser H., Hörren T., Goulson D., Kroon H., *More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas*, "PLoS ONE" 2017, 12(10): 1–21
- Hilszczański J., Starzyk J.R., *Czy ograniczanie gradacji kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w Puszczy Białowieskiej jest możliwe i potrzebne?*, "Leśne Prace Badawcze" 2017, 78(1): 88–92.
- Hlásny T., Zajíčková L., Turčáni M., Holuša J., Sitková Z., *Geographical variability of spruce bark beetle development under climate change in the Czech Republic*, "Journal of Forest Science" 2011, 57(6): 242–249.
- Jaworski T., Hilszczański J., *The effect of temperature and humidity changes on insects development their impact on forest ecosystems in the expected climate change*, "Forest Research Papers" 2013, 74(4): 345–355.
- Knuff A.K., Staab M., Frey J., Dormann C., Asbeck T., Klein A.M., *Insect abundance in managed forests benefits from multi-layered vegetation*, "Basic and Applied Ecology" 2020, 48: 124–135.
- Michalski J., Starzyk J.R., Kolk A., Grodzki W., *Zagrożenie świerka przez kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w drzewostanach Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Białowieska” w latach 2000-2002*, "Leśne Prace Badawcze" 2004, 3: 5–30.
- Møller A.P., Czeszczewik D., Flensted-Jensen E., Laursen K., Erritzøe J., Liang W., Walankiewicz W., *Citizen Science for Quantification of Insect Abundance on Windshields of Cars Across Two Continents*, "Frontiers in Ecology and Evolution" 2021, 657178 (9): 1–9.
- Økland B., Netherer S., Marini L., *The Eurasian Spruce Bark Beetle: The Role of Climate. In: Climate change and insect pests*, [w:] *Climate change and insect pests*, C. Björkman, P. Niemelä (red.), 2015, s. 202–219.
- Okółów C., *Rola owadów w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych obszarów chronionych ze szczególnym uwzględnieniem parków narodowych*, "Sylwan" 1999, 3: 87–93.
- Onyśko Z., Starzyk R.J., *Przestrzenne rozmieszczenie zimujących chrząszczy kornika drukarza (*I. typographus* L.) i kornika zrosłego (*I. duplicatus* C. R. Sahlb.)*, "Sylwan" 2011, 155(1): 21–30.
- Piszczek M., Kuc M., *Zmiany wielkości i struktury pozyskania drewna wskutek gradacji kornika drukarza na przykładzie Nadleśnictwa Wisła w latach 2004–2009*, "Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach" 2013, 7: 360–369.
- Starzyk J.R., Figura A., Jagieła D., *Termopreferendum i fotopreferendum oraz aktywność dobową imagines kornika drukarza *Ips typographus* (L.) i rytownika pospolitego *Pityogenes chalcographus* (L.) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae)*, "Studia i Materiały CEPL w Rogowie" 2016, 18(46/1): 119–131.
- Vakula J., Sitková Z., Galko J., Gubka A., Zúbrik M., Kunca A., Rell S., *Impact of irrigation on the gallery parameters of spruce bark beetle (*Ips typographus* L., Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)*, "Lesnícky časopis-Forestry Journal" 2014, 60(1): 60–66.
- Wermelinger B., *Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research*, "Forest Ecology and Management" 2004, 202(1–3): 67–82.
- Wermelinger B., Seifert M., *Temperature-dependent reproduction of the bark beetle *Ips typographus* and analysis of potential population growth*, "Ecological Entomology" 1999, 24(2): 103–110.

Zenelli G., Krokene P., Christiansen E., Krekling T., Gershenson J., *Methyl jasmonate treatment of mature Norway spruce (Picea abies) trees increases the accumulation of terpenoid resin components and protects against infection by Ceratocystis polonica, a bark beetle-associated fungus*, "Tree Physiology" 2006, 26(8): 977–988.

THE INFLUENCE OF SELECTED FACTORS ON THE EFFECTIVENESS OF CATCHING THE SPRUCE BARK BEETLE *IPS TYPOGRAPHUS* IN A FRESH MIXED FOREST HABITAT

Abstract: The aim of the study was to assess the threat to spruce stands by *Ips typographus* in the Tęgowiec forestry, taking into account the impact of weather and habitat conditions, including the impact of the surrounding vegetation within one type of forest site. Pheromone traps of the IBL-3 type were used in the study at four sites, including three located in the Fresh Mixed Forest habitat and one in the Fresh Mixed Coniferous Forest, which served as a control. The study was conducted from March 28 to August 29, 2022. Print bark beetles were picked from traps every seven days and counted. In addition to monitoring beetle trapping, weather conditions such as mean daily temperature, rainfall and wind speed were tracked. During the research season, differences in the abundance of the print bark beetle were observed in the study plots. Pearson's r correlation coefficient was used to measure the relations between the bark beetle's abundance and the weather conditions that had the greatest impact on its abundance. The study revealed differences in the activity of the bark beetles depending on the prevailing weather and habitat conditions. During the growing season, four activities were recorded, with the highest at the end of July. Among atmospheric factors, air temperature, rainfall and wind speed had the greatest influence. Among the habitat factors, insolation and undergrowth density had the greatest impact. High insolation correlating with increasing temperature resulted in an increase in the activity of the print bark beetle. Strong winds, the occurrence of rainfall and dense undergrowth contributed to the decrease in the activity of this beetle.

Keywords: bark beetle, weather conditions, monitoring, pheromone traps

Damian Simionkowski

Studenckie Forum Biznes Centre Club

Wydział Nauk Ekonomicznych

Opiekun: dr inż. Marek Garbowski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WPLYW INWAZJI ROSJI NA UKRAINE NA POLSKIE ROLNICTWO

Wstęp

Dnia 24 lutego 2022 roku Rosja przystąpiła do inwazji na wschodnie granice Ukrainy, była to kontynuacja konfliktu zbrojnego trwającego od 2014 roku. Rosyjska wojna totalna na Ukrainie miała katastrofalne skutki, które nadal się pogłębiają ponad rok po rozpoczęciu inwazji. Stan na wrzesień 2022 r. pokazywał ogromne zniszczenia w ukraińskiej infrastrukturze, a to jeszcze przed zimową kampanią bombardowań ze strony Rosji. Szacuje się, że łączne straty wyniosły 127 miliardów dolarów, co stanowiło 64% PKB Ukrainy w 2021 roku¹. Pierwszym celem armii rosyjskiej były obwody Ługański i Doniecki, które są bogate w złoża między innymi węgla kamiennego, soli i rud żelaza. Są to również główne ośrodki hutnictwa. Utrata tych terenów sprawiła, że ukraińska gospodarka poważnie ucierpiała, władze Ukrainy musiały znaleźć rozwiązanie tego problemu².

Na ratunek ukraińskiej gospodarce przychodzi Unia Europejska, która 30 maja 2022 roku znosi cła na produkty rolne z Ukrainy na terenie całej Unii. Ulga ta miała na celu umożliwić tani tranzyt zbóż drogą do portów morskich, skąd miały trafić na tereny Bliskiego Wschodu i Afryki, które są głównymi punktami zbytu dla ich produktów. Zboże to było potrzebne takim krajom jak Albania, Egipt, Liban, Libia, Gruzja, Mau-

¹ P. Martyshev, O. Nivievskiy, M. Bogonos, *Regional war, global consequences: Mounting damages to Ukraine's agriculture and growing challenges for global food security*, <https://www.ifpri.org/blog/regional-war-global-consequences-mounting-damages-ukraines-agriculture-and-growing-challenges>, [dostęp: 27 marca 2023].

² D. D. Kasprzycki, *Konflikt zbrojny na Ukrainie w kontekście rosyjskiej koncepcji wojny nowej generacji*, „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego” 2022, vol. 16, nr 1, st. 90–95.

retania, Sudan, Tunezja i Jemen, ponieważ duża część ich ludności jest narażona na wysokie ryzyko niedożywienia³.

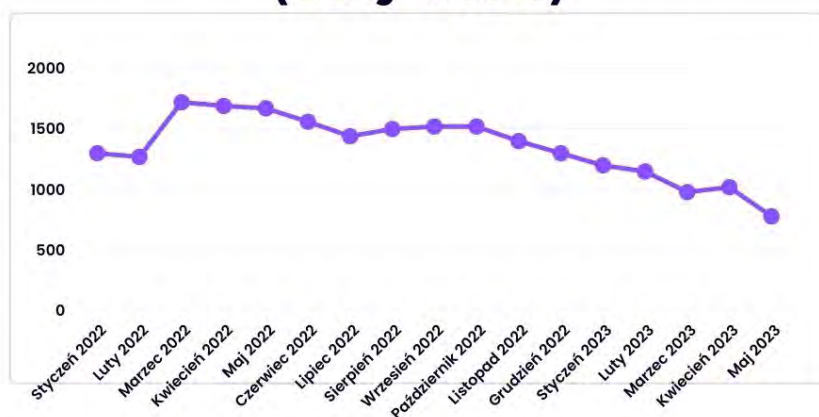
Jednak z racji na niską cenę, chociażby ukraińskiego zboża i braku ceł, było ono transportowane na teren Polski, wypierając tym samym nasze rodzime produkty rolne i zmuszając naszych rolników do nieuczciwej konkurencji cenowej. Choć na samym początku wojny ceny dość gwałtownie wzrosły z racji na chwilowe odcięcie Europy od dostaw zboża z Ukrainy, tak z czasem ceny skupu zboża zaczęły spadać.

Celem artykułu jest ukazanie negatywnego wpływu wojny na Ukrainie na polskie rolnictwo, jak zmieniały się ceny produktów rolnych i co dokładnie miało wpływ na ich zmianę oraz w jaki sposób państwo reagowało na te zmiany.

Analiza zmian cen pszenicy na przestrzeni 2022–2023

Jak możemy dostrzec na poniższym wykresie, cen pszenicy w Polsce na przestrzeni 2022 i 2023 drastycznie się zmieniały. Wraz z rozpoczęciem inwazji Rosji na Ukrainę ceny pszenicy, jak i innych artykułów rolniczych w Polsce zyskały na wartości, wpływ na to miało wiele czynników. Pierwszym z nich jest sam fakt wybuchu wojny u naszego sąsiada, co za tym stoi panika wśród społeczeństwa, ludzie zaczęli masowo skupować żywność, w tym mąkę, co spowodowało wzrost ceny jej półproduktów między innymi pszenicy. Ukraina jest jednym z największych eksporterów zbóż i innych produktów

Notowania cen pszenicy (ceny netto)



³ T. Glauben, M. Svanidze, L. Götz, S. Prehn, T. J. Jaghdani, I. Đurić, L. Kuhn, *The War in Ukraine, Agricultural Trade and Risks to Global Food Security*, "The Ripple Effects of the War in Ukraine" 2022, Volume 57, Number 3.

rolnych w całej Europie, co spowodowało znaczące zmiany na tym rynku. Brak pszenicy, żyta czy słonecznika na europejskim rynku spowodowany walkami na Ukrainie stworzył zapotrzebowanie na te produkty od innych producentów, w tym polskich rolników. Rosjanie bombardowali pola uprawne i umieszczali na nich miny przeciwpięchotne i przeciwpancerne, przez co ukraińscy rolnicy nie mogli pracować efektywnie. Jednak wraz z trwaniem wojny ceny zaczęły spadać, od 30 maja 2022 roku, czyli od zniesienia cła na produkty rolne z Ukrainy przez Unię Europejską widzimy znaczny spadek cen na produkty rolne w Polsce. Warto również zauważyć, że Ukraina jest państwem typowo nastawionym pod produkcję rolną, co stanowi kolejny atut w rywalizacji z polskim rolnikiem. Tak właśnie polscy rolnicy zostali wciągnięci w nieuczciwą konkurencję cenową. Ceny produktów rolnych (dla przykładu poniżej przedstawiona pszenica) zaczęły spadać, sięgając poniżej cen sprzed wojny⁴.

Porównanie możliwości polskich i ukraińskich rolników

Ceny polskich produktów rolnych takich jak pszenica, kukurydza czy rzepak są sztucznie zaniżane przez ich ogromną podaż na polskim rynku ze względu na jego zalanie przez ich ukraińskie odpowiedniki. Według badań przeprowadzonych przez GUS (Główny Urząd Statystyczny) w Powszechnym Spisie Rolnym z 2020, udział małych gospodarstw rolnych, czyli takich do 5 ha to około 51%, natomiast według badań z 2020 przeprowadzonych przez Państwowe Służby Statystyczne Ukrainy na terenie Ukrainy udział małych gospodarstw rolnych to zaledwie 1,1%. Małe gospodarstwa są mniej konkurencyjne i nie mogą sobie pozwolić na duże obniżki cen swoich produktów, żeby nie być stratnymi. Duże gospodarstwa rolne na Ukrainie mogą zatem łatwo wyprzeć połowę polskich rolników z ich własnego rynku za pomocą konkurencji cenowej. Kolejnym aspektem przemawiającym za przewagą ukraińskich rolników jest rodzaj gleb, jakie posiadają na terenie swojego kraju, ponieważ 40% ich ogólnej powierzchni gruntów rolnych stanowią czarnoziemy, czyli około 16 mln ha, co stanowi 25% światowej liczby czarnoziemów [FAO,2020]. Następnym czynnikiem wpływającym na przewagę ukraińskiego rolnictwa nad polskim jest wielkość użytków rolnych w obu krajach. W Polsce według Powszechnego Spisu Rolnego z 2020 użytki rolne mają powierzchnię około 14,6 mln ha, natomiast odwołując się do artykułu Yulii Zolotyńskiej i Stanisława Kowalczyka „Ukraina na światowym rynku rolnym” opublikowanym w 2022, powierzchnia użytków rolnych na Ukrainie wynosi 41,34 mln ha. Prawie 3 razy większa powierzchnia użytków rolnych stanowi niesamowitą przewagę dla ukraińskich rolników, dodając do tego ilość czarnoziemów na Ukrainie i nastawienie tego państwa

⁴ AGROLOK, <https://www.agrolok.pl/notowania/notowania-cen-pszenicy.htm>.

na rolnictwo sprawia, że ich wejście na polski rynek stanowi poważne zagrożenie dla polskich rolników⁵.

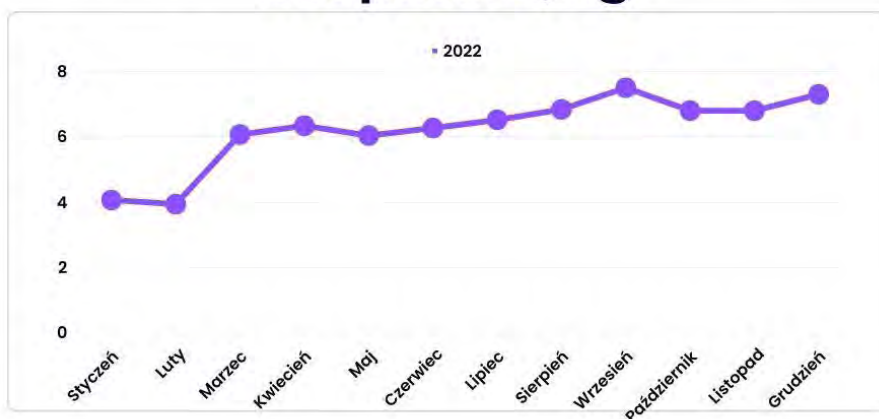
Kolejnym aspektem, który wpływa na konkurencyjność rolników, są warunki pogodowe. Mają one kluczowe znaczenie dla produkcji zbóż, ponieważ wpływają na wydajność, jakość i produktywność. Polska i Ukraina mają podobny region klimatyczny, jednak istnieją różnice w warunkach pogodowych między tymi dwoma krajami. W Polsce, zgodnie z raportem Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, średnia roczna temperatura wynosi od 6°C do 10°C, a średnia ilość opadów wynosi około 600–800 mm rocznie i jest zróżnicowana przestrzennie. Polska korzysta również z wystarczającej ilości wód gruntowych, co zapewnia wystarczającą wilgotność gleby w okresach niskich opadów. Podobnie jest na obszarach rolniczych Ukrainy, średnia roczna temperatura waha się od 5°C do 11°C, a średnia ilość opadów różni się w zależności od regionu i waha się od 400 mm do 700 mm rocznie. W niektórych regionach Ukrainy występują jednak okresy suszy, które mogą mieć negatywny wpływ na plony zbóż. Pod tym względem sytuacja polskich i ukraińskich rolników jest wyrównana. Wpływ na ilość i jakość plonów mają również inputy rolnicze na przykład nawozy mineralne, których koszt znacznie różni się w Polsce i Ukrainie. Polski rolnik dzięki obniżkom cen przez Grupę Azoty 17 marca 2023 roku w zależności od rodzaju nawozów zapłaci od 1760 zł za tonę (siarczan amonu) do 2920 zł za tonę (saletra amonowa 34,4% N). Sytuacja cenowa na Ukrainie ma się znacznie gorzej, ponieważ tamtejszy rolnik za tonę nawozu mineralnego musi zapłacić od 700 do nawet 1000 euro, co patrząc na kurs euro z marca 2023 roku, z którego są te dane, czyli 4,6746 zł za 1 euro, daje cenę od 3272,22 zł (700 euro) do 4674,6zł (1000 euro). Kolejnym inputem rolniczym, bez którego nie można zacząć produkcji płodów rolnych, są nasiona. W Polsce w 2023 roku za tonę nasion trzeba było zapłacić średnio 2200 zł, natomiast na Ukrainie około 1500 zł, choć nasiona gorszej jakości można dostać za 950 zł za tonę. Ukraińscy rolnicy mają nad polskimi przewagę zasobów naturalnych, natomiast polscy – cen półproduktów, jednak przy masowej ilości, jaką produkuje ukraiński przemysł rolniczy i zważając na fakt, że znaczna część ukraińskich gospodarstw rolnych to gospodarstwa duże, sprawia to, że wyższe ceny półproduktów nie są kłopotem dla tamtejszych rolników.

Państwowa pomoc dla polskich rolników

W maju 2022 roku Komisja Europejska zaproponowała pakiet pomocy dla rolników państw należących do Unii Europejskiej, związanych z wysokimi kosztami produkcji rolnej i kryzysem żywnościowym. Państwa członkowskie otrzymały pozwolenie na

⁵ Y. Zolotnytska, S. Kowalczyk, *Ukraina na światowym rynku rolnym*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie” 2022, nr 3, s. 7–8.

Średnie ceny tuczników w skupach zł/kg



wypłatę jednorazowej kwoty ryczałtowej poszkodowanym przez wojnę na Ukrainie rolnikom i przedsiębiorstwom rolno-spożywczym. Pieniądze na pomoc będą pochodziły z niewykorzystanych środków finansowych PROW (Program Rozwoju Obszarów Wiejskich). Kraje członkowskie będą miały do dyspozycji do 5 procent swojego funduszu z drugiego filara na lata 2021–2022. Według wyliczeń Komisji Europejskiej, państwa Unii będą miały do dyspozycji 1,4 mld euro, z czego Polsce z tego budżetu przypadnie 130 mln euro. Jak wspomniał na swoim Twitterze unijny komisarz do spraw rolnictwa Janusz Wojciechowski: „Proponujemy kolejną pomoc dla rolników dotkniętych gospodarczymi skutkami rosyjskiej agresji na Ukrainę – około 1,4 mld euro, poprzez elastyczne przesunięcia tych środków w II filarze (5% funduszy na lata 2021–22). Dla polskich rolników oznacza to około 130 mln euro”⁶. Jednak jak poinformował później resort rolnictwa, kwota ta opiewała nie na 130 mln euro, a na 115 mln euro. Z decyzji ministerstwa rolnictwa pieniądze te zostały przeznaczone na wsparcie hodowców trzody chlewnej. Argumentami dla tej decyzji są ciągle rosnące ceny surowców oraz problemy z ich dostawami, co negatywnie wpływa na rentowność hodowli trzody chlewnej. Cena prosiąt maleje wraz z równoczesnym spadkiem cen tuczników, co prowadzi do obniżenia rentowności w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji prosiąt.

Wielkość dotacji zależała od wielkości produkcji hodowcy, maksymalnie można było uzyskać 15 tysięcy euro na jednego rolnika, co w przeliczeniu na ówczesny kurs euro (sierpień 2022) daje około 70 tysięcy złotych. Czas na składanie wnio-

⁶ J. Wojciechowski, @jwojcw Twitter. <https://twitter.com/jwojcw/status/1527668637875593216>.

sków rolnicy mieli do 31 marca 2023 roku, a środki mają zostać wypłacone do 15 października 2023⁷.

13 czerwca 2023 roku sejmowa komisja do spraw rolnictwa wysłuchała ministra rolnictwa, który opowiedział im o ciężkiej sytuacji na rynku zbóż i niezbędnej pomocy dla rolników. Ministerstwo rolnictwa wprowadziło dopłaty do hektara zboża, które sięgnęły nawet do 4700 zł za jeden hektar sprzedanej pszenicy od 15 kwietnia do 30 czerwca. Na to dofinansowanie składa się 3000 zł za hektar, 500 zł za nawóz zużyty na jeden hektar ziemi, 200 zł za paliwo zużyte na jeden hektar ziemi oraz 1000 zł płatności bezpośrednich. Jak poinformował ARiMR (Agencja Restrukturyzacja i Modernizacji Rolnictwa) na ten cel ma zostać przeznaczony 2 mld złotych, chyba że pieniądze zabraknie, wtedy budżet na wsparcie rolników zostanie zwiększony tak, żeby każdy, kto złoży wniosek, otrzymał pomoc.

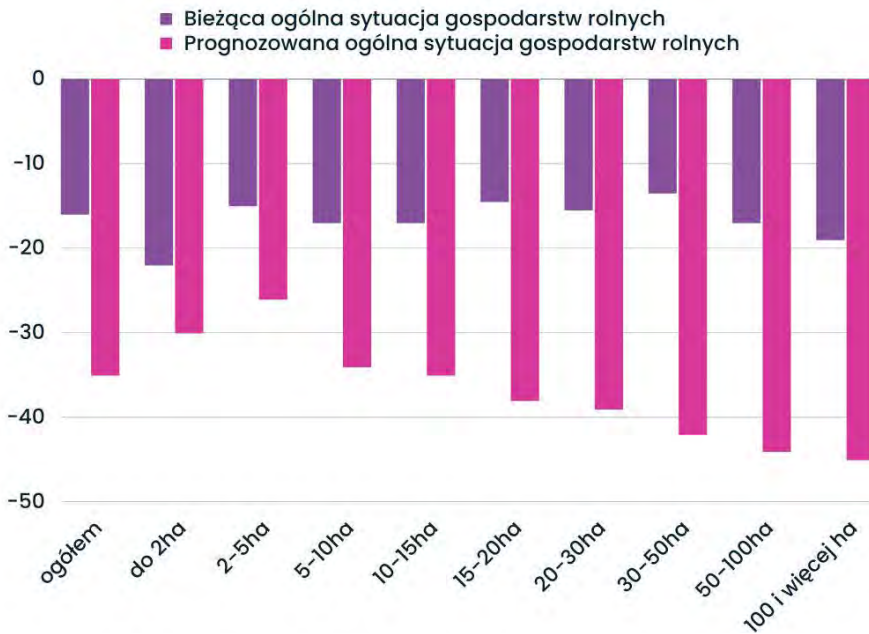
Jednak nie wszystkim podobały się pomysły wsparcia finansowego dla polskich rolników. Ukraiński wiceminister gospodarki Taras Kaczka tak wypowiadał się o pomocy oferowanej polskim rolnikom przez rząd: „Te subwencje znacznie wykraczają poza to, na co zezwalają reguły WTO. Mogą być wydarzeniem o mniejszym znaczeniu, ale mogą wywołać zakłócenia w handlu na świecie” albo „Nie dostrzegamy żadnego ujemnego wpływu na krajowe rynki tych państw i intensywnie pracujemy z Unią nad zapewnieniem gładkiego funkcjonowania wszystkich szlaków handlowych”. Krytyczną wypowiedź Tarasa Kaczki skomentował polski minister rolnictwa i rozwoju wsi Robert Telus: „Oczywiście niepokoi nas ta wypowiedź jednego z wiceministrów Ukrainy, który się wypowiedział w Anglii o tym [...], że jest możliwość, że myśmy naruszyli przepisy światowej organizacji WTO. Oczywiście jest to nieprawdą, nie naruszyliśmy, zmieścimy się konkretnie w limicie, który jest tak naprawdę, przecież państwo wiedzą, że każda ta pomoc jest notyfikowana w Unii Europejskiej. Mamy zgodę Unii Europejskiej [...]. Niepokojące jest to, że strona ukraińska do tej pory bardzo mocno nas zrozumiała i my ich rozumieliśmy w tej sprawie, a dziś wypowiadają się w taki sposób troszkę no negatywny, bo to jest takie troszkę skrytykowanie polskiego rządu, że pomaga polskim rolnikom. Tak jak powiedziałem, dla mnie jest to niepokojące”.

Opłacalność na rynku pracy w rolnictwie

Według badań przeprowadzonych przez GUS, pogorszenie koniunktury w drugiej połowie 2022 roku, czyli po wybuchu wojny na Ukrainie sygnalizowało 43,6% kierujących gospodarstwami rolnymi, a tylko 6% stwierdziło, że ich sytuacja się poprawiła. Również prognozy na pierwsze półrocze 2023 były pesymistyczne.

⁷ R. Antczak, *Rynek trzody chlewnej - podsumowanie 2022 roku [WYKRES]*, [wiescirolnicze.pl](https://wiescirolnicze.pl/analizy-rynkowe/rynek-trzody-chlewnej-podsumowanie-2022-roku/), <https://wiescirolnicze.pl/analizy-rynkowe/rynek-trzody-chlewnej-podsumowanie-2022-roku/>, [dostęp: 18 stycznia 2023].

Salda odpowiedzi grudzień 2022 r. i prognozowanej na I półrocze 2023 r. ogólnej sytuacji gospodarstw rolnych według grup obszarowych użytków rolnych⁸:



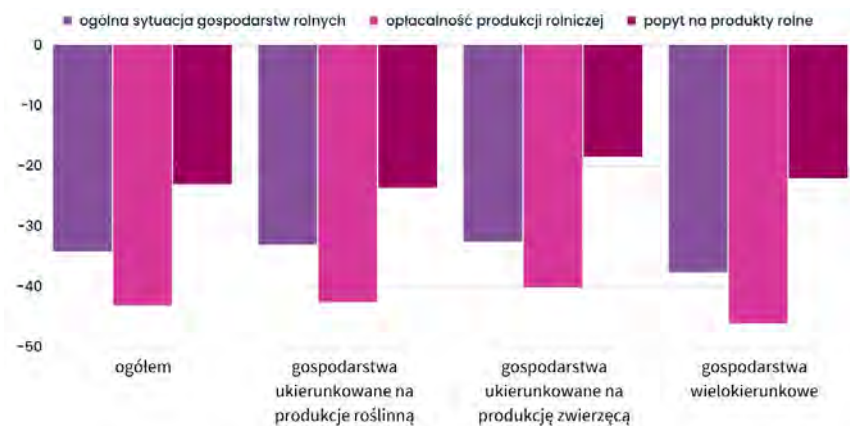
W drugiej połowie 2022 roku oceny dotyczące popytu na produkty rolne wyprodukowane były znacznie gorsze w porównaniu z trzema poprzednimi okresami. Gospodarstwa skoncentrowane na produkcji roślinnej doświadczyły spadku wartości salda odpowiedzi w porównaniu z poprzednim i analogicznym okresem z ubiegłego roku, odpowiednio o 15,0 punktów procentowych i 22,7 punktów procentowych. Producentów specjalizujących się w uprawach buraków cukrowych, roślin przemysłowych oraz drzew i krzewów owocowych charakteryzowały najbardziej pesymistyczne opinie⁹.

Wśród rolników zajmujących się uprawą buraków cukrowych i uprawami pod osłonami odnotowano znaczną przewagę negatywnych opinii w porównaniu do pozytywnych odnośnie do przewidywanej ogólnej sytuacji w gospodarstwie rolnym, popytu na produkty rolne i opłacalności produkcji rolniczej. Kierownicy gospodarstw specjalizujących się w hodowli bydła rzeźnego, bydła mlecznego oraz trzody chlewnej wyrazili pesymistyczne oceny przewidywanej ogólnej sytuacji w gospodarstwie rolnym oraz opłacalności produkcji rolniczej.

⁸ GUS, *Koniunktura w gospodarstwach rolnych w II półroczu 2022 r.*, 31.03.2023 r., s. 1.

⁹ GUS, *Koniunktura w gospodarstwach rolnych w II półroczu 2022 r.*, 31.03.2023 r., s. 1–2.

Salda odpowiedzi dotyczące prognozowanej w II półroczu sytuacji ogólnej gospodarstw rolnych, opłacalności produkcji rolniczej i popytu na produkty rolne¹⁰:



Ekspert i import produktów rolnych w Polsce

W 2022 roku wartość eksportu polskich artykułów rolno-spożywczych wyniosła 47 648 mln EUR, w porównaniu do roku 2021, w którym to wartość ta wyniosła 37 611 mln EUR¹¹. Jest to wzrost o około 27%. Jednym z czynników tak wysokiego wzrostu wartości eksportu jest początek wojny na Ukrainie, gdyż panika związana z wojną zawsze działa korzystnie na ceny żywności, dodatkowo Ukraina jako jeden z największych producentów żywności w Europie miał przez pewien okres problemy z importem swoich towarów poza granice kraju.

W tym samym roku wzrósł również import produktów rolno-spożywczych, w 2021 roku wartość importu wynosiła 24 967 mln EUR, natomiast w 2022 już 32 101 mln EUR¹², jest to wzrost o około 29%, czyli większy niż eksportu. Ma to związek z zalaniem polskiego rynku ukraińskimi produktami rolnymi. Ukraińscy rolnicy są w stanie zaproponować bardzo konkurencyjne ceny, przez co wypierają polskie produkty. Wartość produktów sprowadzonych z Ukrainy jest druga pod względem wielkości (zaraz po Niemczech) czyli 2 757 mln EUR. Główne produkty sprowadzane stamtąd według raportu Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi to: olej słonecznikowy, kukurydza, rzepak oraz olej sojowy.

¹⁰ GUS, *Koniunktura w gospodarstwach rolnych w II półroczu 2022 r.*, 31.03.2023 r., s. 5–6.

¹¹ Departament Rynków Rolnych i Transformacji Energetycznej Obszarów Wiejskich Wydział Informacji Rynkowej, *Polski handel zagraniczny artykułami rolno-spożywczymi w 2022 roku (dane wstępne)*, Warszawa, 15 marca 2023 r., s. 1.

¹² *Ibidem*, s. 5.

Podsumowanie

Wybuch wojny na Ukrainie spowodował drastyczne wahania cen, zaczynając od ich wzrostu wskutek paniki społeczeństwa i masowego skupu żywności, w tym mąki. Ukraina, jako znaczący eksporter zbóż i produktów rolnych w Europie, odgrywa ważną rolę na rynku. Jednak walki na Ukrainie, bombardowanie pól uprawnych i miny pozostawione przez Rosjan, znacznie utrudniły pracę ukraińskim rolnikom. Ceny polskich produktów rolnych, takich jak pszenica, kukurydza czy rzepak, zostały sztucznie obniżone z powodu dużej podaży ukraińskich odpowiedników. Duże gospodarstwa rolne na Ukrainie, korzystając z konkurencyjnych cen, mogą wypierać polskich rolników z rynku. Ponadto, ukraińscy rolnicy mają przewagę ze względu na rodzaj gleb, zwłaszcza obecność czarnoziemów, które stanowią znaczną część ich powierzchni rolnych. Ta sytuacja stawia polskich rolników w trudnym położeniu konkurencyjnym, szczególnie dla małych gospodarstw rolnych, które są mniej elastyczne i nie mogą obniżyć cen w takim stopniu jak ich ukraińscy konkurenci. Ceny produktów rolnych na samym początku wojny znacznie wzrosły ze względu na panikę w Europie spowodowaną wojną, lecz z czasem zaczęły drastycznie spadać z racji wprowadzonych udogodnień dla ukraińskich rolników, którzy od końca maja 2022 roku mogli transportować swoje produkty bez płacenia ceł na terenie całej Europy. Ukraińscy rolnicy zalali swoimi znacznie tańszymi produktami rynek europejski w tym polski, co spowodowało znaczny spadek cen w Polsce. Rząd polski starał się wspomóc polskich rolników, jednak nie wszystkie formy pomocy udało się zrealizować ze względu na działania ukraińskich polityków w Komisji Europejskiej blokujących te formy pomocy.

Bibliografia

- Antczak R., *Rynek trzody chlewnej – podsumowanie 2022 roku [WYKRES]*, Wieścirolnicze.pl, 18 stycznia 2023, <https://wiescirolnicze.pl/analizy-rynkowe/rynek-trzody-chlewnej-podsumowanie-2022-roku/>.
- Chlebosz M., *Znamy już stawki dopłat do skupu zbóż. Zobacz, ile można dostać*, Farmer.pl, 21 kwietnia 2023, <https://www.farmer.pl/fakty/znamy-juz-stawki-doplat-do-skupu-zboz-zobacz-ile-mozna-dostac,130853.html>.
- Departament Rynków Rolnych i Transformacji Energetycznej Obszarów Wiejskich Wydział Informacji Rynkowej, *Polski handel zagraniczny artykułami rolno-spożywczymi w 2022 roku (dane wstępne)*, gov.pl, Warszawa, 15 marca 2023 r., <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/polski-handel-zagraniczny-artykulami-rolno-spozywczymi-w-2022-r>.
- Glauben T., Svanidze M., Götz L., Prehn S., Jaghdani T.J., Đurić I., Kuhn L., *The War in Ukraine, Agricultural Trade and Risks to Global Food Security*, “The Ripple Effects of the War in Ukraine” 2022, Volume 57, Number 3, <https://www.intereconomics.eu/contents/year/2022/number/3/article/the-war-in-ukraine-agricultural-trade-and-risks-to-global-food-security.html>.
- GUS (Główny Urząd Statystyczny), *Koniunktura w gospodarstwach rolnych w II półroczu 2022 r.*, 31.03.2023 r., https://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5507/10/21/1/koniunktura_w_gospodarstwach_rolnych_w_ii_polroczu_2022_r.pdf.

- Kasprzycki D.D., *Konflikt zbrojny na Ukrainie w kontekście rosyjskiej koncepcji wojny nowej generacji*, „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego” 2022, vol. 16, nr 1.
- Martyshev P., Nivievskiy O., Bogonos M., *Regional war, global consequences: Mounting damages to Ukraine's agriculture and growing challenges for global food security*, 27 marca 2023, <https://www.ifpri.org/blog/regional-war-global-consequences-mounting-damages-ukraines-agriculture-and-growing-challenges>.
- Matuszak S., *Spichlerz świata? Rozwój rolnictwa na Ukrainie*, osw.waw.pl, 9 grudnia 2021, <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/raport-osw/2021-12-09/spichlerz-swiatea>.
- REDAKCJA@AGROPOLSKA.PL, *Koszt produkcji tony pszenicy wzrósł o 2000 zł. A rośliny zasychają na pniu*, [Agropolska.pl](http://agropolska.pl), 6 lipca 2022, <https://www.agropolska.pl/aktualnosci/polska/koszt-produkcji-tony-pszenicy-wzroslo-o-2000-zl-a-rosliny-zasychaja-na-pniu,13285.html>.
- Ryńska B., *Jak wojna na Ukrainie wpłynęła na polskie rolnictwo?*, agroprofil.pl, 4 stycznia 2023, <https://agroprofil.pl/wiadomosci/jak-wojna-na-ukrainie-wplynela-na-polskie-rolnictwo/>.
- Szałaj K., *Dopłaty do pszenicy na zasadzie „kto pierwszy ten lepszy”? ARiMR wyjaśnia*, *Tygodnik Rolniczy.pl*, 15 czerwca 2023, <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/pieniadze/doplata-bezposrednie/doplata-do-pszenicy-na-zasadzie-kto-pierwszy-ten-lepszy-arimr-wyjasnia-2447006>.
- Szymczak J., *Minister rolnictwa dumny z 10 mld dla rolników. Ale czy te dopłaty w ogóle mają sens?*, *Oko.press*, 26 kwietnia 2023, <https://oko.press/pomoc-dla-rolnikow>.
- „Tygodnik Poradnik Rolniczy”, *Dodatkowe 130 mln euro dotacji dla polskich rolników. Na co będą pieniądze?*, *Tygodnik-rolniczy.pl*, 20 maja 2022, <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/pieniadze/dodatkowe-130-mln-euro-dotacji-dla-polskich-rolnikow-na-co-beda-pieniadze-2387848>.
- „Tygodnik Poradnik Rolniczy”, *Dodatkowe 70 tys. zł dotacji dla producentów świń. Kto otrzyma wsparcie?*, *Tygodnik-rolniczy.pl*, 18 sierpnia 2022, <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/pieniadze/dodatkowe-70-tys-zl-dotacji-dla-producentow-swin-kto-otrzyma-wsparcie-2390090>.
- „Tygodnik Poradnik Rolniczy”, *Polscy rolnicy dostaną jednak mniej pieniędzy. Na co będą mogli przeznaczyć dotacje?*, *Tygodnik-rolniczy.pl*, 29 maja 2022, <https://www.tygodnik-rolniczy.pl/pieniadze/polscy-rolnicy-dostana-jednak-mniej-pieniedzy-na-co-beda-mogli-przeznaczyć-dotacje-2387945>.
- Wodzień-Nowak A., *Agrochem obniża ceny nawozów. Ile kosztuje saletra i RSM od 24 maja 2023? Poznaj cennik*, [Strefaagro.pl](http://strefaagro.pl), 25 maja 2023, <https://strefaagro.pl/agrochem-obniza-ceny-nawozow-ile-kosztuje-saletra-i-rsm-od-24-maja-2023-poznaj-cennik/ar/c8-17380181#cennik-nawozow-po-obnizce-od-17-marca-2023>.
- Wojciechowski J., *Twitter @jwojc*, 20 maja 2022, <https://twitter.com/jwojc/status/1527668637875593216>.
- Wysoczańska A., *Nadzwyczajne wsparcie dla rolników poszkodowanych przez wojnę w Ukrainie*, [Agropolska.pl](http://agropolska.pl), <https://www.agropolska.pl/pieniadze/nadzwyczajne-wsparcie-dla-rolnikow-poszkodowanych-przez-wojne-w-ukrainie,2163.html>.
- Zdunek M., *Ile obecnie kosztują zboża na Ukrainie?* [Wrrp.pl](http://wrrp.pl) 10 czerwca 2022. <https://www.wrrp.pl/ile-obecnie-kosztuja-zboza-na-ukrainie/>
- Mateusz Wasak, *Minister rolnictwa odniósł się dziś do terminu wypłat dopłat do zbóż*, wrrp.pl 14 czerwca 2023. <https://www.wrrp.pl/minister-rolnictwa-odniosl-sie-dzis-do-terminu-wyp-lat-doplac-do-zboz/>
- Zolotnytska Y., Kowalczyk S., *Ukraina na światowym rynku rolnym*, „Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie” 3/2022.

IMPACT OF RUSSIA'S INVASION OF UKRAINE ON POLISH AGRICULTURE

Abstract: The article presents an analysis of the impact of Russia's invasion of Ukraine on Polish agriculture. The armed conflict began on the 24th of February 2022 and caused a number of negative consequences for Polish farmers. The article presents a review of previous studies and media reports on the situation in Ukraine and an analysis of statistical data from Poland showing the impact of the conflict on Polish agriculture. The article highlights such topics as; trends in imports and exports of agricultural products, domestic food prices, the labor market situation in agriculture and food security issues. In addition, the article presents the measures taken by the Polish government to counteract the negative impact of the conflict on Polish agriculture. According to the presented research and media reports, the armed situation in Ukraine has a negative impact on the state of Polish agriculture, the import of agricultural products to Poland, especially all kinds of grains and corn drives native products out of the market, resulting in losses for Polish farmers and deteriorating sentiment. According to annual surveys conducted by the "Central Statistical Office" since Russia's invasion of Ukraine, assessments of changes in demand for manufactured agricultural products have been much worse than in previous years.

Keywords: grain, farmers, imports, price

Przemysław Białoskórski

Studenckie Koło Naukowe Entomologów „Pasikonik”

Opiekun naukowy: dr hab. Agnieszka Kosewska, prof. UWM

Wydział Rolnictwa i Leśnictwa

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ENTOMOFAUNA POŻYTECZNA UPRAWY RZEPAKU

Wstęp

Rzepak oleisty jest jedną z wiodących roślin uprawnych w Europie i na świecie¹. Formą dominującą w uprawie światowej jest forma jara, natomiast w Polsce i Europie ze względów klimatycznych forma ozima. Rzepak ozimy (*Brassica napus* L.) uprawiany jest na nasiona, z których pozyskuje się olej², w skali globalnej na powierzchni ok. 35 mld ha gruntów. Powierzchnia uprawy rzepaku ozimego rośnie głównie z uwagi na liczne wykorzystanie nasion rzepaku i pozyskanego z nich oleju – w latach 2007–2017 odnotowano wzrost powierzchni zasiewów rzepaku o ok. 5 mld ha³. Olej rzepakowy oprócz wykorzystania na cele spożywcze znajduje też zastosowanie jako ważny komponent biopaliw⁴. Rzepak ozimy, w praktycznym aspekcie prowadzenia plantacji, posiada wiele zalet agronomicznych: zapewnia pokrycie gleby przez większą część roku, wprowadzony do płodozmianu przerywa również monokultury zbożowe oraz pozostawia dobre stanowisko dla roślin następczych.

Rzepak jest rośliną narażoną na presję wielu chorób powodowanych głównie przez patogeny grzybowe. Ponadto jest wrażliwy na rozwój chwastów mogących zredukować plon roślin rzepaku, jeśli nie są w odpowiedni sposób regulowane. Dodatkowo rze-

¹ T.X Neik., M.J. Barbetti, J. Batley, *Current status and challenges in identifying disease resistance genes in Brassica napus*, “Front Plant Science” 2017.

² Z. Jasińska, A. Kotecki, *Szczegółowa uprawa roślin*, t. II, Wrocław 2003, s. 419–445.

³ FAO. FAOSTAT. online: <http://www.fao.org/faostat> [dostęp: 26.01.2023].

⁴ F. Flénet, D. Wagner, P. Simonin, *Examination of an attempt to improve rapeseed cultivation in France in order to reduce the greenhouse gas emissions of biodiesel*, “Oilseeds and Fats Crops and Lipids” 2020, 27: 1–7.

pak ozimy narażony jest na żerowanie wielu szkodników owadzych^{5, 6}, które są zwykle zwalczane za pomocą środków ochrony roślin – syntetycznych insektycydów^{7, 8}. Oprócz entomofauny szkodliwej w postaci typowych szkodników rzepaku, podobnie jak na plantacjach każdej innej rośliny rolniczej, również na plantacjach rzepaku bytuje entomofauna pożyteczna.

Wzrost liczebności organizmów pożytecznych na danym siedlisku wiąże się między innymi ze spadkiem liczebności organizmów potencjalnie szkodliwych dla roślin rolniczych. Drapieżne chrząszcze biegaczowate (Coleoptera, Carabidae) licznie występują w krajobrazie rolniczym. Są to głównie niewyspecjalizowani drapieżcy, będący potencjalnymi naturalnymi wrogami szkodników roślin uprawnych⁹. Carabidae odżywiają się drobnymi bezkręgowcami, które stanowią szkodniki roślin rolniczych i sadowniczych, zatem ich bytowanie na polu czy też w sadzie jest pożądane¹⁰. Carabidae dzięki swojemu licznemu występowaniu, przystosowaniu do warunków środowiska i zmianom w ich zgrupowaniach pod presją środowiska czy zmianą warunków siedliskowych, a także łatwości pozyskania materiału do oznaczeń, są powszechnie wykorzystywanymi zooindykatorami środowiska jako organizmy modelowe^{11, 12}. Cechy te są również powodem wykorzystania biegaczowatych w badaniach mających określić stan pól uprawnych i zmiany zachodzące w agrocenozach pod wpływem różnych czynników związanych z uprawą gleby czy sposobem prowadzenia plantacji⁹.

Rzepak jest rośliną miododajną, obficie kwitnącą, w związku z czym liczną grupę entomofauny pożytecznej w tej uprawie stanowią zapylacze, zarówno pszczoły miodne, jak i dzikie zapylacze jak trzmiele czy muchówki bzygowate. Wśród entomofauny pożytecznej występują również drapieżniki będące naturalnymi wrogami szkodników. Do tej grupy entomofauny należą – oprócz epigeicznych – chrząszcze z rodziny biegaczowatych (Carabidae), biedronki czy też entomofauna z gromady pajęczaków. Do entomofauny pożytecznej należą również przedstawiciele entomofauny glebowej, jak i dżdżownice. Na rozwój i liczebność entomofauny, zarówno szkodliwej, jak i poży-

⁵ D. Alford, C. Nilsson, B. Ulber, *Insect pests of oilseed rape crops. Biocontrol of Oilseed Rape Pests*, "Blackwell Science" 2003, s. 9–41.

⁶ I.H. Williams, *The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: an overview*, [w:] *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*, I.H. Williams (red.), 2010, s. 1–43.

⁷ A.M. Dewar, *The adverse impact of the neonicotinoid seed treatment ban on crop protection in oilseed rape in the United Kingdom*, "Pest Management Science" 2017, 73: 1305–1309.

⁸ U. Heimbach, A. Müller, *Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany*, "Pest Management Science" 2013, 69: 209–216.

⁹ J.M. Holland., M.L. Luff, *The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems*, "Integrated Pest Management Reviews" 2000, 5: 109–129.

¹⁰ K. Funayama, *Influence of pest control pressure on occurrence of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in apple orchards*, "Applied Entomology, Zool" 2011, 46: 103–110.

¹¹ G.L. Lövei, K.D. Sunderland, *Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)*, "Annual Reviews. Entomology" 1996, 41: 231–256.

¹² J. Rainio, J. Niemelä, *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators*, "Biodiversity and Conservation" 2003, 12: 487–506.

tecznej, mają wpływ czynniki abiotyczne, jak temperatura, opady czy dostępność pożywienia¹³. Czynniki abiotyczne oddziałują nie tylko na entomofaunę, ale również na siedlisko jej bytowania, zatem również na roślinę uprawianą na plantacji. Temperatura warunkuje tempo rozwoju entomofauny, determinuje również termin kwitnienia rzepaku i jego jakość¹⁴. Opady atmosferyczne ograniczają aktywność entomofauny zwłaszcza uskrzydłonej, wpływają również na wilgotność powietrza, która jest ważnym czynnikiem przy rozwoju owadów. Odpowiednia dostępność wody jest niezbędna do rozwoju roślin rzepaku ozimego.

Czynnikiem wpływającym na ograniczenie liczebności entomofauny są zabiegi insektycydowe. Ma to szczególne znaczenie, gdyż insektycydy są najmniej selektywnymi środkami ochrony roślin, zatem na plantacjach, gdzie zostaną zaaplikowane, ograniczać będą nie tylko liczebność szkodników, ale również liczebność entomofauny pożytecznej, która jest niezbędna do zachowania bioróżnorodności i właściwego – prawidłowego funkcjonowania agroekosystemów¹⁵. W związku z tym do zwalczania szkodników roślin uprawnych, na które nacelowane są zabiegi insektycydowe, należy używać środków wykazujących cechy możliwie jak najmniejszej toksyczności wobec entomofauny pożytecznej. Insektycydy zawierające acetamipryd uważane są za środki ochrony roślin o małej szkodliwości dla pszczoł.

Jednak aby we właściwy sposób i we właściwym terminie zaaplikować środki ochrony roślin na plantacjach roślin uprawnych należy prowadzić monitoring i dopiero po przekroczeniu ekonomicznych progów szkodliwości podejmować zwalczanie agrofagów. Ograniczając występowanie i szkodliwość agrofagów na plantacjach rzepaku ozimego, należy kierować się zasadami dobrej praktyki rolniczej. Każdy zabieg pozostawia po sobie ślady w ekosystemie. Decydując się na przeprowadzenie chemicznej ochrony roślin plantacji, powinno się korzystać z narzędzi doradczych i prowadzić we własnym zakresie monitoring występowania agrofagów¹⁶. Podstawową metodą monitoringu plantacji w aspekcie wykrycia każdego z agrofagów są bezpośrednie lustracje. Lustracje takie polegają na wzrokowej ocenie pojawu agrofagów. Inną powszechnie stosowaną metodą jest tzw. metoda żółtych naczyń służąca do odłowu szkodników. Naczynia w tym kolorze przywabiają owady, a te topią się w zawartej w nich wodzie z dodatkiem płynu zmniejszającego napięcie powierzchniowe. W naczyniach wykonuje się w ich górnej części niewielkie otwory zapobiegające przelaniu się zawartości i tym samym utraty

¹³ I. Wojda, L. Vertyporokh, *Układ odpornościowy owadów w obronie integralności organizmu*, „Kosmos” 2017, 66(4): 541–551.

¹⁴ B. Skrzypski, *Od czego zależy wielkość plonu rzepaku ozimego?*, „Zachodniopomorski Magazyn Rolniczy” 2017, 32: 32–34.

¹⁵ T. Barczak, *Mechanizmy regulacyjne w agrocenozach a ochrona roślin*, „Postępy Nauk Rolniczych” 1994, 41(4): 19–28.

¹⁶ C.T. Zimmer, H. Köhler, R. Nauen, *Baseline susceptibility and insecticide resistance monitoring in European populations of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* collected in winter oilseed rape*, „Entomologia Experimentalis et Applicata” 2014, 150: 279–288.

materiału w przypadku obfitych opadów deszczu. Wysokość położenia żółtych naczyń, które umieszcza się około 20 metrów w głąb pola, reguluje się w taki sposób, aby naczynie podążało wraz z wysokością ładu. Kontroli zawartości żółtych naczyń dokonuje się zazwyczaj według metodyk co około trzy dni. Żółte naczynia stosuje się w celu odłowu i oszacowania pojawu entomofauny szkodliwej, jednak ich zastosowanie i wabiąca barwa sprawia, że do żółtych naczyń odławia się również entomofauna pożyteczna. Można zatem stwierdzić, że ich zastosowanie pozwala poznać zgrupowania zarówno entomofauny szkodliwej, jak i entomofauny pożytecznej, zwłaszcza zapylaczy.

Do odłowu entomofauny epigeicznej stosuje się pułapki Barbera. Są to specjalne pojemniki, które umieszcza się wkopane w glebę tak, aby ich górna krawędź znajdowała się na poziomie gruntu, co nie będzie stanowiło przeszkody dla entomofauny poruszającej się po glebie. Entomofauna z pułapek Barbera odławiana jest co 7 dni, a wewnątrz pojemników umieszczony jest płyn konserwujący w postaci roztworu glikolu etylenowego. W praktyce stosuje się zmodyfikowane pułapki Barbera w postaci plastikowych kubeczków o pojemności około 500 ml, a sposób ich montażu na stanowisku odłowu entomofauny pozostaje niezmienny.

Monitoring szkodników to jeden z głównych wskaźników przy podejmowaniu decyzji o wykonaniu zabiegu środkami ochrony roślin. Dostępne prognozy pojawu szkodników mogą być cenną wskazówką, jednak to lustracja na plantacji pozwala na właściwą ocenę zagrożenia i jej właściwą ochronę. Monitoring szkodników na plantacjach należy prowadzić nie tylko w celu wyznaczenia terminu zabiegu, ale również po aplikacji środków, aby potwierdzić skuteczność zabiegu lub rozważyć możliwość przeprowadzenia dalszej ochrony¹⁷.

Podejmując zwalczanie szkodników i innych agrofagów na plantacjach rzepaku ozimego, należy od 2014 roku stosować się do zasad integrowanej ochrony roślin. Zasady integrowanej ochrony roślin zakładają, że chemicznych zabiegów środkami ochrony roślin będziemy dokonywać w ostateczności dopiero wtedy, gdy podjęte wcześniej zabiegi oparte na metodach niechemicznych okażą się nieskuteczne lub niewystarczające. Integrowana ochrona roślin to standard we współczesnym rolnictwie¹⁸. Zakłada takie zarządzanie uprawami, które przyczyni się do ograniczania ilości zabiegów i wykorzystania ŚOR, a wykorzystania metod opierających się na skutecznej regulacji liczebności szkodników poprzez naturalne organizmy antagonistyczne i środki bezpieczne dla środowiska¹⁹. Ochrona roślin prowadzona w sposób intensywny z nieodpowiednim

¹⁷ G. Pruszyński, S. Pruszyński, *Integrowana ochrona roślin w zwalczaniu szkodników roślin uprawnych*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Poznań 2015, s. 47.

¹⁸ S.K. Dara, *The new integrated pest management paradigm for the modern age*, "Journal of Integrated Pest Management" 2019, 10: 1–9.

¹⁹ M. Barzman, P. Bárberi, A.N.E. Birch, P. Boonekamp, S. Dachbrodt-Saaydeh, B. Graf, B. Hommel, J.E. Jensen, J. Kiss, P. Kudsk, J.R. Lamichhane, A. Messéan, A.C. Moonen, A. Ratnadass, P. Ricci, J.L. Sarah, M. Sattin, *Eight principles of integrated pest management*, "Agronomy for Sustainable Development" 2015, 35: 1199–1215.

użyciem środków chemicznych może stwarzać zagrożenia dla środowiska naturalnego. Nadmierne użycie środków chemicznych wiąże się głównie z brakiem monitoringu na plantacjach i nieprzestrzeganiem progów szkodliwości²⁰.

Chrząszcze biegaczowate (Carabidae) stanowią zróżnicowaną grupę stawonogów, dzięki czemu poprzez dokonanie ich podziału według określonych cech można wnioskować o stanie środowiska, w którym występują. Zróżnicowanie biegaczowatych w Polsce pod względem wielkości ciała wynosi od 1,2 mm do ponad 40 mm długości²¹. Nietupski i in.²² Wskazują, iż w środowisku przekształconym przez człowieka dominować będą małe i średnie zoofagi, co będzie świadczyło o mniejszej stabilności środowiska pól uprawnych w porównaniu z siedliskami leśnymi, gdzie dominują zoofagi duże. Podobnie w badaniach Kosewskiej i in.²³, badających środowisko pól uprawnych i zadrzewień śródpolnych, pola uprawne wskazane zostały jako stanowisko mniej stabilne, charakteryzujące się przewagą małych zoofagów w zgrupowaniach badanych biegaczowatych.

W celu określenia struktury dominacji w aspekcie ilościowym wg Kasprzaka i Niebdały [1981] stosuje się podział na pięć klas dominacji: eudominantów, gdzie udział danego gatunku przekracza 10% ogółu odłowionej entomofauny, dominantów, których udział zawiera się w zakresie od 5 do 10%, subdominantów, których udział wynosi od 2 do 5%, recedentów, których udział wynosi od 1 do 2% oraz najmniej licznych subrecedentów, których udział nie przekracza 1%. Oprócz podziału na klasy dominacji, dokonuje się również analizy ekologicznej zgrupowań biegaczowatych, dzieląc odłowione chrząszcze według typów rozwoju, preferencji wilgotnościowych, preferencji siedliskowych, preferencji pokarmowych czy możliwości dyspersyjnych. Z uwagi na typ rozwoju biegaczowate zostały podzielone na dwie grupy: wiosenny typ rozwoju, który jest szybszy, a stadium zimującym jest imago, oraz jesienny typ rozwoju, w którym stadium zimującym jest larwa, a sam cykl rozwojowy trwa dłużej²⁴. Podział według preferencji wilgotnościowych zakłada podział biegaczowatych na pięć głównych grup: hygrofile, mezohygrofile, mezofile, mezokserofie oraz kserofie²⁵. Kolejnym elementem

²⁰ M. Mrówczyński (red.), *Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony*, Tom 2, Poznań 2013, s. 286.

²¹ C. Watała, *Przegląd Carabidae Polski. Cz. I. Wstęp oraz plemię carabini*, „Folia Zoologica” 1995, 3: 1–75.

²² M. Nietupski, A. Kosewska, D. Ciepielewska, *Porównanie zgrupowań Carabidae (Coleoptera) rezerwatu torfowiskowego „Redykajny” i zadrzewienia śródmiejskiego Olsztyna*, „Wiadomości Entomologiczne” 2006, 25(1): 61–70.

²³ A. Kosewska, M. Nietupski, D. Ciepielewska, *Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) zadrzewień śródpolnych i pól z Tomaszkowa koło Olsztyna*, „Wiadomości Entomologiczne” 2007, 26(3): 153–168.

²⁴ S.G. Larsson, *Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der danischen Carabiden*, „Entomologische Meddelelser” 1939, 20: 277–560.

²⁵ C.H. Lindroth, *Die Fennoskandischen Carabidae. Meddelanden Goteborgs Musei*, „Zoologiska Avdelning” 1945, 109: 1–7; O.R. Aleksandrowicz, *Biegaczowate (Carabidae)*, [w:] *Fauna Polski – cha-*

analizy ekologicznej zbiorowisk biegaczowatych są ich preferencje siedliskowe, podział zakłada pięć głównych wybieranych do życia siedlisk i dzieli te chrząszcze na: leśne, terenów otwartych, eurytopowe, terenów nadbrzeżnych i torfowiskowe²⁶, 27. W związku z preferencjami pokarmowymi wśród biegaczowatych wyróżnia się roślinożerców, chrząszcze odżywiające się zarówno pokarmem roślinnym, jak i zwierzęcym, to znaczy hemizoofagi, oraz drapieżców z podziałem na wielkość ciała. W związku z powyższym Aleksandrowicz²⁷ dzieli biegaczowate na pięć grup troficznych: fitofagi, hemizoofagi, zoofagi małe (<5 mm), zoofagi średnie (5,1–12 mm) oraz zoofagi duże (>12 mm).

Thiele w 1997 r.²⁸ dokonał podziału biegaczowatych z uwagi na możliwości dyspersyjne, wyróżniając chrząszcze uskrzydłone (macroptera), bezskrzydłe (brachyptera) oraz dymorficzne (dimorpha). Gatunki uskrzydłone charakteryzują się lepszymi zdolnościami do migracji i kolonizacji, dodatkowo mogą również przemieszczać się za pomocą skrzydeł w czasie zagrożenia, gatunki bezskrzydłe, jak większość chrząszczy z rodzaju *Carabus*, to chrząszcze o dużych rozmiarach ciała, przystosowane do życia na danym siedlisku, często stabilnym takim jak środowisko leśne.

Poznanie liczebności entomofauny pożytecznej pól uprawnych, zwłaszcza tych, które uważane są za bioindykatory środowiska, jak pszczoła miodna czy chrząszcze biegaczowate oraz analiza ich pojawu, terminu występowania, a w przypadku Carabidae również analiza ekologiczna, pozwalają oszacować stan środowiska, w którym bytują.

Cel pracy

Celem badań było poznanie liczebności i składu taksonomicznego entomofauny pożytecznej bytującej na plantacjach rzepaku ozimego w czasie sezonu wegetacyjnego. Szczególną uwagę poświęcono chrząszczom biegaczowatym, dokonując analizy ekologicznej odłowionej entomofauny epigeicznej, aby wykorzystując biegaczowate jako zooindykatory, móc wnioskować o stanie badanych plantacji rzepaku oraz roli biegaczowatych w ograniczaniu szkodników tej uprawy.

Metodyka badań

Badania występowania entomofauny pożytecznej zostały przeprowadzone na plantacji rzepaku ozimego, gdzie uprawiana była odmiana ES Cesario, zlokalizowanej na działkach ewidencyjnych 86 i 86 o powierzchni 3,6 ha w obrębie Kocięcin-Tworki,

rakterystyka i wykaz gatunków, W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Skibińska (red.), Warszawa 2004, I: 28–42.

²⁶ H.U. Thiele, *Carabid beetles and their environments*, Berlin 1977, s. 369.

gmina Raciąż, powiat płoński, województwo mazowieckie, w terminie od 12.04.2022 do 28.06.2022.

Odłowu entomofauny pożytecznej dokonywano za pomocą dwóch typów pułapek: żółtych naczyń, które docelowo były umieszczone na plantacji w celu odłowu entomofauny szkodliwej, a odłowiona entomofauna pożyteczna posłużyła jako materiał do oznaczeń i poznania pełnego zakresu entomofauny bytującej na plantacjach rzepaku oraz zmodyfikowanych pułapek Barbera, służących do odłowu entomofauny epigeicznej. Oba typy pułapek umieszczono w niedalekim sąsiedztwie od siebie, łącznie w pięciu punktach na plantacji, gdzie cztery z nich umieszczone były w narożnikach plantacji około 20 metrów od granicy plantacji, piąty natomiast na przecięciu przekątnych, co obrazuje ryc. 1.



Rycina 1. Schemat rozmieszczenia pułapek na plantacji rzepaku

Żółte naczynia (ryc. 2) umieszczone zostały na stojakach, dzięki którym ustawienie ich wysokości było zawsze w ciągu trwania monitoringu zgodne i podążające wraz ze wzrostem roślin rzepaku. Wewnątrz żółtych naczyń znajdowała się woda z płynem zmniejszającym napięcie powierzchniowe. Próby z żółtych naczyń pobierano co 3 dni, a odłowioną entomofaunę przenoszono do probówek zalewając płynem konserwującym w postaci 75% roztworu alkoholu etylowego.

Zmodyfikowane pułapki Barbera (ryc. 3) zostały zagłębione w glebie w taki sposób, aby ich górna krawędź znajdowała się na równi z powierzchnią gruntu, co umożliwiała entomofaunie epigeicznej swobodne wpadanie i brak celowego omijania pułapki. Pułapki Barbera były w około jednej trzeciej napełnione płynem konserwującym w postaci glikolu etylowego. Opróżnianie tych pułapek odbywało się co około 7 dni, a odłowiona entomofauna przenoszona była za pomocą sitka i pęsety do probówek z roztworem alkoholu etylowego.



Rycina 2. Żółte naczynie umieszczone na plantacji rzepaku



Rycina 3. Zmodyfikowana pułapka Barbera do odłowu entomofauny epigeicznej



Rycina 4. Carabidae przygotowane do oznaczania

Próby oznaczono (ryc. 4) przy pomocy dostępnych kluczy entomologicznych²⁷. Pozyskane dane zapisano w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel, gdzie dokonano opracowania graficznego danych o entomofaunie pożytecznej.

Wyniki badań i dyskusja

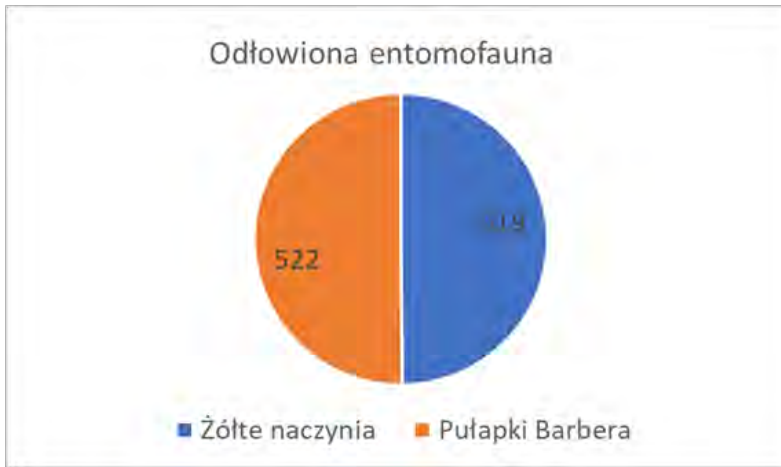
W wyniku przeprowadzonych badań odłowiono 1041 osobników entomofauny pożytecznej. Tabela 1 prezentuje podział odłowionej entomofauny z oznaczeniem do gatunku lub wyższej grupy taksonomicznej. Rycina 5 obrazuje podział entomofauny, uwzględniając metodę odłowu, zatem na entomofaunę epigeiczną odłowioną do pułapek Barbera oraz pozostałą entomofaunę odłowioną metodą żółtych naczyń. Za pomocą żółtych naczyń odłowiono 519 osobników, natomiast do pułapek Barbera 522 osobniki. Rycina 6 prezentuje podział entomofauny odłowionej do pułapek Barbera na chrząszcze biegaczowate poddane w dalszej części pracy analizie ekologicznej oraz pozostałą entomofaunę epigeiczną.

Tabela 1. Podział odłowionej entomofauny pożytecznej

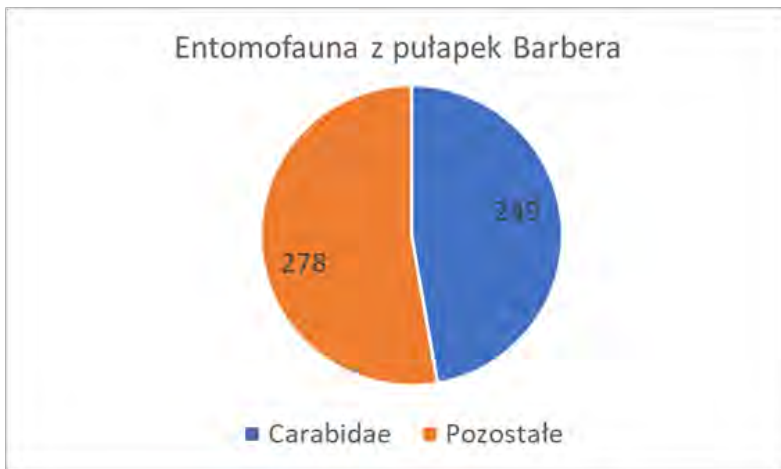
Gromada/rząd/rodzina/gatunek	liczebność	udział %
pszczoła miodna	283	27,19
trzmiel ziemny	75	7,20
trzmiel kamiennik	71	6,82
grabarz pospolity	44	4,23
skorki	28	2,69
biedronka siedmiokropka	21	2,02
biedronka azjatycka	15	1,44
omomilek	11	1,06
osa	2	0,19
pajęczaki	216	20,75
krocionóg	4	0,38
dżdżownice	6	0,58
bzygi	16	1,54
Carabidae	249	23,92
Suma	1041	100

Najliczniejszą grupę wśród odłowionej entomofauny pożytecznej stanowiły zapylacze (pszczoły miodne, trzmiele, bzygi). Istotną grupę pod względem liczebności stanowiły również pajęczaki oraz Carabidae stanowiące około połowę entomofauny

²⁷ Hurka K., Carabidae of the Czech and Slovak Republics, Kabournek – Zlin, 1996, p. 565



Rycina 5. Podział odlowionej entomofauny pożytecznej ze względu na metodę pozyskania



Rycina 6. Podział entomofauny odlowionej do pułapek Barbera

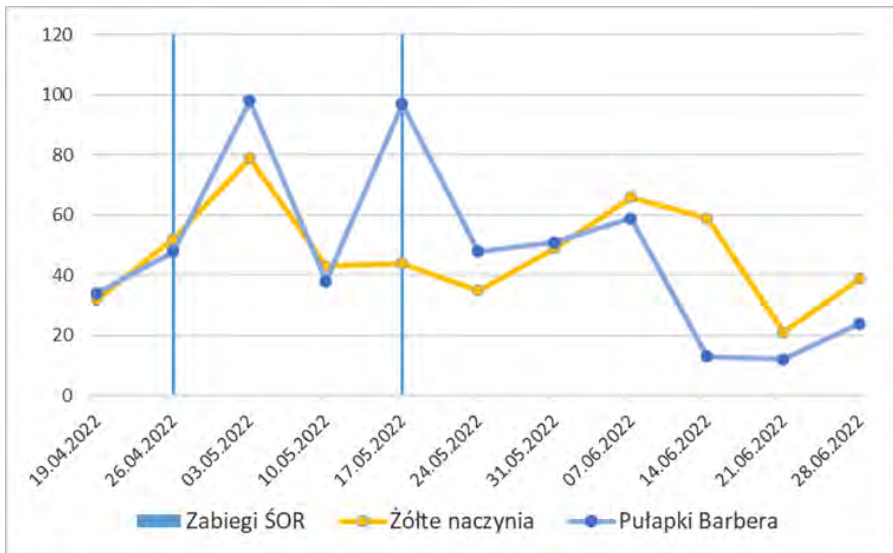
odłowionej do pułapek Barbera. Natomiast badania wykonane w Wielkopolsce w 2011 przez Remlein- Starostę i in., wskazują biedronkę siedmiokropkę i pająki jako najliczniej występujące pożyteczne stawonogi na plantacjach rzepaku ozimego²⁸. Jako uprawę

²⁸ D. Remlein-Starosta, J. Krzywińska, K. Nijak, D. Drożdżyński, S. Walorczyk, U. Dopierała, M. Szlykowiec, *Organizmy szkodliwe i entomofauna pożyteczna jako wskaźniki bioróżnorodności i stanu fitosanitarnego produkcji rolnej*, „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” 2012, 69(3): 73–85.

rolniczą z najbogatszym występowaniem biegaczowatych Hurej i Twardowski²⁹ oraz Kosewska i inni³⁰ podają pszenżyto.

Zarówno samo stanowisko, jakim jest środowisko przekształcone antropogenicznie w pole uprawne, jak i coroczne zabiegi uprawowe na plantacji oraz stosowanie środków ochrony roślin przyczyniają się do zubożenia lokalnej różnorodności biologicznej. Różnorodność biologiczna rozumiana jest bowiem jako zróżnicowanie organizmów żywych pochodzących ze wszystkich zespołów ekologicznych i ekosystemów, których część stanowią. Bioróżnorodność zakłada zróżnicowanie zarówno w obrębie gatunku, jak i między gatunkami oraz ekosystemami. Footitt i Adler³¹ podają, iż owady w związku ze swoim licznym występowaniem oraz zróżnicowaniem stanowią około 58% światowej bioróżnorodności, będąc najbardziej zróżnicowaną grupą zwierząt.

Czynniki abiotyczne oraz środki ochrony roślin wpływają na liczebność entomofauny, zarówno pożytecznej, jak i szkodliwej. Innym ważnym czynnikiem decydującym o liczebności pojawu entomofauny w określonym czasie jest biologia każdego z gatunków, gdzie występować może nawet kilka pokoleń w ciągu roku, ale nie wszystkie są tak samo liczne. Dynamikę sezonową pojawu entomofauny pożytecznej na plantacjach rzepaku z podziałem na sposób odłowu przedstawia rycina 7.

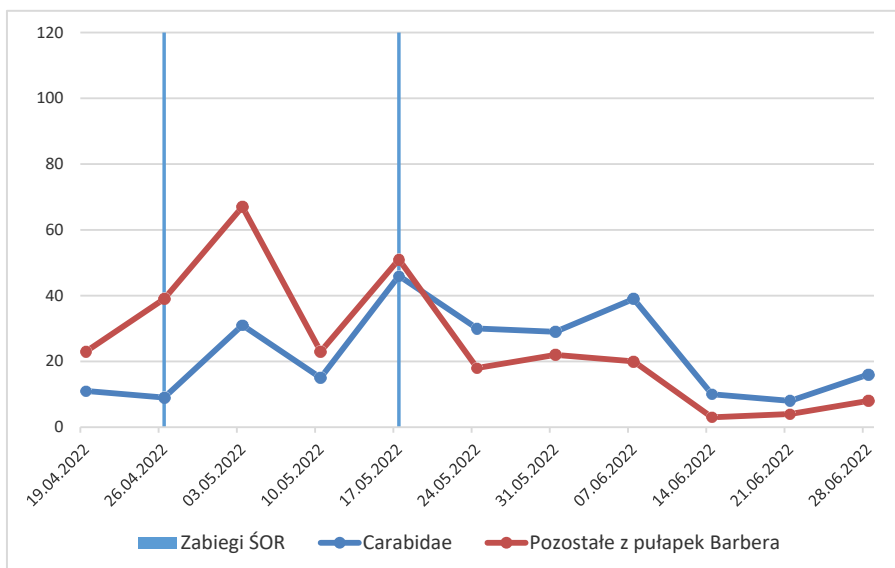


Rycina 7. Dynamika sezonowa pojawu entomofauny pożytecznej na plantacji rzepaku

²⁹ M. Hurej, J.P. Twardowski, *The influence of yellow lupin intercropped with spring triticale on predatory carabid beetles (Coleoptera: Carabidae)*, "Eur. J. Entomol." 2006, 103: 259–261.

³⁰ A. Kosewska, *Wpływ zabiegów ochrony roślin na występowanie biegaczowatych (Col. Carabidae) w wybranych uprawach*, „Progress in Plant Protection” 2012, 52: 529–534.

³¹ R.G. Footitt, P.H. Adler, *Insect Biodiversity: Science and Society*, London 2009, s. 632.



Rycina 8. Dynamika sezonowa pojawu entomofauny pożytecznej na plantacji rzepaku

Entomofauna odłowiona do pułapek Barbera cechuje się większą dynamiką, to znaczy odnotowano wyższe wzrosty i spadki liczebności jej pojawu, natomiast entomofauna odłowiona do żółtych naczyń występuje w całym okresie badania na bardziej stałym poziomie. Na wykresie zaobserwować można, że drugi zabieg insektycydowy przyczynił się do ograniczenia liczebności obu wyróżnionych grup entomofauny pożytecznej. Substancja aktywna zawarta w insektycydzie zastosowanym w tym zabiegu to acetamipryd w połączeniu z lambda-cyhalotryną. Podobną tendencję spadkową po drugim zabiegu obserwujemy analizując rycinę 8, przedstawiającą dynamikę sezonową entomofauny odłowionej do pułapek Barbera z podziałem na biegaczowate oraz pozostałą entomofaunę epigeiczną. Acetamipryd uznawany jest za substancję bezpieczną dla pszczoł, a jego zastosowanie do zwalczania słodyszka rzepakowego według Węgorka i in. (2009) zwiększa nawet plon rzepaku właśnie z uwagi na liczniejsze występowanie zapylaczy na plantacji³².

Zmiany w zasiedlającej uprawy entomofaunie pod wpływem stosowania środków ochrony roślin rozpatrywane były w pracach wielu autorów, między innymi Jaworska³³,

³² P. Węgorek, M. Mrowczyński, J. Zamojska, *Wpływ insektycydów na ilość i jakość plonu rzepaku ozimego*, „Rośliny Oleiste-Oilseed Crops” 2009, 30(2): 257–263.

³³ T. Jaworska, *Stan epigeicznych biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) w uprawie pszenicy ozimej odchwaszczanej Animopielikiem D*, Materiały 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1995, cz. 1: 61–63; T. Jaworska, *Wpływ odchwaszczania na dynamikę populacji biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera)*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 1997, 37(2): 235–237.

Sokołowski³⁴ czy Grabarkiewicz³⁵. Sokołowski (2000) stwierdził, że zabiegi środkami ochrony roślin mogą mieć znaczący wpływ na obniżenie liczebności Carabidae. Również Twardowski i Pastuszko (2008)⁴¹ podali, że liczebność biegaczowatych na polach jest ściśle uzależniona od intensywności i rodzaju zabiegów agrotechnicznych, co dotyczy zarówno stosowanych środków ochrony roślin, jak i zabiegów uprawowych.

Analiza zgrupowań odłowionych biegaczowatych z podziałem na klasy dominacji została przedstawiona w tabeli 3. Ogółem odłowiono 249 Carabidae należących do 32 gatunków (15 rodzajów). Najliczniej reprezentowany był rodzaj *Harpalus* (8 gatunków), *Amara* (7 gatunków), *Poecilus* (4 gatunki), *Calathus* (2 gatunki), pozostałe rodzaje reprezentowane były tylko przez jeden gatunek. Podziału na klasy dominacji dokonano wg podziału Kasprzaka i Niedbały z 1981 roku³⁶, a skalę oraz udział poszczególnych klas dominacji przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Udział poszczególnych klas dominacji w badanym zgrupowaniu Carabidae

udział	klasa dominacji	suma wskaźnika dominacji (%)
>1%	subrecedenci	9,8
1-2%	recedenci	2,5
2-5%	Subdominanci	18,0
5-10%	Dominanci	25,0
>10%	Eudominanci	44,7

Najliczniej występowały trzy gatunki, które zaliczono do klasy eudominantów, a suma ich udziałów wynosiła 44,67% ogółu odłowionych biegaczowatych. Najliczniej występujące gatunki to *Poecilus cupreus*, *Amara similata* i *Harpalus signaticornis*. W latach 2009–2010 swoje badania nad biegaczowatymi na plantacjach rzepaku w południowo-wschodniej Polsce prowadzili Olbrycht i Kucharska-Świerszcz³⁷, którzy odłowili Carabidae z 36 rodzajów, zatem podobnie jak w badaniach własnych. Jaworska³⁸ natomiast podkreśla zależności między uprawą, a zbiorowiskami biegaczowatych, stwierdza, iż biegaczowate nie we wszystkich łańcach roślin uprawnych występują tak

³⁴ A. Sokołowski, *Ochrona upraw rolniczych, a drapieżne stawonogi naziemne*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 2000, 40(2): 587–589.

³⁵ A. Grabarkiewicz, *Charakterystyka zgrupowań biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w pszenicy objętej różnymi programami ochrony*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 2003, 43(2): 657–660.

³⁶ K. Kasprzak, W. Niedbała, *Wskaźniki biocentotypyczne stosowane przy porządkowaniu i analizie danych w badaniach ilościowych*, [w:] *Metody stosowane w zoologii gleby*, M. Górny, L. Grum (red.), Warszawa 1981, s. 397–416.

³⁷ T. Olbrycht, M. Kucharska-Świerszcz, *Fauna biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w uprawach rzepaku ozimego (Brassica napus L.) południowo-wschodniej Polski*, „Polish Journal for Sustainable Development” 2018, T. 22, Cz. II, s. 117–124.

³⁸ T. Jaworska, *Zgrupowania biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) pszenicy ozimej i jarej odchwaszczanej herbicydami*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 1996, 36(2): 76–78.

Tabela 3. Struktura dominacji Carabidae

Gatunek	liczebność	dominacja (%)	klasa dominacji
Poecilus cupreus (Linnaeus, 1758)	39	15,98	Eudominanci
Amara similata (Gyllenhal, 1810)	37	15,16	
Harpalus signaticornis (Duftschmid, 1812)	33	13,52	
Harpalus tardus (Panzer, 1797)	17	6,97	Dominanci
Loricera pilicornis (Fabricius, 1775)	16	6,56	
Harpalus affinis (Schrank, 1781)	15	6,15	
Nebria brevicollis (Fabricius, 1792)	13	5,33	
Amara aenea (Degeer, 1774)	11	4,42	Subdominanci
Poecilus versicolor (Sturm, 1824)	10	4,10	
Amara ovata (Fabricius, 1792)	9	3,69	
Harpalus rufipes (Degeer, 1774)	8	3,28	
Poecilus lepidus (Leske, 1785)	6	2,46	
Amara communis (Panzer, 1797)	5	2,05	
Clivina fossor (Linnaeus, 1758)	3	1,23	Recedenci
Harpalus rubripes (Duftschmid, 1812)	3	1,23	
Amara plebeja (Gyllenhal, 1810)	2	0,82	Subrecedenci
Asaphidion flavipes (Linnaeus, 1761)	2	0,82	
Bembidion properans (Stephens, 1828)	2	0,82	
Calathus fuscipes (Goeze, 1777)	2	0,82	
Calathus melanocephalus (Linnaeus, 1758)	2	0,82	
Harpalus luteicornis (Duftschmid, 1812)	2	0,82	
Ophonus rufibarbis (Fabricius, 1792)	2	0,82	
Amara convexior Stephens, 1828	1	0,41	
Amara tibialis (Paykull, 1798)	1	0,41	
Anchomenus dorsalis (Pontoppidan, 1763)	1	0,41	
Anisodactylus binotatus (Fabricius, 1787)	1	0,41	
Carabus nemoralis O.F. Muller, 1764	1	0,41	
Harpalus griseus (Duftschmid, 1812)	1	0,41	
Harpalus laevipes Zetterstedt, 1828	1	0,41	
Notiophilus palustris (Duftschmid, 1812)	1	0,41	
Poecilus puncticollis	1	0,41	
Pterostichus melanarius (Illiger, 1798)	1	0,41	

samo licznie. Z kolei inni autorzy (Aleksandrowicz i in.³⁹, Twardowski i Pastuszko⁴⁰) zwracają uwagę na fakt, iż plantacje zbóż są sprzyjającymi siedliskami dla Carabidae z uwagi na dostępność pożywienia w postaci drobnych szkodników jak na przykład mszyce. Biegaczowate stanowią bardzo cenny element oporu środowiska pól uprawnych, w tym upraw rzepaku ozimego, na co wskazują nieliczne, ale wnikliwe badania. Pałosz [1995]⁴⁵ podaje, iż biegaczowate mogą powodować redukcję nawet połowy poczwerek słodzyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* L.). Duda i Dubert⁴¹ wskazują

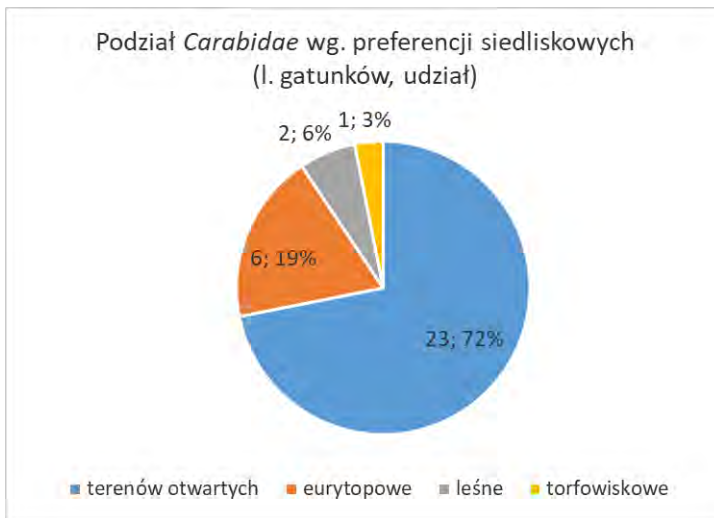
³⁹ O. Aleksandrowicz, B. Pakuła, J. Mazur, *Biegaczowate (Coleoptera: Carabidae) w uprawie pszenicy w okolicy Łęborga*, „Słupskie Prace Biologiczne” 2008, 5: 15–25.

⁴⁰ J.P. Twardowski, K. Pastuszko, *Field margins in winter wheat agroecosystem as reservoirs of beneficial ground beetles (Col., Carabidae)*, „J. Res. Appl. Agric. Engin.” 2008, 53(4): 123–127.

⁴¹ M. Duda, F. Dubert, *Wykorzystanie metod biologicznych w walce ze szkodnikami rzepaku ozimego*, „Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie roślin” 2009, 49(4): 1948–1952.

Poecilus cupreus jako istotny gatunek zoofaga, niszczący zarówno larwy, jak i imagines licznych agrofagów rzepaku, a to właśnie ten gatunek występował w badaniach własnych w analizowanym zgrupowaniu najliczniej.

Analiza ekologiczna biegaczowatych zakłada ich podziały według różnych kryteriów. Jednym z takich podziałów jest podział ze względu na preferencje siedliskowe, wyróżniający biegaczowate terenów otwartych, eurytopowe, nadbrzeżne, torfowiskowe oraz leśne. Odłowione biegaczowate podzielono według tego kryterium w aspekcie jakościowym, gdzie wyliczono liczbę gatunków należących do poszczególnych grup (ryc. 9), oraz w aspekcie ilościowym gdzie wyliczono liczbę osobników należących do poszczególnych grup (ryc. 10).



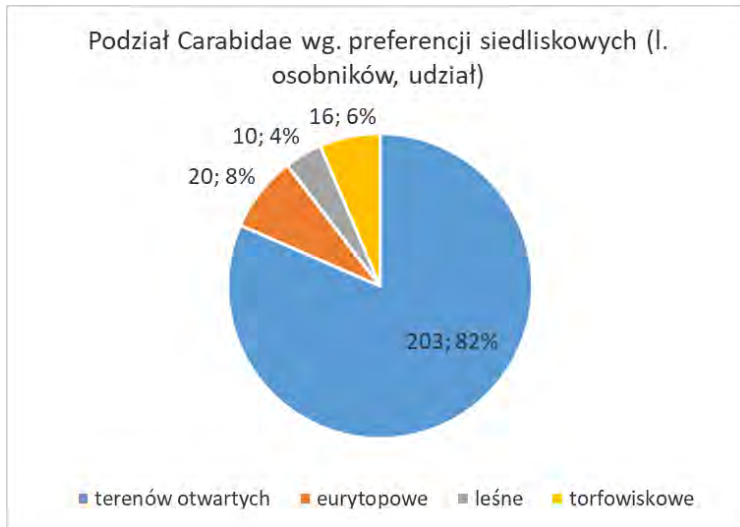
Rycina 9. Podział biegaczowatych wg preferencji siedliskowych w aspekcie jakościowym

Najliczniej wśród odłowionych *Carabidae* występowały gatunki terenów otwartych i wszędobylskie, podobnie w aspekcie ilościowym najwięcej osobników należało do grupy biegaczowatych terenów otwartych (203 osobniki, co stanowiło 82% ogółu).

Analiza ekologiczna badanych zgrupowań biegaczowatych wykazała typową dla pól uprawnych przewagę *Carabidae* terenów otwartych. Podobne wyniki notowali w swoich badaniach Huruk⁴² oraz Kosewska i in.⁴³.

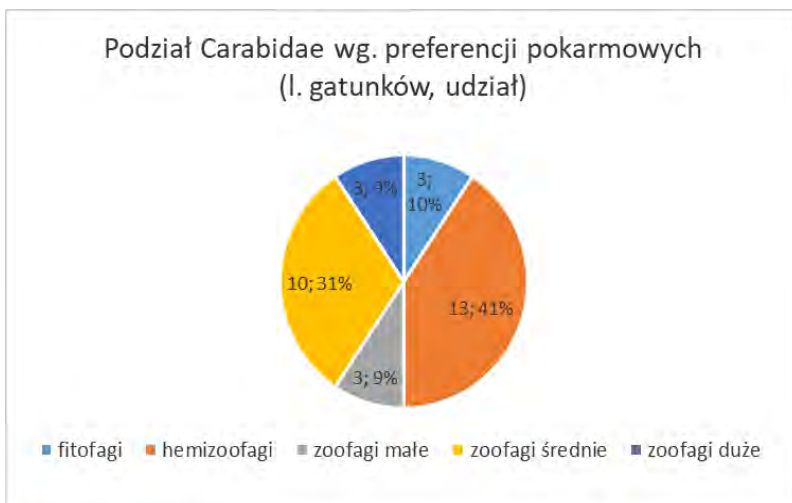
⁴² S. Huruk, Powierzchniowe rozprzestrzenienie biegaczowatych (*Carabidae*, *Coleoptera*) w obrębie małych pól uprawnych, „Rocz. Świętokrzyski, Seria B – Nauki Przyrodnicze” 2000, 27: 117–130.

⁴³ A. Kosewska, M. Nietupski, D. Ciepielewska, W. Słomka, Czynniki wpływające na struktury zgrupowań naziemnych biegaczowatych (*Col.*, *Carabidae*) w wybranych uprawach zbóż, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 2009, 49(3): 1035–1046.

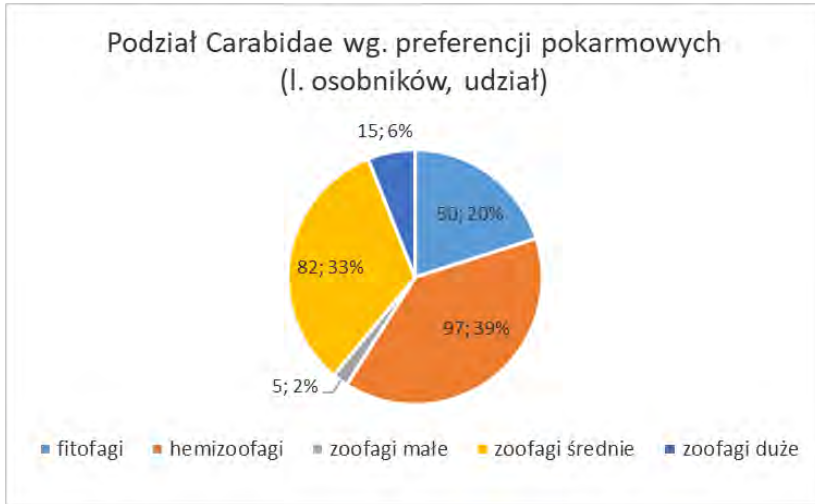


Rycina 10. Podział odłowionych biegaczowatych wg preferencji siedliskowych w aspekcie ilościowym

Inny podział ekologiczny zakłada podział zgrupowań biegaczowatych według preferencji pokarmowych i wyróżnia roślinożerców, biegaczowate odżywiające się pokarmem roślinnym i zwierzęcym oraz drapieżniki podzielone pod względem rozmiarów ciała na małe, średnie i duże. Podział odłowionych biegaczowatych według trofizmu przedstawiono w aspekcie jakościowym (ryc. 11) oraz ilościowym (ryc. 12).



Rycina 11. Podział odłowionych biegaczowatych ze względu na preferencje pokarmowe w aspekcie jakościowym



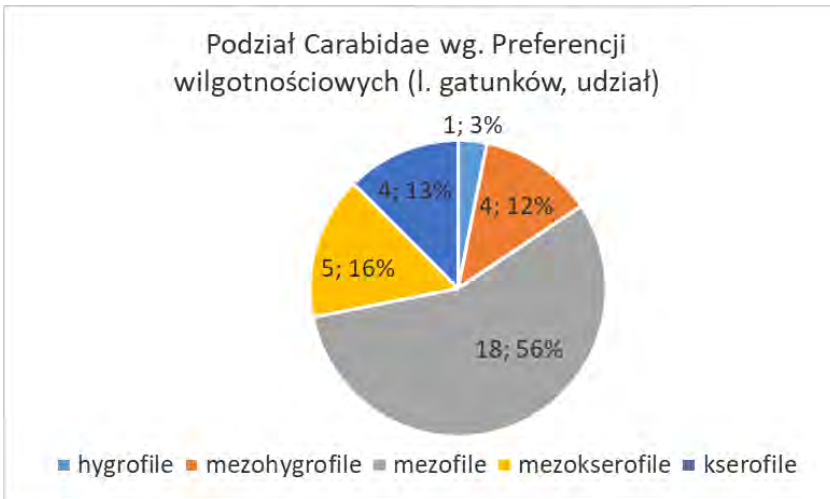
Rycina 12. Podział odłowionych biegaczowatych ze względu na preferencje pokarmowe w aspekcie ilościowym

W przeprowadzonych na uprawie rzepaku ozimego badaniach odnotowano 13 gatunków hemizoofagicznych biegaczowatych, 10 gatunków zoofagów średnich oraz po 3 gatunki z pozostałych grup troficznych. Podobnie jak w aspekcie jakościowym, taki i w ilościowym dominowały hemizoofagi, stanowiące 39% ogółu odłowionych biegaczowatych, kolejno zoofagi średnie 33% ogółu oraz fitofagi z 20% udziałem w liczbie osobników. Pałosz (1995)⁴⁴ uznaje udział zoofagów w uprawach za bardzo pożądany zwłaszcza z punktu widzenia integrowanej ochrony roślin, ze względu na ich rolę w ograniczaniu szkodników, zatem również możliwość ograniczenia ilości stosowanych środków ochrony roślin.

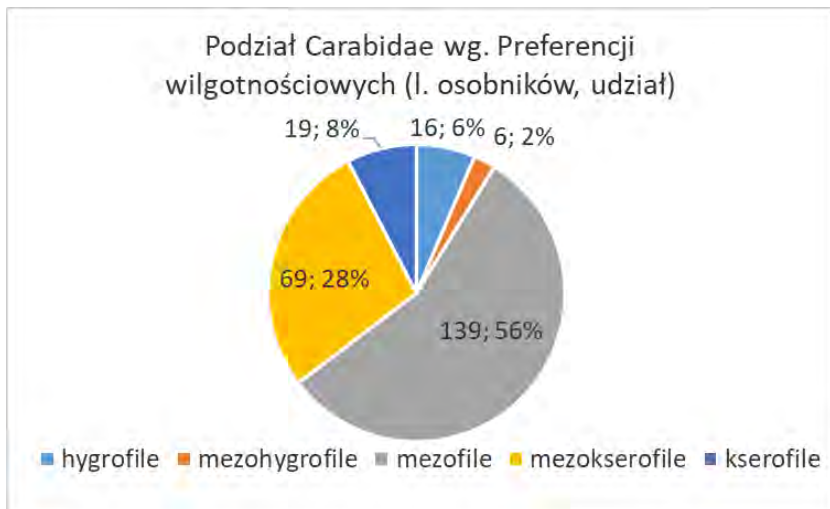
Inny podział ekologiczny biegaczowatych zakłada podział według preferencji wilgotnościowych. Podział ten wyodrębnia 5 grup: hygrofile, mezohygrofile, mezofile, mezokserofile i kserofile. Podział odłowionych biegaczowatych według preferencji wilgotnościowych w aspekcie jakościowym i ilościowym przedstawiają odpowiednio wykresy na rycinach 13 i 14.

Wśród odłowionych Carabidae wyróżniono 18 gatunków o umiarkowanych wymaganiach wilgotnościowych oraz 5 gatunków z preferencjami siedlisk bardziej suchych i 4 gatunki preferujące stanowiska bardziej mokre. W aspekcie ilościowym dominowały Carabidae mezofilne oraz mezokserofilne. Dominacja mezofili jest według Thiele²⁸ typowa w agrocenozach Europy.

⁴⁴ T. Pałosz, *Skład gatunkowy biegaczowatych (Col. Carabidae) na plantacjach rzepaku ozimego o różnej technologii i intensywności uprawy*, Materiały 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1995, cz. 1: 108–115.

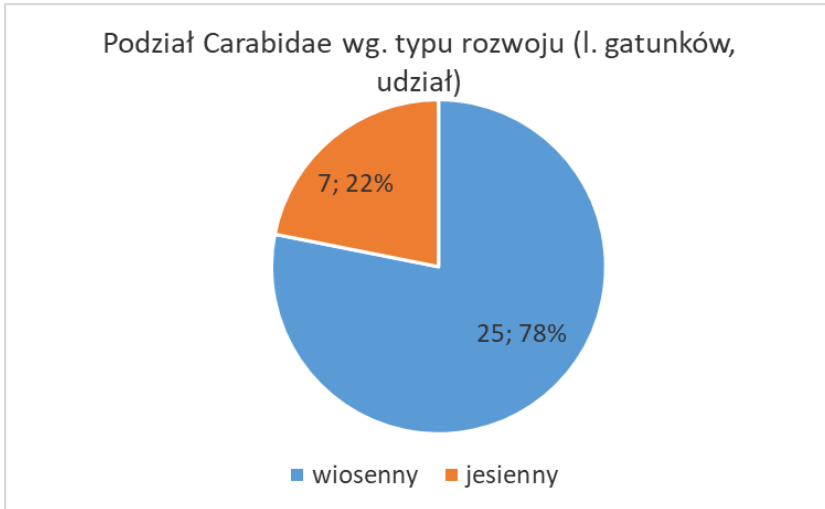


Rycina 13. Podział odłowionych biegaczowatych wg preferencji wilgotnościowych w aspekcie jakościowym

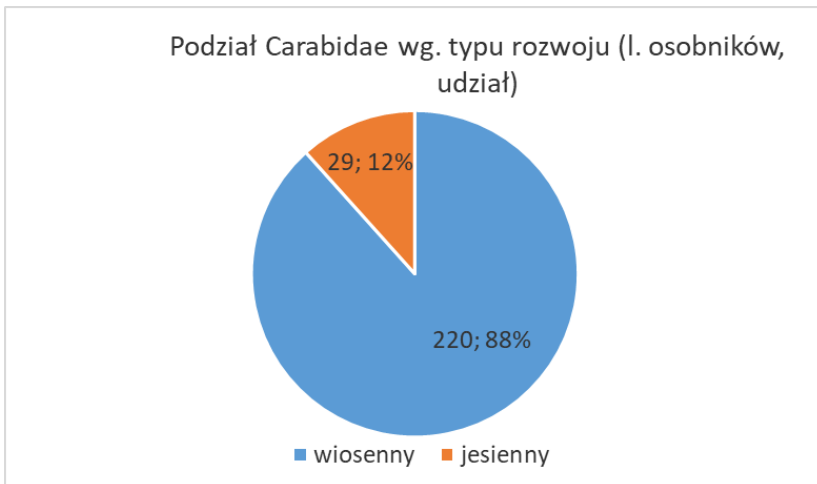


Rycina 14. Podział odłowionych biegaczowatych wg preferencji wilgotnościowych w aspekcie ilościowym

Inny podział ekologiczny zakłada podział Carabidae według typu rozwoju. Wyróżniono 2 typy rozwoju biegaczowatych: wiosenny charakteryzujący się szybszym cyklem oraz zimowaniem w postaci imago oraz jesienny, trwający dłużej, gdzie stadium zimującym jest larwa. Podział odłowionych chrząszczy według typu rozwoju w aspekcie jakościowym oraz ilościowym został przedstawiony na wykresach poniżej (ryc. 15 i 16).



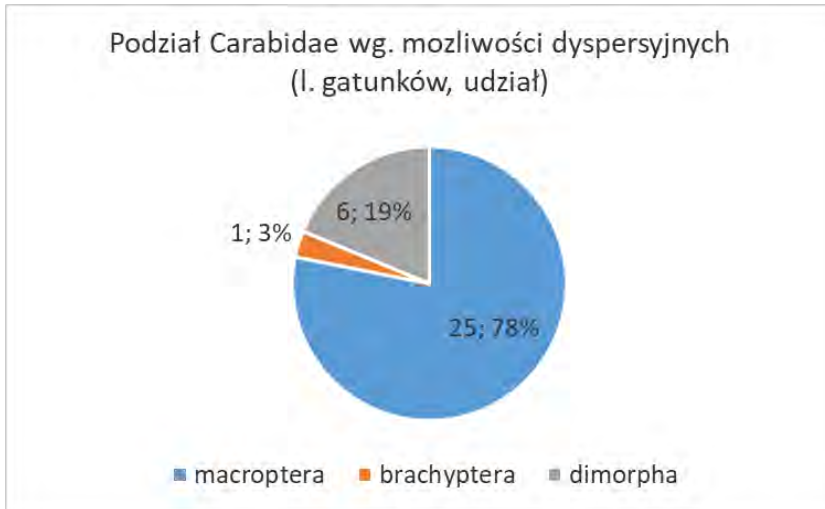
Rycina 15. Podział odłowionych biegaczowatych według typu rozwoju w aspekcie jakościowym



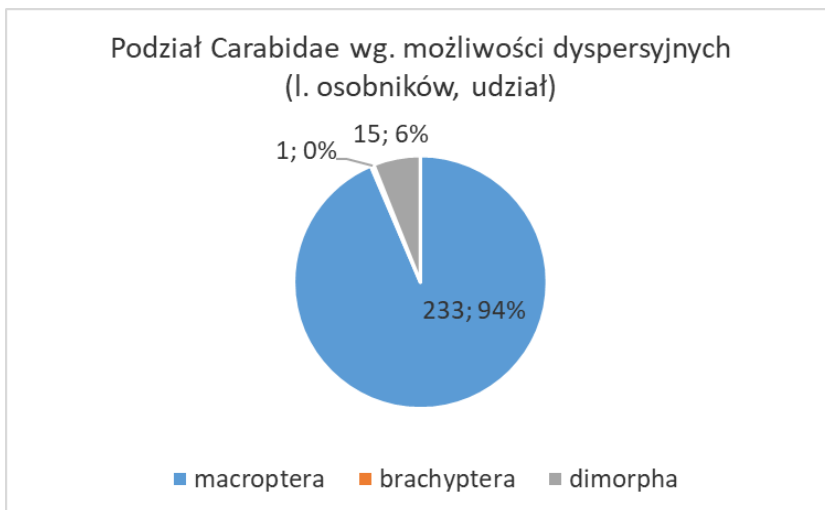
Rycina 16. Podział odłowionych biegaczowatych według typu rozwoju w aspekcie ilościowym

Wśród odłowionych Carabidae zarówno w aspekcie jakościowym, jak i ilościowym dominował typ rozwoju wiosenny. Typem tym cechowało się 220 odłowionych osobników z 25 gatunków odłowionych na plantacji rzepaku ozimego. Wiosenny typ rozmnażania świadczy o szybkim rozmnażaniu, które przeważa na siedliskach zmienionych antropogenicznie.

Kolejny z podziałów ekologicznych chrząszczy z rodziny biegaczowatych dzieli zgrupowania Carabidae według możliwości dyspersyjnych na entomofaunę uskrzydloną, bezskrzydłą i dymorficzną. Posiadanie skrzydeł przez Carabidae stwarza im lepsze możliwości do kolonizacji nowych siedlisk, jednocześnie pozwala również na szybką ucieczkę w stanie zagrożenia. Siedliska, na których występują Carabidae uskrzydłone,



Rycina 17. Podział odłowionych biegaczowatych według możliwości dyspersyjnych w aspekcie jakościowym



Rycina 18. Podział odłowionych biegaczowatych według możliwości dyspersyjnych w aspekcie ilościowym

to siedliska mniej stabilne, na których występować mogą zagrożenia, często są to siedliska zmienione przez człowieka jak agroekosystemy. Odłowione biegaczowate zostały podzielone według możliwości dyspersyjnych w aspekcie jakościowym (ryc. 17) oraz ilościowym (ryc. 18).

Analizując odłowione biegaczowate, stwierdzono obecność 233 osobników uskrzydłych należących do 25 gatunków Carabidae. Odnotowano 1 osobnika z grupy bezskrzydłych biegaczowatych – *Carabus nemoralis*. Formy dymorficzne stanowiły odpowiednio w aspekcie jakościowym 19%, a w aspekcie ilościowym 6% ogółu.

Wnioski

- Zapyłacze (pszczola miodna, trzmielce, bzygi) stanowią jedną z najliczniejszych grup entomofauny pożytecznej w uprawie rzepaku.
- Biegaczowate stanowią około połowę występującej na plantacjach rzepaku entomofauny pożytecznej.
- Występowanie większej populacji Carabidae terenów otwartych, hemizoofagicznych, makropterycznych i o wiosennym typie rozwoju świadczy o niestabilnym siedlisku, jakim jest plantacja rzepaku ozimego.
- Zastosowanie ŚOR zmniejsza populację nie tylko entomofauny szkodliwej, ale i pożytecznej.

Bibliografia

- Aleksandrowicz O., Pakuła B., Mazur J., *Biegaczowate (Coleoptera: Carabidae) w uprawie pszenicy w okolicy Lęborka*, „Słupskie Prace Biologiczne” 2008, 5: 15–25.
- Aleksandrowicz O.R., *Biegaczowate (Carabidae)*, [w:] *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków*, Bogdanowicz W., Chudzicka E., Pilipiuk I., Skibińska E. (red.), Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa 2004, I: 28–42.
- Alford D., Nilsson C., Ulber B., *Insect pests of oilseed rape crops*, “Biocontrol of Oilseed Rape Pests. Blackwell Science” 2003, 9–41.
- Barczak T., *Mechanizmy regulacyjne w agrocenozach a ochrona roślin*, „Postępy Nauk Rolniczych” 1994, 41(4): 19–28.
- Barzman M., Bärberi P., Birch A.N.E., Boonekamp P., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen J.E., Kiss J., Kudsk P., Lamichhane J.R., Messéan A., Moonen A.C., Ratnadass A., Ricci P., Sarah J.L., Sattin M., *Eight principles of integrated pest management*, „Agronomy for Sustainable Development” 2015, 35: 1199–1215.
- Dara S.K., *The new integrated pest management paradigm for the modern age*, “Journal of Integrated Pest Management” 2019, 10: 1–9.
- Dewar A.M., *The adverse impact of the neonicotinoid seed treatment ban on crop protection in oilseed rape in the United Kingdom*, “Pest Management Science” 2017, 73: 1305–1309.
- Duda M., Dubert F., *Wykorzystanie metod biologicznych w walce ze szkodnikami rzepaku ozimego*, „Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin” 2009, 49 (4): 1948–1952.

- FAO. FAOSTAT. online: <http://www.fao.org/faostat> [dostęp: 26.01. 2023].
- Flénet F., Wagner D., Simonin P., *Examination of an attempt to improve rapeseed cultivation in France in order to reduce the greenhouse gas emissions of biodiesel*, "Oilseeds and Fats Crops and Lipids" 2020, 27: 1–7.
- Footitt R.G., Adler P.H., *Insect Biodiversity: Science and Society*, London 2009.
- Funayama K., *Influence of pest control pressure on occurrence of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in apple orchards*, "Applied Entomology, Zool" 2011, 46: 103–110.
- Grabarkiewicz A., *Charakterystyka zgrupowań biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w pszenicy objętej różnymi programami ochrony*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 2003, 43 (2): 657–660.
- Heimbach U., Müller A., *Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany*, "Pest Management Science" 2013, 69: 209–216.
- Holland J.M., Luff M.L., *The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems*, "Integrated Pest Management Reviews" 2000, 5: 109–129.
- Hurej M., Twardowski J.P., *The influence of yellow lupin intercropped with spring triticale on predatory carabid beetles (Coleoptera: Carabidae)*, "Eur. J. Entomol" 2006, 103: 259–261.
- Hurka K., *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*, Kábořnicko – Zlín 1996.
- Huruk S., *Powierzchniowe rozprzestrzenienie biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) w obrębie małych pól uprawnych*, „Rocz. Świętokrzyski, Seria B – Nauki Przyrodnicze” 2000, 27: 117–130.
- Jasińska Z., Kotecki A., *Szczegółowa uprawa roślin*, t. II. Akademia Rolnicza, Wrocław 2003.
- Jaworska T., *Stan epigeicznych biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) w uprawie pszenicy ozimej odchwaszczanej Animopielikiem D*, Materiały 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1995, cz. 1: 61–63.
- Jaworska T., *Wpływ odchwaszczania na dynamikę populacji biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera)*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 1997, 37 (2): 235–237.
- Jaworska T., *Zgrupowania biegaczowatych (Carabidae, Coleoptera) pszenicy ozimej i jarej odchwaszczanej herbicydami*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 1996, 36 (2): 76–78.
- Kasprzak K., Niedbała W., *Wskaźniki biocentotypczne stosowane przy porządkowaniu i analizie danych w badaniach ilościowych*, [w:] *Metody stosowane w zoologii gleby* Górny M., Grum L. (red.), Warszawa 1981.
- Kosewska A., Nietupski M., Ciepielewska D., Słomka W., *Czynniki wpływające na struktury zgrupowań naziemnych biegaczowatych (Col., Carabidae) w wybranych uprawach zbóż*, „Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin” 2009, 49 (3): 1035–1046.
- Kosewska A., Nietupski M., Ciepielewska D., *Zgrupowania biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) zadrzewień śródpolnych i pól z Tomaszkowa koło Olsztyna*, „Wiadomości Entomologiczne” 2007, 26 (3): 153–168.
- Kosewska A., *Wpływ zabiegów ochrony roślin na występowanie biegaczowatych (Col. Carabidae) w wybranych uprawach*, „Progress in Plant Protection” 2012, 52: 529–534.
- Larsson S.G., *Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der danischen Carabiden*, "Entomologische Meddelelser" 1939, 20: 277–560.
- Lindroth C.H., *Die Fennoskandischen Carabidae. Meddelanden Goteborgs Musei*, "Zoologiska Avdelning" 1945, 109: 1–7.
- Lövei G.L., Sunderland K.D., *Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae)*, "Annual Reviews. Entomology" 1996, 41: 231–256.
- Mrówczyński M. (red.), *Integrowana ochrona upraw rolniczych. Zastosowanie integrowanej ochrony*, Tom 2, Poznań 2013.
- Neik T.X., Barbeti M.J., Batley J., *Current status and challenges in identifying disease resistance genes in Brassica napus*, "Front Plant Science" 2017.

- Nietupski M., Kosewska A., Ciepielewska D., *Porównanie zgrupowań Carabidae (Coleoptera) rezerwatu torfowiskowego „Redykajny” i zadrzewienia śródmiejskiego Olsztyna*, „Wiadomości Entomologiczne” 2006, 25(1): 61–70.
- Olbrycht T., Kucharska-Świerszcz M., *Fauna biegaczowatych (Coleoptera, Carabidae) w uprawach rzepaku ozimego (Brassica napus L.) południowo-wschodniej Polski*, „Polish Journal for Sustainable Development” 2018, T. 22, Cz. II, 117–124.
- Pałosż T., *Skład gatunkowy biegaczowatych (Col. Carabidae) na plantacjach rzepaku ozimego o różnej technologii i intensywności uprawy*, Materiały 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, 1995, cz. 1: 108–115.
- Pruszyński G., Pruszyński S., *Integrowana ochrona roślin w zwalczaniu szkodników roślin uprawnych*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział w Poznaniu, Poznań 2015.
- Rainio J., Niemelä J., *Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation* 2003, 12: 487–506.
- Remlein-Starosta D., Krzywińska J., Nijak K., Drożdżyński D., Walorczyk S., Dopierała U., Szłykiewicz M., *Organizmy szkodliwe i entomofauna pożyteczna jako wskaźniki bioróżnorodności i stanu fitosanitarnego produkcji rolnej*, „Zagadnienia Doradztwa Rolniczego” 2012, 69(3): 73–85.
- Skrzypski B., *Od czego zależy wielkość plonu rzepaku ozimego?*, „Zachodniopomorski Magazyn Rolniczy” 2017, 32: 32–34.
- Sokołowski A., *Ochrona upraw rolniczych, a drapieżne stawonogi naziemne*, „Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Roślin” 2000, 40 (2): 587–589.
- Thiele H.U., *Carabid beetles and their environments*, Berlin 1977.
- Twardowski J.P., Pastuszko K., *Field margins in winter wheat agrocenosis as reservoirs of beneficial ground beetles (Col., Carabidae)*, „J. Res. Appl. Agric. Engin.” 2008, 53(4): 123–127.
- Watała C., *Przegląd Carabidae Polski. Cz. I. Wstęp oraz plemię carabini*, „Folia Zoologica” 1995, 3: 1–75.
- Wegorek P., Mrowczyński M., Zamojska J., *Wpływ insektycydów na ilość i jakość plonu rzepaku ozimego*, „Rośliny Oleiste-Oilseed Crops” 2009, 30(2): 257–263.
- Williams I.H., *The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: an overview*, [w:] *Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests*, Williams I.H. (red.), 2010, 1–43.
- Wojda I., Vertyporokh L., *Układ odpornościowy owadów w obronie integralności organizmu*, „Kosmos” 2017, 66(4): 541–551.
- Zimmer C.T., Köhler H., Nauen R., *Baseline susceptibility and insecticide resistance monitoring in European populations of Meligethes aeneus and Ceutorhynchus assimilis collected in winter oilseed rape*, „Entomologia Experimentalis et Applicata” 2014, 150: 279–288.

BENEFICIAL ENTOMOFAUNA OF OIL SEED RAPE CULTIVATION

Abstract: In oilseed rape plantations, the following factors are unfavourable to high yields: weather phenomena, disease-causing agents, weeds and pests, which pose a serious threat to the adequate size and quality of the oilseed rape yield, and thus to the financial result of the oilseed rape farm. In order to mitigate the effects of rapeseed pests in particular, farmers undertake to control them with chemical plant protection products. Excessive and inappropriate use of plant protection products can also lead to the depletion of local beneficial entomofauna.

Monitoring of oilseed rape entomofauna was undertaken after the start of vegetation in spring on a winter oilseed rape plantation in the Mazowieckie Voivodeship.

Both pests and beneficial entomofauna were found during the study. Variation was observed in the number of species as well as in the abundance of pests and beneficial organisms. The beneficial entomofauna present in oilseed rape plantations reduces the abundance of pests that threaten the expected size and quality of the crop. Beneficial organisms caught in the plantation are mainly ground beetles, hoverflies and honeybees, and bumblebees.

Key words: oli seed rape, entomofauna, Carabidae

Kinga Karwacka

Koło Naukowe Diagnostyki i Fitopatologii Molekularnej „Biohazard”

Opiekun: dr hab. Adam Okorski, prof. UWM

Wydział Rolnictwa i Leśnictwa

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

GRZYBY ZASIEDLAJĄCE WYBRANE PRODUKTY ŻYWNOŚCIOWE BAZUJĄCE NA OWADACH JADALNYCH

Wstęp i cel pracy

Według szacunków FAO, populacja ludzi na świecie może wzrosnąć do 2050 roku do poziomu 9,2 mld. Spowoduje to konieczność zwiększenia światowej produkcji żywności o 60%. Wraz ze wzrostem populacji globalny popyt na mięso wzrósł wykładniczo, powodując liczne obciążenia dla środowiska. Szacuje się, że globalna emisja amoniaku na świecie kształtuje się na poziomie ok. 62 mln ton rocznie, a w Europie na poziomie 8 mln ton. 98% emisji amoniaku przypada na rolnictwo, w tym za 72% emisji odpowiedzialne są odchody zwierząt gospodarskich. Hodowle owadów wytwarzają od 10 do 100 razy mniej gazów na kg masy niż hodowle świń, co ma korzystny wpływ na globalne ocieplenie. Ponadto odchody owadów mogą zostać wykorzystane w rolnictwie w formie nawozu. Koszty hodowli owadów są znacznie niższe niż koszty hodowli zwierząt gospodarskich. Do hodowli owadów nie są wymagane grunty rolne oraz wysokie zużycie pasz czy wody pitnej. Owady są zimnokrwiste, dlatego aby zwiększyć swoją masę ciała mogą wykorzystywać roślinną biomasę. Świerszcze potrzebują 2-krotnie mniej pożywienia niż bydło, w celu wyprodukowania tej samej ilości białka. Ponadto owady skarmiane są pokarmem, który jest odpadem tj. liśćmi, otrębami, wytłokami warzywnymi i owocowymi¹. Ponieważ produkcja mięsa wymaga uprawy ogromnych ilości gleb i nakładów, przemysł spożywczy coraz bardziej kon-

¹ P. Wiza P. *Charakterystyka owadów jadalnych jako alternatywnego źródła białka w ujęciu żywieniowym, środowiskowym oraz gospodarczym.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego” 2019, nr 1, s 98-102.

centruje się na wykorzystaniu alternatywnych źródeł białka, takich jak owady, w produktach spożywczych².

Entomofagia, czyli zjadanie owadów, jest znana od wczesnych hominidów, ale nabrała rozpędu w kulturach zachodnich dopiero kilka lat temu. Około 113 krajów na całym świecie praktykuje entomofagię. Owady są spożywane na różne sposoby przez około 2 miliardy ludzi, głównie w niektórych częściach Azji, Afryki i Ameryki Łacińskiej, przy czym ponad 2100 gatunków zostało już skatalogowanych jako jadalne i stanowią tradycyjny pokarm. U przeciętnego Europejczyka owady budzą lęk i brak akceptacji. Bariery dla konsumpcji owadów mają charakter kulturowy, ponieważ idea, że jesteśmy tym, co jemy, jest obecna we wszystkich kulturach. Przekonania te utrudniają włączenie owadów do diety, ponieważ wszystkie skojarzenia i atrybuty związane z owadami wpływają na nasze postrzeganie ich jako pożywienia, znacznie bardziej niż na ich wartość odżywczą³. Neofobia żywieniowa, scharakteryzowana jako tendencja do odrzucania nowego lub nieznanego jedzenia, jest powszechną cechą ludzką. Jeśli chodzi o jadalne owady, neofobia jest szczególnie wysoka⁴. W celu przekonania europejskich konsumentów do regularnego spożywania owadów należy wytworzyć produkty z dodatkiem owadów o akceptowalnym smaku czy formie. Głównymi spożywanymi przez człowieka gatunkami są: chrząszcze (*Coleoptera*), gąsienice (*Lepidoptera*), mrówki, pszczoły i osy (*Hymenoptera*), szarańcza (*Orthoptera*), mszyce i skoczogonki (*Hemiptera*), termity (*Isoptera*), muchówki (*Diptera*)⁵. Owady mogą być spożywane na różnych etapach rozwoju jako: jaja, larwy, poczwarki i osobniki dorosłe, ale większość zarejestrowanych gatunków jest spożywana w postaci larw lub poczwarek. Sukces przemysłowy na dużą skalę zaczyna się od zbadania funkcjonalnych, odżywczych i bioaktywnych właściwości zawartych w owadach⁶.

² B. Gómez i in. *Challenges and opportunities regarding the use of alternative protein sources: Aquaculture and insects*. "Advances in Food and Nutrition Research" 2019, nr 89, 259–295.

³ A. Jantzen da Silva Lucas A., L. Menegon de Oliveira i in., *Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds*. "Food Chemistry" 2020, nr 311, s. 126022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>.

⁴ A. Gere A., R. Zeme i in., *Consumer response to insect foods*. [w:] *Reference Module in Food Science*, G. Smithers (red.), s. 1–6, Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21881-7>.

⁵ A. Stamer, A., *Insect proteins-a new source for animal feed: The use of insect larvae to recycle food waste in high-quality protein for livestock and aquaculture feeds is held back largely owing to regulatory hurdles*. "EMBO Reports" 2015, nr 16, s. 676–80. <https://doi.org/10.15252/embr.201540528>.

⁶ C. Xiaoming C., F. Ying F., Z. Hong Z., C. Zhiyong, C. (2010). *Review of the nutritive value of edible insects*. In: [w:] *Forest insects as food: humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, P. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie, & K. Shono (red.), (s. 85–92). Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.

Opłacalność produkcji

Owady zyskują popularność na całym świecie nie tylko ze względów żywieniowych, ale również ze względu na fakt, że są opłacalne, zarówno ich sprzedaż, jak i produkcja. W Demokratycznej Republice Laosu cena za 1 kg szarańczy wynosi około 8–10 euro, natomiast w Holandii za 35 g szarańczy około 9,99 euro. Wynika to z faktu, że spożycie owadów w krajach europejskich nie jest tak rozpowszechnione jak w krajach azjatyckich czy afrykańskich. Przepisy europejskie ponadto ściśle regulują produkcję owadów na cele spożywcze czy przemysłowe. Nie zmienia to faktu, że konsumpcja owadów na rynku europejskim rośnie.

Wartość odżywcza

Trudno jest sformułować ogólne wnioski dotyczące wartości odżywczej owadów jadalnych ze względu na różnorodność gatunków, które są jadalne oraz czynniki wpływające na skład owadów⁷. Szacuje się, że w zależności od gatunku strawność owadów jadalnych wynosi od 77–98%. Owady jadalne są bogate w białko, zawierają około 7–48% białka w suchej masie. Świerszcz domowy ma średnią zawartość białka wynoszącą około 65% suchej masy, co przewyższa inne źródła zwierzęce, jak i roślinne, takie jak jaja, mleko czy soja, gdzie białko stanowi odpowiednio 52%, 30% i 45%. Zaleca się, aby w diecie występowało co najmniej 40% niezbędnych aminokwasów, a wyniki badań wskazują, że w większości owadów jadalnych zazwyczaj wahają się od 46% do 96%. Lizyna jest niezbędnym aminokwasem, który może być ograniczający w białkach pochodzenia roślinnego, natomiast występuje w większych ilościach w owadach jadalnych. Świerszcz domowy zawiera większość niezbędnych aminokwasów, w mniejszych ilościach metioninę, serynę i tryptofan. Zawartość białka i aminokwasów w owadach jadalnych zależy od czynników środowiskowych, w tym pożywienia, płci oraz fazy wzrostu, w której uśmiercono owady⁸.

Większość jadalnych owadów posiada wysoką zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Należą do nich kwasy linolenowy i linolowy, powszechnie określane jako kwasy tłuszczowe odpowiednio omega-3 i omega-6. Brak jest w owadach kwasu eikozapentaenowego (EPA) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA), które zazwyczaj występują w rybach. Owady z rzędu *Orthoptera*, w tym świerszcz domowy,

⁷ A. van Huis, A.. *Nutrition and health of edible insects*, "Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care", 2020, nr 23, t.(3), s. 228–231., [dostęp:] <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000641>.

⁸ A.C. Nowakowski A. C., A.C. Miller A. C., M.E. Miller M. E., H. Xiao H., X. Wu, X. (2022). *Potential health benefits of edible insects*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(13), 3499–3508 [dostęp:]. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>.

zawierają tłuszcz w około 13,4% ich suchej masy. Zawartość tłuszczów nasyconych w owadach jadalnych jest porównywalna jak w mięsie kurczaka, wołowym czy wieprzowym, jednak całkowita zawartość tłuszczu jest mniejsza niż w ww. mięsach.

Chityna jest naturalnym polisacharydem, długołańcuchowym polimerem N-acetyloglukozaminy i jest drugim po celulozie biopolimerem występującym w dużych ilościach. Można ją znaleźć w egzoszkieletach stawonogów. Jest niestrawna i służy jako dobre źródło błonnika pokarmowego. U chrząszczy stwierdzono obecność węglowodanów na poziomie 20%, zaś włókna pokarmowego 2,6–3,3%⁹. Chitozan jest produkowany komercyjnie przez deacetylację chityny. Chityna pozwala utrzymać odpowiedni poziom cholesterolu we krwi, ma właściwości przeciwrzodowe i przeciwbakteryjne. Ponadto reguluje stężenie cukru w organizmie. Jadalne owady mogą również odgrywać rolę w obniżaniu ciśnienia we krwi, ze względu na enzym konwertujący angiotensynę (ACE), który powoduje zwężenie naczyń krwionośnych, dlatego inhibitory ACE są stosowane jako leki farmaceutyczne w leczeniu chorób układu krążenia. Aktywność hamująca ACE została zidentyfikowana u kilku gatunków owadów, takich jak mącznik czy jedwabnik¹⁰.

Oprócz wysokiej zawartości białka i nienasyconych tłuszczów, jadalne owady są bogate w witaminy i minerały. Większość owadów jest bogata w żelazo, którego poziom jest 3-krotnie wyższy niż w wołowinie. Zawartość żelaza obecna w jadalnych owadach jest żelazem hemowym, łatwostrawnym przez ludzki organizm. W szczególności świerszcz domowy składa się z około 8,75 mg żelaza na 100 gramów suchej masy i szacuje się, że świerszcze mają o 180% większą zawartość żelaza niż wołowina, co czyni je lepszym źródłem żelaza niż tradycyjne źródła zwierzęce. Zawartości witamin są różne w zależności od gatunku owada. Świerszcz domowy zawiera duże ilości innych witamin z grupy B, takich jak tiamina, ryboflawina i kwas foliowy. Dodatkowo jest dobrym źródłem wapnia, cynku, sodu, witaminy A i witaminy C. I tak na przykład chrząszcz zawiera 11,3 µg/100 g witaminy A, świerszcz domowy 24,3 µg/100 g. Owady mogą pomóc w uzupełnieniu dobowej racji pokarmowej, w której występuje niedobór kobalaminy, na który narażone są osoby cierpiące na cukrzycę typu 2, schorzenia żołądka (choroba wrzodowa, choroba refluksowa przełyku) oraz jelit¹¹.

⁹ J. Bartkiewicz, J., *Owady jadalne w aspekcie żywieniowym, ekonomicznym i środowiskowym*, „Handel Wewnętrzny”2018, 2(373), s.77–89.

¹⁰ C. Xiaoming, Ying F I in., *Review of the nutritive value of edible insects*. W: P. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie, & K. Shono (Eds.), *Forest insects as food: humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (pp 85-92). Bangkok 2010.

¹¹ A. Orkusz, A. *Owady jadalne-żywność przyszłości.*, „Nauki Inżynierskie i Technologie. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”2021, nr 37, s.151--160. DOI: 10.15611/nit.2021.37.08.

Cykl produkcyjny owadów jadalnych na przykładzie mącznika młynarka

Cykl produkcyjny owadów jadalnych można podzielić na: reprodukcję, produkcję, separację, ubój (Rysunek 1). Pierwszy etap to reprodukcja, gdzie formy imago składają jaja, które są potrzebne do wyhodowania larw. Liczba złożonych jaj oraz ich przeżywalność uzależniona jest od warunków zootechnicznych oraz zagęszczenia owadów. Koniec tego etapu to odseparowanie jaj od postaci dorosłych.

Kolejny etap to tucz owadów, w którym dochodzi do intensywnego wzrostu larw. W tym okresie szczególnie ważne są: temperatura, wilgotność, zagęszczenie i rodzaj diety owadów. Po około 3–4 miesiącach larwy dojrzewają do wykorzystania ich jako produktu końcowego.

Separacja owadów najczęściej odbywa się przy pomocy sit mechanicznych o odpowiedniej średnicy oczek.

Cykl produkcyjny kończy się ubojem larw. Przed ubojem należy oczyścić przewód pokarmowy, aby pozbyć się zanieczyszczeń. Następnie larwy można poddać dalszej obróbce mającej na celu przygotowanie larw do produkcji żywności lub pasz¹².



Rysunek 1. Cykl produkcyjny mącznika młynarka

Bezpieczeństwo żywnościowe

Pomimo korzyści żywieniowych i zdrowotnych, należy podkreślić pewne aspekty związane z potencjalnym ryzykiem spożycia jadalnych owadów. Obecnie bezpieczeństwo owadów jadalnych budzi duże obawy konsumentów. Najbardziej istotne aspekty bezpieczeństwa owadów jadalnych są związane z ich właściwościami mikrobiologicznymi i antyodżywczymi¹³. Kryteria mikrobiologiczne obecne w prawie UE (np. dla produktów spożywczych) dotyczą gatunków zwierząt innych niż owady, jednakże zaleca się, aby

¹² K. Kwiatek K., Z. Osiński Z., Z. Sieradzki Z., E. Patyra E., T. Bakula, T. (2021). *System HACCP i ocena ryzyka w produkcji owadów dla celów paszowych i spożywczych. Strategia wykorzystania owadów jako alternatywnych źródeł białka w żywieniu zwierząt oraz możliwości rozwoju jego produkcji na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej*, Zakład Higieny Pasz, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, 51--72.

¹³ J.E. Aguilar-Toalá J. E., R.G. Cruz-Monterrosa R. G., A.M. Liceaga, A. M. *Beyond Human Nutrition of Edible Insects: Health Benefits and Safety Aspects*, „Insects”2022, nr 13(11),s.1007. <https://doi.org/10.3390/insects13111007>.

producenci owadów okresowo badali swoje produkty w kierunku tych samych czynników chorobotwórczych. Wynika to z faktu, że mogą one zostać przeniesione na zwierzę przez materiał paszowy lub proces produkcyjny. Rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 ustala kryteria bezpieczeństwa w zakresie obecności *Listeria monocytogenes* i innych bakterii takich jak: *Campylobacter* spp., *Streptococcus aureus*, *Bacillus cereus*, patogennych szczepów *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Enterobacter sakazakii*, które mogą stanowić element nadzoru w ramach zapewnienia bezpieczeństwa żywności i pasz produkowanych z owadów, nawet w przypadku, gdy limity takie nie są jeszcze określone dla tego typu produktów¹⁴. Rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) nr 2021/882 z dnia 1 czerwca 2021 r. została dopuszczona żywność z wykorzystaniem mącznika młynarka, ponadto wyznaczono kryteria mikrobiologiczne, dopuszczalne poziomy metali ciężkich, mykotoksyn dla tego typu produktu.

Charakterystyka/skład:

- Popiół (% ww.): 3,5–4,5
- Wilgotność (% ww.): 1–8
- Białko surowe (N x 6,25) (% ww.): 56–61
- Węglowodany przyswajalne (% ww.): 1–6
- Tłuszcz (% ww.): 25–30
- z czego tłuszcze nasycone (% ww.): 4–9
- Liczba nadtlenkowa (Meq O₂/kg tłuszczu): ≤ 5
- Włókno pokarmowe (% ww.): 4–7
- Chityna (% ww.): 4–7

Metale ciężkie:

- Ołów: ≤ 0,075 mg/kg
- Kadm: ≤ 0,1 mg/kg

Mykotoksyny:

- Aflatoksyny (suma B1, B2, G1, G2): ≤ 4 µg/kg
- Aflatoksyna B1: ≤ 2 µg/kg
- Deoksyniwalenol: ≤ 200 µg/kg
- Ochratoksyna A: ≤ 1 µg/kg

Kryteria mikrobiologiczne:

- Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych: ≤ 105 jtk/g
- Drożdże i pleśń: ≤ 100 jtk/g
- *Escherichia coli*: ≤ 50 jtk/g
- *Salmonella* spp.: nie wykryto w 25 g
- *Listeria monocytogenes*: nie wykryto w 25 g
- Bakterie beztlenowe redukujące siarczyny: ≤ 30 jtk/g
- *Bacillus cereus* (identyfikacja wstępna): ≤ 100 jtk/g

¹⁴ Z. Sieradzki Z., Z. Osinski Z., K. Kwiatek, K. *Produkcja owadów na cele spożywcze i paszowe*, „Życie Weterynaryjne”2021, nr 96(5).

- Enterobacteriaceae (identyfikacja wstępna): < 10 jtk/g
- Gronkowce koagulazo-dodatnie: ≤ 100 jtk/g.

W trakcie oceny EFSA są kolejne aplikacje, gdzie wyznaczone kryteria będą najprawdopodobniej podobne.

Owady i produkty owadzie powinny być okresowo badane pod kątem obecności określonych substancji, a mianowicie: pestycydów, metali ciężkich czy mykotoksyn, zgodnie z limitami przewidzianymi w Dyrektywie 2002/32/WE w sprawie niepożądanych substancji w paszach. W owadach jadalnych wykryto różne rodzaje pestycydów, w tym insektycydy, herbicydy i fungicydy. Pestycydy te są zwykle stosowane w rolnictwie w celu zwalczania szkodników, takich jak chwasty, grzyby i owady. Jadalne owady mogą być zanieczyszczone przez te pestycydy bezpośrednio, tj. bezpośrednio rozpylanie, nawadnianie w glebie lub pośrednio przez skarmienie roślinami, które nagromadziły pestycydy¹⁵.

Rośliny absorbują metale ciężkie z gleby i powietrza. W ten sposób jadalne owady mogą zostać skażone poprzez skarmianie roślinami uprawianymi w tym środowisku. W jadalnych owadach zidentyfikowano różne metale ciężkie m.in. kadm i ołów. Narażenie na metale ciężkie wiąże się z przewlekłymi problemami zdrowotnymi, w tym nowotworem, dysfunkcją nerek, osteoporozą, chorobami układu mięśniowo-szkieletowego i niewydolnością serca.

Mykotoksyny

Mykotoksyny, podobnie jak mikroorganizmy, są klasyfikowane jako zagrożenie biologiczne w jadalnych owadach. Związki te mogą pochodzić z zanieczyszczenia pasz podczas hodowli lub być wytwarzane w jelitach owadów zakażonych pleśniami. Wiele mikotoksyn jest trudnych do usunięcia i są odporne na obróbkę cieplną¹⁶.

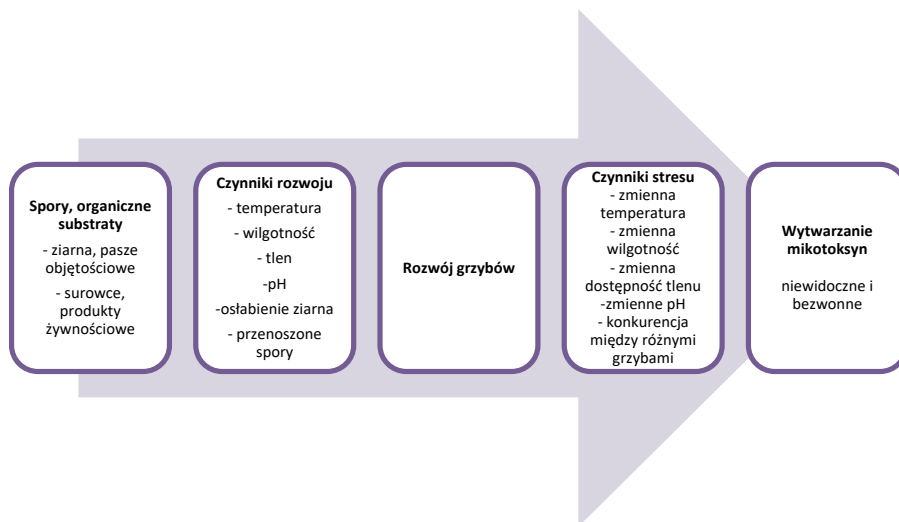
Termin „mykotoksyny” pochodzi od słów: greckiego „mycos” – grzyb oraz łacińskiego „toxicum” – toksyna¹⁷. Mykotoksyny to metabolity wtórne o niskiej masie cząsteczkowej wytwarzane przez grzyby. Związki te tworzą się na skutek wtórnego procesu przemiany materii grzybów pleśniowych podczas ich wzrostu na substratach roślin-

¹⁵ J.E. Aguilar-Toalá J.E., R.G. Cruz-Monterrosa R.G., A. M. Liceaga, A.M. (2022). *Beyond Human Nutrition of Edible Insects: Health Benefits and Safety Aspects*, „Insects”2022,nr 13,s. 1007. <https://doi.org/10.3390/insects13111007>.

¹⁶ F. Pradanas-González F., G. Álvarez-Rivera G., E. Benito-Peña, E., F. Navarro-Villoslada F., A. Cifuentes A., M. Herrero M., M.C. Moreno-Bondi, M. C.. *Mycotoxin extraction from edible insects with natural deep eutectic solvents: a green alternative to conventional methods*, „Journal of Chromatography”2021, A, 1648, 462180. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462180>.

¹⁷ I. Alyn, I. (2022). *Analiza substancji niepożądanych — wtórnych metabolitów grzybów pleśniowych w surowcach roślinnych oraz otrzymanywanych z nich suplementów diety*. Rozprawa Doktorska. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Nauk Biologicznych, Katedra Fizjologii i Toksykologii.

nych, przede wszystkim w sytuacji, gdy występuje wystarczająco dużo wilgoci oraz wysoka temperatura (rysunek 2).



Rysunek 2. Proces tworzenia wtórnych metabolitów pleśni – mykotoksyn (Ałyn, 2022)

Do tej pory zidentyfikowano 400 mykotoksyn, a najważniejsze gatunki wytwarzające mykotoksyny należą do rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* i *Fusarium*¹⁸. Szacuje się, że 25% światowej produkcji roślinnej i 20% w Unii Europejskiej może być zanieczyszczona mykotoksynami. Skażona mykotoksynami żywność jest ogromnym zagrożeniem dla człowieka. Związki te mogą dostawać się do łańcucha pokarmowego ludzi i zwierząt w sposób pośredni (spożywanie mięsa i mleka zwierząt skarmianych skażonymi paszami) oraz bezpośredni (spożywanie produktów roślinnych skażonych mykotoksynami). Do najbardziej niebezpiecznych toksyn w żywności zaliczyć możemy: aflatoksynę, ochratoksynę A, patulinę, fumonizyny, zearalenon, deoksyniwalenol i trichoteceny¹⁹. Mykotoksyny mogą niekorzystnie wpływać na wiele narządów i układów, takich jak wątrobę, nerki, układ odpornościowy, rozrodczy i rozwojowy, a także mogą również prowadzić do nowotworu ze względu na swoje właściwości genotoksyczne i rakotwórcze (Tabela 1). Spożycie produktów spożywczych zanieczyszczonych mykotoksynami wywołuje mykotoksykozy (m.in. aflatoksykozę, ochratoksykozę, toksy-

¹⁸ T.G. Ülger T. G., A. Uçar A., F. P. Çakıroğlu F. P., S. Yilmaz, S. (2020). Genotoxic effects of mycotoxins. *Toxicon*, 185, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.07.004>.

¹⁹ J. Dąbrowska J., K. Karwacka K., K. Stałanowska, K. (2022). *Grzyby toksynotwórcze zasiedlające cebulę czosnku. Aktualne problemy badawcze nauki biomedycznej i technicznej.*

kozę fuzaryjną). Nasilenie chorób spowodowanych przez mykotoksyny w organizmie może się różnić w zależności od czynników takich jak niedobór witamin, niedobór energii czy spożywanie alkoholu.

Tabela 1. Toksyczne oddziaływanie wybranych mykotoksyn (Ałyn, 2022)

Główne oddziaływanie na organy i tkanki	Mykotoksyny
Właściwości estrogenne	Zearalenon
Działanie krwotoczne	Trichoteceny
Nefrotoksyczne	Ochratoksyna A
Hepatotoksyczne	Aflatoksyny
Dermatotoksyczne	Trichoteceny
Cytotoksyczne	Trichoteceny
Neurotoksyczne	Fumonizyny

Zainteresowanie mykotoksynami wynika głównie z ich właściwości fizykochemicznych, takich jak wysoka stabilność w zmieniających się warunkach środowiskowych i wysoka toksyczność. Nawet niskie poziomy mykotoksyn w żywności mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych, zwłaszcza że jako substancje niskocząsteczkowe i termostabilne są odporne na większość procesów technologicznych, np. gotowanie, smażenie, pieczenie, destylację i fermentację²⁰.

Celem pracy było zidentyfikowanie grzybów zasiedlających wybrane produkty bazujące na owadach jadalnych.

Material i metody

Materiałem były suszone larwy mącznika, suszona szarańcza, suszone świerszcze oraz mąka ze świerszczy zakupione w sklepach internetowych. Materiał rozdrobiono, namoczono w wodzie sterylnej, a następnie wyłożono do płytek Petriego z zestaloną pożywką PDA (agarowo-glukozowo-ziemniaczaną) po 5 próbek do szalki (10 szalek na wariant badawczy). Płytki umieszczono w cieplarni w temperaturze 23°C i przechowywano przez 30 dni. Po tym czasie wyrosłe kultury grzybowe przypisano do rodzaju w oparciu o dostępne klucze na podstawie cech morfologicznych pod mikroskopem optycznym^{21, 22}.

²⁰ J. Kępińska-Pacelik J., W. Biel, W. (2021). *Alimentary risk of mycotoxins for humans and animals.. "Toxins"*, 13(11), 822. <https://doi.org/10.3390/toxins13110822>.

²¹ M.B. Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England, 608.*

²² J.C. Gilman, J.C., 1957. *A manual of soil fungi. IOWA, USA.*

Wyniki badań

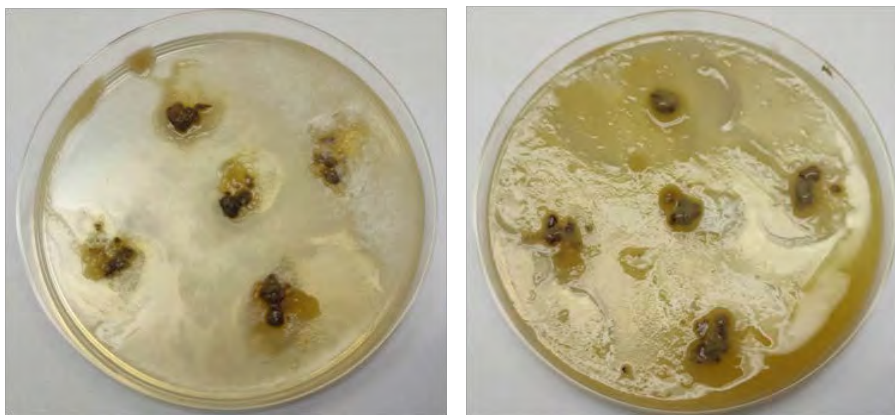
Z badanych prób wyizolowano łącznie 49 kultur grzybów (Tabela 2). W badanym materiale najliczniej występował rodzaj *Penicillium* spp. Stwierdzono także występowanie niezidentyfikowanych bakterii (Tabela 3), których wyizolowano łącznie 170 kolonii.

Tabela 2. Grzyby wyizolowane z materiału badawczego (0,1 g)

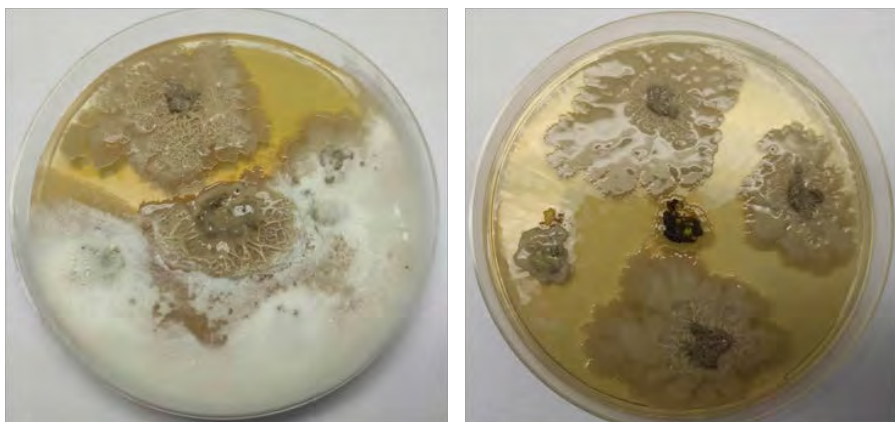
Lp.	Rodzaj/gatunek	Materiał badawczy				Σ
		Suszone larwy mącznika	Suszona szarańcza	Suszone świerszcze	Mąka ze świerszczy	
1	<i>Penicillium</i>	42	-	-	-	42
2	<i>Rhizopus nigricans</i>	3	-	-	-	3
3	<i>Acremonium</i>	-	-	2	2	4
Suma		45	-	2	2	49

Tabela 3. Bakterie wyizolowane z materiału badawczego (0,1 g)

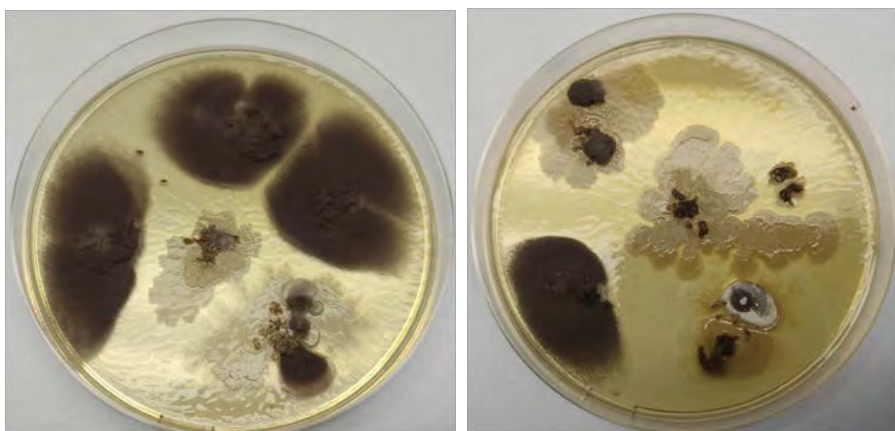
Lp.	Materiał badawczy	Liczba wyizolowanych kolonii bakterii
1	Suszone larwy mącznika	24
2	Suszona szarańcza	48
3	Suszone świerszcze	50
4	Mąka ze świerszczy	48
Razem		170



Fot. 1. Grzyby wyizolowane z suszonych świerszczy



Fot. 2. Grzyby wyizolowane z mąki ze świerszczy

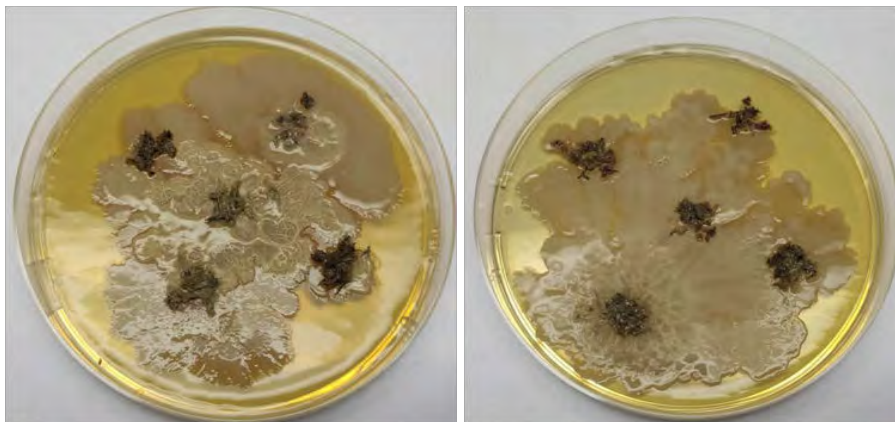


Fot. 3. Grzyby wyizolowane z suszonych larw mącznika

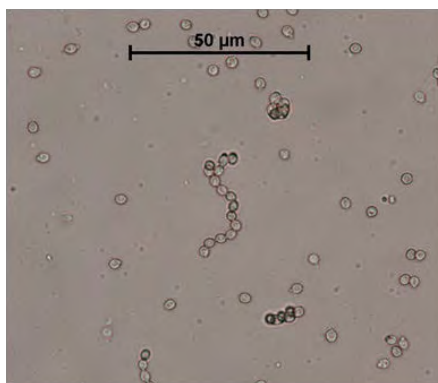
Suszone larwy mącznika zasiedlone były przez 42 kolonie grzybów z rodzaju *Penicillium* oraz 3 kolonie gatunku *Rhizopus nigricans* (Tabela 2, Fot. 3). Ponadto wyizolowano 24 kolonie bakterii (Tabela 3). Zaobserwowano brak wzrostu bakterii w materiale zasiedlanym przez *Rhizopus nigricans*.

Z suszonej szarańczy (Fot. 4) wyizolowano 48 kolonii bakterii, natomiast materiał nie był zasiedlony przez grzyby.

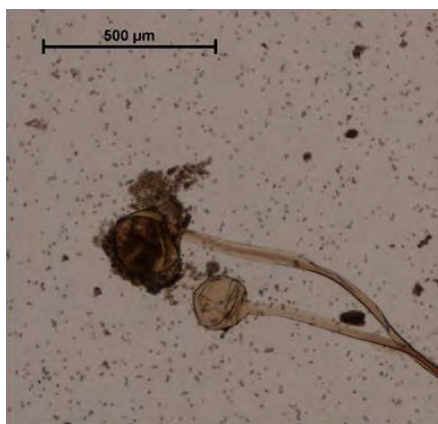
Z suszonych świerszczy (Fot. 1) oraz mąki ze świerszczy (Fot. 2) wyizolowano po dwie kolonie grzybów z rodzaju *Acremonium*. Materiał zasiedlały bakterie w liczbie odpowiednio: 50 kolonii oraz 48 kolonii.



Fot. 4. Bakterie wyizolowane z suszonej szarańczy



Fot. 5. Obserwacje mikroskopowe zarodników *Penicillium* spp. (40x)



Fot. 6. Obserwacje mikroskopowe zarodników *Rhizopus nigricans* (14x)

Dyskusja wyników

W badaniach własnych w próbach suszonych larw mącznika młynarka stwierdzono występowanie *Penicillium* (Fot. 5) oraz *Rhizopus nigricans* (Fot. 6). Z suszonych świerszczy oraz z mąki ze świerszczy wyizolowano *Acremonium*.

Grabowski i Klein (2017) z owadów smażonych w głębokim tłuszczu i przyprawionych, suszonych owadów nieprzyprawionych, mąki z suszonych owadów, całych owadów gotowanych w sosie sojowym, cukrze i sake (tradycyjna japońska metoda przetwarzania) wyizolowali *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. i *Cryptococcus neoformans*. *Penicillium* spp. występował głównie w suszonych larwach mącznika młynarka oraz suszonym pleśniakowcu lśniącym. Zdaniem autorów, obecność tych gatunków jest związana z psuciem się żywności²³.

W badaniach Potgieter i Ramalivhana z robaków Mopane (*Imbrasia belina*) wyizolowane bakterie i grzyby obejmowały *Aspergillus niger*, *Enterobacter agglomerans*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* i *Penicillium* spp.²⁴.

Nrior i in. w badaniach poświęconych ocenie obciążenia mikrobiologicznego różnych części ciała owada *Rhynchophorus phoenicis* wyizolowali *Epidemophyton* spp., *Trichophyton* spp., *Physarum cinereum*, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. Autorzy podkreślają konieczność przestrzegania odpowiednich praktyk higienicznych i właściwe przetwarzanie. Zwrócono również uwagę, że larwa owada służy podwójnemu celowi: jako wysokie źródło wysokobiałkowej smacznej żywności i zwykle jest siedliskiem ważnych farmaceutycznych grzybów wytwarzających antybiotyki – *Penicillium* spp.²⁵.

Ozdal i in. w badaniach przeprowadzonych na kałużnicy czarnozielonej (*Hydrophilus piceus*) oraz pływaku żółtobręzku (*Dytiscus marginalis*) również wyizolowali grzyby rodzaju *Penicillium* w największej liczebności²⁶.

²³ N.T. Grabowski, & G. Klein, *Microbiology of processed edible insect products - Results of a preliminary survey. International journal of food microbiology*, 243, 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.ij-foodmicro.2016.11.005>.

²⁴ M.J. Potgieter, N. Ramalivhana, (2020). *Data on mopane worm (Imbrasia belina) microorganisms from Limpopo Province, South Africa. Data in Brief*, 31, 105695. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105695>.

²⁵ R. Nrior, R., Y. Beredugo Y., C. Wariso, (2018). *Dual purpose edible insect larva (Rhynchophorus phoenicis) In South South Nigeria-Microbiological Assessment of Body Parts*, 59–68. 10.9790/2402-1209035968.

²⁶ M. Ozdal, İncekara, Ümit & Polat, Ahmet & Gur, Ozlem & Kurbanoglu, Esabi. (2012). Isolation of filamentous fungi associated with two common edible aquatic insects, hydrophilus piceus and dytiscus marginalis. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 95–105.

Wnioski

- Dominującym rodzajem grzybów w suszonych larwach mącznika okazał się *Penicillium*.
- Na szalkach Petriego, gdzie wystąpił *Rhizopus nigricans*, nie stwierdzono występowania bakterii, co może sugerować, że gatunek ten mógł mieć antagonistyczny wpływ na rozwój bakterii.
- Suszone świerszcze były najbardziej zakażone przez bakterie.
- Brak wystąpienia grzybów na materiale z szarańczy mógł być spowodowany szybkim wzrostem i dominacją bakterii.
- Na podstawie badań własnych stwierdzono, że badane owady mogą być skażone grzybami toksynotwórczymi, ale konieczne są dalsze badania.

Bibliografia

- Aguilar-Toalá, J. E., Cruz-Monterrosa, R. G., & Liceaga A. M. (2022). Beyond Human Nutrition of Edible Insects: Health Benefits and Safety Aspects. *Insects*, 13(11), 1007. <https://doi.org/10.3390/insects13111007>.
- Ałyn, I. (2022). *Analiza substancji niepożądanych — wtórnych metabolitów grzybów pleśniowych w surowcach roślinnych oraz otrzymywanych z nich suplementów diety*. Rozprawa Doktorska. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Wydział Nauk Biologicznych, Katedra Fizjologii i Toksykologii.
- Bartkowicz, J. *Owady jadalne w aspekcie żywieniowym, ekonomicznym i środowiskowym*, „Handel Wewnętrzny” 2018, nr 2(373), s.77–89.
- Dąbrowska, J., Karwacka, K., & Stałanowska, K. (2022). *Grzyby toksynotwórcze zasiedlające cebulę czosnku*. W: D. Ossowska-Salamonowicz, M. Giżyńska (red.), *Aktualne Problemy Badawcze Nauki Biomedyczne i Techniczne* (322–339).
- Ellis, M.B. (1971). *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England, 608.
- Gere, A., Zeme, R., Radványi, D., & Moskowicz, H. (2018). Consumer response to insect foods. W: G. Smithers (red.), *Reference Module in Food Science* (1–6). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21881-7>.
- Gilman, J.C., (1957). *A manual of soil fungi*. IOWA, USA.
- Gómez, B., Munekata, P.E.S., Zhu, Z., Barba, F.J., Toldrá, F., Putnik, P., Bursa 'c Kova'cevi 'c, D., Lorenzo, J.M. (2019). Challenges and opportunities regarding the use of alternative protein sources: Aquaculture and insects. *Advances in Food and Nutrition Research*, 89, 259–295.
- Grabowski, N. T., & Klein, G. (2017). Microbiology of processed edible insect products – Results of a preliminary survey. *International journal of food microbiology*, 243, 103–107. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.11.005>.
- Jantzen da Silva Lucas, A., Menegon de Oliveira, L., da Rocha, M., & Prentice, C. (2020). Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chemistry*, 311, 126022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126022>.
- Keپیńska-Pacelik, J., & Biel, W. (2021). Alimentary risk of mycotoxins for humans and animals. *Toxins*, 13(11), 822. <https://doi.org/10.3390/toxins13110822>.

- Kwiatkiewicz, K., Osiński, Z., Sieradzki, Z., Patyra, E., & Bakula, T. (2021). *System HACCP i ocena ryzyka w produkcji owadów dla celów paszowych i spożywczych. Strategia wykorzystania owadów jako alternatywnych źródeł białka w żywieniu zwierząt oraz możliwości rozwoju jego produkcji na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej*. Zakład Higieny Pasz, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, 51–72.
- Nowakowski, A. C., Miller, A. C., Miller, M. E., Xiao, H., & Wu, X. (2022). Potential health benefits of edible insects. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(13), 3499–3508. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867053>.
- Nrior, R., Beredugo, Y., & Wariso, C. (2018). Dual purpose edible insect larva (*Rhynchophorus phoenicis*) in South South Nigeria-Microbiological Assessment of Body Parts. 59–68. 10.9790/2402-1209035968.
- Orkusz A. (2021). Owady jadalne – żywność przyszłości. *Nauki Inżynierskie i Technologie. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 37, 151–160. DOI: 10.15611/nit.2021.37.08
- Ozidal, M., Incekara, Ü., Polat, A., Gur, O., & Kurbanoglu, E. (2012). Isolation of filamentous fungi associated with two common edible aquatic insects, *Hydrophilus piceus* and *Dytiscus marginalis*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 95–105.
- Potgieter, M. J., & Ramalivhana, N. (2020). Data on mopane worm (*Imbrasia belina*) microorganisms from Limpopo Province, South Africa. *Data in Brief*, 31, 105695. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105695>.
- Pradanas-González, F., Álvarez-Rivera, G., Benito-Peña, E., Navarro-Villoslada, F., Cifuentes, A., Herrero, M., & Moreno-Bondi, M. C. (2021). Mycotoxin extraction from edible insects with natural deep eutectic solvents: a green alternative to conventional methods. *Journal of Chromatography A*, 1648, 462180. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462180>.
- Schrögel, P., & Wätjen, W. (2019). Insects for food and feed-safety aspects related to mycotoxins and metals. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(8), 288. <https://doi.org/10.3390/foods8080288>.
- Sieradzki, Z., Osinski, Z., & Kwiatek, K. (2021). Produkcja owadów na cele spożywcze i paszowe. *Życie Weterynaryjne*, 96(5).
- Stamer, A. (2015). Insect proteins—a new source for animal feed: The use of insect larvae to recycle food waste in high-quality protein for livestock and aquaculture feeds is held back largely owing to regulatory hurdles. *EMBO Reports*, 16, 676–80. <https://doi.org/10.15252/embr.201540528>.
- Ülger, T. G., Uçar, A., Çakıroğlu, F. P., & Yılmaz, S. (2020). Genotoxic effects of mycotoxins. *Toxicology*, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.toxicol.2020.07.004>.
- van Huis, A. (2020). Nutrition and health of edible insects. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(3), 228–231. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000641>.
- Wiza, P. (2019). Charakterystyka owadów jadalnych jako alternatywnego źródła białka w ujęciu żywieniowym, środowiskowym oraz gospodarczym. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 98–102.
- Xiaoming, C., Ying, F., Hong, Z., & Zhiyong, C. (2010). Review of the nutritive value of edible insects. W: P. B. Durst, D. V. Johnson, R. N. Leslie, & K. Shono (red.), *Forest insects as food: humans bite back. Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development* (s. 85–92). Bangkok: Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.

FUNGI INHABITING SELECTED FOOD PRODUCTS BASED ON EDIBLE INSECTS

Abstract: Foods made from insects are gaining popularity around the world. In Asia, it is part of the daily diet. The European Commission, by a regulation dated January 3, 2023, allowed the introduction of products that contain flour made from house crickets into European Union member states. More and more products prepared on the basis of edible insects are being developed on the food market, and they are considered to be so-called novel foods. Edible insects are valued for their nutritional value - rich in polyunsaturated fatty acids, carbohydrates (mainly chitin), B vitamins and selected minerals (zinc, calcium, magnesium, iron). The most valuable nutrient of edible insects is protein. It is characterized by a high proportion of essential amino acids, occurring in the right proportions, which makes it a complete protein and highly digestible by humans. In addition, protein production from edible insects is more efficient than for animals. A new challenge facing producers of insects for food is safety and hygiene and sanitary requirements. One of the parameters to be evaluated are mandatory microbiological criteria and maximum levels of these contaminants. Insects and insect products should also be periodically tested for the presence of certain substances, namely: pesticides, heavy metals or mycotoxins, in accordance with the limits provided by Directive 2002/32/EC on undesirable substances. Edible insects can be a potential source of toxigenic fungi. This is because they can be transferred to the insect through the feed material or production process. The purpose of this study was to identify fungi colonizing selected products based on edible insects. The material was dried whitefly larvae, dried locusts, dried crickets and cricket flour purchased from online stores. The material was crushed, soaked in sterile water and then lined into petri dishes with solidified PDA (potato-glucose agar) medium. The plates were placed in a greenhouse at 23 °C and stored for 30 days. After this time, the grown fungal cultures were determined to genus based on available keys on the basis of morphological characteristics.

Key words: health benefits, edible insects, protein alternatives, mycotoxins

Sylwia Szczęśniak

Koło Naukowe Miłośników Roślin Ozdobnych
Opiekun koła: dr inż. Beata Płoszaj – Witkowska
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OGRODOTERAPIA NA TERENIE UCZELNI NA PRZYKŁADZIE UNIWERSYTETU WARMIŃSKO- -MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE (BADANIA PILOTAŻOWE)

Wstęp

Studenci rozpoczynając kolejny etap swojej edukacji, muszą borykać się z różnymi mniej lub bardziej poważnymi problemami związanymi z życiem akademickim, ale i prywatnym. Rzucają one cień na spokojny rozwój intelektualny na uczelni. Wydarzenia minionych lat niestety nie poprawiły sytuacji. Czas pandemii był trudny dla wszystkich, ogólna izolacja, pozamykane instytucje, raptem całe życie przeniesione zostało do wirtualnego świata¹. Na całym świecie na COVID-19 zachorowało ponad 80 milionów ludzi, z czego prawie 2 miliony zmarły. U większości osób nie doszło do zakażenia, ale są one narażone na psychologiczne konsekwencje epidemii². Duża liczba osób w wyniku przebytej choroby miała powikłania pocovidowe (ból stawów, zaniki pamięci, utrata węchu i smaku). Oprócz problemów fizycznych COVID-19 miał również ogromny wpływ na zdrowie psychiczne³. Młode osoby szczególnie odczuły ten trudny czas. Teraz gdy świat uporał się już z pandemią, ludzie nadal żyją w strachu z powodu niepewności związanej z wojną za wschodnią granicą. Studenci, mimo

¹ A. Winiarczyk, T. Warzocha, *Edukacja zdalna w czasach pandemii COVID-19*, „Forum Oświatowe” 2021, Vol 33, No 1(65): 62–76.

² J. Dymecka, *Psychospołeczne skutki pandemii COVID-19*, „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2021, 16(1–2): 1–10.

³ M.A. Fardin, *COVID-19 and anxiety: a review of psychological impacts of infectious disease outbreaks*, „Arch Clin Infect Dis” 2020, 15.

iż wrócili do swoich zajęć na uczelni, mają często obniżoną odporność psychiczną, co w dłuższej perspektywie i niekorzystnych warunkach może przerodzić się w depresję. Osoby w tym stanie są osłabione, drażliwe, zestresowane i odczuwają niechęć do otaczającego ich świata. Studenci po prawie dwuletnim okresie izolacji czują niechęć do interakcji społecznych. Receptą na takie i inne dolegliwości może stać się zielona przestrzeń o funkcji stricte terapeutycznej. Badania naukowe dowodzą, że zielone terapie wspomagają rehabilitację w urazach fizycznych i poprawiają nasze zdrowie psychiczne⁴. Kampus uniwersytecki dysponuje kilkoma miejscami, gdzie można spędzić czas razem w stołówce czy jadalni. Jednak jest to niewystarczające i ogranicza się do osób z jednego kierunku lub o przerwach w podobnym czasie.

Zielona terapia

Badania naukowe pokazują, że wzrasta zainteresowanie różnymi formami zielonej terapii zarówno we własnym domu, jak i przestrzeni publicznej. Terapie roślinne wykorzystywane w czasie pandemii COVID-19 były jedynymi dostępnymi metodami naturalnego leczenia urazów fizycznych czy psychicznych. Do zielonych terapii możemy zaliczyć:

- terenoterapię odbywającą się w zmieniającym się widokowo i krajobrazowo terenie⁵.
- leśne kąpiele (terapia lasem, *forest bathing*, *shinrin-yoku*) – jest to terapia polegająca na spokojnym spacerze po lesie⁶.
- sylwoterapię (silwoterapia, drzewoterapia) polegającą na pobudzeniu sił witalnych organizmu przez kontakt z drzewami lub krzewami⁷.
- chromoterapię (koloroterapia) czyli terapię, w której wykorzystuje się różne właściwości barw w celu wpływania na nastrój i samopoczucie człowieka.
- aromaterapię – polegającą na oddziaływaniu na organizm naturalnych olejków eterycznych^{8, 9}.
- terapię ornitologiczną (ptakoterapia, ornitoterapia) polegającą na amatorskim obserwowaniu ptaków, uważnym przyglądaniu się im i przysłuchiwaniu ptasiej mowie¹⁰.

⁴ B. Płoszaj-Witkowska, *Hortiterapia*, Olsztyn 2014.

⁵ I. Ponikowska, K. Marciniak, *Ciechocinek – terenoterapia uzdrowskowa*, Warszawa 1988.

⁶ K. Siemaszko, M. Jakubowska, B. Konarzewska, *Shinrin-yoku i terapia lasem – przegląd literatury*, „Psychiatria” 2020, 17(3): 145–154.

⁷ B. Płoszaj-Witkowska, J. Bastek, *Ścieżka turystyczno-terapeutyczna z wykorzystaniem sylwoterapii*, [w:] *Współczesne kierunki badań nad roślinami ozdobnymi w Polsce*, A. Bach, A. Kapczyńska, M. Malik, M. Maślanka (red.), Kraków 2016, s. 413–423.

⁸ M. Romer, *Aromaterapia dla całej rodziny*, Wrocław 2010.

⁹ A. Kiełtyka-Dadasiewicz, M. Gorzel, *Terapie alternatywne. Aromaterapia – surowce i zabiegi*, „EJMT” 2014, 1(2): Varia, 72–79

¹⁰ P. Tryjanowski, S. Murawiec, *Ornitologia terapeutyczna. Ptaki – zdrowie – psychika*, Poznań 2021.

– hortiterapię (ogrodoterapia) – terapię wykorzystującą ogrody¹¹.

Naukowcy wykazują ich korzyści zarówno w strefie psychologicznej, fizycznej, jak i społecznej¹². Wskazują, jak cenne są zielone enklawy na terenie miast oraz jak dobroczynne dla organizmu jest bezpośrednie obcowanie z przyrodą. Pokazują, że doświadczanie natury to coś więcej, niż oglądanie, to dotykanie roślin o różnych strukturach liści i kwiatów, wąchanie aromatów przez nie wydzielanych, słuchanie życia tętniącego pośród nich oraz smakowanie tego, co możemy w niej znaleźć^{13, 14}.

Tereny zieleni stanowią ważny element przestrzeni miejskich oraz edukacyjnych. Coraz częściej zwraca się uwagę na ich funkcję terapeutyczną. Odpowiednio zaprojektowana i zaaranżowana przestrzeń z dostosowanym do niej programem użytkowym może znacząco wpłynąć na stan osób w niej przebywających¹⁵. Poprzez rozsądne wykorzystanie istniejących walorów krajobrazowych miasteczka kortowskiego oraz uzupełnienie ich o elementy czysto terapeutyczne takie jak rośliny stosowane w hortiterapii oraz małą architekturę możliwe jest stworzenie przyjemnej dla oczu i zmysłów przestrzeni odpowiadającej potrzebom studentów.

Cel pracy

Celem przeprowadzonych badań ankietowych było sprawdzenie zainteresowania studentów Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie formą zielonej terapii na uczelni oraz w jakim zakresie chcieliby w niej uczestniczyć.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono za pomocą ankiety badawczej, przekazywanej między studentami poprzez link kierujący do internetowego formularza ankiety, skierowanej do studentów Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W badaniu ankietowym wzięły udział 42 osoby studiujące na różnych kierunkach uniwersytetu. Ankieta

¹¹ B. Płoszaj-Witkowska, *Hortiterapia*, *op.cit.*

¹² R. Haller, *The Framework*, [w:] *Horticultural Therapy Methods-Making Connections in Health Care, Human Services, and Community Programs*, R.L. Haller, L.Ch. Kramer (red.), New York, London, Oxford 2016, s. 1–22.

¹³ A. Pawłowska, *Ogród sensoryczny*, [w:] *Dźwięk w krajobrazie jako przedmiot badań interdyscyplinarnych*, S. Bernat (red.), Prace Komisji Krajobrazu kulturowego nr 11, 2008, s. 143–152.

¹⁴ A. Jabłońska, *Zielone inicjatywy społeczne formą hortiterapii*, II Ogólnopolskie Seminarium Naukowe „Hortiterapia jako terapia wspomagająca rehabilitację dzieci i dorosłych”, Olsztyn, 24–25 sierpnia 2015 r.

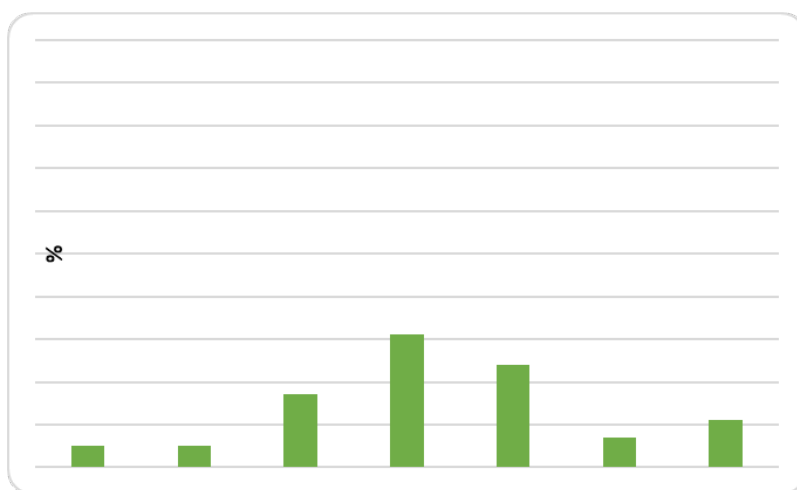
¹⁵ A. Jaszczak, „Zielona i Niebieska” terapia w niemieckich uzdrowiskach na przykładzie kurortu Bad Bevensen, II Ogólnopolskie Seminarium Naukowe „Hortiterapia jako terapia wspomagająca rehabilitację dzieci i dorosłych”, Olsztyn, 24–25 sierpnia 2015 r.

badawcza składała się z 18 pytań, w tym z 13 pytań zamkniętych i 5 otwartych, w których należało samemu wprowadzić odpowiedź, dotyczącą głównie stosunku do roślin, sposobu spędzania czasu w ogrodzie oraz preferowanych stref stymulacji na uczelni. Zainteresowanie studentów zieloną terapią na terenie uczelni zostało zbadane i określone na podstawie udzielonych przez respondentów odpowiedzi, odnośnie preferowanych stref stymulacji sensorycznej oraz podanych aktywności, jakie wykonują we własnych ogrodach. Co więcej, osoby biorące udział w ankiecie musiały odpowiedzieć na pytania dotyczące ich osobistego stosunku do roślin, ich uprawy i pielęgnacji, a także podać czy samodzielnie stosują założenia hortiterapii w życiu codziennym. Badanie zostało przeprowadzone w kwietniu 2023 roku. Badania te posłużą do przygotowania wniosku o grant rektora UWM w Olsztynie.

Wyniki badań

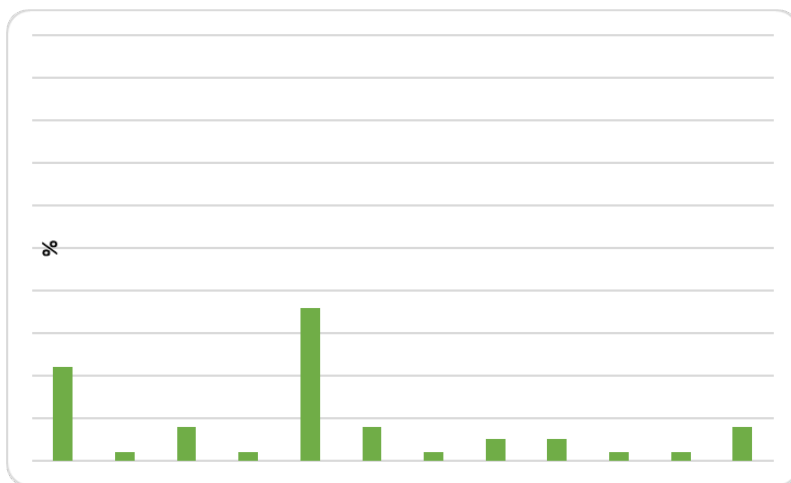
Główny kampus, miasteczko akademickie znajduje się w olsztyńskiej dzielnicy Kortowo. Wyróżnić w nim można trzy strefy nazywane Kortowo I, II i III. Kortowo I charakteryzuje się historyczną zabudową poniemiecką z czerwonej cegły i dachówki. Obejmuje obszar od granicy z wojskowymi koszarami do końca Parku Kortowskiego włącznie. Pośród terenów zieleni uniwersytetu można wyróżnić: zielone przestrzenie między budynkami uniwersyteckimi, Park Kortowski, Ogrody Dydaktyczno-Doświadczalne i Plażę Kortowską.

W ten sposób można szacunkowo ocenić nie tylko zainteresowanie studentów zieloną terapią, ale także ich faktyczną chęć działania i uczestniczenia w niej. W badaniu



Wyk. 1. Wiek respondentów

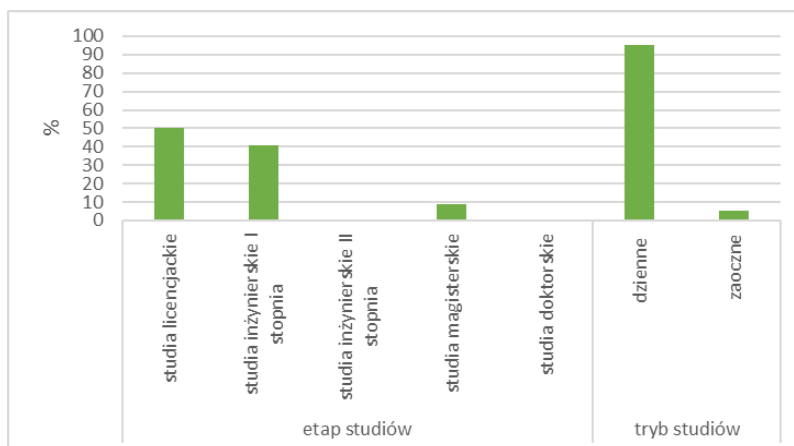
Źródło: opracowanie własne



Wyk. 2. Kierunek studiów respondentów

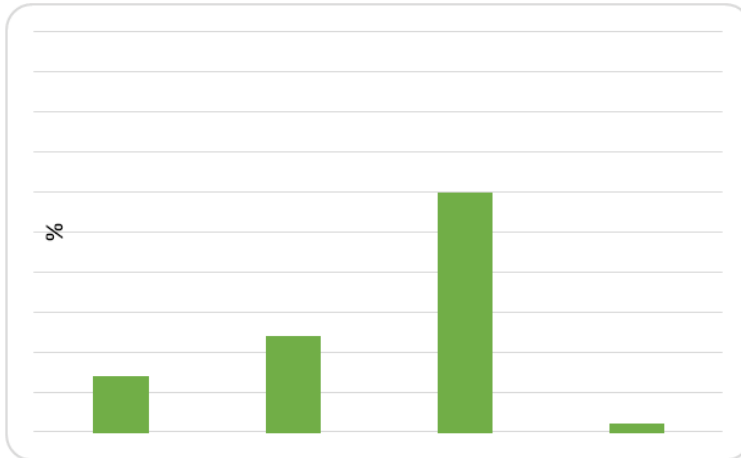
Źródło: opracowanie własne

wzięli udział studenci Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w wieku od 19 do 25 lat, większość respondentów to kobiety (64%), a mniejszą część stanowili mężczyźni (36%, wyk. 1). W badaniu ankietowym najczęściej respondentów studiuje ekonomię (36%) i architekturę krajobrazu (22%, wyk. 2). Wśród ankietowanych najczęściej było osób studiujących dziennie, aż 40 osób, natomiast studentów zaocznych tylko 2 osoby (wyk. 3). Najwięcej w prowadzonych badaniach ankietowanych studiuje na studiach licencjackich (50 %, wyk. 3). Najczęściej na ankietę zareagowali studenci z 3 roku (60%), a najmniej z pierwszego (wyk. 4) Ponad połowa ankietowanych de-



Wyk. 3. Etap i tryb studiów

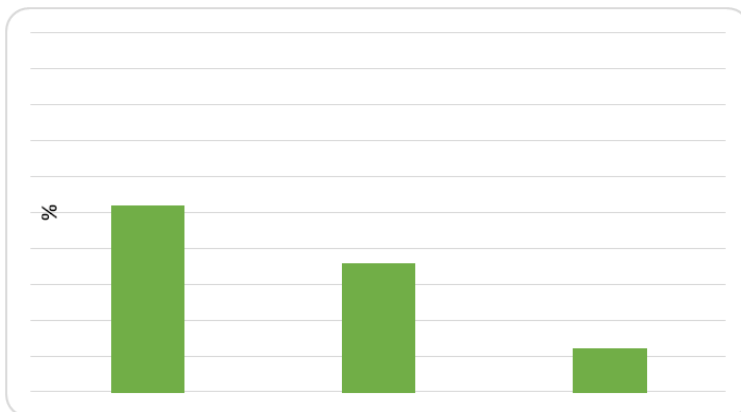
Źródło: opracowanie własne



Wyk. 4. Rok studiów

Źródło: opracowanie własne

klaruje jako stałe miejsce zamieszkania w Olsztynie (53%), pozostałe osoby mieszkają w tym mieście tymczasowo na czas studiów (36%) lub pochodzą z bliskich okolic i dojeżdżają codziennie na zajęcia (11%, wyk. 5).

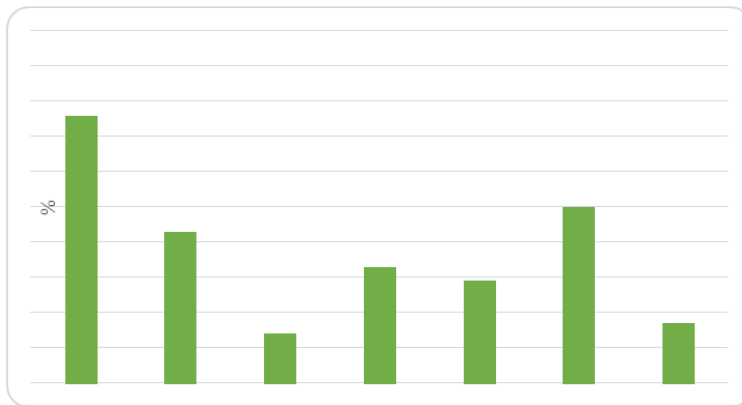


Wyk. 5. Miejsce zamieszkania

Źródło: opracowanie własne

Pytani o czynności wykonywane w przerwach między zajęciami respondenci najczęściej spożywają posiłek (76%). Natomiast najmniej osób chodzi uczyć się do biblioteki, która jest na Kortowie II (17%). Stosunkowo na równym poziomie plasowały się następujące odpowiedzi: powtarzanie materiału z zajęć pod salą, wracanie do domu (na stację lub do akademika), chodzenie na miasto, spędzanie czasu w parku kortow-

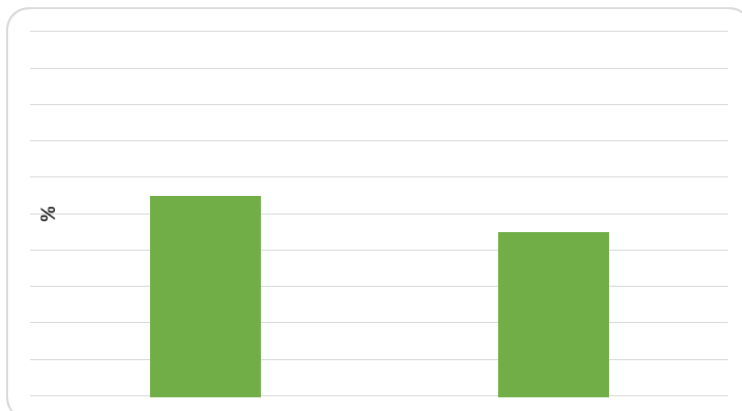
skim oraz inne niepodane szczegółowo aktywności, które studenci wykonują, a które nie zostały wymienione wśród proponowanych odpowiedzi (wyk. 6).



Wyk. 6. Aktywność studentów w przerwach między zajęciami

Źródło: opracowanie własne

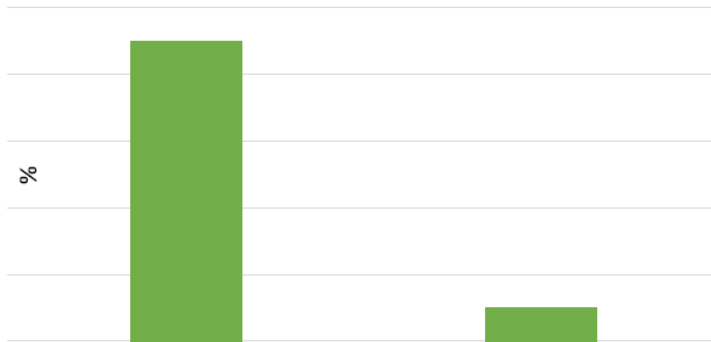
Kolejne pytania dotyczyły tego, czy przebywają na Kortowie I, w okolicach ogrodów uniwersyteckich. Spośród osób, które udzieliły odpowiedzi, większa liczba respondentów wskazuje, że tak 55%, natomiast 45%, że nie (wyk. 7).



Wyk. 7. Częstotliwość przebywania na Kortowie I przez studentów

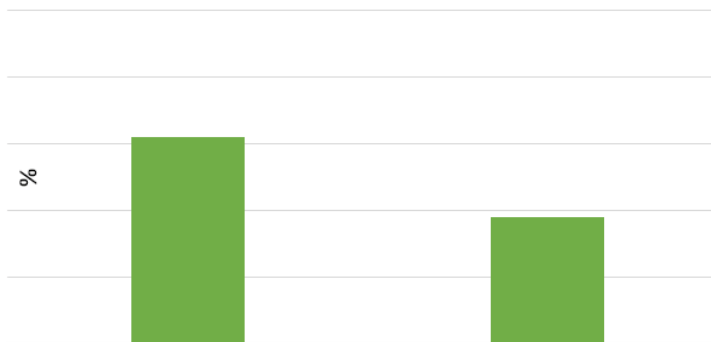
Źródło: opracowanie własne

Większość respondentów lubi rośliny (wyk. 8). Natomiast spośród ankietowanych pojawiły się również osoby niezainteresowane ogrodem lub nieposiadające go. Studenci zajmują się uprawą roślin (wyk. 9). Lubią również spędzać wolny czas w ogro-



Wyk. 8. Stosunek ankietowanych do roślin (lubisz/nie lubisz)

Źródło: opracowanie własne

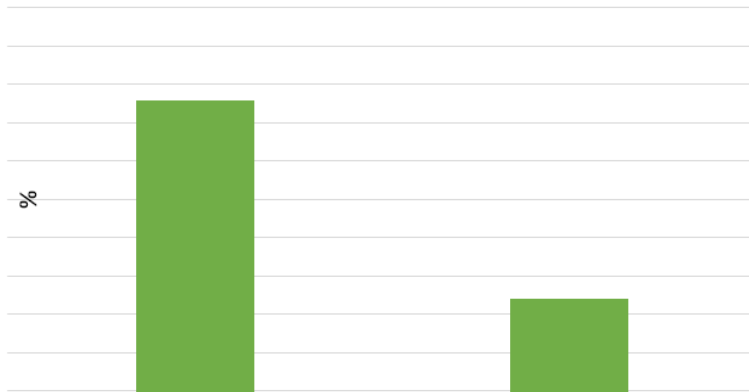


Wyk. 9. Uprawa roślin przez ankietowanych we własnych domach

Źródło: opracowanie własne

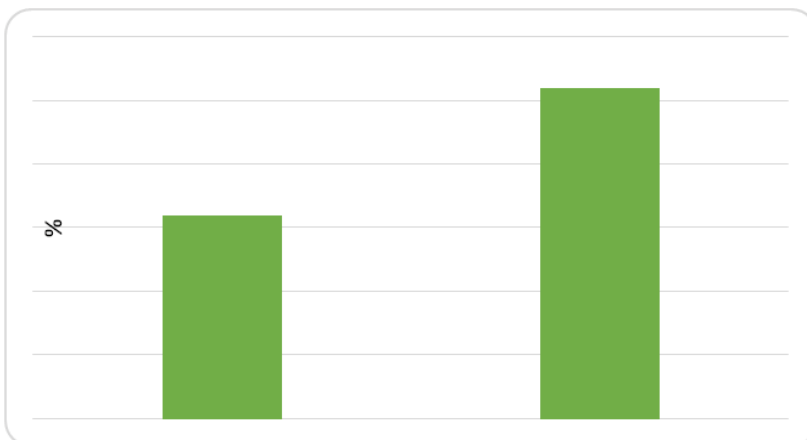
dzie (wyk. 10). Jeśli chodzi o pojęcie hortiterapii, o którego dotyczyło kolejne pytanie, to tylko 38% osób znało pojęcie (wyk. 11), a z tego dopiero 24% stosuje jej założenia w codziennym życiu. Niestety nie stosują jej w swoim codziennym życiu (wyk. 13). Jednakże już 81% respondentów chciałoby przestrzeń o takowym przeznaczeniu na terenie uczelni (wyk. 14).

Następnie pytano osoby musiały odpowiedzieć, jakie czynności wykonują we własnym ogrodzie. To otwarte pytanie, które ankietowani uzupełniali, wpisując swoje aktywności w ogrodzie. Na podstawie uzyskanych odpowiedzi widzimy, że spośród biernej aktywności znalazły się obserwacja fauny i flory, odpoczynek, spożywanie posiłków czy grillowanie. Do terapii czynnej zaliczymy różne prace ogrodnicze wykonywa-



Wyk. 10. Wola spędzania wolnego czasu w ogrodzie

Źródło: opracowanie własne

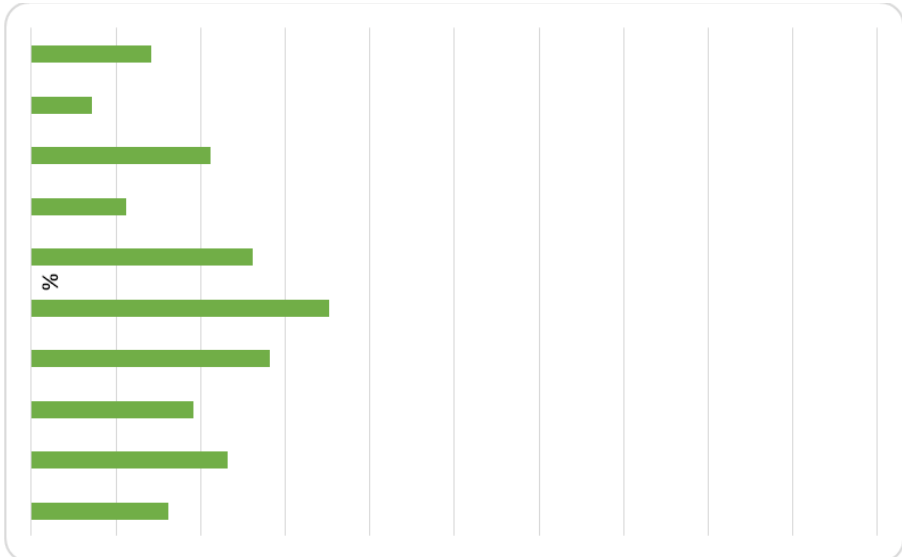


Wyk. 11. Znajomość pojęcia hortiterapia wśród respondentów

Źródło: opracowanie własne

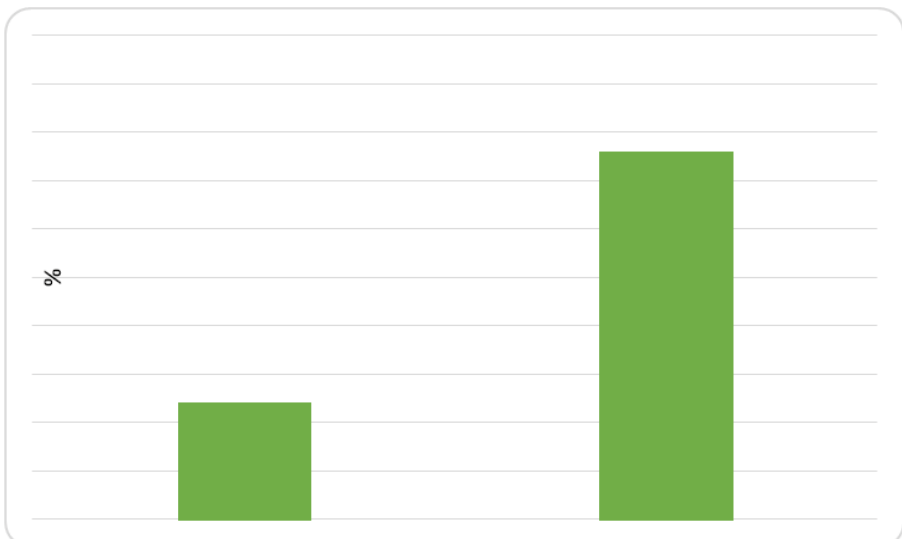
ne w ogrodzie takie jak: siew nasion, odchwaszczanie, pikowanie, podlewanie, zbiór owoców. Do najczęściej wymienianych należy podlewanie roślin (35%) oraz sadzenie i przesadzenie roślin (wyk 12).

Jedno z istotniejszych pytań, na jakie odpowiedziały osoby biorące udział w badaniu, dotyczyło potrzeby konkretnych stref stymulacji zmysłów. Jak wynika z odpowiedzi uczestników ankiety, które zostały przedstawione na wykresie 15, najliczniejsza jest grupa zwolenników strefy zmysłu wzroku oraz węchu. Następnie strefy zmysłów dotyku i słuchu, a na końcu smaku.



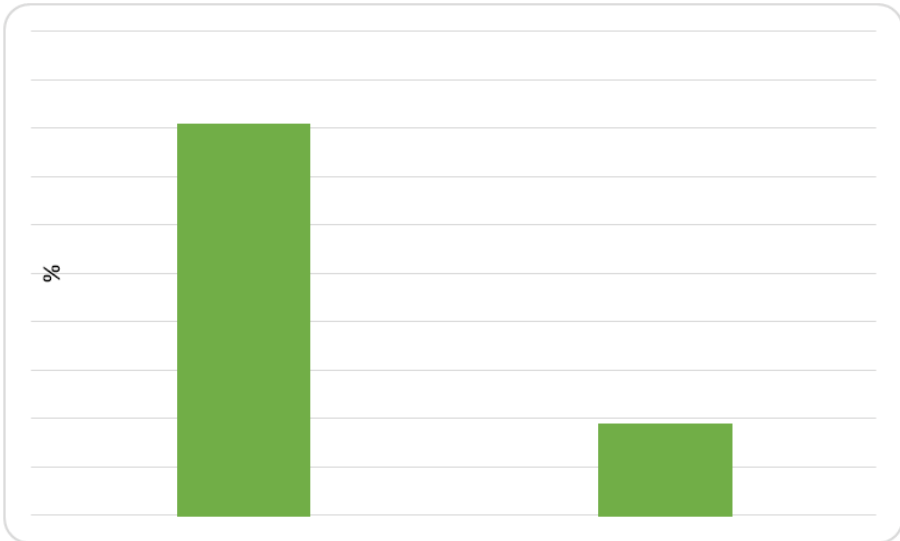
Wyk. 12. Aktywność studentów w ogrodzie

Źródło: opracowanie własne



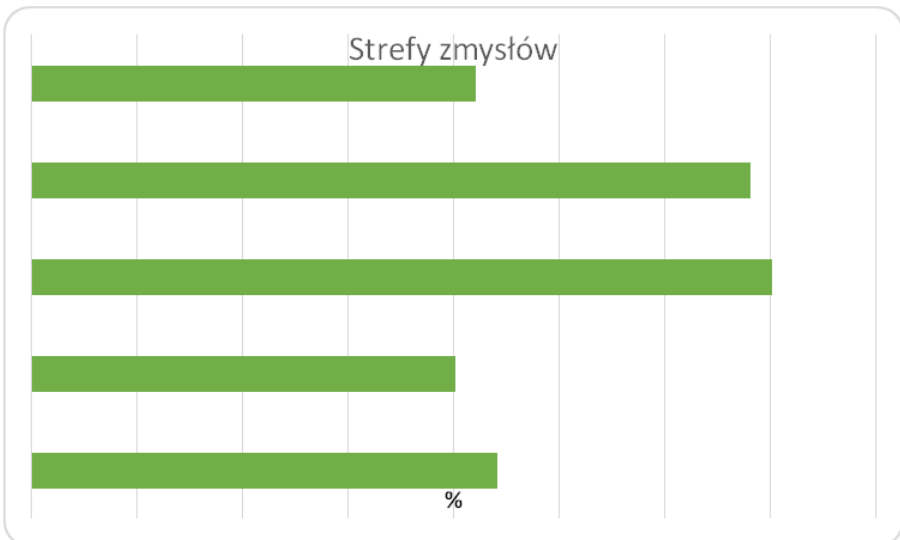
Wyk. 13. Stosowanie założeń hortiterapii w życiu codziennym przez studentów

Źródło: opracowanie własne



Wyk. 14. Wola stworzenia przestrzeni o funkcji terapeutycznej na terenie kampusu

Źródło: opracowanie własne



Wyk. 15. Zainteresowanie respondentów poszczególnymi strefami zmysłów

Źródło: opracowanie własne

Dyskusja

Zdrowie psychiczne, jak i fizyczne człowieka oparte jest na wielu filarach, gdy wydarzy się coś złego równowaga ta zostaje zachwiana. Szczególnie u młodych ludzi granica jest bardzo cienka, są oni często targani silnymi emocjami, zarówno w rodzinach, wśród znajomych, czy też podczas studiów. Dlatego przyjazna przestrzeń, która sprzyja wypoczynkowi i pozwala oderwać się od codziennych trosk jest bardzo ważna. Pozwoli ona na zniwelowanie stresu, uspokojenie myśli oraz poprawę kondycji psychicznej, społecznej, jak też fizycznej. Stanowić będzie enklawę spokoju, gdzie można się odstresować. Hortiterapia jest coraz częściej wykorzystywaną zieloną terapią podczas leczenia depresji¹⁶ oraz u osób narażonych na stres¹⁷.

Wyniki badań jasno wskazują, że studenci uniwersytetu chcą poddawać się zielonej terapii. Temat ten jest coraz częściej uwzględniany w projektach przestrzeni publicznych. Jest to szczególnie ważne zwłaszcza przy małej grupie decyzyjnej, że zainteresowanie tym tematem jest wysokie. Mały udział studentów Uniwersytetu w prowadzonych badaniach może świadczyć o małym zainteresowaniu w udzielaniu odpowiedzi na badania ankietowe. Ludzie potrzebują silnych bodźców dostarczanych przez naturę, aby zapomnieć o trudach życia. Znaczna część ankietowanych deklaruje, że lubi rośliny i uprawia je w swoich domach. Niestety samo pojęcie hortiterapii nie jest już tak dobrze znane. Budzącym nadzieję faktem wynikającym z wyników badań jest duże zainteresowanie strefami stymulacji zmysłów oraz entuzjastyczne podejście do roślin i ich uprawy. Na przeprowadzone badania ankietowe zareagowało niewielu studentów. Metodolodzy zajmujący się badaniami za pomocą ankiety online są zgodni, że jej minusem jest niski odsetek odpowiedzi¹⁸. Szczególnie interesująca jest informacja na temat parku kortowskiego, która wskazuje, że studenci lubią spędzać czas w zielonym otoczeniu, a przeprowadzona rewitalizacja zachęca ich do spędzania w tym miejscu czasu wolnego od zajęć.

Gdy coraz częściej jesteśmy narażeni na destrukcyjne działanie stresu związanego z lękiem wobec kontaktów międzyludzkich, polegających na wzajemnej interakcji, planowaniu wspólnych celów i kroków. Praca w ogrodzie pozwala mobilizować organizm do większych obciążeń oraz uczy umiejętności pracy w grupie i budowania pewności siebie przy działaniach zespołowych¹⁹.

¹⁶ M.T. Gonzalez, T. Hartig, G.G. Patil, E.W. Martinsen, M. Kirkevold, *Therapeutic horticulture in clinical depression: a prospective study*, "Res. Theory Nurs. Pract." 2009, 23(4): 312–328.

¹⁷ S. Rodiek, *Influence of an Outdoor Garden on Mood and Stress in Older Persons*, "J. Ther. Hortic." 2002, 13: 13–21.

¹⁸ P. Siuda, *Ankieta internetowa: zalety i wady – rekapitulacja*, [w:] *Metody badań online*, P. Siuda (red.), Bydgoszcz 2016, s. 28–29.

¹⁹ M.J. Latkowska, *Hortiterapia – rehabilitacja i terapia przez pracę w ogrodzie*, Katedra Roślin Ozdobnych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2008.

Podsumowanie

Ludzie od dawna szukają kontaktu z przyrodą, chcą ją obserwować, korzystać z niej i do niej należeć. Może to mieć swoje podłoże w biofilii, czyli wrodzonym związku z naturą²⁰. Ogrody od wieków kojarzone są z przestrzenią kojącą nasz umysł i ciało, w której możemy odpocząć i zregenerować siły. To one są najbliższe nas, tworzą nasze otoczenie i wywierają pozytywny wpływ na nasze samopoczucie, gdyż przebywanie w nich działa dobroczynnie na nasz organizm na wielu płaszczyznach.

Wielu studentów rozumie tę zależność i chce uczestniczyć w świadomym kształtowaniu przestrzeni wokół siebie. Badania wykazały wśród nich potrzebę zielonej terapii zwłaszcza w zakresie stymulacji zmysłów. Studenci okazują zainteresowanie roślinom, lubią je oraz wszystkie procesy związane z ich uprawą.

Bibliografia

- Dymecka J., *Psychospołeczne skutki pandemii COVID-19*, „Neuropsychiatria i Neuropsychologia” 2021, 16(1–2): 1–10.
- Fardin M.A., *COVID-19 and anxiety: a review of psychological impacts of infectious disease outbreaks*, „Arch Clin Infect Dis” 2020, 15.
- Haller R., *The Framework*, [w:] *Horticultural Therapy Methods-Making Connections in Health Care, Human Services, and Community Programs*, R.L. Haller, L.Ch. Kramer (red.), New York, London, Oxford 2016, s. 1–22.
- Jabłońska A., *Zielone inicjatywy społeczne formą hortiterapii*, II Ogólnopolskie Seminarium Naukowe „Hortiterapia jako terapia wspomagająca rehabilitację dzieci i dorosłych”, Olsztyn, 24–25 sierpnia 2015 r.
- Jaszczak A., *„Zielona i Niebieska” terapia w niemieckich uzdrowiskach na przykładzie kurortu Bad Bevensen*, II ogólnopolskie Seminarium Naukowe „Hortiterapia jako terapia wspomagająca rehabilitację dzieci i dorosłych”, Olsztyn, 24–25 sierpnia 2015 r.
- Kiełtyka-Dadasiewicz A., Gorzel M., *Terapie alternatywne. Aromaterapia – surowce i zabiegi*, „EJMT” 2014, 1(2): Varia, 72–79.
- Lis A., *Struktura relacji pomiędzy człowiekiem, a parkiem i ogrodem miejskim w procesie rekreacji*, Wrocław 2004.
- Pawłowska A., *Ogród sensoryczny*, [w:] *Dźwięk w krajobrazie jako przedmiot badań interdyscyplinarnych*, S. Bernat (red.), Prace Komisji Krajobrazu kulturowego nr 11, 2008, s. 143–152.
- Płoszaj-Witkowska B., *Hortiterapia*, Olsztyn 2014.
- Płoszaj-Witkowska B., Bastek J., *Ścieżka turystyczno-terapeutyczna z wykorzystaniem sylwoterapii*, [w:] *Współczesne kierunki badań nad roślinami ozdobnymi w Polsce*, A. Bach, A. Kapczyńska, M. Malik, M. Maślanka (red.), Kraków 2016, s. 413–423.
- Płoszaj-Witkowska B., Targ I., Ogłodzińska U., *Zakładanie ogrodu terapeutycznego w zagrodzie wiejskiej*, Podlaski ODR w Szepietowie, Szepietowo 2018.

²⁰ B. Płoszaj-Witkowska, I. Targ, U. Ogłodzińska, *Zakładanie ogrodu terapeutycznego w zagrodzie wiejskiej*, Podlaski ODR w Szepietowie, Wydawnictwo powstało we współpracy z UWM w Olsztynie, Szepietowo 2018 r.

- Pokorski J., Siwiec A., *Kształtowanie terenów zieleni*, Olsztyn 1977.
- Ponikowska I., Marciniak K., *Ciechocinek – terenoterapia uzdrowiskowa*, Warszawa 1988.
- Raczkowski S., *Urządzanie terenów zieleni*, Warszawa 1977.
- Romer M., *Aromaterapia dla całej rodziny*, Wrocław 2010.
- Siemaszko, K., Jakubowska, M., Konarzewska, B., *Shinrin-yoku i terapia lasem – przegląd literatury*, „Psychiatria” 2020, 17(3):145–154.
- Siuda P., *Ankieta internetowa: zalety i wady – rekapitulacja*, 28–81.
- Siuda P., *Ankieta internetowa: zalety i wady – rekapitulacja*, [w:] *Metody badań online*, P. Siuda (red.), Bydgoszcz 2016, s. 28– 29.
- Tryjanowski P., Murawiec S., *Ornitologia terapeutyczna. Ptaki – zdrowie – psychika*, Poznań 2021.
- Winiarczyk A., Warzocha T., *Edukacja zdalna w czasach pandemii COVID-19*, „Forum Oświatowe” 2021, Vol 33, No 1(65): 62–76.

GREEN THERAPY AT THE UNIVERSITY ON THE EXAMPLE OF THE UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN

Abstract: The aim of the article is to indicate the need to shape therapeutic green spaces on university premises on the example of the University of Warmia and Mazury. The study showed a high demand for such space among students. The reason given was isolation during the pandemic and its effects (development of depressive illnesses, anxiety and social withdrawal). Green space with a strictly therapeutic function can become a recipe for such and other ailments. The aim of the work is to check, through surveys conducted among students of various faculties of the University of Warmia and Mazury in Olsztyn, whether green therapy improves their physical and mental condition.

Keywords: green therapy, students, social withdrawal, hortitherapy.

Mateusz Dawid

Studenckie Koło Naukowe Podstawowych Problemów Bezpieczeństwa

Opiekun: dr inż. Wojciech Rejmer

Wydział Nauk Technicznych

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OCENA FUNKCJONOWANIA SORTOWNIKA LINOWEGO

Wstęp

Sortowanie jest procesem znanym i dotyczącym wielu dziedzin. W pracy tej skupiono się na zagadnieniu sortowania w rolnictwie. Proces ten może dotyczyć materiałów takich jak warzywa, owoce czy nasiona. Surowce te są zróżnicowane wymiarowo, tak więc i sposoby ich rozdziału oraz zastosowane w nich urządzenia mogą być odmienne. Prezentowana konstrukcja służy do separacji różnych gatunków nasion.

Pod pojęciem separacji występują dwa procesy: czyszczenie oraz sortowanie. Czyszczenie ma za zadanie wydzielenie wszystkich zbędnych lub szkodliwych elementów z głównego surowca. W materiale docelowym zanieczyszczeniami mogą być fragmenty roślin, cząstki gleby, nasiona innych gatunków **roślin** oraz wszelkie inne elementy, które nie powinny występować w materiale nasiennym. Natomiast sortowanie jest procesem, który polega na podziale materiału użytkowego na grupy o różnej istotności użytkowej. Przykładem sortowania może być rozdział ziemniaków na frakcje wymiarowe. Tak pogrupowany materiał może trafić do różnych odbiorców zgodnie z zapotrzebowaniem. Do przeprowadzenia separacji materiału wykorzystuje się różnice w cechach rozdzielczych jego składników¹.

Poomłotowy materiał nasienny przeważnie wymaga czyszczenia i sortowania, a fakt, że zboża są uprawiane na około aż 70% gruntów uprawnych wskazuje, że jest to zagadnienie bardzo istotne. Ziarna zbóż są bogate w skrobię, przez co stanowią cenny materiał wykorzystywany do celów przemysłowych, konsumpcyjnych oraz pastewnych. Najpopularniejszymi produktami wytwarzanymi ze zbóż są: oleje, kasze oraz mąki.

¹ Z. Błaszkiwicz, *Technika rolnicza: narzędzia i maszyny rolnicze*, Poznań 2012.

Najczęściej uprawianymi roślinami są: kukurydza, ryż, pszenica, sorgo, jęczmień, proso, żyto, owies oraz gryka. Obecne trendy wskazują na coroczny wzrost produkcji zbóż. Na terenie Unii Europejskiej dotyczy to głównie produkcji kukurydzy oraz pszenicy. Intensyfikacja produkcji wiąże się ze zwiększaniem powierzchni zasiewów lub intensyfikacją produkcji².

Materiał, który otrzymuje się podczas zbioru, nie jest mieszaniną jednorodną, ale zawiera wiele różnych składników. W mieszaninie tej największą część stanowią nasiona gatunku docelowo uprawianego, ale występować w nim mogą także nasiona i fragmenty roślin innych gatunków, które obniżają wartość produktu. Wykorzystanie procesu separacji pozwala podnieść finalną jakość produktu poprzez pozbycie się uszkodzonych nasion gatunku podstawowego, jak i wszelkich innych zanieczyszczeń. Materiał o wysokiej czystości jest wymagany w wielu sektorach przemysłu, a w rolnictwie przede wszystkim do siewu. Czysty materiał siewny pozwala chronić uprawę przed niepotrzebnym wprowadzaniem na jej powierzchnię innych roślin, których usunięcie może być bardzo utrudnione lub wręcz niemożliwe. Także wybór do siewu frakcji nasion o odpowiedniej dorodności niesie korzyści w postaci bardziej jednorodnego rozwoju roślin, co umożliwi niekiedy ograniczenie liczby zabiegów pielęgnacyjnych. Fakty te są powszechnie znane od dawna, mimo to pierwsze urządzenia do separacji skonstruowano dopiero w XVI w., wcześniej usuwano zanieczyszczenia ręcznie. W ostatnich latach dąży się do udoskonalania powszechnie znanych i stosowanych metod, jak i wprowadzania nowych konstrukcji. Coraz częściej buduje się urządzenia dedykowane jedynie do konkretnego gatunku tak, aby podnieść jakość materiału nasiennego i pozbyć się jak największej ilości zanieczyszczeń. Innym kierunkiem rozwoju jest projektowanie konstrukcji o jak największej uniwersalności, które pozwolą na dokonywanie poprawnej separacji wielu różnych gatunków nasion. Aby zaplanować proces separacji konieczne jest w pierwszym etapie poznanie właściwości rozdzielczych obrabianego materiału, wśród których można wyróżnić: cechy geometryczne, masę właściwą, cechy aerodynamiczne, cechy tarciove, teksturę powierzchni, cechy mechaniczne, własności elektryczne oraz własności optyczne³.

Najczęściej do procesów separacji wykorzystuje się cechy geometryczne, których podstawą są wymiary linowe: długość, szerokość i grubość. Obecnie najczęściej do określenia wymiarów nasion wykorzystuje się trzy metody. Pierwszą z nich jest sortowanie materiału nasiennego na zestawie sit klasyfikatora sitowego. Metoda ta jest stosunkowo szybka, ale mało dokładna, gdyż materiał jest podzielony jedynie na kilka frakcji wymiarowych, a w każdej z nich znajdują się nasiona z danego przedziału wymiarowego. Następną metodą jest pomiar bezpośredni każdego z nasion, który zapewnia

² A. Baer-Nawrocka, E. Kiryluk-Dryjsk, *Produkcja zbóż w wybranych krajach Unii Europejskiej – Uwarunkowania strukturalne i polityczne*, „Journal of Agribusiness and Rural Development” 2015, 4(38): 617–625.

³ R. Jurga, *Przetwórstwo zbóż część 1*, Warszawa 1997.

wysoką dokładność związaną z użytym narzędziem pomiarowym, ale charakteryzuje się dużą pracochłonnością. Najnowszą metodą jest pomiar urządzeniami optycznymi, które zapewniają dokładność na wysokim poziomie oraz pozwalają wykonać znacznie więcej pomiarów w jednostce czasu niż omawiana wcześniej metoda bezpośrednia⁴.

Proces separacji nasion rozpoczyna się już w trakcie zbiorów. Nowoczesne kombajny zbożowe umożliwiają zebranie materiału charakteryzującego się wysoką jakością, choć zależnie od gatunku i warunków uprawy występujące zanieczyszczenia mogą stanowić nawet do 10% zbioru. W zależności od dalszego przeznaczenia materiał może być przekazany do kolejnych procesów separacji. Typowymi urządzeniami wykorzystywanymi do tego celu są: separatory sitowe, rozdzielacze pneumatyczne, tryjery, rozdzielacze grawitacyjne czy fotoelektryczne⁵.

W zakładach przetwórczych najczęściej stosuje się urządzenia bazujące na wykorzystaniu cech geometrycznych i aerodynamicznych do rozdzielania poszczególnych składników mieszaniny. Charakteryzuje je duża wydajność, która jest konieczna dla zapewnienia możliwości przetworzenia ogromnych ilości materiału nasiennego⁶. Występują w nich często kosze sitowe z wymiennymi sitami. Aby można było prowadzić proces separacji różnych gatunków nasion, urządzenia te muszą być wyposażone w komplet wielu sit, które są dobierane do gatunku, jak też i dorodności nasion danego gatunku podstawowego. Przy braku odpowiednich sit rozdzielanie materiału nasiennego może być niemożliwe lub też prowadzone w sposób nieprawidłowy, przez co jakość uzyskanego surowca może być niezadowolająca. Jednym z rozwiązań tego problemu może być uniwersalne urządzenie w postaci sortownika linowego, w którym szczelina robocza zmienia swój wymiar na długości sita. Przez dobór położenia krawędzi koszy odbiorczych można uzyskiwać odpowiednie frakcje wymiarowe nasion, a zmienność szerokości tej szczeliny zapewnia możliwość sortowania nasion wielu gatunków roślin rolniczych, w tym również ziarna podstawowych zbóż.

Cel

Celem badań była ocena poprawności funkcjonowania sortownika linowego przy zastosowaniu go do procesu sortowania nasion wybranych odmian pszenicy oraz jęczmienia.

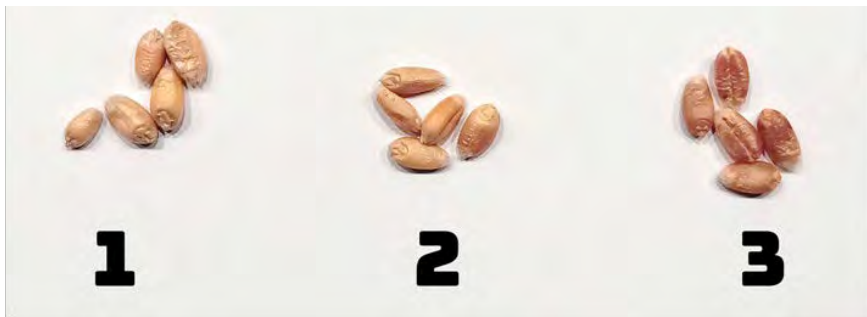
⁴ J. Grochowicz, *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*, Warszawa 1971.

⁵ N. Marks, *Maszyny do czyszczenia i sortowania płodów rolnych*, Kraków 2012.

⁶ W. Przystupa, P. Makarewicz, J. Nowak, *Nowe metody czyszczenia i sortowania nasion*, „Technika rolnicza i leśna” 2014, 5: 8–10.

Materiał i metody – materiał badawczy, opis stanowiska

Materiał badawczy stanowią nasiona pszenicy oraz jęczmienia. Wybrano po trzy odmiany z każdego gatunku zbóż, a były to pszenica Euforia, Jarlanka, Dorium (rys. 1) oraz jęczmień Feed Way, Orphelia, Conchita (rys. 2). Pszenicę Euforia oraz jęczmień Feed Way zakupiono bezpośrednio od rolnika z okolic Olsztyna, natomiast pozostałe odmiany pozyskano z Ogródu Dydaktyczno-Doświadczalnego UWM.



Rys. 1. Nasiona odmian pszenicy: 1 – Euforia, 2 – Jarlanka, 3 – Dorium

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Nasiona odmian jęczmienia: 1 – Feed Way, 2 – Orphelia, 3 – Conchita

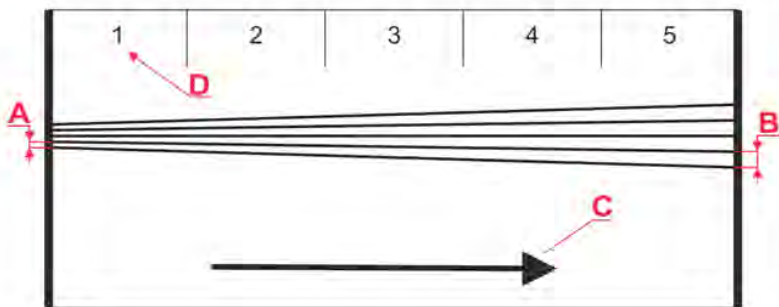
Źródło: opracowanie własne.

Materiał nasienny był już wstępnie oczyszczony z zanieczyszczeń, które mogłyby wpłynąć niekorzystnie na przebieg badań. Z każdej z odmian pszenicy oraz jęczmienia wybrano po trzy próby liczące po 100 nasion. Próbę badawczą wybrano w sposób niestatystyczny, losowo wybrano każdą z prób. Zastosowano taką metodę, gdyż zapewnia ona parametry najbardziej zbliżone do przyszłych warunków pracy urządzenia.

Każdą z prób poddano procesowi sortowania na innowacyjnym prototypowym stanowisku sortownika linowego. Stanowisko zbudowano w Katedrze Maszyn Roboczych

i Metodologii Badań na Wydziale Nauk Technicznych w ramach prac związanych z realizacją autorskiej rozprawy doktorskiej.

Nowe rozwiązanie można przyrównać do sortownika sitowego, który składa się z zestawu odpowiednio dobranych sit o zmniejszających się otworach. W prototypowej konstrukcji wykorzystuje płaszczyznę z otworami, przez które przesypują się odpowiednie frakcje rozdzielanego materiału. Zamiast sita z otworami o jednakowym wymiarze płaszczyzna ta składa się z odpowiednio rozciągniętych linek (rys. 3). Powstałe szczeliny między linkami charakteryzują się zmienną szerokością na całej długości płaszczyzny sortującej. Linki tworzą zamkniętą pętlę, przy czym na górnej płaszczyźnie współpracują z rolkami ustalającymi początkową oraz końcową szczelinę. W dolnej części linki są przytrzymywane wałkami napinającym oraz napędowym, dzięki którym są wprawiane w ruch postępowy, przez co materiał nasienny przesuwany jest wzdłuż płaszczyzny sortującej. Podczas badań prędkość linek była stała i wynosiła 0,08 m/s. Nasiona podawane były na płaszczyznę sortującą poprzez płaski podajnik ustawiony pod odpowiednim kątem, aby nasiona przesuwano po nim samoczynnie. Cała długość tej płaszczyzny podzielono na 5 równych sektorów, aby można było uzyskać 5 frakcji wymiarowych. Szczelina ze względu na swoją geometrię pozwala rozdzielać nasiona z wykorzystaniem ich najmniejszego wymiaru, czyli grubości. Przyjęto, że szerokość szczeliny początkowej będzie wynosić 1,75 mm, a szerokość szczeliny końcowej – 5,65 mm (rys. 3). Parametry tej szczeliny dostosowano do wymiarów nasion pszenicy oraz jęczmienia tak, aby przeważająca masa materiału wydzielana była w średniej frakcji oraz aby cały materiał mógł się przedostać przez szczeliny sortownika.



Rys. 3. Schemat płaszczyzny roboczej sortownika linowego: A – szczelina początkowa 1,75 mm, B – szczelina końcowa 5,65 mm, C – kierunek przesuwu linek, D – kosze zsypane poszczególnych frakcji.

Źródło: opracowanie własne.

Każdą próbkę nasion w wyniku procesu sortowania podzielono na 5 frakcji wymiarowych. Dokonano pomiaru grubości każdego z wydzielonych nasion, wykorzystując w tym celu grubościomierz z czujnikiem zegarowym. Przyrząd ten pozwalał na

przewodzenie pomiarów z dokładnością do 0,01 mm Grubości. Pomiar ten wykonano zgodnie z metodyką opisaną wcześniej przez Kaliniewicza i in.^{7, 8}. Oceny funkcjonowania sortownika linowego dokonano na podstawie wartości wskaźnika skuteczności procesu sortowania (S), wyznaczanego z następującej zależności:

$$S = \frac{Z}{I} \cdot 100\%$$

gdzie: Z – liczba poprawnych wymiarowo nasion przesianych na danym odcinku sortownika, I – całkowita liczba nasion o przyporządkowanych zakresowi zmian szerokości szczeliny z danego odcinka sortownika.

Wyniki badań

Wyniki sortowania nasion pszenicy Euforia przedstawiono w tabeli 1. Najmniej liczne były frakcje 4 oraz 5, natomiast najliczniejsza była frakcja 2. Największa skuteczność procesu odnotowano dla frakcji 1 i wynosiła ona średnio 88,33%, następną w kolejności skuteczności była frakcja 2 ze średnią skutecznością 59%. Frakcje 3 oraz 4 wykazały zbliżone wartości skuteczności wynoszące odpowiednio 37,67% oraz 32,67%.

Tabela 1. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion pszenicy Euforia

	Pszennica Euforia	Próba 1	Próba 2	Próba 3
Frakcja 1	Całkowita ilość	19	16	17
	Poprawny wymiar	17	14	15
	Skuteczność [%]	89	88	88
Frakcja 2	Całkowita ilość	51	50	52
	Poprawny wymiar	29	29	32
	Skuteczność [%]	57	58	62
Frakcja 3	Całkowita ilość	26	27	27
	Poprawny wymiar	9	11	10
	Skuteczność [%]	35	41	37
Frakcja 4	Całkowita ilość	3	5	4
	Poprawny wymiar	1	2	1
	Skuteczność [%]	33	40	25

⁷ Z. Kaliniewicz, A. Trojanowski, *Analiza zmienności i korelacji wybranych cech fizycznych nasion olszy czarnej*, „Inżynieria Rolnicza” 2011, 8(133): 167–172.

⁸ Z. Kaliniewicz, P. Tylek, *Influence of scarification on the germination capacity of acorns harvested from uneven-aged stands of pedunculate oak (Quercus robur L.)*, “Forests” 2018, 9: 100.

Pszenvica Euforia		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Fracja 5	Całkowita ilość	1	2	0
	Poprawny wymiar	0	1	0
	Skuteczność [%]	0	50	-
Cała próba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	56	57	58

Źródło: opracowanie własne.

Kolejną badaną odmianą pszenicy była Jarlanka (tabela 2). Frakcja 5 także miała najmniejszą liczebność oraz była tak mała, że bezpośredni wynik jej skuteczności można pominąć. Najliczniejsze były frakcje 2 oraz 3 liczące średnio po 47 i 33 nasiona. Sortowanie było najskuteczniejsze dla frakcji 1 i wynosiło 86% oraz zaobserwowano spadek skuteczności dla frakcji 2, gdzie skuteczność wynosiła już 55%. Frakcja 3 uzyskała średnią skuteczność o 13% niższą niż mniejsza frakcja 2.

Tabela 2. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion pszenicy Jarlanka

Pszenvica Jarlanka		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Fracja 1	Całkowita ilość	14	15	12
	Poprawny wymiar	12	12	11
	Skuteczność [%]	86	80	92
Fracja 2	Całkowita ilość	45	47	49
	Poprawny wymiar	24	27	27
	Skuteczność [%]	53	57	55
Fracja 3	Całkowita ilość	35	33	32
	Poprawny wymiar	16	13	13
	Skuteczność [%]	46	39	41
Fracja 4	Całkowita ilość	5	4	7
	Poprawny wymiar	2	1	1
	Skuteczność [%]	40	25	14
Fracja 5	Całkowita ilość	1	1	0
	Poprawny wymiar	1	0	0
	Skuteczność [%]	100	0	-
Cała próba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	55	53	52

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnią badaną odmianą pszenicy była pszenica Dorium (tabela 3). Skuteczność dla frakcji 1 wynosiła aż 85%, natomiast dla frakcji 2 już jedynie 55%, a dla frakcji 3 oraz 4 odpowiednio skuteczność wyniosła 28% oraz 34%. Frakcja 5 miała zbyt małą liczebność, aby samodzielny wynik jej skuteczności miał znaczenie.

Tabela 3. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion pszenicy Dorium

Pszenuca Dorium		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Frakcja 1	Całkowita ilość	10	12	12
	Poprawny wymiar	9	9	11
	Skuteczność [%]	90	75	90
Frakcja 2	Całkowita ilość	53	52	55
	Poprawny wymiar	29	30	29
	Skuteczność [%]	55	58	53
Frakcja 3	Całkowita ilość	30	27	28
	Poprawny wymiar	10	6	8
	Skuteczność [%]	33	22	29
Frakcja 4	Całkowita ilość	6	9	4
	Poprawny wymiar	2	4	1
	Skuteczność [%]	33	44	25
Frakcja 5	Całkowita ilość	1	0	1
	Poprawny wymiar	0	0	1
	Skuteczność [%]	0	-	100
Cała próba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	50	49	50

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszą badaną odmianą jęczmienia była odmiana Feed Way (tabela 4). Nasiona jęczmienia charakteryzowały się mniejszą różnorodnością wymiarową i większość materiału skupiła się w frakcji 2 oraz 3. Najlepszą skuteczność procesu odnotowano dla frakcji 1 i było to aż 96%. Frakcje 2 oraz 3 wykazały średnią skuteczność różniącą się o jedynie 4%, a średnie wartości skuteczności wynosiły odpowiednio 44,3% dla frakcji 2 oraz 40,67% dla frakcji 3.

Tabela 4. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion jęczmienia Feed Way

Jęczmień Feed Way		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Frakcja 1	Całkowita ilość	6	8	8
	Poprawny wymiar	6	8	7
	Skuteczność [%]	100	100	88

Jęczmień Feed Way		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Fracja 2	Całkowita ilość	48	50	47
	Poprawny wymiar	21	22	21
	Skuteczność [%]	44	44	45
Fracja 3	Całkowita ilość	43	40	42
	Poprawny wymiar	18	16	17
	Skuteczność [%]	42	40	40
Fracja 4	Całkowita ilość	2	1	3
	Poprawny wymiar	1	1	1
	Skuteczność [%]	50	100	33
Fracja 5	Całkowita ilość	1	1	0
	Poprawny wymiar	0	0	0
	Skuteczność [%]	0	0	-
Cała próba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	46	47	46

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym badanym materiałem był jęczmień Orphelia (tabela 5). Skuteczność dla frakcji 1 wynosiła aż 86,67%, lecz dla frakcji 2 była to już wartość znacznie niższa wynosząca już jedynie 40,33%, a dla frakcji 3 było to 33,67%. Frakcje 4 oraz 5 miały nieznaczne ilości.

Tabela 5. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion jęczmienia Orphelia

Jęczmień Orphelia		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Fracja 1	Całkowita ilość	4	5	5
	Poprawny wymiar	4	4	4
	Skuteczność [%]	100	80	80
Fracja 2	Całkowita ilość	46	44	46
	Poprawny wymiar	17	18	20
	Skuteczność [%]	37	41	43
Fracja 3	Całkowita ilość	48	48	46
	Poprawny wymiar	17	16	15
	Skuteczność [%]	35	33	33
Fracja 4	Całkowita ilość	2	2	3
	Poprawny wymiar	1	0	1
	Skuteczność [%]	50	0	33
Fracja 5	Całkowita ilość	0	1	0
	Poprawny wymiar	0	1	0
	Skuteczność [%]	-	100	-

Jęczmień Orphelia		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Cała pró- ba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	39	39	40

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim badanym materiałem był jęczmień Conchita (tabela 6). Podobnie jak przy dwóch pozostałych odmianach największą skuteczność sortowania odnotowano przy frakcji 1 i wynosiła 91,67%. Frakcja 2 uzyskała średnią skuteczność prawie o połowę niższą względem frakcji 1 i wynosiła 48,33%. Średnią skuteczność procesu dla frakcji 3 wynosiła 38%, a dla frakcji 4 było to 32,67%.

Tabela 6. Wyniki badań skuteczności sortownika linowego przy sortowaniu nasion jęczmienia Conchita

Jęczmień Conchita		Próba 1	Próba 2	Próba 3
Frakcja 1	Całkowita ilość	4	3	4
	Poprawny wymiar	4	3	3
	Skuteczność [%]	100	100	75
Frakcja 2	Całkowita ilość	48	51	46
	Poprawny wymiar	21	23	20
	Skuteczność [%]	44	45	43
Frakcja 3	Całkowita ilość	42	39	42
	Poprawny wymiar	16	14	17
	Skuteczność [%]	38	36	40
Frakcja 4	Całkowita ilość	5	6	8
	Poprawny wymiar	2	2	2
	Skuteczność [%]	40	33	25
Frakcja 5	Całkowita ilość	1	1	0
	Poprawny wymiar	0	0	0
	Skuteczność [%]	0	0	-
Cała pró- ba	Całkowita ilość	100	100	100
	Skuteczność [%]	43	42	42

Źródło: opracowanie własne.

Średnia skuteczność pracy sortownika linowego podczas sortowania pszenicy wyniosła 53,33%. Dla każdej z trzech odmian najwyższą skuteczność odnotowano dla frakcji 1, gdzie materiał obniżający skuteczność stanowiły nasiona uszkodzone. Kolejne frakcje wykazywały stopniowo coraz mniejszą skuteczność procesu. W większych frakcjach znajdowały się także mniejsze nasiona, co znacznie obniżyło skuteczność procesu. Najlepszą skuteczność sortowania odnotowano dla odmiany Euforia, a najmniejszą dla odmiany Dorium, różnica między skrajnymi wartościami wyniosła 7% (tabela 7).

Tabela 7. Wyniki przeprowadzonych badań średniej skuteczności sortownika linowego trzech odmian pszenicy

Pszenica	Średnia skuteczność [%]
Euforia	57
Jarlanka	53
Dorium	50

Źródło: opracowanie własne.

Skuteczność sortowania nasion jęczmienia wyniosła średnio 42,33%, a najmniejszą skuteczność odnotowano dla odmiany Orphelia i wyniosła ona 39%, oraz największą wartość 46% dla odmiany Feed Way. Skuteczność procesu dla jęczmienia była najwyższa dla frakcji 1, tak jak miało to miejsce dla pszenicy. Dla kolejnych frakcji następował znaczny spadek skuteczności procesu. Frakcje 2 oraz 3 wykazały zbliżone średnie wartości skuteczności i spadek między nimi był już niewielki.

Tabela 8. Wyniki przeprowadzonych badań średniej skuteczności sortownika linowego trzech odmian jęczmienia

Jęczmień	Średnia skuteczność [%]
Feed Way	46
Orphelia	39
Conchita	42

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Weryfikacja skuteczności sortownika linowego przebiegła pomyślnie i określono całkowitą skuteczność procesu dla badanych materiałów wynoszącą 47,83%. Średnia skuteczność dla pszenicy była wyższa i wyniosła 53,33%, natomiast dla jęczmienia była niższa o 11% i średnio wyniosła 42,33%. Rozpatrując skuteczność dla poszczególnych frakcji, najlepszą skuteczność procesu odnotowano dla frakcji 1 zarówno podczas badania pszenicy, jak i jęczmienia. W przypadku tej frakcji wszystkie nasiona niezgodne z żądanym wymiarem były uszkodzone. Największa ilość nasion została przyporządkowana do frakcji 2, lecz skuteczność procesu znacznie spadła dla tej frakcji i stopniowo malała dla kolejnych frakcji. Dla większych frakcji niż pierwsza nasiona niezgodne z żądanym wymiarem zawsze były mniejsze niż dana frakcja i nie odnotowano żadnego nasiona, które byłoby większe niż frakcja, do której zostało przyporządkowane. Nasiona podawane na linki sortujące układały się w sposób losowy, co miało znaczny wpływ na poprawność sortowania. Część nasion układała się szerszym bokiem w szczelinie

między linkami lub w poprzek szczeliny. Takie ułożenie materiału uniemożliwiało jego poprawne rozdzielanie, gdyż nasiona nie opadały zgodnie ze swoją grubością. Obecna forma urządzenia uniemożliwia sortowanie materiału z wysoką skutecznością, gdy szerokość oraz grubość nasion znacznie się różnią. Materiał, który charakteryzuje się małą różnicą szerokości i grubości, pozwoliłby uzyskać znacznie większą skuteczność procesu. Wnioski te potwierdzają wcześniejsze badania, w których jako materiał badawczy wykorzystano nasiona łubinu, które charakteryzowały się mniejszymi różnicami wymiarowymi. Skuteczność procesu sortowania dla łubinu wyniosła ponad 70%, co jest wartością znacznie wyższą niż obecnie uzyskana skuteczność procesu dla nasion pszenicy oraz jęczmienia⁹. Koncepcja zastosowania linek umożliwia zmianę wielkości oraz ilości frakcji w sposób płynny i niewymagający ingerowania w konstrukcję urządzenia. Jest to możliwe za sprawą przesunięcia przegród odpowiedzialnych za rozgraniczenie frakcji, co umożliwia zmianę wielkości frakcji lub możliwe jest dodanie dodatkowych przegród, aby zwiększyć ilość frakcji. Dodatkowo wykorzystanie linek zamiast standardowych sit wyeliminowało problem stosowania wielu sit, aby rozdzielić materiał na kilka frakcji podczas jednego procesu sortowania. Prototypowe stanowisko także umożliwia łatwą zmianę szerokości szczeliny między linkami, rozdzielnicę początkową i końcową szczelinę, dzięki czemu można dostosować urządzenie do pracy z materiałami o różnej wielkości także tymi, których wymiary znacznie by odbiegały od standardowych ustawień. Obecne wyniki, jak i przebieg badań skłaniają do wnioskowania, że modyfikacja systemu podającego nasiona na linki sortujące mogłaby pozytywnie wpłynąć na skuteczność procesu. Zastosowanie podajnika, który umożliwiłby układanie się nasion w rzędach np. poprzez dodanie pochyłej płaszczyzny z rowkami, mogłoby poprawić skuteczność procesu. Wiele możliwości przystosowania konstrukcji do dowolnych parametrów pracy obrazuje znaczny potencjał ocenianego sortownika. Po wprowadzonych zmianach należałoby ponownie przeprowadzić badania skuteczności konstrukcji wraz z nowymi modyfikacjami.

Bibliografia

- Baer-Nawrocka A., Kiryluk-Dryjsk E., *Produkcja zbóż w wybranych krajach Unii Europejskiej – Uwarunkowania strukturalne i polityczne*, „Journal of Agribusiness and Rural Development” 2015, 4(38): 617–625.
- Błaszkiwicz Z., *Technika rolnicza: narzędzia i maszyny rolnicze*, Poznań 2012.
- Dawid M., *Ocena skuteczności sortownika linowego. Aktualne problemy badawcze Tom 1. Nauki biomedyczne i techniczne*, Poznań 2022, 340–350.
- Grochowicz J., *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*, Warszawa 1971.
- Jurga R., *Przetwórstwo zbóż część 1*, Warszawa 1997.

⁹ M. Dawid, *Ocena skuteczności sortownika linowego. Aktualne problemy badawcze, Tom 1. Nauki biomedyczne i techniczne*, Poznań 2022, 340–350.

- Kaliniewicz Z., Trojanowski A., *Analiza zmienności i korelacji wybranych cech fizycznych nasion olszy czarnej*, „Inżynieria Rolnicza” 2011, 8(133): 167–172.
- Kaliniewicz Z., Tylek P., *Influence of scarification on the germination capacity of acorns harvested from uneven-aged stands of pedunculate oak (Quercus robur L.)*. “Forests” 2018, 9: 100.
- Marks N., *Maszyny do czyszczenia i sortowania płodów rolnych*, Kraków 2012.
- Przystupa W., Makarewicz P., Nowak J., *Nowe metody czyszczenia i sortowania nasion*, „Technika rolnicza i leśna” 2014, 5: 8–10.

VERIFICATION OF THE EFFICIENCY OF THE LINE SORTER

Abstract: The verification of the efficiency of the line sorter was successful and the total efficiency of the process for the tested materials was determined to be 47.83%. The average effectiveness for wheat was higher and amounted to 53.33%, while for barley it was lower by 11% and amounted to 42.33% on average. Considering the effectiveness for individual fractions, the best efficiency of the process was noted for fraction 1 both during the testing of wheat and barley. The largest number of seeds was assigned to fraction 2, but the efficiency of the process significantly decreased for this fraction and gradually decreased for the next fractions. The seeds fed to the sorting lines were arranged randomly, which had a significant impact on the correctness of sorting. A material that is characterized by a small difference in width and thickness would allow for a much higher efficiency of the process. Modifying the system that feeds the seeds onto the sorting lines could improve the efficiency of the process. The many possibilities of adapting the structure to any operating parameters illustrate the considerable potential of the evaluated sorter.

Słowa kluczowe: sortowanie, nasiona, zboże, pszenica, jęczmień

Keywords: sorting, seeds, grain, wheat, barley

**SEKCJA NAUK
WETERYNARYJNYCH**

Dorota Chojnacka

Koło Naukowe Internistyczne Koło Bujatryków
Opiekun koła: dr hab. Katarzyna Żarczyńska, prof. UWM
Wydział Medycyny Weterynaryjnej
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

OBRAZOWA DIAGNOSTYKA URAZOWEGO ZAPALENIA CZEPCA U BYDŁA MLECZNEGO

Wstęp

Urazowe zapalenie czepca jest powszechnie występującą chorobą bydła, a jej najczęstszą przyczyną jest spożycie ostrego metalicznego ciała obcego, które może penetrować lub perforować ścianę tego przedżołądka¹. Mogą być to np. gwoździe, śruby czy fragmenty drutu. Również plastikowe lub aluminiowe ciała obce mogą stanowić przyczynę choroby, jednak takie przypadki są rzadsze². W efekcie perforacji i przemieszczenia się ciała obcego w różnych kierunkach, dochodzi do stanu zapalnego okolicznych narządów.

Czepiec jest położony w przedniej części jamy brzusznej. Jego bliskie sąsiedztwo z dystalną częścią śledziony oraz przedsionkiem żwacza sprawia, że właśnie w tych narządach bardzo często mogą pojawiać się wtórne zmiany patologiczne. W większości przypadków zmiany towarzyszące urazowemu zapaleniu czepca lokalizują się w jamie brzusznej, jednak pojawiają się one również w obrębie klatki piersiowej. Najczęściej występującymi zmianami są wysięk, włóknik oraz ropnie.

Schorzeniu towarzyszą niespecyficzne objawy, wśród których wymienia się: nietypowe ogólne zachowanie zwierzęcia, redukcję motoryki żwacza lub jej zatrzymanie, dodatni wynik chociaż jednej z prób bólowych, nieprawidłowo uformowany kał, zmniejszenie wypełnienia żwacza, gorączkę oraz spontaniczne objawy bólowe np. łukowate wyginanie grzbietu.

¹ U. Braun, Ch. Gerspach, *Aetiology, diagnosis, treatment and outcome of traumatic reticuloperitonitis in cattle* „The Veterinary Journal” 2020, nr 255.

² K.T. Maddy, *Incidence of perforation of the bovine reticulum*, „Journal of the American Veterinary Medical Association” 1954, nr 124, s. 113–115.

W diagnostyce wykorzystuje się badanie kliniczne, które jest podstawą każdego postępowania diagnostycznego, próby bólowe, a także inne dodatkowe badania, takie jak badanie radiograficzne i ultrasonograficzne. Ograniczenie diagnostyki wyłącznie do badania klinicznego może spowodować pominięcie istotnych patologii, które mogą powstać wtórnie do urazowego zapalenia czepca, a co za tymi idzie – pełna ocena i określenie rokowania mogą być niemożliwe.

Badanie radiograficzne cechuje się wysoką czułością oraz swoistością³, a także pozwala na wykazanie obecności metalicznego ciała obcego wraz z określeniem jego lokalizacji⁴, jednak dla praktykujących lekarzy weterynarii, którzy na co dzień pracują wyłącznie z bydłem, jest to narzędzie dostępne w niewielkim stopniu. Inaczej wygląda to w przypadku ultrasonografii, którą praktycy powszechnie wykorzystują m.in. w rozrodzie bydła. Ultrasonografia jest nie tylko szeroko dostępną techniką, ale również wysoko skuteczną, a przy tym nieinwazyjną.

Cel pracy

Celem pracy było wykazanie skuteczności zastosowania badania ultrasonograficznego do oceny zmian patologicznych towarzyszących urazowemu zapaleniu czepca u bydła mlecznego oraz doboru właściwego postępowania.

Materiał i metody

Badanie przeprowadzono na 3 krowach rasy holsztyńsko-fryzyjskiej. Zwierzęta pochodziły z różnych gospodarstw. Każda z krów wykazywała niespecyficzne objawy, które właściciele określali mianem „niestrawności”. Poza badaniem klinicznym wykonano również szczegółowe badanie ultrasonograficzne jamy brzusznej oraz jamy klatki piersiowej każdego zwierzęcia. W tym celu został wykorzystany aparat ultrasonograficzny 4VetSlim firmy Dramiński. Użyto sondy liniowej rektalnej. Wykorzystywana częstotliwość mieściła się w przedziale 5-9 Mhz i była dostosowywana w zależności od potrzeb. Głębokość penetracji wiązki mieściła się w przedziale 100-120 mm.

Wyniki

Szczegółowe wyniki badania klinicznego wspomnianych krów przedstawia Tabela 1. Co istotne, u żadnej nie zanotowano wzrostu temperatury wewnętrznej. Tylko jedna

³ P.B. Partington, D. Biller, *Radiography of the bovine cranioventral abdomen*, „Veterinary Radiology and Ultrasound” 1991, nr 32(4), s. 155–168.

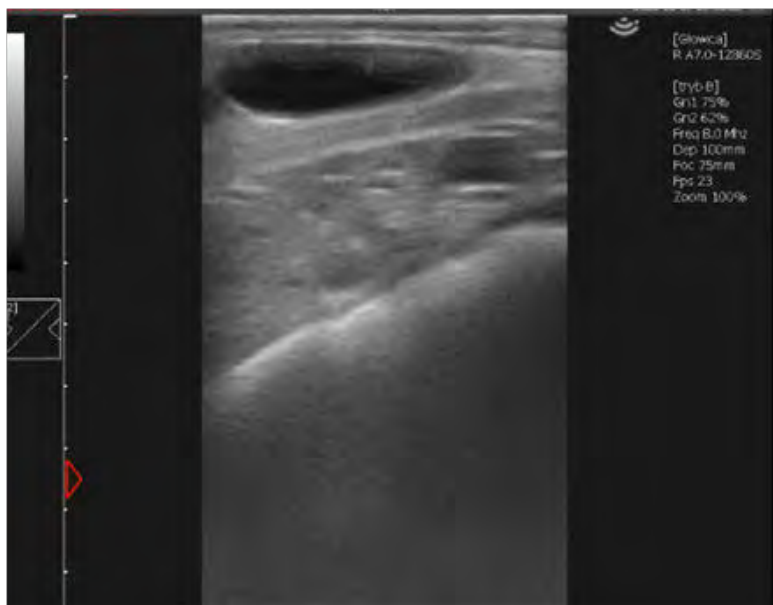
⁴ S.M. Makhdoomi, V. Sangwan, A. Kumar, *Radiographic prediction of metallic foreign body penetration in the reticulum of cows and buffaloes*, „Vet World” 2018, nr11(4), s. 488–496.

z krów wykazywała przyspieszenie oddechu. U żadnego z badanych zwierząt praca żwacza nie była prawidłowa oraz wszystkie uzyskały dodatni wynik próby bólowej polegającej na prostym chwycie za kark.

Tabela 1. Wynik badania klinicznego

	Krowa 1	Krowa 2	Krowa 3
Moment laktacji	120. dzień laktacji	14. dzień laktacji	90. dzień laktacji
Temperatura wewnętrzna	38,1	38,7	38,9
Liczba oddechów/minuta	26	30	45
Praca żwacza	osłabiona	brak	Oslabiona
Wynik prób bólowych	+	+	+
Inne objawy	Niechęć do kładzenia się, a następnie do wstawiania; silna bolesność powłok brzusznych	Zwierzę nie spożywało żadnego pokarmu ani wody, nie wydalało kału; w prostrnicy brak kału	Nieregularne tony serca; silna biegunka

W obrazie ultrasonograficznym u krowy nr 1 po przyłożeniu sondy do dna jamy brzusznej z lewej strony w okolicy żyły mleczej można było zauważyć masy włóknika, które przemieszczały się pomiędzy ścianą jamy brzusznej a ścianą żwacza (Rycina 1).



Rycina 1. Włóknik pomiędzy ścianą jamy brzusznej a ścianą żwacza

Badanie zostało ponowione po około 2 tygodniach. Zbadano tę samą okolicę. Zauważalne było zwiększenie ilości włókniaka, co było wynikiem stale postępującego procesu. Zwierzę miało problem ze wstawaniem oraz kładzeniem się. W obawie przed upadkiem w trakcie transportu, podjęto decyzję o uboju z konieczności na terenie gospodarstwa.

Podczas badania ultrasonograficznego krowy nr 2 zmiany patologiczne również były zlokalizowane w obrębie jamy brzusznej. Pętle jelit cienkich, których przekrój poprzeczny jest widoczny na Rycinie 2, były puste i nie wykazywały charakterystycznych dla nich ruchów perystaltycznych. Ich zewnętrzne ściany były pokryte włókniakiem.



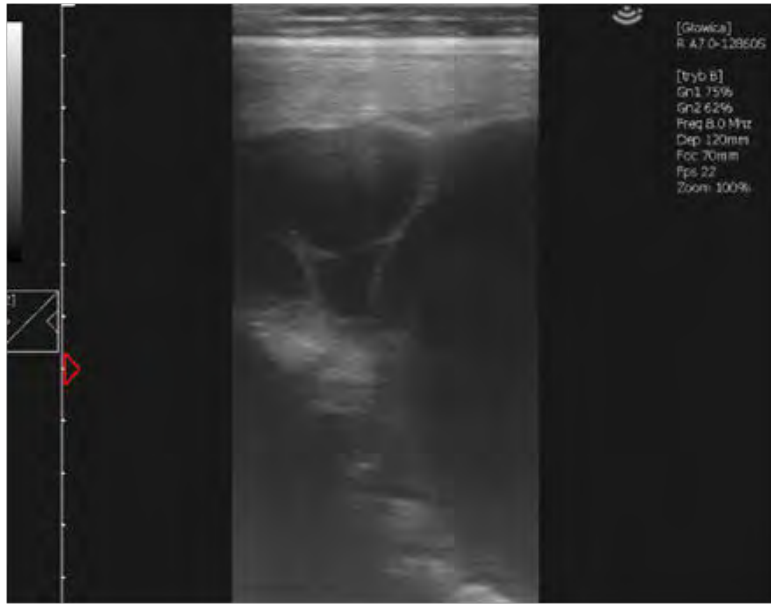
Rycina 2. Puste jelita cienkie pokryte masami włókniaka

Włókniak również można było zauważyć na powierzchni ściany żwacza (Rycina 3).

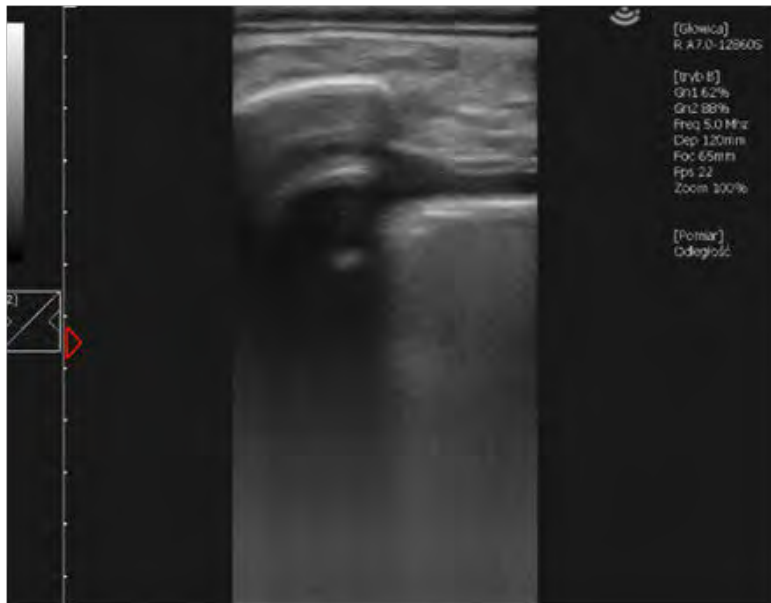
Z uwagi na rozległość zmian oraz złe rokowanie podjęto decyzję o skierowaniu zwierzęcia na ubój.

U krowy nr 3 stwierdzono obecność wysięku oraz włókniaka zarówno w jamie brzusznej, jak i w jamie klatki piersiowej. Obecność płynu była wyraźnie widoczna w obrazie ultrasonograficznym podczas badania płuc zwierzęcia (Rycina 4). W płynie można było zauważyć unoszący się włókniak.

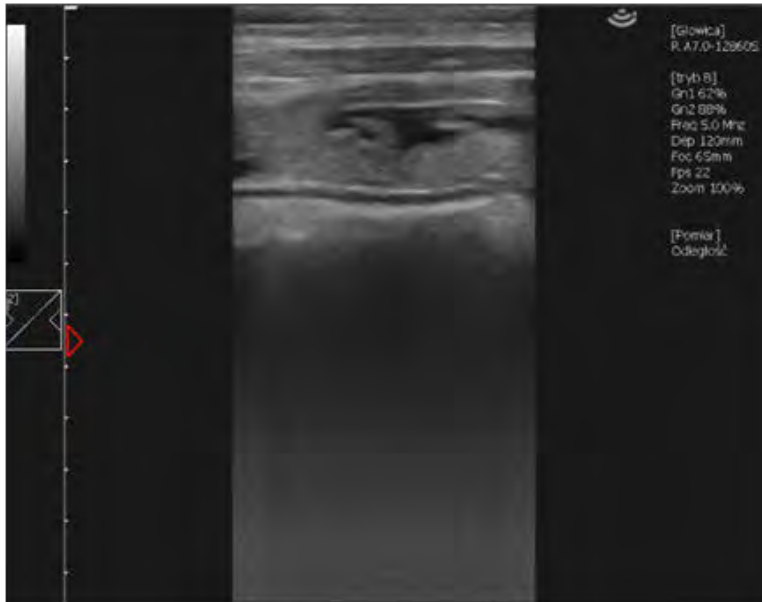
W jamie brzusznej duże ilości włókniaka zlokalizowały się na powierzchni zewnętrznej ściany ksiąg (Rycina 5). W przypadku tego zwierzęcia również zadecydowano o skierowaniu na ubój, przez wzgląd na złe rokowanie.



Rycina 3. Złogi włókniaka na zewnętrznej powierzchni ściany żwacza



Rycina 4. Płyn w jamie klatki piersiowej



Rycina 5. Ściana ksiąg pokryta falującymi złoгами włókniaka

Dyskusja

Na podstawie samego badania klinicznego nie można skutecznie zdiagnozować patologii towarzyszących urazowemu zapaleniu czepca, a co za tym idzie podjęcie trafnej decyzji dotyczącej postępowania również jest bardzo trudne. Objawy, które towarzyszą tej jednostce chorobowej, często bywają niespecyficzne, a sama choroba miewa przebieg subkliniczny. W tej sytuacji konieczne jest zastosowanie nowych, bardziej precyzyjnych metod diagnostycznych, aby uzyskać pełen obraz trwającego procesu chorobowego. Badanie ultrasonograficzne jest metodą szybką, ogólnie dostępną oraz bezinwazyjną, a ponadto doskonale sprawdza się w celu zdiagnozowania patologii mających miejsce w obrębie tkanek miękkich, które to są typowe dla urazowego zapalenia czepca. Warto nadmienić również, że USG jest narzędziem, które obecnie wykorzystuje większość terenowych lekarzy weterynarii pracujących z bydłem, jednak w 90% wykorzystywane jest ono w badaniu ginekologiczno-położniczym⁵, a możliwości jego zastosowania są o wiele większe.

⁵ S. Buczinski, *Bovine Ultrasound*, „Veterinary Clinic of North America, Food Animal Practice” 2009, nr 25, s. 553–822.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania własne wykazały, że omawiana metoda diagnostyczna pozwala nie tylko na potwierdzenie diagnozy w przypadku urazowego zapalenia czepca, ale również na ocenę nasilenia zmian towarzyszących temu schorzeniu, co pozwoli na właściwe dostosowanie terapii lub podjęcie decyzji o ewentualnym przeznaczeniu zwierzęcia na ubój. Przedstawiona ocena tej metody diagnostycznej ma istotne zastosowanie kliniczne z punktu praktyki lekarsko-weterynaryjnej.

Bibliografia

- Braun U., Gerspach C., *Aetiology, diagnosis, treatment and outcome of traumatic reticuloperitonitis in cattle*, „The Veterinary Journal” 2020, nr 255, s. 12.
- Buczinski S., *Bovine Ultrasound*, „Veterinary Clinic of North America, Food Animal Practice” 2009, nr 25, s. 553–822.
- Maddy K.T., *Incidence of perforation of the bovine reticulum*, „Journal of the American Veterinary Medical Association” 1954, nr 124, s. 113–115.
- Makhdoomi S.M., Sangwan V., Kumar A., *Radiographic prediction of metallic foreign body penetration in the reticulum of cows and buffaloes*, „Vet World” 2018, nr11(4), s. 488–496.
- Partington P.B., Biller D., *Radiography of the bovine cranioventral abdomen*, „Veterinary Radiology and Ultrasound” 1991, nr 32(4), s. 155–168.

DIAGNOSTIC IMAGING OF TRAUMATIC RETICULITIS IN DAIRY CATTLE

Abstract: Traumatic reticulitis is a common disease in dairy cattle. The cause of this disease is the collection of metallic sharp-pointed foreign bodies with the feed. After swallowing, these objects may remain in the light of the reticulum or penetrate its wall, causing inflammation of the adjacent structures. The disease is accompanied by non-specific symptoms, i.e. increase in internal temperature, loss of appetite, weakness and bloating. Similar symptoms can occur with many other diseases, which makes it impossible to make a clear diagnosis based solely on the clinical picture. It is necessary to use more advanced diagnostic methods that will allow for the appropriate selection of procedures.

Keywords: ultrasonography, cattle, traumatic reticulitis

Iga Wereszka

Paweł Mossakowski

Studenckie Koło Naukowe Technik Obrazowania w Diagnostyce Chorób Małych Zwierząt

Opiekun: prof. dr hab. Andrzej Rychlik, dr hab. Piotr Socha, prof. UWM

Wydział Medycyny Weterynaryjnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ŁAGODNY PRZEROST GRUCZOŁU KROKOWEGO U PSÓW – WPŁYW OCTANU OZATERONU NA OBJAWY KLINICZNE I ECHOGENICZNOŚĆ PROSTATY

Anatomia i fizjologia gruczołu krokowego

Jedynym gruczołem płciowym dodatkowym występującym u psa jest prostata (gruczoł krokowy, stercz). Prawie całkowicie otacza ona cewkę moczową od strony szyjki pęcherza moczowego. Posiada charakterystyczną budowę dwupłatową zrazikową. U zdrowego dorosłego psa zwykle jest kształtu owalnego z bruzdą między płatami. Około 90% objętości gruczołu stanowi nabłonek gruczołowy oraz przewody wyprowadzające¹. Oba płaty prostaty mają niezależne unaczynienie, a zawarte w nich przewody wyprowadzające uchodzą symetrycznie po obu stronach cewki moczowej, w postaci wzgórków nasiennych². Położenie prostaty w jamie miednicznej lub brzusznej jest zależne od wieku oraz stopnia wypełnienia pęcherza.

Wraz z wiekiem narząd ten pod wpływem androgenów ulega hiperplazji gruczołowej, tym samym przemieszczając się około 10 roku życia z jamy miednicznej do

¹ Zduńczyk, Sławomir; Janowski Tomasz (2020). Kliniczne aspekty zaburzeń rozrodu psów i kotów. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

² Romagnoli, Stefano (2023) Anatomia oraz czynność prostaty psa – implikacje kliniczne. W: Niżański, Wojciech (red.). Wszystko co chcielibyście wiedzieć o leczeniu i chirurgii gonad & prostaty - Implikacje dermatologiczne, onkologiczne, endokrynologiczne antykoncepcji. Lublin: Polskie Stowarzyszenie Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt Lublin, s.195–202.

głównie w okolicę jamy brzusznej. Proces ten jest fizjologiczny, jednak może zostać przyspieszony w przypadku stanów chorobowych gruczołu krokowego^{3, 4}.

Wydzielina stercza stanowi I i III frakcję ejakulatu⁵. Jest ona wydzielana w sposób ciągły i dociera przewodami wydzielniczymi stercza do części prostatowej cewki moczowej⁶. W momentach braku mikcji bądź ejakulacji niewielka ilość płynu sterczowego jest przesuwana na skutek fizjologicznego ciśnienia w cewce moczowej, doczaszkowo do pęcherza moczowego (tzw. refluksu płynu sterczowego), może również gromadzić się jako smegma na żołądź prącia⁷. Wydzielina prostaty posiada odczyn kwaśny, jest bogata w elektrolity, fosfolipidy i makroelementy – jony wapnia, magnezu oraz chloru, które są ważnymi aktywatorami enzymów nasiennych, a także zawiera glukozę, cholesterol i trójglicerydy⁸. Jednym z najbardziej reprezentatywnych markerów aktywności wydzielniczej prostaty, obecnym w płynie sterczowym, jest esteraza prostaty psów (CPSE), której objętość szacuje się na 90% białek płynu sterczowego⁹.

Choroby gruczołu krokowego

Choroby prostaty ze względu na przyczynę możemy podzielić na cztery kategorie: wywołane zaburzeniami endokryologicznymi, czynnikami zapalnymi, zmianami nowotworowymi oraz urazami¹⁰.

Zapalenia septyczne to najczęstszy typ chorób zapalnych prostaty. Dochodzi do nich zwykle drogą wstępującą z dróg moczowych. W większości przypadków (ponad

³ Krawiec, DR; Heflin, D (1992) Study of prostatic disease in dogs: 177 cases (1981-1986). *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 200, s.1119–1122.

⁴ Socha, Piotr; Narkiewicz-Hałgas, Paulina; Socha, Barbara (2015). Wybrane choroby gruczołu krokowego u psów – rozpoznawanie i leczenie. *Magazyn Weterynaryjny*, 23, s.654–658.

⁵ Socha, Piotr; Narkiewicz-Hałgas, Paulina; Socha, Barbara (2015). Wybrane choroby gruczołu krokowego u psów – rozpoznawanie i leczenie. *Magazyn Weterynaryjny*, 23, s. 654–658.

⁶ Johnston, SD; Kamolpatana, K; Root-Kustritz, MV; Johnston GR (2000) Prostatic disorders in the dog. *Anim Repro Sci*, 60–61, s. 405–415.

⁷ Romagnoli, Stefano (2023) Anatomia oraz czynność prostaty psa – implikacje kliniczne. W: Niżański, Wojciech (red.). *Wszystko co chcielibyście wiedzieć o leczeniu i chirurgii gonad & prostaty - Implikacje dermatologiczne, onkologiczne, endokryologiczne antykoncepcji*. Lublin: Polskie Stowarzyszenie Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt Lublin, s. 195–202.

⁸ Aquino-Cortez, A; Pinheiro, BQ; Silva, H; Lima, D; Silva, T; Souza, MB; Viana, DA; Xavier Júnior, F; Evangelista, J; Brandão, FZ; Silva, L (2017) Serum testosterone, sperm quality, cytological, physicochemical and biochemical characteristics of the prostatic fraction of dogs with prostatomegaly. *Reproduction in domestic animals*, 52(6), s. 998–1003.

⁹ Holst, BS; Holmroos, E; Friling, L; Hanås, S; Langborg, LM; Franko, MA; Hansson, K (2017) The association between the serum concentration of canine prostate specific esterase (CPSE) and the size of the canine prostate. *Theriogenology*, 93, s. 33–39.

¹⁰ Ballotta, G; Cunto, M (2018) A pproccio clinico alle patologie prostatiche nel cane: quali sono e come fare diagnosi. *Veterinaria*, 32(2), s. 73–82.

60%) są schorzeniami polietiologicznymi¹¹. Wywołują je bakterie tlenowe takie jak: *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Proteus spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Brucella canis*, *Klebsiella spp.*¹². Wystąpienie zapalenia prostaty oznacza przełamanie niespecyficzných mechanizmów odpornościowych układu moczowo-płciowego takich jak ciśnienie podczas mikcji, a także lokalnej produkcji przeciwciał klasy A (IgA) lub rozprzestrzenienie patogenów drogą krwi. W badaniu ultrasonograficznym w ostrym stanie zapalnym miąższ gruczołu krokowego jest hipoechogeniczny, a w przypadku przewlekłego zapalenia hiperechogeniczny. Trwający ostry proces zapalny wpływa również na okoliczne tkanki, w wyniku czego może dochodzić do ich obrzęku i zaczerwienienia, co w badaniu USG daje hipoechogeniczny obraz. Zwiększenia i bliźny związane z długotrwałym procesem chorobowym w obrazie USG są normoechogeniczne lub hiperechogeniczne¹³.

Wśród zaburzeń wywołanych z kolei nieprawidłową gospodarką hormonalną można wyróżnić metaplastę płaskonabłonkową, która jest zjawiskiem wtórnym do endogennego hiperestrogenizmu (wywołanego na przykład przez guzy nadnerczy oraz stosowanie kortykosteroidów) lub egzogennego hiperestrogenizmu. W wyniku wyżej wymienionych zaburzeń hormonalnych dochodzi do zmian w komórkach nabłonka. Obserwuje się ich rogowacenie, nadmierne złuszczenie, również utrudnione jest wydostawanie się wydzieliny sterczowej z gruczołu, a w konsekwencji dochodzi do zapychania przewodów wyprowadzających złożami komórkowymi. Zachodzące procesy metaplasty nabłonka prostaty predysponują do powstawania licznych torbieli wewnątrz gruczołowych oraz ropni. Zmiany wywołane zbyt wysokim poziomem estrogenu są możliwe do cofnięcia poprzez usunięcie jego źródła, co w przypadku nowotworu jądra oznacza leczenie chirurgiczne polegające na kastracji.

Zmiany nowotworowe prostaty dotyczą jedynie około 0,43% samców kastrowanych oraz niekastrowanych¹⁴. Potencjalną predyspozycję do tego typu zmian w obrębie stercza mają starsze (około 10-letnie) owczarki szetlandzkie oraz teriery szkockie¹⁵. Na podstawie badań histopatologicznych ustalono, że najczęstszymi nowotworami tego narządu są gruczolakorak, rak z komórek przejściowych, mięsak gładkokomórkowy

¹¹ Lèvy, X; Maurey, C; Fontaine, E; Frontczak-Szewczyk, N; Fontbone, A (2006) Comparative evaluation of five different techniques to diagnose prostatic infections in the dog. (5th) Budapest, Hungary: EVSSAR Congress.

¹² Cunto, M; Mariani, E; Anicito Guido, E; Ballotta, G; Zambelli, D (2019) Clinical approach to prostatic diseases in the dog. *Reprod Domest Anim*, 54(6), s. 815–822.

¹³ Cunto, M; Mariani, E; Anicito Guido, E; Ballotta, G; Zambelli, D (2019) Clinical approach to prostatic diseases in the dog. *Reprod Domest Anim*, 54(6), s. 815–822.

¹⁴ Axiak, SM; Bigio, A (2012) Canine prostatic carcinoma. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians*, 34(10), E1–E5.

¹⁵ Bryan, JN; Keeler MR; Henry, CJ; Bryan, ME; Hahn, AW; Caldwell, CW (2007) A population study of neutering status as a risk factor for canine prostate cancer. *Prostate*, 67, s. 1174–1181.

i naczyńiakomięsak¹⁶. Możliwe są przerzuty tych nowotworów do łędźwiowych węzłów chłonnych, kości kręgosłupa i innych narządów. W badaniu *per rectum* trudno odróżnić nowotwór gruczołu krokowego od przewlekłego zapalenia – prostata jest twarda, niebolesna oraz ma nierówną powierzchnię.

Łagodny przerost gruczołu krokowego (BPH)

Łagodny przerost prostaty (BPH) cechuje się hiperplazją i hipertrofią tkanki gruczołu krokowego zewnętrznie w stosunku do cewki moczowej. Wykazuje ciągły i zależny od androgenów wzrost, co prowadzi również do zwiększonej wrażliwości na estrogeny. Schorzenie to jest więc zależne od zmiany stosunku androgeny/estrogeny¹⁷. W komórkach nabłonka prostaty testosteron jest przekształcany w 5- α dihydroksytęstosteron (DHT), który gromadzi się w gruczole i oddziałuje na jego receptory¹⁸. Jest to schorzenie dotykające starsze osobniki, aczkolwiek opisane są również przypadki nawet u dwuletnich psów. Choroba objawia się najczęściej dopiero w zaawansowanym stadium, poprzez między innymi: bolesne mikcje, parcie na mocz i kał, biegunki, zaparcia, bolesność podbrzusza, krwimocz, jak i hematospermia¹⁹. Rozrost gruczołu krokowego przebiega zazwyczaj symetrycznie, jest on wtedy niebolesny, o niezmienionej konsystencji, jednak obecność cyst może powodować asymetrię. Często w badaniu USG można zaobserwować zanik bruzdy między płatami. Do postawienia pełnego rozpoznania konieczne jest jednak wykonanie biopsji stercza. Radykalną metodą leczenia BPH jest kastracja, zalecana w celu ograniczenia wpływu androgenów na gruczoł krokowy^{20, 21}. Możliwe jest jednak postępowanie oparte na leczeniu farmakologicznym. W tym celu korzysta się z wybranych substancji czynnych: inhibitorów 5 α -reduktazy (finasteryd, epristeryd), progestagenów (m.in. octan megestrolu, octan medroksyprogesteronu), analogów GnRH (leuprolid, deslorelina, buserelina, goserelina), estroge-

¹⁶ Leroy, BE; Northrup, N (2009) Prostate cancer in dogs: Comparative and clinical aspects. *The Veterinary Journal*, 180, s. 149–162.

¹⁷ Cunto, M; Ballotta, G; Zambelli, D (2022) Benign prostatic hyperplasia in the dog. *Anim Reprod Sci.*, 247, 107.

¹⁸ Socha, Piotr; Narkiewicz-Hałgas, Paulina; Socha, Barbara (2015). Wybrane choroby gruczołu krokowego u psów – rozpoznawanie i leczenie. *Magazyn Weterynaryjny*, 23, s. 654–658.

¹⁹ Romagnoli, Stefano (2023) Anatomia oraz czynność prostaty psa - implikacje kliniczne. W: Niżański, Wojciech (red.). *Wszystko co chcielibyście wiedzieć o leczeniu i chirurgii gonad & prostaty - Implikacje dermatologiczne, onkologiczne, endokrynologiczne antykoncepcji*. Lublin: Polskie Stowarzyszenie Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt Lublin, s. 195–202.

²⁰ Williams, John; Niles, Jacqui (1999) Prostatic disease in the dog. *In Pract.* 21, s. 558–575.

²¹ Zduńczyk, Sławomir; Janowski Tomasz (2020). *Kliniczne aspekty zaburzeń rozrodu psów i kotów*. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

nów, antyestrogenów (tamoksyfen), inhibitorów receptorów hormonów steroidowych – octan ozateronu (OA)²².

Cel

Celem pracy była ocena wpływu OSA na objawy kliniczne i echogeniczność prostaty u psów z łagodnym przerostem prostaty.

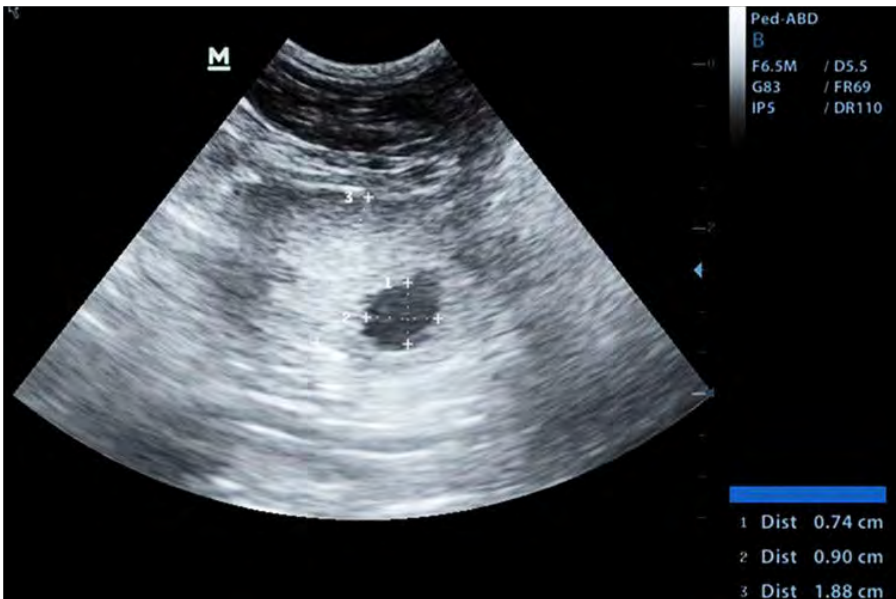
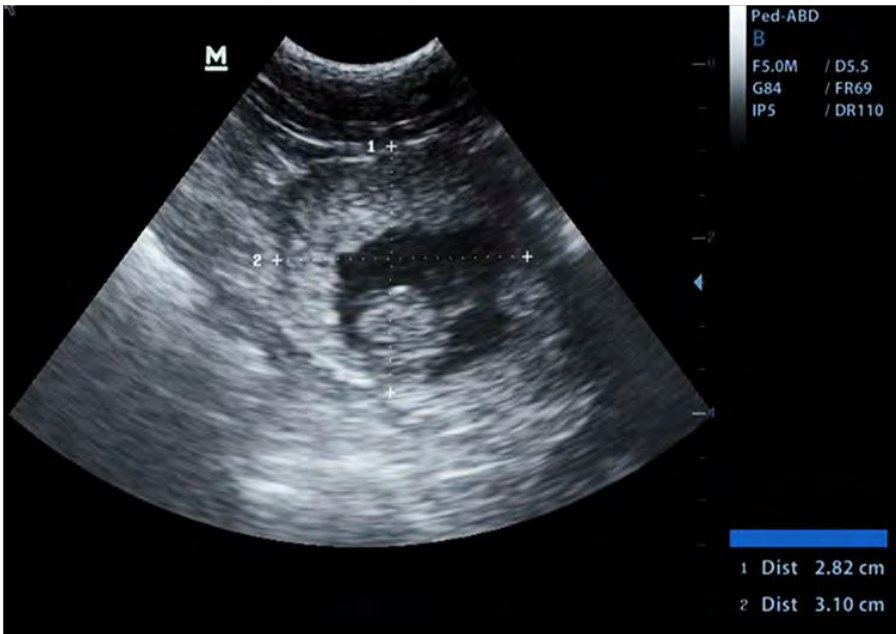
Material i metody

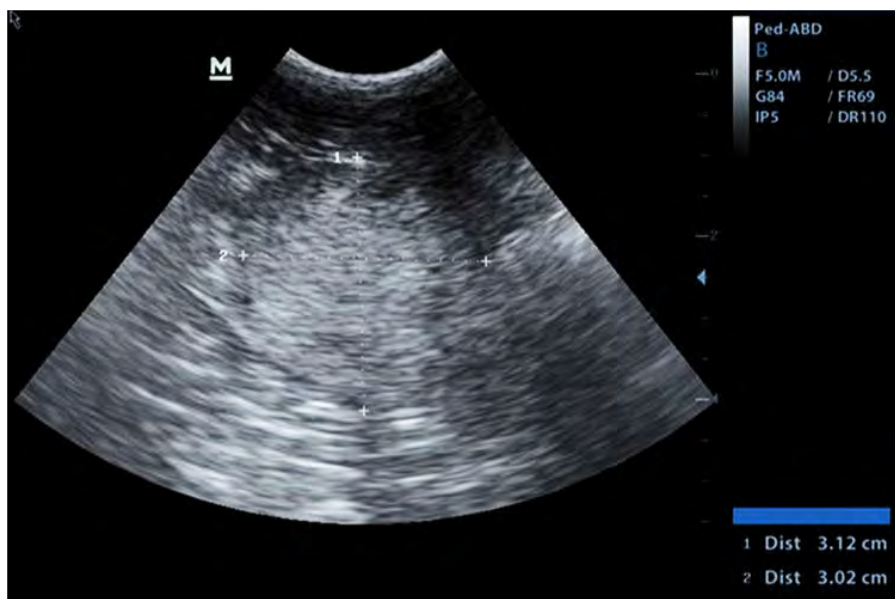
W Klinice Katedry Rozrodu Zwierząt Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie poddawano cyklicznemu badaniu ultrasonograficznemu prostaty oraz ocenie objawów klinicznych BPH 2 samce rasy jamnik krótkowłosa oraz 5 samców rasy amstaff w wieku od 7 do 11 lat. Pacjenci zostali pierwotnie skierowani na badanie USG z powodu podejrzenia łagodnego przerostu prostaty, stwierdzonego na podstawie wywiadu z właścicielami oraz objawów klinicznych. Wśród objawów zaobserwowano: okresowy wpływ z cewki moczowej, krwawienia oraz dyskomfort podczas mikcji, a także częste i bolesne zaparcia. W badaniu ultrasonograficznym przy BPH występowała zwiększona echogeniczność prostaty, obecne były torbiele oraz powiększona objętość gruczołu. W terapii wszystkich badanych przypadków zastosowano octan ozateronu w preparacie Ypozane, stosowany jeden raz dziennie przez kolejne siedem dni. Wszystkie psy poddano kolejnym badaniom 14 i 28 dnia od rozpoczęcia terapii, notując wyniki badania USG i oceny stanu klinicznego. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej.

Przypadek kliniczny 1

Jedenastoletni samiec rasy jamnik krótkowłosa, z utrzymującym się od kilku dni krwimoczem, wypływem z cewki moczowej oraz epizodami zaparc. W badaniu klinicznym temperatura wewnętrzna ciała pacjenta była podwyższona oraz wykazywał on tkliwość podbrzusza. Wykonano USG jamy brzusznej, które uwidocznilo torbiel prostaty z ogniskiem o zwiększonej echogeniczności oraz niewielkie powiększenie gruczołu. W leczeniu pacjenta zastosowano: Enrofloxacyne 50mg in.tab./zwierzę, Dexafort 1,5 ml s.c., Ypozane 3,75 mg 1 x dziennie, przez kolejne 7 dni. Część objawów BPH ustąpiło u tego pacjenta po 14 dniach. W kontrolnym badaniu USG wykonanym po 28 dniach od pierwszej wizyty stwierdzono tylko utrzymujące się nieznaczne powiększenie gruczołu, bez torbieli.

²² Socha, Piotr; Narkiewicz-Hałgas, Paulina; Socha, Barbara (2015). Wybrane choroby gruczołu krokowego u psów – rozpoznawanie i leczenie. *Magazyn Weterynaryjny*, 23, s. 654–658.

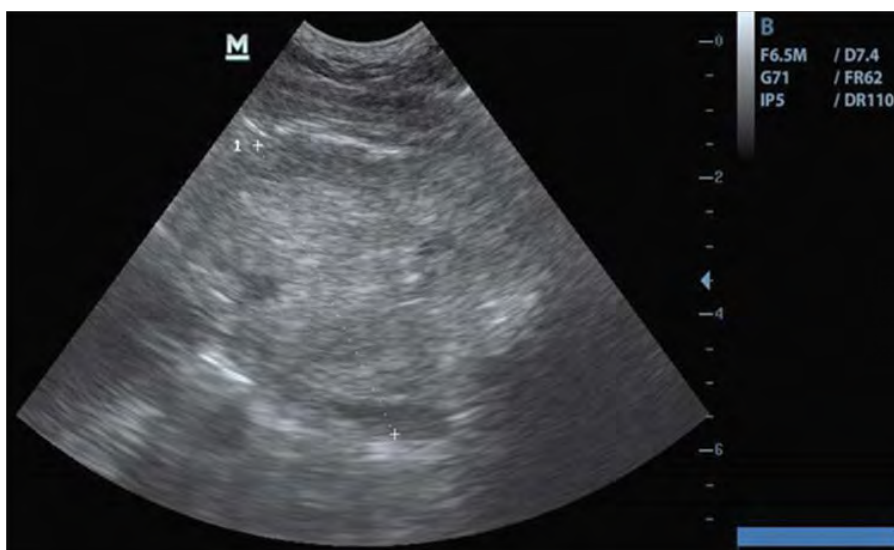




Przypadek kliniczny 2

Dziesięcioletni American Staffordshire terrier, z objawami silnego krwimoczu, samoistnymi wypływami z cewki moczowej oraz epizodami problemów z oddawaniem stolca. Pies od dłuższego czasu leczony niesterydowymi lekami przeciwzapalnymi ze względu na zaburzenia ruchu i bolesność w odcinku lędźwiowo-krzyżowym. W badaniu USG stwierdzono silne powiększenie prostaty oraz obecność licznych torbie-





li różnej wielkości. W terapii zastosowano: Enrofloxacynę w dawce 150 mg in.tab. / zwierzę, Dexafort w dawce 2,0 ml s.c. oraz Ypozane w dawce 15 mg 1 x dziennie, przez 7 dni. Wg właścicieli pierwsze objawy ustąpiły po ok. 10 dniach. 28 dni od rozpoczęcia leczenia wykonano kontrolne badanie USG, które wykazało tylko nieznaczne nieprawidłowości w budowie i echogeniczności gruczołu w postaci zanikających torbieli i niewielkiego powiększenia.

Wyniki

Na podstawie zgłaszanych objawów pacjentów oraz wyników badania ultrasonograficznego sporządzono tabele. Zestawiono dane pięciu omawianych pacjentów oraz oceniono nasilenie występowania najczęstszych objawów klinicznych łagodnego przerostu prostaty. Na pierwszej wizycie stwierdzono u pacjentów wszystkie z ocenianych objawów i cech echogeniczności w badaniu USG, różnice polegały jedynie na stopniu natężeniu zmian (tab. 1).

Tabela 1. Objawy kliniczne oraz ultrasonograficzne u wybranych pacjentów – Dzień 0

Objawy	Nr pacjenta				
	1	2	3	4	5
Wypływ z cewki moczowej	+++	+	++	+++	+++
Krwiomocz	++	+	++	+++	+++
Zaparcia	+	+++	++	+	++
Torbiele w mięszu prostaty	++	+++	++	+++	++
Powiększenie prostaty	+	++	++	+++	++

Źródło: opracowanie własne.

W 14. dniu terapii ponownie wykonano badanie kliniczne pacjentów oraz przeprowadzono badanie USG. U jednego z badanych psów ustąpił wypływ z cewki moczowej. Dwóch z pięciu pacjentów nie wykazywało już krwiomoczu, a jedynie jeden pacjent dalej miał problem z oddawaniem kału z powodu zaparcia. Wszyscy pacjenci mieli nadal powiększoną prostatę oraz widoczne torbiele w jej mięszu, jednak zmiany te były mniej zaawansowane niż przed rozpoczęciem terapii (tab. 2).

Tabela 2. Objawy kliniczne oraz ultrasonograficzne u pacjentów – Dzień 14

Objawy	Nr pacjenta				
	1	2	3	4	5
Wypływ z cewki moczowej	++	-	+	+	+
Krwiomocz	+	-	-	+	+
Zaparcia	-	-	-	+	-
Torbiele w mięszu prostaty	++	++	+	++	++
Powiększenie prostaty	+	+	+	+++	++

Źródło: opracowanie własne.

Po 28 dniach leczenia objawem utrzymującym się u badanych osobników było powiększenie prostaty, co wynika z zachodzących w niej procesów pozapalnych, a powrót do prawidłowego rozmiaru może zająć jeszcze kilkanaście dni (tab. 3).

Tabela 3. Objawy kliniczne oraz ultrasonograficzne u pacjentów – Dzień 28

Objawy	Nr pacjenta				
	1	2	3	4	5
Wypływ z cewki moczowej	-	-	-	+	-
Krwiomocz	-	-	-	-	-
Zaparcia	-	-	-	-	-
Torbiele w miększu prostaty	-	+	-	+	-
Powiększenie prostaty	+	+	+	+	+

Źródło: opracowanie własne.

Dyskusja

Wśród wielu schorzeń dotyczących starsze psy, łagodny przerost prostaty jest jedną z częstszych przyczyn wizyt lekarsko-weterynaryjnych. U podłoża tego schorzenia leży stały wpływ androgenów na funkcję narządu. Schorzenia gruczołu krokowego zwykle występują jednocześnie. BPH towarzyszyć może łagodna metaplasja nabłonkowa – obecność licznych torbieli, jak i przewlekłe stany zapalne. Przerost gruczołu krokowego uznawany jest za stan fizjologiczny wśród starzejących się psów, szczególnie powyżej dziesiątego roku życia. Objawy kliniczne schorzeń prostaty często pojawiają się dopiero w zaawansowanym stadium choroby. Wśród nich wymienić można wspomniane wcześniej: krwiomocz, zaparcia, bolesność podczas mikcji, wypływ z cewki moczowej. Zwiększona objętość i zmieniona echogeniczność prostaty w badaniu USG stanowi najistotniejszy wskaźnik diagnostyczny BPH. W powyższym badaniu wśród kontrolowanych psów, po 28 dniach terapii zmiany ultrasonograficzne, takie jak m.in. torbiele w miększu prostaty uległy redukcji u ok. 83,0% psów. Tym razem również zaobserwowano szybką remisję ocenianych objawów klinicznych. Niniejsze badania potwierdziły wysoką skuteczność stosowania OA w codziennej praktyce klinicznej, choć odnotowano przypadki, w których niektóre z ocenianych objawów utrzymują się dłużej od rozpoczęcia terapii. Przyczyna tego typu sytuacji nie jest jeszcze w pełni poznana. Octan ozateronu wykazuje silne działanie antyandrogenowe, upośledzające wychwyty dihydrotestosteronu (DHT) w gruczole krokowym oraz hamując działanie 5 α -reduktazy. Ponadto OA zmniejsza stężenie DHT, jak i receptora jądrowego w prostacie (Tsutsui i in., 2001). Badana substancja lecznicza ze względu na swoje niewielkie działanie uboczne (niektóre przypadki wykazują obniżenie spermatogenezy na poziomie ok. 10%) może mieć szerokie zastosowanie w leczeniu, a także w profilaktyce BPH zarówno u psów domowych, jak i reproduktorów w hodowlach (Tsutsui i in., 2001).

Wśród metod leczenia najistotniejsze znaczenie ma wyeliminowanie lub ograniczenie wpływu androgenów lub estrogenów na gruczoł. Obecne na rynku liczne farmaceutyki o działaniu hormonalnym czy przeciwbakteryjnym umożliwiają zachowawcze

leczenie schorzeń sterczu, dzięki czemu możliwe jest uniknięcie kastracji chirurgicznej. Przedstawione w tej publikacji badanie kliniczne wykazało, że OA szybko zmniejsza objętość gruczołu krokowego oraz objawy kliniczne u psów.

Bibliografia

- Albouy, M; Sanquer, A; Maynard, L; Eun, HM (2008) Efficacies of osaterone and delmadinone in the treatment of benign prostatic hyperplasia in dogs. *Vet Rec* 163, s.179–183.
- Alonge, S; Melandri, M; Leoci, R; Lacalandra, GM; Aiudi, G. (2018) Canine prostate specific esterase (CPSE) as an useful biomarker in preventive screening programme of canine prostate: CPSE threshold value assessment and its correlation with ultrasonographic prostatic abnormalities in asymptomatic dogs. *Reprod Dom Anim*, 53, s.359– 364.
- Aquino-Cortez, A; Pinheiro, BQ; Silva, H; Lima, D; Silva, T; Souza, MB; Viana, DA; Xavier Júnior, F; Evangelista, J; Brandão, FZ; Silva, L (2017) Serum testosterone, sperm quality, cytological, physicochemical and biochemical characteristics of the prostatic fraction of dogs with prostatomegaly. *Reproduction in domestic animals*, 52(6), s.998–1003.
- Axiak, SM; Bigio, A (2012) Canine prostatic carcinoma. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians*, 34(10), E1–E5.
- Ballotta, G; Cunto, M (2018) A pproccio clinico alle patologie prostatiche nel cane: quali sono e come fare diagnosi. *Veterinaria*, 32(2), s.73–82.
- Bryan, JN; Keeler MR; Henry, CJ; Bryan, ME; Hahn, AW; Caldwell, CW (2007) A population study of neutering status as a risk factor for canine prostate cancer. *Prostate*, 67, s.1174–1181.
- Cunto, M; Ballotta, G; Zambelli, D (2022) Benign prostatic hyperplasia in the dog. *Anim Reprod Sci.*, 247, 107.
- Cunto, M; Mariani, E; Anicito Guido, E; Ballotta, G; Zambelli, D (2019) Clinical approach to prostatic diseases in the dog. *Reprod Domest Anim*, 54(6), s.815–822.
- Holst, BS; Holmroos, E; Friling, L; Hanås, S; Langborg, LM; Franko, MA; Hansson, K (2017) The association between the serum concentration of canine prostate specific esterase (CPSE) and the size of the canine prostate. *Theriogenology*, 93, s.33–39.
- Johnston, SD; Kamolpatana, K; Root-Kustritz, MV; Johnston GR (2000) Prostatic disorders in the dog. *Anim Repro Sci*, 60–61, s.405–415.
- Krawiec, DR; Heflin, D (1992) Study of prostatic disease in dogs: 177 cases (1981-1986). *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 200, s.1119–1122.
- Leroy, BE; Northrup, N (2009) Prostate cancer in dogs: Comparative and clinical aspects. *The Veterinary Journal*, 180, s.149–162.
- Lévy, X; Maurey, C; Fontaine, E; Frontczak-Szewczyk, N; Fontbone, A (2006) Comparative evaluation of five different techniques to diagnose prostatic infections in the dog. (5th) Budapest, Hungary: EVSSAR Congress.
- Romagnoli, Stefano (2023) Anatomia oraz czynność prostaty psa - implikacje kliniczne. W: Niżański, Wojciech (red.). *Wszystko co chcielibyście wiedzieć o leczeniu i chirurgii gonad & prostaty - Implikacje dermatologiczne, onkologiczne, endokrynologiczne antykoncepcji*. Lublin: Polskie Stowarzyszenie Lekarzy Weterynarii Małych Zwierząt Lublin, s.195–202.
- Ruetten, Hannah; Wehber, Marlyse; Murphy, Mary; Cole Clara; Sandhu, Simran; Oakes, Steven; Bjorling, Dale; Waller III, Kenneth; Viviano, Katrina; Vezina, Chad (2021) *Clin Theriogenology*, 13(4), s.360–366.

- Socha, Piotr; Narkiewicz-Hałgas, Paulina; Socha, Barbara (2015). Wybrane choroby gruczołu krokowego u psów – rozpoznawanie i leczenie. *Magazyn Weterynaryjny*, 23, s.654–658.
- Tsutsu, T; Hori, T; Shimizu, M; Tatsuzawa, C; Kawakami, E (2001) Effect of osaterone acetate administration on prostatic regression rate, peripheral blood hormone levels and semen quality in dogs with benign prostatic hypertrophy. *J Vet Med Sci*, 63,s.453–456.
- Williams, John; Niles, Jacqui (1999) Prostatic disease in the dog. *In Pract.* 21, s.558–575.
- Zduńczyk, Sławomir; Janowski Tomasz (2020). *Kliniczne aspekty zaburzeń rozrodu psów i kotów*. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA IN DOGS – EFFECT OF OZATERONE ACETATE ON CLINICAL SIGNS AND PROSTATE ECHOGENICITY

Abstract: Benign prostatic hyperplasia (BPH) is a condition of the prostate gland of dogs, characterised by hyperplasia and hypertrophy of the prostate tissue. This study was conducted to evaluate the effect of ozaterone acetate (OSA) on clinical signs and prostate echogenicity in dogs suffering from BPH. Patients showed typical symptoms indicative of this disease, such as urinary problems, hematuria and constipation. OSA was applied during the treatment of BPH. Regular clinical observations and ultrasound examinations were performed to assess the effect of the treatment on the patients' health status and prostate echogenicity. Improvements in the assessed parameters were observed in all dogs studied. Based on the results of the study, it can be concluded that OSA shows potential as an effective treatment for BPH in dogs. It may also be an alternative to surgical castration in males, especially when this procedure is not possible due to owners' lack of consent for testicular removal or for medical reasons.

Keywords: prostate, benign prostatic hyperplasia, BPH, ozaterone acetate, dog

Zuzanna Dołęga

Aleksandra Węsierska

Studenckie Koło Naukowe Technik Obrazowania w Diagnostyce Chorób Małych Zwierząt

Opiekun koła: prof. dr hab. Andrzej Rychlik

Wydział Medycyny Weterynaryjnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ZASTOSOWANIE STENTÓW W TERAPII ZAPADU TCHAWICY U PSÓW

Wstęp

Budowa tchawicy

Tchawica (*trachea*) jest narządem rurowatym, chrzęstno-błoniastym należącym do dolnych dróg oddechowych. Biegnie od chrząstki pierścieniowatej krtani, kończąc się na rozwidleniu (*bifurcatio tracheae*) przechodzącym w oskrzela główne. Złożona jest z chrzęstnych pierścieni tchawicznych w kształcie litery „c”, otwartych dogrzebietowo, połączonych przez mięsień dogrzebietowy tchawicy oraz tkankę łączną. U psów, w zależności od wielkości i rasy osobnika obserwujemy od 42 do 46 pierścieni¹. Pierścienie tchawicze połączone są więzadłami pierścieniowatymi (tchawiczymi) (*ligg. anularia trachealia*).

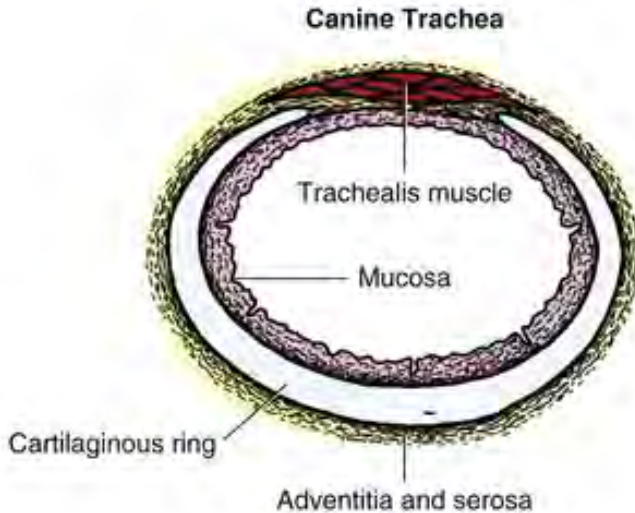
W tchawicy rozróżnia się część szyjną (*pars cervicalis*), dostępną do badania fizykalnego, oraz część piersiową (*pars thoracica*) leżącą w śródpiersiu.

Ścianę narządu tworzy błona śluzowa (*tunica mucosa*), która pokryta jest nabłonkiem wielorzędowym urzęsionym, w którym znajdują się gruczoły tchawicze (*glandules tracheales*)².

Tchawica jest narządem odpowiedzialnym za transport wdychanego powietrza z górnych dróg oddechowych do oskrzeli głównych.

¹ Horst Erich König, Hans-Georg Liebich, *Anatomia zwierząt domowych. Kolorowy atlas i podręcznik*, 9.10.2015, s. 435.

² Helena Przespolewska, Henryk Kobryń, *Anatomia zwierząt domowych REPETYTORIUM*, Warszawa 2011, s. 249.



Źródło: <https://veteriankey.com/trachea-and-bronchi/>

Zapad tchawicy (collaps tracheae)

Choroba polegająca na zmniejszeniu drożności narządu, mogąca doprowadzić do niewydolności oddechowej i śmierci. W jej przebiegu obserwujemy brzuszno-grzbietowe spłaszczenie z współtowarzyszącym rozluźnieniem mięśnia grzbietowego tchawicy, który w wyniku tego może zapaść się do światła narządu. Najczęściej zapad obejmuje całą długość narządu bądź jego znaczną część, rzadko diagnozuje się zmniejszenie drożności jedynie w części szyjnej³. Choroba spowodowana jest osłabieniem elastyczności i rozplaszczaniem się chrząstek tchawicznych. U cierpiących na nią psów w macierzy chrząstek stwierdzono zmniejszoną liczbę komórek, zmniejszenie zawartości wapnia i siarczanu chondroityny oraz zmiany zwyrodnieniowe⁴.

Stopnie zapadu tchawicy

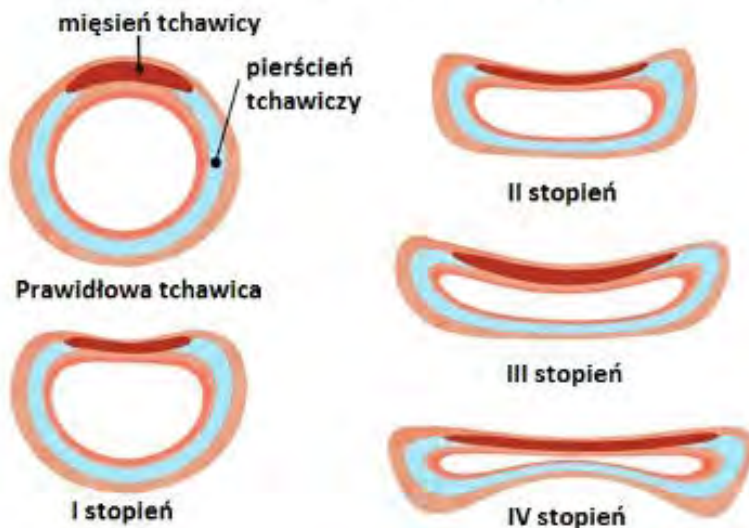
W jednostce chorobowej, jaką jest zapad tchawicy, wraz ze wzrostem zaawansowania procesu wyróżniamy cztery stopnie, które różnią się objawami klinicznymi i wymagają różnych metod leczenia.

Pacjenci trafiający do zakładów leczenia zwierząt z objawami duszności, zazwyczaj w upalne dni, są grupą, która reprezentuje zazwyczaj III lub IV stopień zapadu tchawicy. I i II stopień nie dają silnych objawów klinicznych, mogą objawiać się jedynie

³ James F. Zachary, *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 2017 s. 497–498.

⁴ Marek Galanty, *Chirurgia małych zwierząt, Głowa, Szyja i klatka piersiowa*, s. 170.

Stopnie zapadu tchawicy



Źródło: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=107901>

- I° – zmniejszenie światła: do 25%, najczęściej brak objawów klinicznych i makroskopowych
 II° – 25-50%, falowanie mięśnia tchawicy przy wdechu, możliwe przekrwienie, drobne wybroczyny na błonie śluzowej
 III° – 50-75% – widoczna duża ilość śluzu, obecne cechy stanu zapalnego błony śluzowej
 IV° – powyżej 75% – widoczne „sklejenie się” ścian tchawicy, obecność śluzu, stan zapalny błony śluzowej⁴

wzmoczoną wentylacją w momentach ekscytacji czy też silnego wysiłku, jednakże bez badań profilaktycznych, jak np. RTG pogłądowe, lekarze weterynarii nie mają możliwości zdiagnozować pacjenta w tak wczesnym stadium, a co za tym idzie, wprowadzić leczenie farmakologiczne odpowiednio wcześniej.

Objawy

Zapadnięcie tchawicy objawia się chronicznym, nieproduktywnym kaszlem o charakterystycznym dźwięku przypominającym odgłosy gęsi, nasilającym się podczas ekscytacji, wysiłku fizycznego lub mechanicznego podrażnienia tchawicy (np. szarpnięcie obrożą). Obserwujemy również nietolerancję wysiłkową oraz wzmaganie objawów podczas upalnej pogody. Na skutek duszności (zarówno wdechowej i wydechowej, zazwyczaj podczas wdechu tchawica zapada się na odcinku szyjnym, a podczas wydechu na odcinku piersiowym) i niewydolności oddechowej może dochodzić do zasinienia błon śluzowych, otępienia zwierząt lub nadmiernego pobudzenia, bądź nawet omdlenia. Czynnikiem, który znacznie nasila objawy kliniczne, jest otyłość. Otyłe psy mają tendencję do szybszego oddychania, a częste zmiany ciśnienia wewnątrz tchawicy pro-

wadzą do intensywnego rozrostu zmian w jej części błoniastej. Dodatkowo, nadmiar tłuszczu ogranicza światło wpustu do klatki piersiowej⁵.

Predyspozycje

Obserwuje się wpływ czynników genetycznych na występowanie zwężenia światła tchawicy. Szczególnie predysponowane są psy ras miniaturowych i toy, jak np. yorkshire terrier, pomeranian, chihuahua, maltańczyk, pudel miniaturowy, szpic miniaturowy, jamnik a także brachycefaliczne, np. mops.

W kilku przypadkach stwierdzono nieprawidłową budowę glikoprotein wchodzących w skład pierścieni chrzęstnych lub utratę elastyczności przez chrząstkę. Inne zaburzenia natury metabolicznej chrząstki czy też słabo usieciowany kolagen również mogą brać udział w genezie. Do zapadu może dochodzić wskutek urazu, ucisku bądź zakażenia obejmującego narząd⁵.

Do innych przyczyn można zaliczyć jatrogenne, jak nieprawidłowa intubacja.

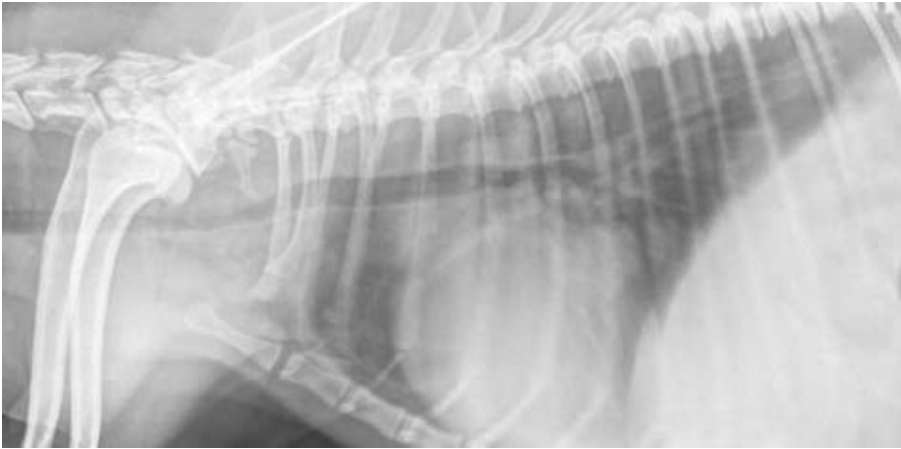
Niedodma, kaszel i duszność, które w naturalny sposób wzmagają intensywność i szybkość oddechów, a także nasilają pracę tłoczni brzusznej mogą skutkować zapadem tchawicy na jej odcinku piersiowym, a także po wcześniejszym umieszczeniu stentu nierzadko prowadzą do zapadu wtórnego w odcinku donosowym. Szczególnie predysponowane są psy w wieku średnim (najczęściej 6-8 lat) i starsze, a także osobniki otyłe, u których objawy kliniczne schorzenia są szczególnie dotkliwe⁵.

Metody diagnostyczne

Diagnostyka chorób układu oddechowego coraz częściej w codziennej praktyce opiera się na badaniach radiologicznych. Zdjęcia RTG są szczególnie wykorzystywane, ze względu na możliwość ich wykonania „na miejscu”, bez poddawania pacjenta premedykacji, co jest szczególnie istotne w sytuacjach silnego niedotlenienia. Kolejną zaletą radiogramów jest fakt, że są czytelne i stosunkowo łatwe w interpretacji, jeśli chodzi o tchawicę.

Tchawicę najlepiej obrazować w projekcji bocznej obejmującej szyję oraz klatkę piersiową, co daje możliwość prześledzenia całości narządu. Do stopnia oceny zapadu można wykorzystywać technikę wykonywania zdjęcia rentgenowskiego na wdechu oraz na wydechu pacjenta. Jednakże nie jest to technika dająca nam stuprocentową pewność o stopniu zapadu oraz o jego umiejscowieniu (zdjęcie poniżej). Należy również

⁵ lek.wet. Aleksandra Michalik, lek. wet. Paweł Kowalczyk, *Stenty wewnątrz tchawicze w leczeniu zapadnięcia tchawicy*, 12/03/2018, <https://magwet.pl/25757,stenty-wewnatrz tchawicze-w-leczeniu-zapadnienia-tchawicy> [dostęp: 26.06.2023].



Radiogram boczny szyi i klatki piersiowej wykonany podczas wdechu – światło tchawicy zwężone w odcinku szyjnym

Źródło: <https://magwet.pl/37226>, choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów.



Radiogram boczny szyi i klatki piersiowej wykonany podczas wydechu - światło tchawicy zwężone w odcinku piersiowym

Źródło: <https://magwet.pl/37226>, choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów.

zaznaczyć, że przy pomocy zdjęć rentgenowskich lekarz weterynarii nie jest w stanie zdiagnozować I stopnia zapadu tchawicy, a II stopień tylko czasami.

Badanie endoskopowe jest kolejnym krokiem po wywiadzie, badaniu klinicznym oraz zdjęciu RTG. Aktualnie w ocenie tchawicy oraz oskrzeli bronchoskopia uważana jest za złoty standard, mimo ryzyka, jakie naturalnie niesie ze sobą znieczulenie pacjenta wymagane do tego zabiegu. Bardzo dużą zaletą tego badania jest możliwość



Źródło: <https://magwet.pl/37226>, choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów.



Zapad tchawicy w odcinku piersiowej na obrazowaniu RTG w projekcji bocznej szyi i klatki piersiowej oraz w badaniu endoskopowym

Źródło: <https://magwet.pl/37226>, choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów.

dynamicznej oceny struktur, zarówno podczas wdechu, jak i wydechu. Umożliwia to faktyczne ocenienie stopnia zapadu oraz na jakiej długości światło tchawicy jest zwężone, co jest niezbędne do prawidłowego dobrania długości stentu, jeśli takie leczenie zostanie podjęte. Podczas badania endoskopowego można również ocenić ilość zalegającego śluzu, obecność stanu zapalnego oraz pobrać materiał do badań bakteriologicznych, jako że zakażenie na terenie tchawicy często znacznie komplikuje przebieg choroby oraz nasila objawy towarzyszące zapadowi⁶.

Bronchoskopia jest metodą używaną do kontroli pacjentów po stentowaniu, gdyż za jej pomocą możemy zobrazować faktyczny stan tchawicy, ocenić obecność ziarniny, ilość śluzu oraz potencjalny stan zapalny. Obrazowanie RTG daje nam jedynie możliwość oceny stentu, jego prawidłowego posadowienia oraz ciągłości, a co za tym idzie radiogram będzie prawidłowy, a prawdziwy stan kliniczny może znacznie odbiegać od normy.

Cel pracy

Celem pracy jest omówienie wykorzystania, przydatności i konsekwencji stentowania w terapii zapadalności tchawicy u psów w oparciu o własne przypadki kliniczne.

Metody

Badania zostały przeprowadzone w Pracowni Endoskopowej Katedry Diagnostyki Klinicznej na Wydziale Medycyny Weterynaryjnej na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie. Do pracowni endoskopowej Katedry Diagnostyki Klinicznej przyjętych zostało 12 pacjentów rasy *Yorkshire Terrier* w wieku od 3 lat do 10 lat, skierowanych na badanie laryngobronchoskopowe. Psy wykazywały następujące objawy: suchy, duszący kaszel, który wzrastał się w momentach ekscytacji i podczas wysiłku fizycznego. Ponadto zaobserwować można było hipoksję, tachykardię, tachypnoe, mocno zaznaczoną pracę tłoczni brzusznej o różnym nasileniu.

W przeddzień zabiegu u wszystkich pacjentów zostało wykonane badanie kliniczne i pobrano krew do badań morfologicznych i biochemicznych.

Przed zabiegiem endoskopii psy poddano tlenoterapii w namiocie tlenowym a następnie zostały znieczulone z wykorzystaniem deksmedetomidyny i butorfanolu w dawkach 0,1 mg/kg m.c. domięśniowo w premedykacji oraz indukcji z użyciem propofolu w dawce 1 mg/kg m.c. dożylnie. Badanie zostało przeprowadzone w pozycji brzusznej

⁶ dr n. wet. Renata Komsta, dr n. wet. Krzysztof Buczek, *Choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów*, 03/02/2022, <https://magwet.pl/37226,choroby-tchawicy-i-oskrzeli-w-badaniach-radiograficznych-i-endoskopowych-u-psow> [dostęp: 26.06.2023].

za pomocą wideoendoskopu Olympus GIF-145 o kanale biopsyjnym średnicy 2,8 mm i długości roboczej 1050 mm.

U dziewięciu z dwunastu psów zobrazowane zostało zmniejszenie światła tchawicy o około 50-60%, przekrwienie i obrzęk błony śluzowej, dużą ilość śluzu w świetle tchawicy a także poruszanie się mięśnia tchawiczego górnego podczas wydechu. Badanie pozostałych trzech psów wykazało zmniejszenie światła tchawicy o ponad 80%, z momentami sklejaną się górnej i dolnej ściany tchawicy, a także znaczny stan zapalny ściany tchawicy z obrzękiem i przekrwieniem oraz śluz w świetle tchawicy, dodatkowo utrudniający oddychanie.

Badanie endoskopowe pozwoliło na postawienie diagnozy zapadalności tchawicy III stopnia u dziewięciu pacjentów i IV stopnia u trzech pacjentów.

Jako terapię pierwszego wyboru zastosowano leczenie farmakologiczne. Pacjentom zalecono: butorfanol w dawce 0,5-1,0 mg/kg m.c. p.o. co 4-8h i prednizolon w dawce 0,5 mg/kg m.c. p.o. co 12 h, a następnie 0,25 mg/kg m.c. co 12 h przez 5-7 dni. Jeśli dawka ta jest skuteczna, należy stopniowo ją zmniejszać aż do uzyskania najmniejszej możliwej dawki o działaniu terapeutycznym, zgodnie z ustalonym schematem postępowania w tej jednostce chorobowej⁷. Czas na obserwację działania leków wynosił 4 tygodnie. Jeśli po tym czasie stan pacjenta nie ulegał poprawie, zostawał on zakwalifikowany do zabiegu stentowania.

W przypadku naszych pacjentów leczenie farmakologiczne nie przyniosło skutku u trzech z dwunastu.

Zapad tchawicy, który u nich występował, obejmował również część piersiową tchawicy, w związku z czym podjęta została decyzja o umieszczeniu stentu wewnątrz tchawiczego.

Aby prawidłowo dopasować rozmiar stentu, w tchawicy pacjenta zamieszczona została miarka endoskopowa, a następnie wykonano zdjęcie RTG i na jego podstawie obliczono długość i średnicę potrzebnego stentu.

Zabieg umieszczenia stentu wykonywany był w znieczuleniu ogólnym, takim samym jak do badania tracheobronchoskopii. Na bieżąco prowadzony był monitoring śródoperacyjny. W celu wizualizacji procedury użyto wideoendoskopu Olympus GIF-145 o kanale biopsyjnym średnicy 2,8mm i długości roboczej 1050 mm, natomiast równoległe do światła tchawicy wprowadzona została prowadnica, za pomocą której umieszczono stent. Ważne jest, aby w części doogonowej kończył się 1 cm przed rozwidleniem tchawicy, natomiast w części donosowej 1 cm od puszkki krtaniowej. W zabiegu wykorzystano stenty nitinolowo-tytanowe, charakteryzujące się dużą wytrzymałością i elastycznością.

Po zabiegu założenia stentów, jeśli właściciel nie zauważył żadnych niepokojących objawów u psa, zalecono podawanie Butomidoru w dawce 0,1 ml co 6 h, Dexavenu

⁷ L.P. Tilley, F.W.K. Smith, jr, *5 Minut Konsultacji Weterynaryjnej*. Psy i Koty, wydanie 6, przeł. M. Gajewski, Wrocław 2020.

w dawce 0,7 mg/kg m.c., Synuloxu w dawce 20 mg/kg m.c. i ACC 200- ¼ tabletki 2 razy dziennie, najpóźniej do godziny 16.00.

Badanie kontrolne zalecono na miesiąc po zabiegu, następnie za 3 miesiące, a potem co pół roku.

Wyniki

Problem zapadalności tchawicy dotyczy najczęściej psów rasy *Yorkshire Terrier*.

Przeprowadzone badania wyraźnie wskazują, że większość pacjentów przyjmowanych z powodu zapadalności tchawicy dobrze reaguje na leczenie farmakologiczne, co pozwala na wykorzystanie metod inwazyjnych leczenia w ostateczności.

U jednego pacjenta z trzech poddanych zabiegowi stentowania wystąpiło skrócenie stentu. Pacjent pojawił się na dodatkowej kontroli z powodu nawrotu objawów sprzed zabiegu – pojawił się suchy kaszel, obniżyła się wytrzymałość wysiłkowa, a także umiarkowane objawy duszności – tachykardia i tachypnoe.

Wykonano kontrolne zdjęcie RTG, dzięki któremu udało się zdiagnozować skrócenie stentu od strony doogonowej, czego następstwem było wtórne zapadnięcie się tchawicy w miejscu skrócenia.

Przeprowadzono zabieg wstawienia dodatkowego stentu, jako że poprzedni był już niemożliwy do usunięcia. Zabieg został przeprowadzony jak poprzedni, a w trakcie pacjent był pod stałym monitoringiem śródzabiegowym. Po umiejscowieniu stentu, wykonane zostało kontrolne zdjęcie RTG, żeby upewnić się, że został on umieszczony w prawidłowym miejscu i w prawidłowy sposób. Od momentu zabiegu właściciel nie zgłaszał żadnych problemów zdrowotnych u zwierzęcia.

Na chwilę obecną pacjent z najdłużej utrzymującym się stentem miał wykonywany zabieg w roku 2021 i nie występują u niego żadne komplikacje, a procedura pozwoliła na powrót do komfortowego życia i wyeliminowała objawy duszności i kaszel.

Dyskusja

Metoda stentowania jako terapia zapadalności tchawicy u psów jest metodą ostatecznego ratunku dla pacjentów, wiąże się jednak czasami z komplikacjami.

W rzadkich przypadkach, gdy zapad umiejscowiony jest w odcinku szyjnym tchawicy, a który nie poddaje się leczeniu farmakologicznemu, metodą leczniczą będzie protezowanie zewnętrzne tchawicy. Przewagą tego zabiegu nad wstawieniem stentu wewnętrznego jest brak ryzyka wytworzenia się ziarniny w świetle tchawicy, a także drażnienia błony śluzowej ścian tchawicy, struktur krtani czy rozwidlenia tchawicy, co jest możliwe przy zastosowaniu źle dobranego rozmiaru stentu lub jego uszkodzenia i migracji.

Do najistotniejszych niebezpieczeństw związanych z zabiegiem protezowania zewnętrznego tchawicy zalicza się uszkodzenie nerwów krtaniowych powrotnych lub rzadziej, gałęzi nerwu błędnego. Wiąże się to z porażeniem krtani⁸, który to stan wymaga natychmiastowej interwencji chirurgicznej. Podczas umieszczenia stelaża zewnętrznego, uszkodzeniu lub uciśnięciu mogą również ulegać naczynia krwionośne tchawicy, co skutkuje martwicą niedotlenionych fragmentów tkanek⁹. Kolejnym powikłaniem związanym z tym zabiegiem jest wtórny zapad tchawicy, a także wszelkie inne, związane z zabiegiem chirurgicznym, ponieważ jest on zdecydowanie bardziej inwazyjny niż wstawienie stentu wewnątrz-tchawiczego, podczas którego nie jest przerywana ciągłość tkanek.

Mimo jednak tych wad, jeśli jest taka możliwość, czyli w sytuacjach, gdy odcinek tchawicy wymagający protezowania znajduje się w odcinku szyjnym, to metoda ta jest wciąż preferowana ponad stentowanie wewnątrz-tchawicze. Generalnie protezowanie zewnętrzne jest również możliwe, jeśli zapad tchawicy obejmuje również fragment piersiowy tchawicy, wybraną metodą leczenia tego schorzenia jest jednak wstawienie stentu do tchawicy.

Stentowanie wewnątrz-tchawicze ma ogromny potencjał – jest wykonywane przy użyciu mało inwazyjnego zabiegu, niebolesnego. Niestety wciąż nie został wynaleziony „stent idealny”, który nie niósłby ze sobą ryzyka powikłań, należy bowiem pamiętać, że organizm zwierzęcia traktuje taki stent jako ciało obce, które należy usunąć.

Niezmiernie istotne jest dokładne dobranie stentu. Te o zbyt małej średnicy mogą ulegać migracji, a te o zbyt dużej powodują nadmierny ucisk na tkankę ściany tchawicy doprowadzając do bliznowacenia. Zbyt długi stent może drażnić krtani lub rozwidlenie tchawicy, zbyt krótki natomiast nie przyniesie pożądanego efektu. Idealnie dobrany stent jest odporny na przesuwanie, jako że dobrze przylega do śluzówki, nie naciskając na nią nadto¹⁰.

Oprócz migracji stentu, która wiąże się z przesunięciem stentu w stronę donosową, lub doogonową i może powodować drażnienie rozwidlenia tchawicy, krtani, lub wtórny zapad tchawicy, zabieg ten może mieć wiele innych komplikacji.

Jednym z częściej występujących jest skrócenie stentu, które powodowane jest jego ruchem i nadmiernym rozprężaniem się po dłuższym czasie¹¹. Powoduje ono wtórny zapad tchawicy w miejscu skrócenia stentu.

⁸ S. Tinga, K. M. Thieman Mankin, L. E. Peycke, N. D. Cohen, *Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal Stents for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs*, *Vet-Surg*, 2015 Oct, nr 7.

⁹ Kirby BM, Bjorling DE, Rankin JHG, i wsp., *The effects of surgical isolation and application of polypropylene spiral prostheses on tracheal blood flow* *Vet Surg* 1991, nr.20, s.49–54.

¹⁰ Duerig TW, Wholey M. *A comparison of balloon- and self-expanding stents*. *Min Invas Ther Allied Technol* 2002; s.173–178.

¹¹ Moritz A, Schneider M, Bauer N. *Management of advanced tracheal collapse in dogs using intraluminal self-expanding biliary Wallstents*. *J "Vet Intern Med"* 2004, nr18, s.31–42.

Złamanie stentu jest natomiast komplikacją związaną z nadmierną mobilnością zwierzęcia i uszkodzeniem struktury stentu, zwłaszcza stworzonego przy użyciu twardych materiałów⁵. Ponieważ po czasie kilku tygodni stent zaczyna się zraszać z otaczającą go tkanką, najczęściej niemożliwe jest całkowite usunięcie go po uszkodzeniu. W takiej sytuacji najczęściej wycinane są odstające, ostre jego fragmenty i umiejscawiany jest stent dodatkowy, aby zapobiec ponownemu zapadnięciu się tchawicy w miejscu złamania. Tak jak miało to miejsce w omawianym wyżej przypadku klinicznym.

Ponieważ stent jako ciało obce nieustannie drażni błonę śluzową tchawicy, oczywistą jest możliwość wystąpienia tkanki ziarninowej otaczającej stent¹², zwłaszcza jako następstwo pęknięcia stentu lub złego dopasowania i poruszania się go. Ziarnina może prowadzić do zmniejszenia się światła tchawicy i objawów duszności. Tkankę taką można usunąć przy użyciu kleszczyków biopsyjnych, elektroauteryzacji lub koagulacji za pomocą sondy argonowej¹³, należy jednak pamiętać, że zabiegi te przynoszą jedynie krótkotrwałą poprawę i wymagają powtarzania.

Dodatkowo, jako że do światła tchawicy wprowadzane jest ciało obce z zewnątrz, zdarzają się zakażenia bakteryjne związane z założeniem stentu. Z tego powodu często do terapii przeciwkaszlowej i przeciwzapalnej po zabiegu dodawany jest także antybiotyk.

Prace nad ulepszeniem budowy i działania stentów wciąż trwają. Klasyczne, krzyżowo plecione stenty nitynolowo-tytanowe są najpopularniejszym rodzajem wykorzystywanym w medycynie weterynaryjnej, natomiast coraz częściej właściciele decydują się na nowy rodzaj stentów – FAUNA STENT®. Różni się on wzorem plecenia, a także lepszym dostosowaniem się do ruchów zwierzęcia i zwiększoną odpornością na uszkodzenia. Według badań opublikowanych w maju 2022 roku w czasopiśmie „Journal of Veterinary Medicine” w artykule pod tytułem „Surgical outcomes in dogs with tracheal collapse treated with a novel cross-and-hook braided endoluminal stent” autorstwa Akiko Uemura, Yusuke Ozai, Lina Hamabe, Tomohiko Yoshida, Ryou Tanaka, u 22 psów poddanych zabiegowi stentowania wewnątrztrachealnego, migracja stentu pojawiła się u 4,5% pacjentów, a złamania u 9%¹⁴, podczas gdy w poprzednich badaniach przeprowadzonych przy użyciu standardowego stentu, przypadek migracji pojawił się u 19% pacjentów¹⁵, a złamania u 25% psów¹⁶.

¹² P. A. Sura, D. J. Krahwinkel, Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001-2004), „J Am Vet Med. Assoc.”, Jan 15, nr 2.

¹³ Michalik A, Kowalczyk P, *Stenty wewnątrztrachealne u psów- powikłania*, „Magazyn Weterynaryjny”, 2018, nr 3.

¹⁴ A. Uemura, Y. Ozai, L. Hamabe, T. Yoshida, R. Tanaka, Surgical outcomes in dogs with tracheal collapse treated with a novel cross-and-hook braided endoluminal stent, J Vet Sci, May 2022, nr 3.

¹⁵ C. Weisse, A. Berent, N. Violette, R. McDougall, K. Lamb, Short-, intermediate-, and long-term results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse, J Am Vet Med Assoc., 2019 Feb, nr 3.

¹⁶ N. P. Violette, C. Weisse, A. C. Berent, K. E. Lamb, Correlations among tracheal dimensions, tracheal stent dimensions, and major complications after endoluminal stenting of tracheal collapse syndrome in dogs, J Vet Intern Med, 2019 Sep-Oct, nr 5.

Podsumowanie

Na podstawie badań własnych i danych z literatury można jednoznacznie potwierdzić użyteczność zabiegu wstawienia stentu wewnątrzchtawiczego oraz protezowania zewnętrznego w celu ratowania życia pacjenta, u którego leczenie farmakologiczne zawiodło. Mimo że metoda stentowania nie jest nowa, to jednak wciąż się intensywnie rozwija, co daje duże nadzieje dla przyszłości tej metody leczenia. Możemy z pewnością stwierdzić, że stentowanie wewnątrzchtawicze jest rozwiązaniem niosącym komfort życia i możliwość jego przedłużenia u pacjentów cierpiących na III lub IV stopień zapadu tchawicy, dlatego też warto podejmować decyzję o tymże zabiegu.

Bibliografia

- Duerig T.W., Wholey M., *A comparison of balloon- and self-expanding stents*, „Min Invas Ther Allied Technol” 2002; 11:173–178, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16754067/>, [dostęp: 25.06.2023].
- Galanty M., *Chirurgia małych zwierząt, Głowa, Szyja i klatka piersiowa*, s. 170.
- Kirby B.M., Bjorling D.E., Rankin J.H.G. i wsp., *The effects of surgical isolation and application of polypropylene spiral prostheses on tracheal blood flow*, „Vet Surg” 1991; 20:49–54, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2008773/>, [dostęp: 24.06.2023].
- Komsta R., Buczek K., *Choroby tchawicy i oskrzeli w badaniach radiograficznych i endoskopowych u psów*, 03/02/2022, <https://magwet.pl/37226,choroby-tchawicy-i-oskrzeli-w-badaniach-radiograficznych-i-endoskopowych-u-psow> [dostęp: 26.06.2023].
- Konig H.E., Liebich H.-G., *Anatomia zwierząt domowych. Kolorowy atlas i podręcznik*, 9.10.2015, s. 435.
- Michalik A., Kowalczyk P., *Stenty wewnątrzchtawicze w leczeniu zapadnięcia tchawicy*, 12/03/2018, <https://magwet.pl/25757,stenty-wewnatrzchtawicze-w-leczeniu-zapadniecia-tchawicy> [dostęp: 26.06.2023].
- Moritz A., Schneider M., Bauer N., *Management of advanced tracheal collapse in dogs using intraluminal self-expanding biliary Wallstents*. „J Vet Intern Med.” 2004; 18:31–42, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14765729/>, [dostęp: 25.06.2023].
- Przespolewska H., Kobryń H., *Anatomia zwierząt domowych REPETYTORIUM*, Warszawa 2011, s. 249.
- Sura P.A., Krahwinkel D.J., *Self-expanding nitinol stents for the treatment of tracheal collapse in dogs: 12 cases (2001-2004)*, „J Am Vet Med. Assoc”, Jan 15, nr 2, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18275390/>, [dostęp: 25.06.2023].
- Tilley L.P., Smith jr. F.W.K., *5 Minut Konsultacji Weterynaryjnej. Psy i Koty*, przeł. M. Gajewski, Wrocław 2020.
- Tinga S., Thieman K.M., Peycke L.E., Cohen N.D., *Comparison of Outcome After Use of Extra-Luminal Rings and Intra-Luminal Stents for Treatment of Tracheal Collapse in Dogs*, „VetSurg”, 2015 Oct, nr 7, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26249528/>, [dostęp: 24.06.2023].
- Uemura A., Ozai Y., Hamabe L., Yoshida T., Tanaka R., *Surgical outcomes in dogs with tracheal collapse treated with a novel cross-and-hook braided endoluminal stent*, „J Vet Sci”, May 2022, nr 3.
- Violette N.P., Weisse C., Berent A.C., Lamb K.E., *Correlations among tracheal dimensions, tracheal stent dimensions, and major complications after endoluminal stenting of tracheal col-*

- lapse syndrome in dogs*, „J Vet Intern Med”, 2019 Sep-Oct, nr 5, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31290188/>, [dostęp: 25.06.2023].
- Weisse C., Berent A., Violette N., McDougall R., Lamb K., *Short-, intermediate-, and long-term results for endoluminal stent placement in dogs with tracheal collapse*, „J Am Vet Med Assoc”, 2019 Feb, nr 3, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30668235/>, [dostęp: 25.06.2023].
- Zachary J.F., *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 2017 s. 497–498.

USAGE OF STENTS IN DOGS' TRACHEAL COLLAPSE TREATMENT

Abstract: Tracheal collapse is a progressive degenerative disease of the tracheal cartilage (chondromalacia), characterized by ventral-dorsal flattening of the organ and relaxation of the dorsal tracheal muscle. It mainly affects middle-aged and older dogs, especially those of small breeds. The most commonly affected patients are typically over 8 years old and include Chihuahuas, Pomeranians, Maltese, Pugs, Miniature Poodles, and Yorkshire Terriers. One of the predisposing factors for this condition is also obesity.

Twelve dogs were admitted to the Department of Diagnostic Imaging at the University of Warmia and Mazury in Olsztyn. The owners had observed the following symptoms: chronic, dry cough, difficulty in breathing and dyspnea, which worsened during physical exertion and moments of excitement. In severe cases, dogs assumed a posture with an extended neck and front limbs stretched out to the sides. During inhalation (in cases of tracheal collapse in the cervical region) or exhalation (in cases of tracheal collapse in the distal regions), a characteristic “honking” sound could be heard, accompanied by an intense abdominal effort. Clinical examination revealed significant tachypnea, tachycardia, and cyanosis of the mucous membranes.

The patients underwent tracheobronchoscopy, preceded by premedication with dexmedetomidine and butorphanol administered intramuscularly at doses of 0.1 mg/kg, followed by propofol induction at a dose of 1 mg/kg intravenously. The Olympus GIF-145 videoendoscope with a biopsy channel of 2.8mm diameter and a working length of 1050 mm was used for the examination.

A diagnosis of grade III and IV tracheal collapse, accompanied by persistent dyspnea despite pharmacological treatment, is a direct indication for intraluminal tracheal stenting. However, this procedure is not without potential complications, especially in the long term, and is therefore considered a last resort. In such cases, it is classified as a life-saving procedure that significantly improves the patient's comfort.

Key words: tracheal collapse, stenting, endoscopy, cough

Patrycja Krawczyk

Studenckie Koło Naukowe Histologów

Opiekun: dr n. wet. Natalia Ziółkowska

Wydział Medycyny Weterynaryjnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

GUZKOWE ZAPALENIE ROGÓWKI U PSA– OPIS NIETYPOWEGO PRZYPADKU

Wstęp

Rogówka jest najbardziej zewnętrznie położoną błoną włóknistą oka, zbudowaną z nabłonka przedniego, zrębu rogówki i śródłonka rogówki. Charakterystyczną cechą budowy rogówki jest jej przejrzystość, która uwarunkowana jest względnym odwodnieniem zrębu, brakiem naczyń krwionośnych i pigmentu oraz regularnym układem włókien kolagenowych. Główną funkcją rogówki jest ochrona przed czynnikami środowiskowymi i uczestniczenie w procesie refrakcji.

Zapalenia rogówki u psów stanowią częsty problem okulistyczny. Ze względu na podłoże etiologiczne można podzielić je na zapalenia wywołane infekcjami bakteryjnymi, grzybiczymi i wirusowymi oraz na zapalenia nieinfekcyjne, spowodowane lokalnym podrażnieniem rogówki, czy też uszkodzeniem nerwu trójdzielnego¹. Osobną grupę chorób stanowią zapalenia rogówki na tle immunologicznym². Rozwojowi zapalenia sprzyjają choroby autoimmunologiczne i czynniki genetyczne, które predysponują niektóre rasy (m.in. owczarki niemieckie, Cocker Spaniele, Shih tzu, mopsy) do częstszego rozwoju zmian zapalnych. Do najczęściej występujących chorób u psów, które powodują utrzymujący się stan zapalny rogówki, można zaliczyć: wrzodziejące zapalenie rogówki, przewlekłe powierzchowne zapalenie rogówki oraz suche zapalenie rogówki i spojówki³. Zapalenia rogówki ze względu na położenie zmian można zakwa-

¹ B. Grahn, *A Review of Canine Episclerokeratitis and Scleritis*. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2023, nr 53(2), s. 439–454.

² M. A. Slatter, A.R. Gennery, *Clinical immunology review series: An approach to the patient with recurrent infections in childhood* *Immunologia kliniczna i eksperymentalna* 2008, nr 152, s. 389-396.

³ Zob. D.L. Williams, *Histological and immunohistochemical evaluation of canine chronic superficial keratitis*. *“Res Vet Sci”*, 1999, nr 67(2); K.N. Gelatt, D.E. Brooks, *Surgery of the cornea and sclera*,

lifikować jako powierzchowne lub głębokie, wrzodziejące lub niewrzodziejące. Zapalenia rogówki o charakterze guzkowym były dotychczas opisywane jako występujące łącznie z zapaleniem nadtwardówki.

Cel pracy

Celem podjętych badań była charakterystyka morfologiczna zmiany zapalnej w centralnej części rogówki u psa rasy owczarek niemiecki.

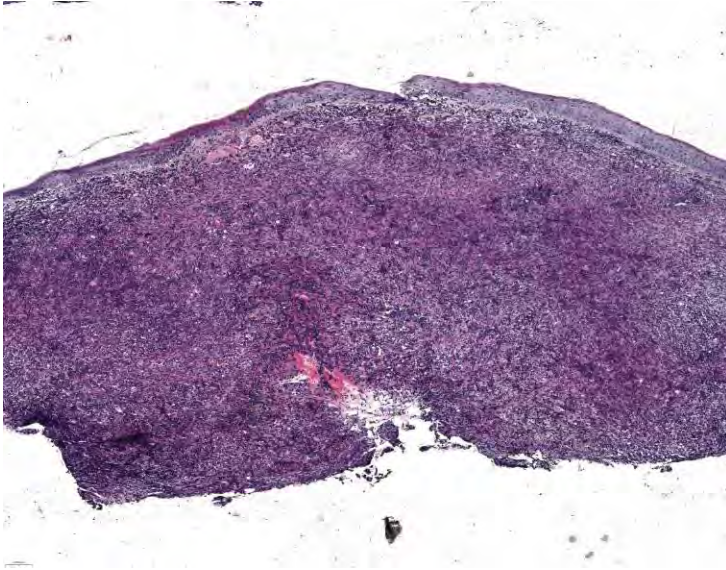
Materiał i metody

Materiał do badań pobrano śródoperacyjnie od psa rasy owczarek niemiecki w wieku 5 lat. Materiał stanowiła guzowata zmiana zlokalizowana w centralnej części rogówki, nie poddająca się wcześniejszemu leczeniu farmakologicznemu. Zmianę usunięto chirurgicznie w całości poprzez jej resekcję z rogówki. Pobrany materiał utrwalano w 4% formalinie, a następnie płukano, odwadniano przy użyciu etanolu i zatapiano w parafinie. Skrawki parafinowe o grubości 4 µm barwiono metodą HE przy użyciu hematoksyliny oraz eozyny. Skrawki poddano także barwieniom immunochemicznym z użyciem przeciwciał przeciwko antygenom: CD20 i CD79 (markery limfocytów B), CD3 (marker limfocytów T), Iba1 (marker makrofagów), wimentyny (marker fibroblastów), Mum (marker plazmocytów). Do barwień immunochemicznych użyto skrawki parafinowe o grubości 4µm, które poddano odparafinowaniu poprzez zanurzenie w ksylenie, a następnie poddano je uwadnianiu w roztworach alkoholu o rosnącym stężeniu. W celu blokowania niespecyficznych wiązań, na skrawki nakropiono roztwór surowicy koziej, a następnie odpowiednie przeciwciała pierwotne przeciwko antygenom: CD20, CD70, CD3, MUM, wimentyny. Skrawki inkubowano z przeciwciałami pierwotnymi przez 24 godziny, po czym je płukano, a następnie inkubowano z przeciwciałami wtórnymi wyznakowanymi czarnym chromogenem (DAB, 3,3 diaminobenzodyna). W celu wybarwienia włókien tkanki łącznej, skrawki poddano także barwieniu tri-chromem Massona. Preparaty skanowano i fotografowano przy użyciu skanera PANNORAMIC 250 Flash III (3D Hitech).

Wyniki

Badania histologiczne wykazały obecność dobrze odgraniczonej zmiany, leżącej w powierzchniowych warstwach rogówki, tuż pod nabłonkiem przednim (Rycina 1). Zmiana zbudowana była z bardzo licznych komórek wykazujących obecność antygenów CD20,

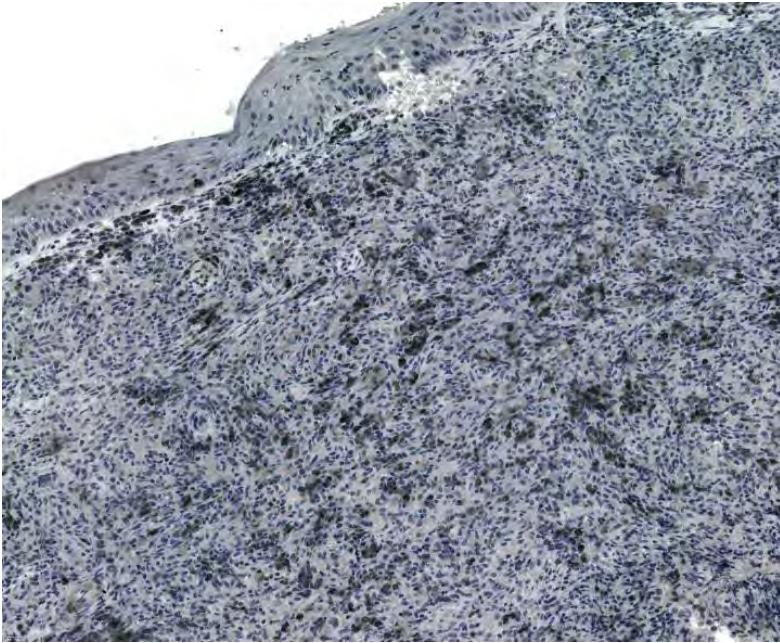
CD79 oraz CD3, oraz mniej licznych komórek wykazujących reakcje na antygen Iba1 i MUM (Rycina 2-6). Pozytywną reakcję na wimentynę stwierdzono w niewielu komórkach wydłużonego kształtu rozsianych nieregularnie w obrębie zmiany (Rycina 7). Barwienie Massona pozwoliło na stwierdzenie obecności bardzo nielicznych włókien



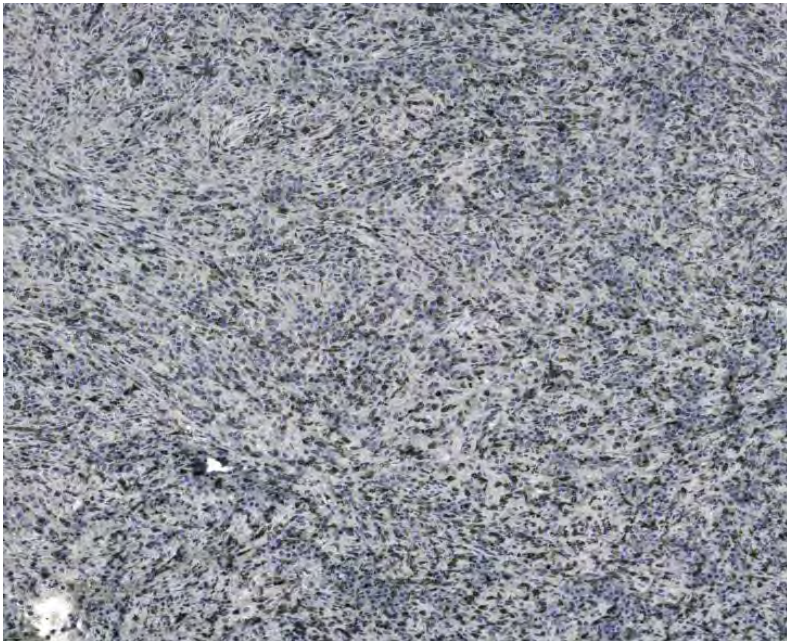
Rycina 1. Obraz histologiczny zmiany w barwieniu HE



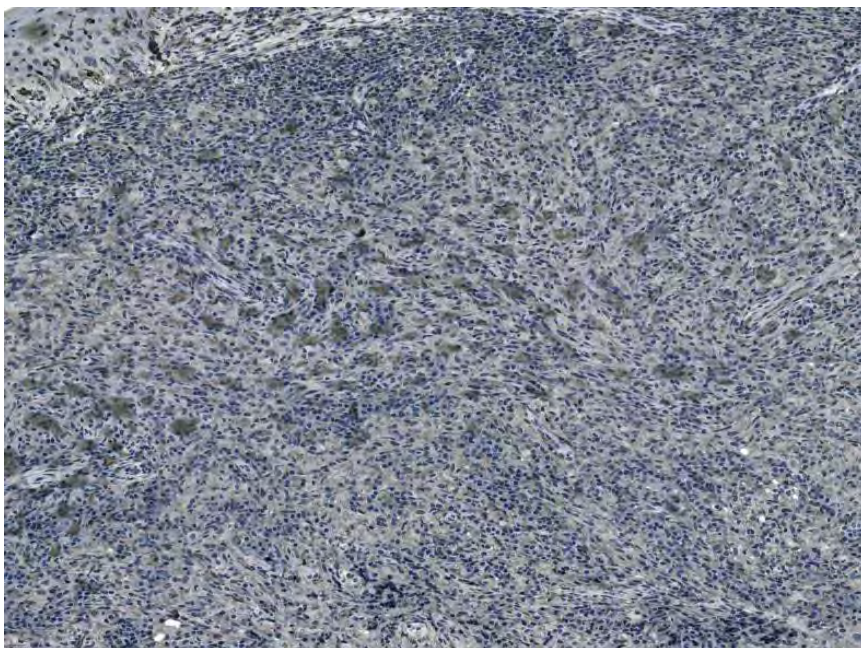
Rycina 2. Obraz przedstawiający limfocyty B z antygenem powierzchniowym CD20



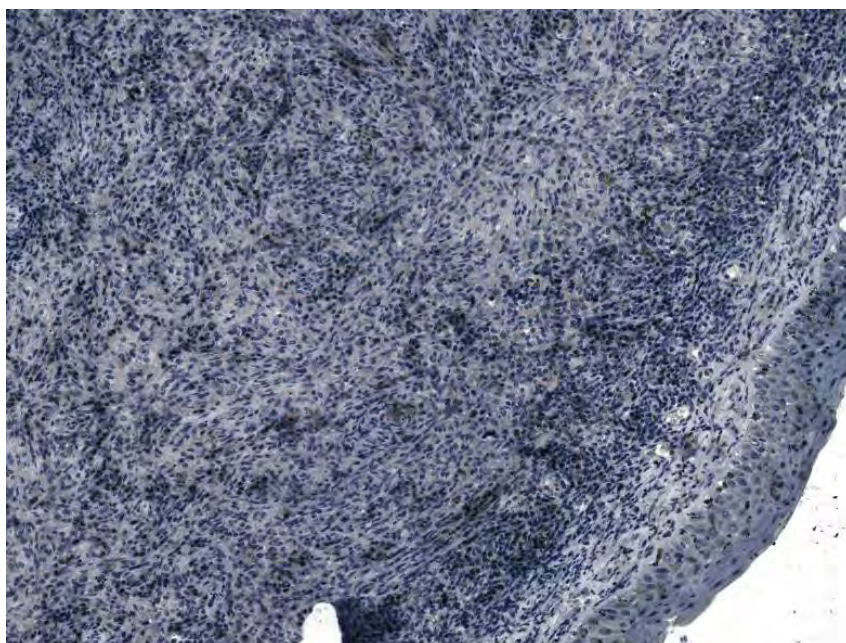
Rycina 3. Obraz przedstawiający limfocyty B z antygenem powierzchniowym CD79



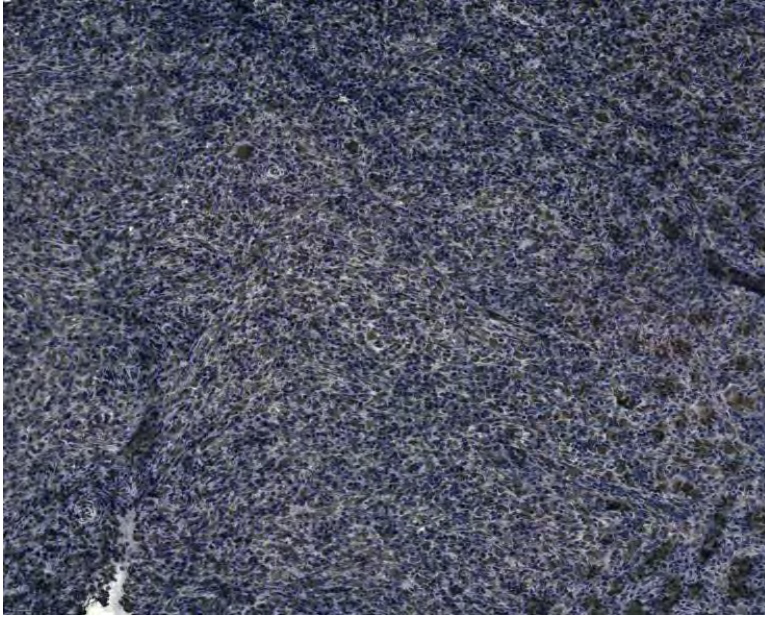
Rycina 4. Obraz przedstawiający limfocyty T z antygenem powierzchniowym CD 3



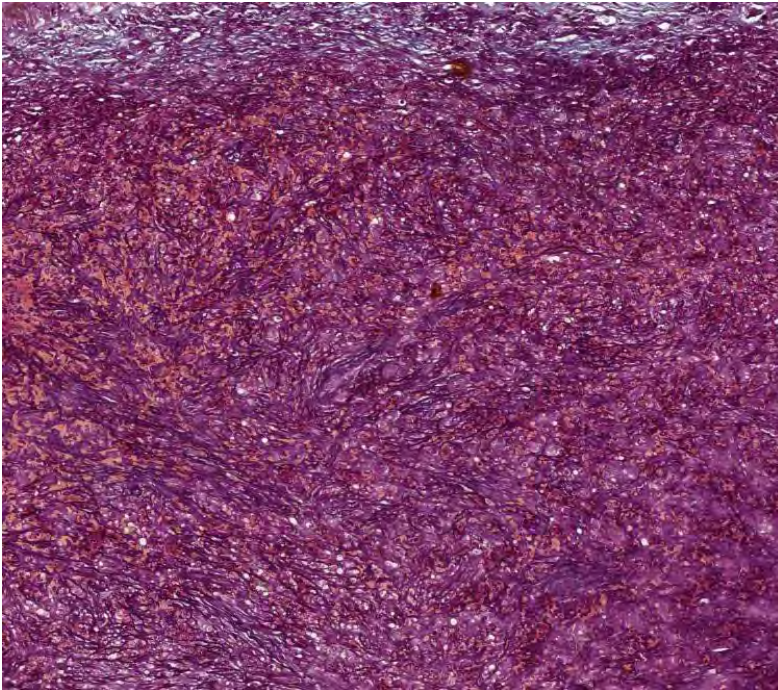
Rycina 5. Obraz przedstawiający makrofagi wykazujące pozytywną reakcję na Iba1



Rycina 6. Obraz przedstawiający plazmocyty wykazujące pozytywną reakcję na marker MUM



Rycina 7. Obraz przedstawiający fibroblasty wykazujące pozytywną reakcję na wimentynę



Rycina 8. Obraz przedstawiający włókna tkanki łącznej w barwieniu trichromem Massona

kolagenowych w głębokich warstwach badanej zmiany (Rycina 8). W całej zmianie stwierdzono obecność bardzo licznych naczyń krwionośnych o małej średnicy, które obecne były także pod nabłonkiem rogówki (Rycina 1, Rycina 8). Komórki z pigmentem rozsiane były w powierzchniowych warstwach badanej zmiany i w nabłonku rogówki.

Dyskusja

Wyniki przeprowadzonych badań histologicznych i immunochemicznych wykazały obecność bardzo licznych limfocytów T i B, oraz mniej licznych makrofagów. Wynik ten wskazuje na to, iż zmiana miała charakter zapalny o charakterze mieszanym. Dodatkowo, badania wykazały, że zmiana zapalna była dobrze odgraniczona od okolicznych tkanek oraz wystawała ponad powierzchnię rogówki, co nadało jej charakter zmiany guzkowatej. Podobny obraz histopatologiczny opisano dotychczas w przypadku zapalenia rogówki, które towarzyszyło guzkowemu zapaleniu nadtwardówki⁴. Podobnie jak w badaniach własnych, zapalenie nadtwardówki i rogówki obserwowane przez Hamzianpour i in. miało charakter mieszany i występowały tam makrofagi i limfocyty, to różnił się on głębokością infiltracji, która sięgała głęboko do błony Descemeta, w przeciwieństwie do wyników własnych, gdzie zmiana zlokalizowana była w powierzchniowych warstwach rogówki, tuż pod nabłonkiem przednim. W odróżnieniu od dotychczas opisanych 3 przypadków zapaleń nadtwardówki i rogówki o charakterze guzkowym, w badaniach własnych nie stwierdzono zmian zapalnych w twardówce.

Badania morfologiczne wykazały obecność bardzo licznych naczyń krwionośnych o małej średnicy w obrębie zmiany zapalnej oraz nielicznych włókien kolagenowych w obrębie samej zmiany. Wynik ten świadczy o neowaskularyzacji rogówki i wskazuje na fakt, że nowo powstałe naczynia krwionośne były drogą wstępu dla komórek zapalnych budujących zmianę zapalną. Ze względu na fakt, że rogówka w warunkach fizjologicznych jest strukturą przezrystą, awaskularną, obecność takiej zmiany negatywnie wpływa na jej właściwości refrakcyjne.

Przeprowadzone badania pozwalają na zakwalifikowanie zmiany zapalnej rogówki jako nie-nowotworowego zapalenia guzkowego, o możliwym podłożu immunologicznym.

⁴ Zob. C. Breaux, L.S Sandmeyer, B. Grahn, Immunohistochemical investigation of canine episcleritis. *Veterinary Ophthalmology*, 2007, nr 10(3); N. Hamzianpour, C. Heinrich i inni. Clinical and pathological findings in three dogs with a corneocentric presentation of nodular granulomatous episcleritis “*Vet Ophthalmol*” 2019, nr 22(4).

Bibliografia

- Breaux C., Sandmeyer L.S., Grahn B., *Immunohistochemical investigation of canine episcleritis. Veterinary Ophthalmology*, 2007, nr 10(3).
- Gelatt K.N., Brooks D.E., *Surgery of the cornea and sclera*. Veterinary ophthalmic surgery, 2011, s. 191–236.
- Grahn B., *A Review of Canine Episclerokeratitis and Scleritis*. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2023, nr 53(2), s. 439–454.
- Hamzianpour N., Heinrich C., Jones R.G., McElroy P., Wilson N., Scurrill E., *Clinical and pathological findings in three dogs with a corneocentric presentation of nodular granulomatous episcleritis*. Vet Ophthalmol. 2019, nr 22(4).
- Maggs D., Miller P. and Ofri R., *Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology*. 5th edition. Saunders Elsevier, UK, 2012.
- Slatter M.A. i Gennery A.R., *Clinical immunology review series: An approach to the patient with recurrent infections in childhood* "Immunologia kliniczna i eksperymentalna", 2008, nr 152, s. 389-396.
- Williams D.L., *Histological and immunohistochemical evaluation of canine chronic superficial keratitis*. Res Vet Sci., 1999, nr 67(2).

NODULAR KERATITIS IN A DOG – CASE REPORT

Abstract: Corneal inflammations in dogs are a common ophthalmological problem. The cornea is the outermost fibrous membrane of the eye, consisted of the anterior epithelium, corneal stroma and corneal endothelium. A characteristic feature of the cornea's structure is its transparency, which is determined by the relative dehydration of the stroma, the absence of blood vessels and pigment, and the regular arrangement of collagen fibers. Nodular keratitis has so far been described sporadically. The purpose of the study was to histologically and immunohistochemically characterize the inflammatory lesion of the cornea in a 5 years old German Shepherd. The material for the study was collected intraoperatively from a dog. The nodular lesion was located in the central part of the cornea, and was not responsive to previous drug treatment. Histological examination revealed the presence of a well-demarcated lesion, lying in the superficial layers of the cornea, just below the anterior epithelium. The lesion was composed of very abundant cells showing CD20, CD79 and CD3 antigens, and less abundant cells positive to Iba1 and MUM antigen. A positive reaction to vimentin was found in the few elongated-shaped cells scattered irregularly within the lesion. Masson staining revealed the presence of very few collagen fibers in the deep layers of the examined lesion. Histological study allows to classify the lesion as a nodular non-macrophage keratitis.

Keywords: keratitis, inflammation, canine, cornea

Kinga Pawlak

Agata Prątnicka

Naukowe Koło Parazytologów

Opiekun koła: prof. dr hab. Rajmund Sokół

Wydział Medycyny Weterynaryjnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WYSTĘPOWANIE ENDOPASOŻYTÓW U CIETRZEWI (*TETRAO TETRIX*) W HODOWLI WOLIEROWEJ

Wstęp

Cietrzewie (*Tetrao tetrix*) to osiadłe ptaki, należące do rodziny kurakowatych. Zimują w obrębach arealów lęgowych, które stanowią rozległe, luźne bory z runem jagodowym, kępami gęstego podrostu i podszytu, jak również torfowiska. Preferują tereny pobliskie bagien, łąk, wrzosowisk lub dużych wyrębów. Wysłane skąpo gniazda zakładają w dołkach, pod osłoną krzaków lub wiatrołomów¹.

Toki odbywają wczesną wiosną, gromadnie. W okresie toków można zobaczyć w otwartym terenie wiele samców, o czarnym upierzeniu, białym spodzie skrzydła, białym pasie skrzydłowym i czerwonych różach na głowie. Podczas toków demonstrują białe pokrywy podogonowe, jak również lirowaty ogon, eksponowany poprzez podnoszenie i rozkładanie. Samice w odróżnieniu od samców posiadają mniej przykuwające oko upierzenie – szarobrązowe z czarnym prążkowaniem². W okresie poprzedzającym toki wzrasta u nich poziom stresu oraz wydatek energetyczny. Przejawia się to zazwyczaj odmiennym behawiorem ptaków – intensywnym, bezładnym poszukiwaniem pokarmu, co sprzyja zarażeniu endopasożytami.

Cietrzew niegdyś występował powszechnie, a obecnie jest to gatunek zagrożony wyginięciem. Na Czerwonej liście ptaków Polski (2020) cietrzew znajduje się w taksonie ptaków zagrożonych (EN): spełnia kryterium „ograniczonego i pofragmentowanego obszaru występowania połączonego ze spadkiem liczebności”, a także „niewielkiej jed-

¹ Z. Czarnecki, K. Dobrowolski, B. Jabłoński, E. Nowak, W. Siwek, *Ptaki Europy*, Warszawa 1982, s. 113.

² A. Depka Prądziński, *Ostatnia szansa dla cietrzewia „Las Polski”*, 18/2019, <https://www.laspolski.pl/s/19/3415/3415-ostatnia-szansa-dla-cietrzewia-182019> [dostęp: 01.05.2023].

nocześnie malejącej populacji”. Perspektywy zasilania populacji krajowej w przyszłości uznano za ograniczone z uwagi na spadek liczebności populacji gatunku utrzymujący się również w państwach ościennych³).

W odpowiedzi na malejącą liczbę cietrzewi w ramach projektu rozwojowego Lasów Państwowych (LP) „Czynna ochrona cietrzewia na gruntach w zarządzie LP” w 2018 roku powstał Ośrodek Hodowli Cietrzewia w Nadleśnictwie Spychowo, gdzie prowadzona jest wolierowa hodowla tych ptaków⁴. Woliera hodowlana zbudowana jest z drewna, a działania restytucyjne wspomagane są np. przez odławianie kogutów dziko żyjących. Wsiedlenia ptaków do środowiska odbywają się metodą *born to be free*⁵). W opisanym powyżej sposobie pozyskiwania nowych osobników zdrowie i dobrostan ptaków utrzymywanych w wolierach są ważne, ponieważ ma to wpływ na sukces reprodukcyjny, jak również na kondycję młodych osobników, co przekłada się na skuteczną ich adaptację w środowisku naturalnym.

Cel badania

Celem badań była ocena stopnia zarażenia endopasożytami cietrzewi przygotowujących się do tokowania na przełomie od grudnia do marca. Ocena taka ma za zadanie nie tylko wykrycie ewentualnego zarażenia pasożytami, ale również działanie prewencyjne zapobiegające zarażeniu potomstwa lub ewentualnemu podejmowaniu interwencji w czasie odchowu. Regularne badanie pozwala także na ustalenie czy problem występuje ogniskowo w granicach konkretnej wolier.

Materiały i metody

Materiał do badań stanowiły ok. 15 g próbki świeżego kału pobrane czterokrotnie od grudnia do marca na terenie Ośrodka Hodowli Cietrzewia w Nadleśnictwie Spychowo. Próbkę pobrano łącznie od 11 (100%) ptaków, w tym od 6 ♂ i 5 ♀ utrzymywanych w indywidualnych wolierach.

Próbki badano:

- Metodą flotacji wg Fülleborna z użyciem roztworu Darlinga. Przygotowany materiał wirowano 2500 obr./min przez 5 min. Wykonane preparaty szkiełkowe oceniano

³ N. Formenti, R. Viganò, L. Rotelli, N. Ferrari, M.C. Cerutti, P. Lanfranchi, *Effect of suboptimal environment and host age on helminth community of black grouse (Tetrao tetrix)*, „European Journal Wildlife Res” 2012, nr 59, s. 351–358.

⁴ tamże

⁵ J. Höglund, R. Alatalo, A. Lundberg, *The effects of parasites on male ornaments and female choice in the lekking black grouse (Tetrao tetrix)*, „Behavioral Ecology and Sociobiology” 1992, nr 30, s. 71–76.

w mikroskopie świetlnym przy powiększeniu 10x, 40x oraz 100x w celu wykrycia form rozwojowych pasożytów. Identyfikację pasożytów przeprowadzono z pomocą atlasu parazytologicznego (Hendrix and Robinson, 2011) przy użyciu zestawu do wizualizacji i akwizycji obrazu firmy Olympus sprzężonego z firmowym programem komputerowym, za pomocą którego dokonano pomiaru wykrytych form rozwojowych pasożytów np. oocyst (Ryc. 1).

- Metodą McMastera policzono liczbę oocyst (OPG) oraz jaj (EPG) w 1g kału. Każdą próbkę zbadano 5-krotnie, a wynik zapisano jako średnią (Tab.1).

Wyniki

W badaniu I stwierdzono oocysty *Eimeria* sp. 2 gatunków: *Eimeria lyruri*, *Eimeria nadsoni* w 3 (27%) próbkach, wyłącznie u samców z wolier nr 4, 6 i 7. OPG wynosiło odpowiednio 375, 400, 2125. Najwyższą liczbę oocyst odnotowano u najstarszego z badanych samców. W badaniu II formy rozwojowe pasożytów wykryto u 6 (55%) ptaków z woliery nr 2, 3, 6, 7, 9, 11. Inwazja kokcydii utrzymała się u dwóch z wcześniej badanych samców: liczba oocyst była znacząco niższa (OPG: 1175) niż w badaniu I u starszego z samców oraz znacząco wyższa (OPG: 1750) u dwuletniego samca z wo-

Tab.1. Występowanie form rozwojowych endopasożytów u cietrzewi w zależności od płci i wieku w kolejnych badaniach z uwzględnieniem poziomu zarażenia wyrażonego na 1 g kału

Woliera nr	Płeć ptaka	Wiek ptaka (lata)	Badanie			
			I	II	III	IV
1	♀	4-5	-	-	-	C (EPG: 25)
2	♀	3-4	-	C (EPG: 100)	-	-
3	♀	2-3	-	C (EPG: 25)	-	-
4	♂	2	E (OPG: 375)	-	-	-
5	♂	2	-	-	-	-
6	♂	2	E (OPG: 400)	E (OPG: 1750) C (EPG: 25)	C (EPG: 250)	-
7	♂	5	E (OPG: 4250)	E (OPG: 1175)	-	-
8	♂	1	-	-	-	-
9	♀	1	-	E (OPG: 4300)	C (EPG: 25)	-
10	♂	4	-	-	-	-
11	♀	5	-	E (OPG: 50)	-	C (EPG: 600)

E – *Eimeria* spp., C – *Capillaria* spp.

liery 6. Kokcydia odnotowana po raz pierwszy u jednorocznej samicy z woliery nr 9 (najwyższa liczba wykrytych oocyst w przeprowadzonym badaniu, OPG: 4300) oraz u najstarszej z samic, zasiedlającej wolię nr 11 (OPG: 50). Łącznie oocysty wykryto u 4 (36%) z badanych ptaków. W próbkach od 3 cietrzewi (27%): 2 samic pochodzących z woli 2, 3 oraz samca z woliery 6 wykryto jaja *Capillaria* spp. (EPG wynosiło odpowiednio 100, 25, 25). W badaniu III oraz IV nie znaleziono form rozwojowych *Eimeria* spp. u żadnego z ptaków. Jaja *Capillaria* spp. zaobserwowano u 2 osobników (18%), w tym ponownie u samca z woliery 6 (EPG: 250) i po raz pierwszy u samicy z woliery 9 (EPG: 25) oraz w badaniu IV u 2 samic (18%) z woliery nr 1 (EPG: 25) oraz 11 (EPG: 600) (tab.1).



Ryc. 1. *Eimeria lyruri* – pomiar przy powiększeniu 40x



Ryc. 2 *Capillaria* spp. – pomiar przy powiększeniu 10x

Dyskusja

Pasożyty odnotowane w trakcie okresu badawczego (*Eimeria* spp, *Capillaria* spp.) są typowe dla ptaków grzebiących, zarówno dziko żyjących, jak i odchowywanych w warunkach półnaturalnych, u których nie stosowano zabiegów przeciwpasożytniczych, ponieważ zarażenia tymi endosapozytami u ptaków z rodziny kurowatych opisywano już w literaturze naukowej⁶ Dominującym gatunkiem występującym u wolierych głuszców (*Tetrao urogallus*), będących przedstawicielami tego samego rzędu, była podobnie *Eimeri lyruri*, co potwierdza wymiar oocyst⁷. W mniejszej liczbie wykryto rów-

⁶ H. Siitari, R. Alatalo, P. Halme, K. Buchanan, J. Kilpimaa, *Color signals in the black grouse (Tetrao tetrix): signal properties and their condition dependency*, „American Naturalist” 2007, nr 169, s. 81–92.

⁷ tamże

niez oocysty *Eimeria nadsoni*, której występowanie wśród polskiej populacji cietrzewi opisano w jednym z badań prowadzonym przez Sokół i in., 2022⁸.

Poziom infestacji w badanej grupie badanych przez nas ptaków był różnicowany, pomimo utrzymywania ich pojedynczo w zbliżonych warunkach i otrzymywaniu przez nie identycznego pokarmu. W jednym badaniu poziom OPG wahał się od 50 do 4300 u dwóch różnych samic. U 3 samców (27%) z woliery nr 5, 8, 10 w przeciągu całego okresu badań nie odnotowano żadnych form rozwojowych pasożytów. Najdłużej formy rozwojowe pasożytów stwierdzano u samca z woliery nr 6. Jedynie u niego wystąpiła inwazja mieszana. U czterech ptaków (36%) z woliery 6, 7, 9, 11 formy rozwojowe endopasożytów wykryto w więcej niż jednym badaniu i u czterech z badanych cietrzewi (36%) odnotowano je wyłącznie w jednym badaniu. Biorąc pod uwagę cały okres przeprowadzanego badania, częściej zarażone były samice (54%) czyli 7/13. W pierwszej części badań częściej stwierdzano obecność endopasożytów u samców, a w drugiej połowie badań – u samic. Na początku zaobserwowano inwazje *Eimeria* spp., a później wyłącznie *Capillaria* spp. Oocysty *Eimeria lyruri* stanowiły ok. 80% form obserwowanych w mikroskopie.

Na sukces reprodukcyjny cietrzewi ma wpływ wiele czynników, wyrażających się również w ich wyglądzie zewnętrznym. Jedną z takich charakterystycznych cech stanowi wygięty, lirowaty ogon z wcięciem w środku⁹. Jak wykazano, długość ogona u samców może wskazywać na przebiegające zarażenie pasożytami, a samice preferują partnerów o dłuższych sterówkach. Niezwykle ważna dla skuteczności samców w znalezieniu samicy podczas toków jest również umiejscowiona nad okiem czerwona brew, będąca w istocie fragmentem gołej skóry¹⁰. Staje się ona wyraźniejsza w okresie godowym – silnie pęcznieje, tworząc nad oczami jaskrawoczerwone wyniosłości. Przy zarażeniu endopasożytami odznacza się ona jednak znacznie mniej, co zmniejsza szansę samca na zainteresowanie partnerki¹¹. Samce charakteryzują się większą od samic masą ciała. W trakcie toków dochodzić może do starć między kogutami, podczas których masa ciała oraz vitalność stanowią o zwycięstwie. Silniejszy z kogutów zyskuje aprobatę kury. Osłabienie czy problemy z przyrostem masy wynikające z parazytoz w takich sytuacjach stawiają zainfekowane samce w niekorzystnej pozycji. U cietrzewi odnotowano dotychczas spadek masy ciała towarzyszący infekcji *Capillaria caudinflata*¹².

⁸ R. Sokół, P. Pluta, *Endoparasites in western capercaillies (Tetrao urogallus) and black grouse (Tetrao tetrix) kept in various types of aviaries* „Journal of Wildlife Diseases” 2022, nr 58(1), s. 114–121.

⁹ L. Svensson, Ptaki. Przewodnik Collinsa, Warszawa 2013, s. 50–51.

¹⁰ K. Tomczuk, Szczepaniak K., A. Łojczyk-Szczepaniak, T. Skrzypek, A. Junkuszew, P. Dudko, W. Bojar, *Occurrence of dispersive stages of endoparasites in the faeces of European Capercaillie (Tetrao urogallus) from capercaillie breeding centres in Poland* „Medycyna Weterynaryjna” 2017, nr 73, s. 702–707.

¹¹ tamże

¹² T. Wilk, T. Chodkiewicz, A. Sikora, P. Chylarecki, L. Kuczyński, *Czerwona lista ptaków Polski*, Mariki 2020, s. 76.

Wnioski

Przeprowadzenie badania kilkakrotnie na przestrzeni kilku tygodni poprzedzających lęgi pozwoliło zaobserwować wyraźną fluktuację w liczbie wykrywanych form rozwojowych pasożytów, a także pojawiającą się ich zmienność gatunkową. Z uwagi na różniący się schemat leczenia znalezionych wykazanych endopasożytów, zaleca się regularne monitorowanie poziomu infestacji cietrzewi, aby w odpowiednim czasie wprowadzać właściwe leczenie. Systematyczne przeprowadzanie badań zaleca się szczególnie u ptaków utrzymywanych w systemie wolierowym, gdyż w wolierach cietrzewie mogą mieć kontakt z odchodami zawierającymi jaja bądź oocysty wydalane z organizmu, co prowadzić może do reinwazji. Istnieje ryzyko przeniesienia pasożytów na przyszłe potomstwo, stąd przed wylęgiem należy podjąć działania profilaktyczne i prewencyjne.

Bibliografia

- Czarnecki Z, Dobrowolski K., Jabłoński B., Nowak E., Siwek W., *Ptaki Europy*, Warszawa 1982, s. 113.
- Depka Prądziński A., *Ostatnia szansa dla cietrzewia „Las Polski”*, 18/2019 <https://www.laspolski.pl/s/19/3415/3415-ostatnia-szansa-dla-cietrzewia-182019> [dostęp: 01.05.2023].
- Formenti N., Viganò R., Rotelli L., Ferrari N., Cerutti M.C., Lanfranchi P., *Effect of suboptimal environment and host age on helminth community of black grouse (Tetrao tetrix)*, „European Journal Wildlife Res” 2012, nr 59, s. 351–358.
- Geldon A., *Cietrzewie zostaną wypuszczone na wolność*. Lasy.gov.pl. <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/cietrzewie-zostana-wypuszczone-na-wolnosc> [dostęp: 01.05.2023].
- Höglund J., Alatalo R., Lundberg A., *The effects of parasites on male ornaments and female choice in the lekking black grouse (Tetrao tetrix)*, „Behavioral Ecology and Sociobiology” 1992, nr 30, s. 71–76.
- Siiitari H., Alatalo R., Halme P., Buchanan K., Kilpimaa J., *Color signals in the black grouse (Tetrao tetrix): signal properties and their condition dependency*, „American Naturalist” 2007, nr 169, s. 81–92.
- Sokół R., Pluta P., *Endoparasites in western capercaillies (Tetrao urogallus) and black grouse (Tetrao tetrix) kept in various types of aviaries*, „Journal of Wildlife Diseases” 2022, nr 58(1), s. 114–121.
- Svensson L. (2013), *Ptaki. Przewodnik Collinsa*, Warszawa 2013, s. 50–51.
- Tomczuk K., Szczepaniak K., Łojczyk-Szczepaniak A., Skrzypek T., Junkuszew A., Dudko P., Bojar W., *Occurrence of dispersive stages of endoparasites in the faeces of European Capercaillie (Tetrao urogallus) from capercaillie breeding centres in Poland*, „Medycyna Weterynaryjna” 2017, nr 73, s. 702–707.
- Wilk T., Chodkiewicz T., Sikora A., Chylarecki P., Kuczyński L., *Czerwona lista ptaków Polski*, Marki 2020, s. 76.

OCCURRENCE OF ENDOPARASITES IN BLACK GROUSE (*TETRAO TETRIX*) IN AVIARY BREEDING

Abstract: Black grouse (*Tetrao tetrix*) belongs to the grouse family. In eastern Europe, including Poland, it is an endangered species. Since 2018, a stationary black grouse breeding and restitution in the surrounding forests has been carried out at the Grouse Breeding Center in the Spychowo Forest Inspectorate. The health of birds kept in aviaries is very important for breeding success. The aim of the research is to draw attention to health problems that may occur in aviary breeding conditions. One of the most important periods in the reproductive life of these birds is the period immediately preceding mating. During this period, they are susceptible to endoparasitic infections. This may translate into transmission of parasites to the offspring that are reared, e.g. in the same aviary. This may result in the transmission. This may result in the transmission of parasites to offspring reared in the same aviary. Monitoring the level of infestation with endoparasites in the preparatory period allows for earlier prevention of such parasitosis and enables proper rearing of chicks intended for release into the natural environment.

Keywords: black grouse, internal parasites, coproscopic examination, parasitology

**SEKCJA NAUK
TECHNICZNYCH**

Anna Wróblewska

Koło Naukowe Studentów Geodezji i Kartografii NADIR

Opiekun: dr inż. Joanna Janicka

Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej

ORCID: 0009-0008-2865-8492

STUDY OF ATMOSPHERIC MASS CHANGES IN ASIA USING GRAVIMETRIC AND CLIMATIC GRACE MISSION

Introduction

Atmospheric mass are large volumes of air with relatively homogeneous thermodynamic and optical properties. The sum of all water on the surface of the Earth, under the surface and in the atmosphere, as well as the surface moisture of the soil and the moisture of the soil in the root zone is termed as a Total Water Storage (TWS). The Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) mission is the result of a collaboration between the National Aeronautics and Space Administration (NASA) in the United States and the Deutsche Forschungsanstalt für Luft und Raumfahrt (DLR) in Germany¹. The GRACE mission measures the gravity field taking into account the changes in the distance between the twin satellites. The accelerometer located in the center of mass of each satellite is used to measure non-gravity accelerations, including those caused by atmospheric resistance²). Global positioning system (GPS) satellite receivers are, in this case, used to determine the exact position of the satellite over the Earth with an accuracy of not less than one centimeter³.

Observations from the GRACE mission turned out to be groundbreaking for the world of science as they allow for the precise monitoring of changes in the Earth's gravitational field and the creation of the profiles of the Earth's atmosphere in terms of at-

¹ *The Gravity Recovery and Climate Experiment: Mission overview and early results*, B. D. Tapley, S. Bettadpur, M. Watkins, C. Reigber, „Geophysical Research Letters”, 2004.

² *GRACE Follow-On accelerometer data recovery*, S. Behzadpour, T. Mayer-Gürr, S. Krauss, „Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 126(5)”, 2021.

³ *Precise orbit determination for the GRACE mission using only GPS data*, Z. Kang, B. Tapley, S. Bettadpur, J. Ries, P. Nagel, R. Pastor, „Journal of Geodesy 80”, 2006.

ospheric pressure, temperature, and humidity. These lead to more accurate weather forecasts⁴. Since launch, there have been significant improvements in the background force models used for satellite orbit determination, most notably the model for the geopotential⁵. The research on Water Storage Trends in High Mountain Asia, in turn, showed that TWS changes in this area may influence global mean sea level^{6 7}. It consequently might affect life comfort for many people from this region due to the availability of freshwater⁸. It was confirmed that GRACE monthly solutions include errors. Those errors with errors concerned with aliasing models for atmospheric mass changes might have influence of the level of temporally uncorrelated noise in the time series⁹. Atmospheric mass changes were also monitored using GRACE intersatellite accelerations¹⁰.

The goal of this study is to analyze changes in atmospheric mass and compare them with changes in TWS in Asia using the GRACE mission. For this purpose, the results of the RL06 solutions from the GRACE mission concerning atmospheric mass changes and TWS changes are compared. The research discussed in the paper concerns 26 areas of similar climatic characteristics in Asia. The observational data covering the period from January 2003 to December 2021 derived from GFZ were processed and analyzed. The following section describe the methods used for the GRACE gravimetric-climate mission data processing, as well as the issues related to the TWS and atmospheric mass. Next, the results are presented, analyzed, and commented. Finally, in the last section, the conclusions are given.

Data and methods

Total Water Storage can be defined as the sum of all water on the Earth's surface, below its surface, and in the atmosphere. TWS includes soil surface moisture, root zone soil

⁴ *GRACE Improves Seasonal Groundwater Forecast Initialization over the United States*, A. Getirana, M. Rodell, S. Kumar, H. K. Beaudoin, K. Arsenault, B. Zaitchik, H. Save, S. Bettadpur, „Journal of Hydrometeorology, 21(1)”, 2020.

⁵ *Precise orbit determination for the GRACE mission using only GPS data*, Z. Kang, B. Tapley, S. Bettadpur, J. Ries, P. Nagel, R. Pastor, „Journal of Geodesy 80”, 2006.

⁶ *A decade of sea level rise slowed by climate-driven hydrology*, J. T. Reager, A. S. Gardner, J. S. Famiglietti, D. N. Wiese, A. Eicker, M.-H. Lo, „Science 351”, 2016.

⁷ *Water Storage Trends in High Mountain Asia*, B. D. Loomis, A. S. Richey, A. A. Arendt, R. Appana, Y.-J. C. Deweese, B. A. Forman, S. V. Kumar, T. J. Sabaka, D. E. Shean, „Frontiers in Earth Science”, 2019.

⁸ H. D. Pritchard, *Asia's shrinking glaciers protect large populations from drought stress*, Nature 569, 2019.

⁹ *Evaluating GRACE Mass Change Time Series for the Antarctic and Greenland Ice Sheet—Methods and Results*, A. Groh, M. Horwath, A. Horvath, R. Meister, L.S. Sørensen, V.R. Barletta, R. Forsberg, B. Wouters, P. Ditmar, J. Ran, R. Klees, X. Su, K. Shang, J. Guo, C.K. Shum, E. Schrama, A. Shepherd, „Geosciences 2019, 9(10)”, 2019.

¹⁰ *Short-latency monitoring of continental, ocean- and atmospheric mass variations using GRACE intersatellite accelerations*, C. Gruber, B. Gouweleeuw, „Geophysical Journal International, 217(1)”, 2019.

moisture, groundwater, snow, ice, vegetation water, river and lake water. The changes in groundwater storage have been observed since the beginning of the mission. GRACE has provided an unprecedented picture of changes in large-scale land-based water storage¹¹. Extreme water storage levels are often associated with droughts and floods as they are caused by excess or water scarcity. The GRACE mission was one of the few hydrological observation networks that provided sufficient data to comprehensively monitor changes in the total amount of water stored in the region¹². The monthly change in the Total Water Storage can be calculated by the formula:

$$\Delta h(\theta, \lambda, u) = \frac{a\rho_{ave}}{3\rho_w} \sum_{l=0}^{N_{max}} \frac{2l+1}{1+k_l} \sum_{m=0}^l \bar{P}_{lm}(\cos\theta) ((C_{lm} - \bar{C}_{lm}) \cos m\lambda + (S_{lm} + \bar{S}_{lm}) \sin m\lambda) \quad (1)$$

where: h is the equivalent layer of water at the test point [mm]; θ is the latitude and λ is the longitude of the point under study [°]; $u = (\dots C_{nm} S_{nm} \dots)^T$ denotes the vector of geopotential coefficients depending on the degree and order of N_{max} in a given month; $\bar{u} = (\dots \bar{C}_{lm} \bar{S}_{lm} \dots)^T$ corresponds to the reference vector of the geopotential coefficients; a defines the equatorial radius of the Earth (the distance from the center of the Earth to the equator is 6,378,1370 km); ρ_{ave} stands for the average density of the Earth (5517 kg/m³); ρ_w is the average water density (1000 kg/m³); \bar{P}_{lm} is the normalized Legendre function for the order m and the degree l ; k_l is the weighted Love number $l - 1$ is a degree demonstrating the susceptibility of the planetary body to changes in its stiffness and shape¹³.

Some finite large, with a span of several to several million square kilometers and a height of 2–3 kilometers above the Earth's surface, volumes of air with relatively homogeneous thermodynamics in terms of temperature, humidity and optical properties can be defined as an atmospheric mass. They are critical in planetary habitat because of their possible protective properties in case of high-frequency radiation. Also, by effective heat transport, the greenhouse effect, and various other radiative and convective processes there is liquid water on 'Earth's surface'¹⁴. They can be classified geographically, distinguishing them by the nature of their source area. Depending on the seasonal changes in the selected hemisphere, the ranges of the source areas move. The thermal properties of the substrate are important during classification, and because of them, it is possible to distinguish mass for given climatic zones with the appropriate nature of

¹¹ *Effects of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale*, G.-Y. Niu, Z.-L. Yang, „Journal of Hydrometeorology, 7(5)”, 2006.

¹² *Extreme Hydroclimatic Events and Multivariate Hazards in a Changing Environment*, V. Maggioni, Ch. Massari, „Elsevier”, 2019.

¹³ *High-Resolution GRACE Monthly Spherical Harmonic Solutions*, Q. Chen, Y. Shen, J. Kusche, W. Chen, T. Chen, X. Zhang, „Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 126(1)”, 2020.

¹⁴ *The thermodynamic effect of atmospheric mass on early Earth's temperature*, R. Chemke, Y. Kaspi, I. Halavy, „Geophysical Research Letters, 43(21)”, 2016.

the thermal regime balance ¹⁵. The climatic zones similar in terms of the thermal regime include: arctic zone, temperate zone, tropical zone, and equatorial zone. Due to the different types of substrates of the given areas, it is possible to classify atmospheric mass in zonal terms, distinguishing between marine and continental air mass, which include Continental Arctic Air, Maritime Arctic Air, Continental Polar Air, Maritime Polar Air, Continental Tropical Air, Maritime Tropical Air, Equatorial Air.

Figure 1 shows the division of the Asian continent generated for the research, where 26 regions with similar climatic characteristics were distinguished based on the Köppen classification scheme. It distinguishes climatic zones based on local vegetation (which significantly depends on the temperature and rainfall of a given region). According to the Köppen scheme, there are five basic climatic zones and their eleven types and six subtypes. Based on data available for 2007 on climate types in Asia, according to the Köppen scheme, each of the 5 basic climatic zones is found there, where 43.8% of the land area covers D – cold climate (Ds – cold with dry summer, Dw – with dry winter; Df without dry season), 23.9% B - arid climate (BWh – desert, hot; BWk – desert, cold, BSh – steppe, hot; BSk – steppe, cold), 16.3% A – tropical climate (Af – rainforest; Am – monsoon; Aw – savannah), 12.3% C - temperate climate (Cf – without dry season;



Fig. 1. Division of the area into regions with similar climatic characteristics

¹⁵ *Global atmospheric mass, surface pressure, and water vapor variations*, E. Kevin, K. E. Trenberth, J. R. Christy, J. G. Olson, „*Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 92(D12)”, 1987.

Area Number	Tropical		Arid		Temperate		Cold		Polar
	Af	Aw	BW	BS	Cf	Cw	Dw	Df	ET
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									

Fig. 2. Parallel of research areas with a distinction between the types of climate occurring in them

Cs – with dry summer; Cw – with dry winter; Cfb – without dry season with warm summer), and 3.8% E - polar climate (ET – tundra; EF – frost)¹⁶.

Results

Studies were carried out for the selected 26 areas (Fig. 1) with similar climatic characteristics located in Asia (Fig. 2). The results of RL06 solutions from GRACE concerning atmospheric mass changes and TWS changes were compiled and compared. The necessary data for this study was downloaded from the GFZ website (gravis.gfz-potsdam.de, 2022). The research was based on data from January 2003 to December 2021.

The first research area group contains 15th, 20th, 21st, 22nd, 23th, and 24th areas characterized with a tropical climate. It covers the area of countries such as India, Cambodia, Bangladesh, Myanmar, Laos, Thailand, Malaysia, Indonesia. From the Fig 3. and Fig. 4 it can be read that atmospheric mass changes and TWS changes in areas with a tropical climate represented high amplitude for areas placed in southern Asia (15th,

¹⁶ Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification, M. C. Peel, B. L. Finlayson, T.A Mc-Mahon, ,, Hydrology and Earth System Sciences,11(5)”, 2007.

20th, 21st) and further south – above the Indian Ocean areas (22nd, 23rd, 24th) the amplitude were lower. It showed that both phenomena have the same tendency but different ranges of fluctuation. Changes in TWS reach up to almost 26 cm but changes in atmospheric mass only up to almost 7 cm (Fig. 3, 4).

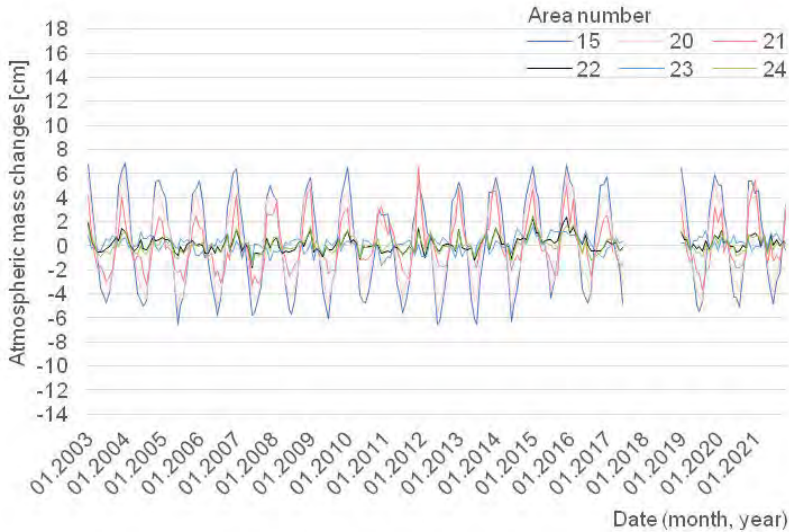


Fig. 3. Comparison of RL06 solutions for atmospheric mass changes in areas with a tropical climate

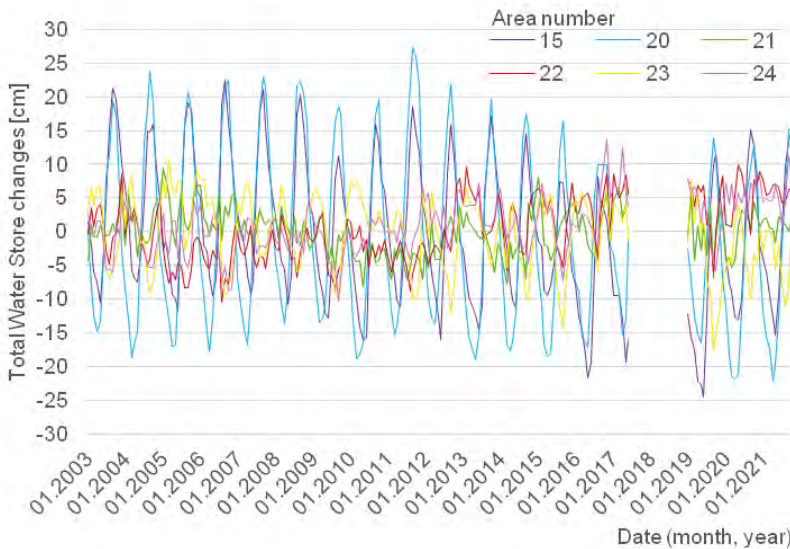


Fig. 4. Comparison of RL06 solutions for TWS changes in areas with a tropical climate

The second research group contains 3th, 4th, 5th, 6th, 7th, 11th, 12th, 13th, 14th, 15th areas with an arid climate. It covers the area of Russia, Kazakhstan, Uzbekistan and Turkmenistan, Iran, Saudi Arabia, Yemen, Oman, the United Arab Emirates, Mongolia, China, Pakistan Afghanistan and India. From Fig. 5 transpires that atmospheric mass changes in areas with an arid climate kept amplitude on similar level by whole research period – regardless of the location of the area. The changes reached nearly 10 cm. Moreover, Fig. 6 shows that Total Water Storage changes in areas with an arid climate kept amplitude on similar level by whole research period and comparable to atmospheric mass changes - regardless of the location of the area. The exception were changes in 15th area and after 2016 areas 3th, 14th which reached about 25 cm.

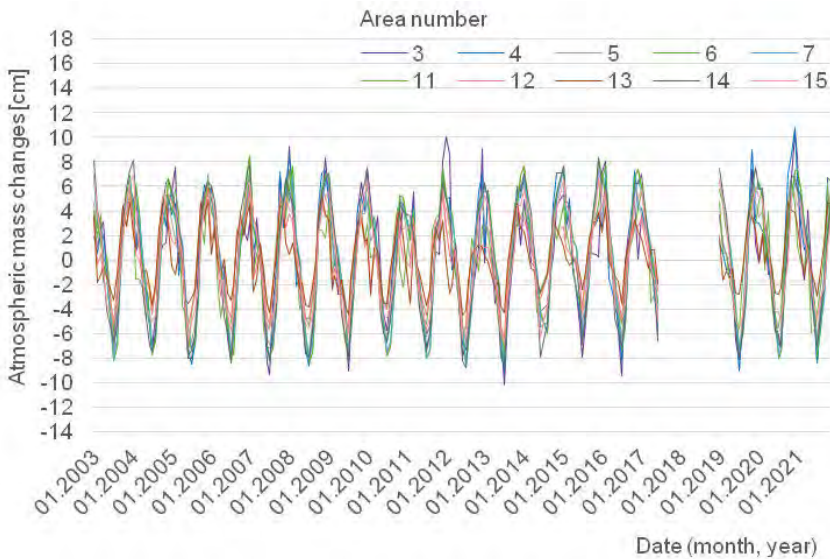


Fig. 5. Comparison of RL06 solutions for atmospheric mass changes in areas with an arid climate

The third research group contain 15th, 18th, 19th, 20th, 26th areas - with a temperate climate. It covers the area of countries such as India, Bhutan and China Cambodia, Bangladesh, Myanmar, Laos, Thailand, Japan. Atmospheric mass changes in areas with a temperate climate had higher amplitude on the southern part of Asia (15th, 20th, 19th), and lower in middle – eastern Asia (18th, 26th) (Fig. 7). At the same time, Total Water Storage changes in areas with a temperate climate exposed high amplitude on areas placed in southern Asia (15th, 20th) and low amplitude in areas of middle – eastern Asia (18th, 19th, 26th) (Fig. 8). Changes in TWS reach up to 26 cm but changes in atmospheric mass only almost 10 cm.

The fourth research group contain 1th, 2th, 3th, 8th, 9th, 10th, 11th, 16th, 17th, 25th areas with a cold climate. It covers the area of Russia mostly, Mongolia, China, North Ko-

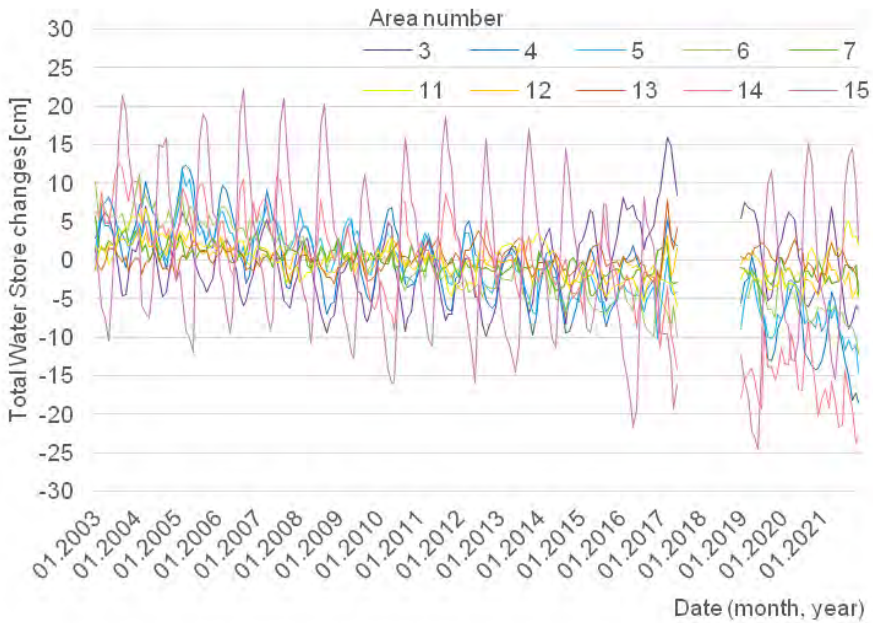


Fig. 6. Comparison of RL06 solutions for TWS changes in areas with an arid climate

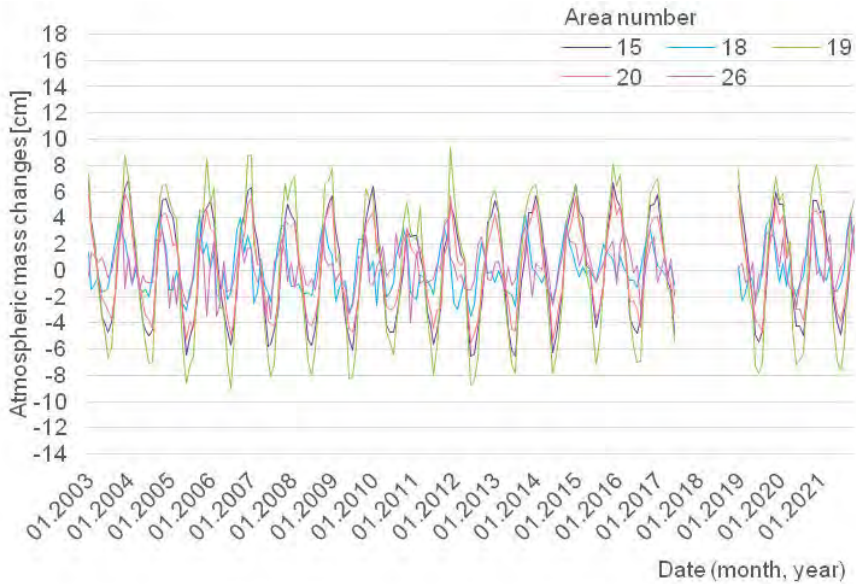


Fig. 7. Comparison of RL06 solutions for atmospheric mass changes in areas with a temperate climate

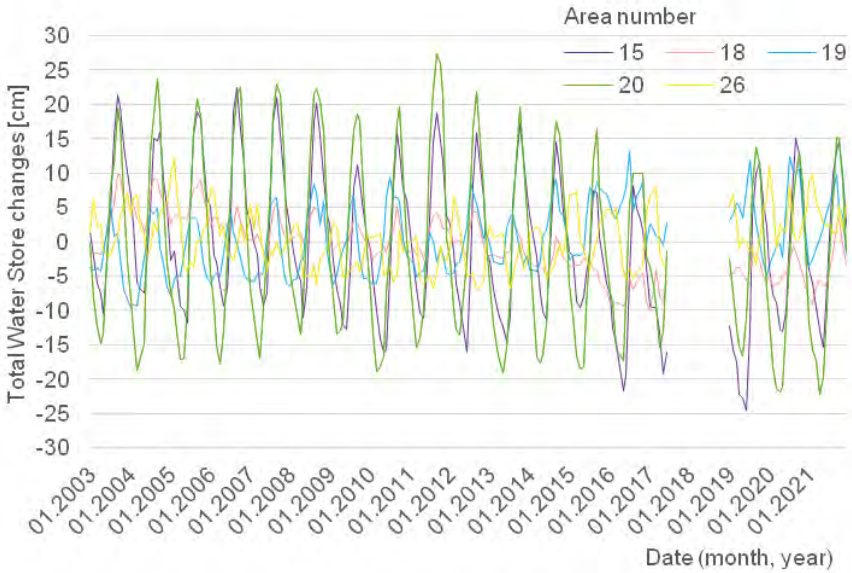


Fig. 8. Comparison of RL06 solutions for TWS changes in areas with a temperate climate

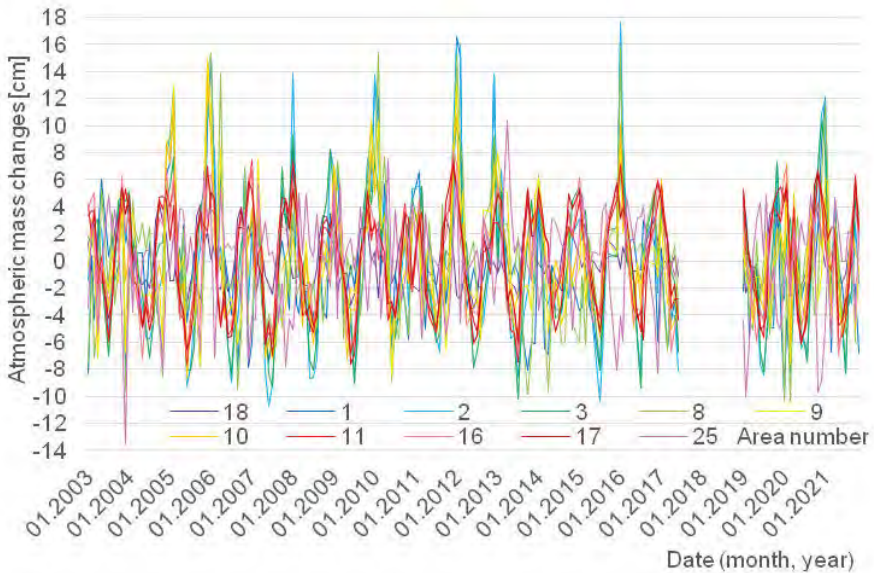


Fig. 9. Comparison of RL06 solutions for atmospheric mass changes in areas with a cold climate

rea and South Korea. The results in Fig. 9 confirm that atmospheric mass changes in areas with a cold climate kept amplitude on a similar level by whole research period regardless of the location of the area, except areas 2nd, 8th, 9th, 10th, which represented high amplitude above 18 cm -. Total Water Storage changes in areas with cold climate kept amplitude on a similar level for almost the whole research period about 5 to 10 cm. This statement holds true except the areas 1st, 2nd, 3rd, 8th, 17th, 25th, which exposed occasionally high amplitude (Fig. 10).

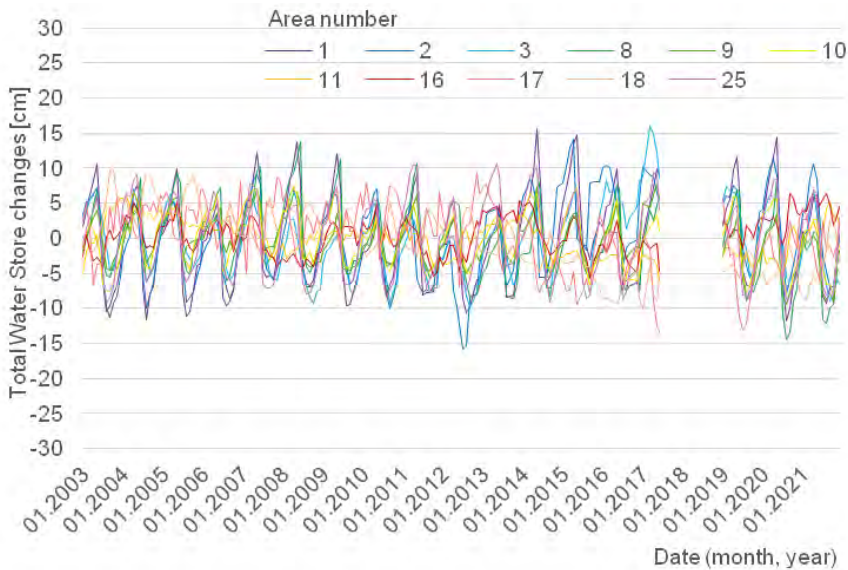


Fig. 10. Comparison of RL06 solutions for TWS changes in areas with a cold climate

The fifth research group contains the 8th, 13th, 18th, and 25th areas - with a polar climate. It covers the area of Russia, China, Bhutan. Fig. 11 and 12 clearly prove that atmospheric mass changes and TWS changes in areas with a polar climate in the northern part of Asia (8th, 25th) represented higher amplitude than areas in central Asia (18th, 13th). It showed that both phenomena have similar tendencies, and similar ranges of fluctuation (about 15cm).

Conclusions

In this paper, the observations from the gravimetric and climate GRACE mission were employed to study the changes in atmospheric mass and relate them to the changes in the Total Water Storage for the selected areas in Asia. The research was carried out for the period from January 2003 to December 2021 and 26 areas of similar climatic char-

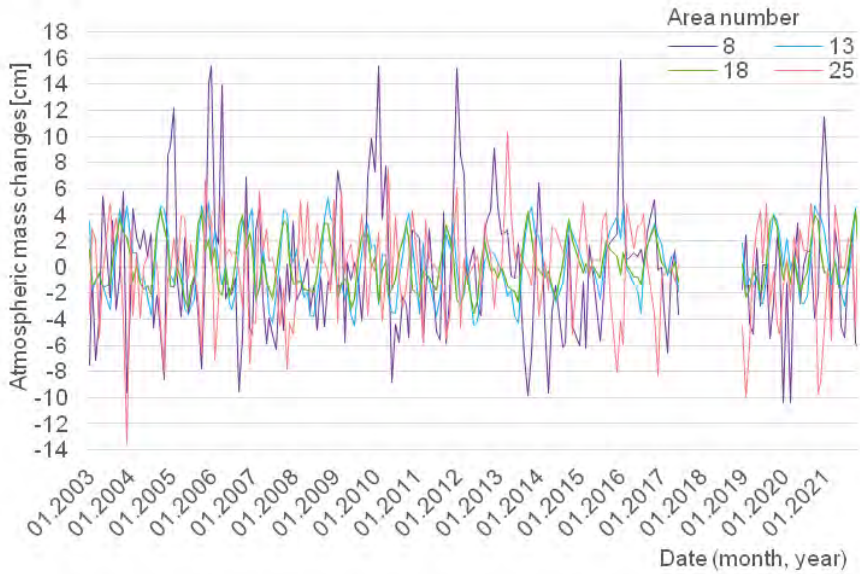


Fig. 11. Comparison of RL06 solutions for atmospheric mass changes in areas with a polar climate

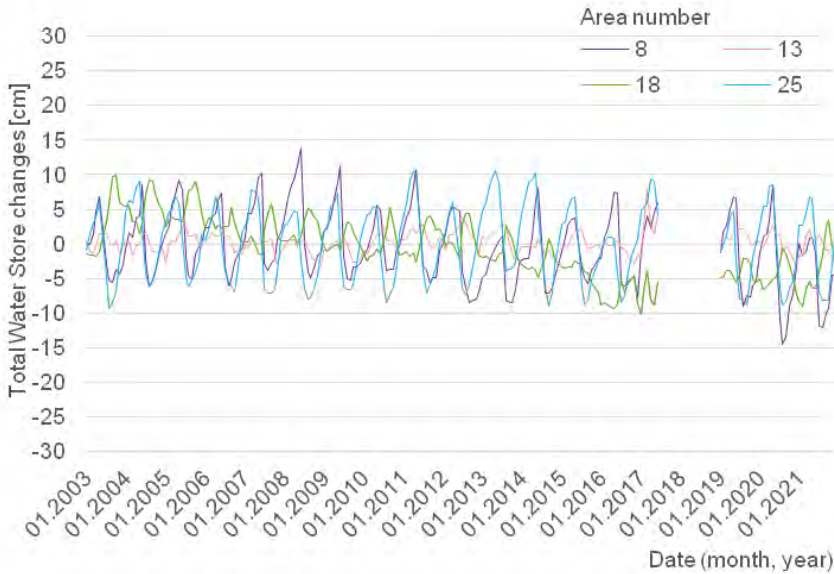


Figure 12. Comparison of RL06 solutions for TWS changes in areas with a polar climate

acteristics located in Asia. The analysis covered Total Water Storage and atmospheric mass changes for groups of different type of climate.

The results revealed that only in areas with a predominantly cold climate characterized by cold winters and precipitation throughout the year, the amplitudes of changes in both studied parameters remained at a similar level. Also, the values of the Total Water Storage and atmospheric mass changes did not show an upward or downward trend. In the rest of groups, the results depended on the location of individual areas with specific types of climate. In general the highest TWS changes were shown in areas in the southern part of Asia which belong to Cambodia, Bangladesh, Myanmar, Laos, Thailand, India (20th area 27.297 cm; 15th area 24.592 cm), and the lowest in the central part of Asia – Mongolia and China (11th area 6.099 cm; 12th area 4.229 cm). The lowest atmospheric mass changes exhibited in areas which belong to Indonesia (22nd area 1.820 cm; 23rd area 1.657 cm; 24th area 1.691 cm) and the highest in areas placed in Russia (1st area 16.751 cm; 2nd area 17.665 cm, 8th area 15.842 cm). In areas of polar climate (8th, 13th, 18th, 25th areas) both phenomena turned out to have similar tendencies of changes and also similar ranges of fluctuation, of about 15 cm. The differences between TWS an atmospheric mass changes in each compared group were irrelevant. This means that changes in TWS have a very strong effect on changes in atmospheric masses, and a small impact of atmospheric changes on changes in total changes in TWS

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to Ph.D. Eng. Monika Biryło and prof. UWM, dr hab. inż. Jacek Paziewski for their support in conducting the research and very competent comments that helped improve the quality of the article.

References

- Behzadpour, S., Mayer-Gürr, T., & Krauss, S. (2021). GRACE Follow-On accelerometer data recovery. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126(5). <https://doi.org/10.1029/2020JB021297>
- Chemke, R., Kaspi, Y., & Halavy I. (2016). The thermodynamic effect of atmospheric mass on early Earth's temperature. *Geophysical Research Letters*, 43(21). 11414–11422. <https://doi.org/10.1002/2016GL071279>
- Chen, Q., Shen, Y., Kusche, J., Chen, W., Chen, T., & Zhang, X. (2020). High-Resolution GRACE Monthly Spherical Harmonic Solutions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126(1). <https://doi.org/10.1029/2019JB018892>
- Dajek, J., Banasiak, M., Chariza, K., Curyło, S., Dajek, M., Derkowska-Pająkiewicz, D., Dzieniszewska, T., Fiedor, J., Fret, M., Jakubiak, J., Kaczmarek, D., Klimczewska, A., Łuzna, E., Mazur, C., Romanowska, J., & Sarna, R. (2009). *Atlas geograficzny Polska, kontynenty, świat*. Nowa Era.
- Maggioni, V., & Massari, Ch. (2019). *Extreme Hydroclimatic Events and Multivariate Hazards in a Changing Environment*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-02344-3>

- Getirana, A., Rodell, M., Kumar, S., Beaudoin, H. K., Arsenault, K., Zaitchik, B., Save, H., & Bettadpur, S. (2020). GRACE Improves Seasonal Groundwater Forecast Initialization over the United States. *Journal of Hydrometeorology*, 21(1), 59–71. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0096.1>
- Groh, A., Horwath, M., Horvath, A., Meister, R., Sørensen, L.S., Barletta, V.R., Forsberg, R., Wouters, B., Ditmar, P., Ran, J., Klees, R., Su, X., Shang, K., Guo, J., Shum, C.K., Schrama, E., & Shepherd, A. (2019). Evaluating GRACE Mass Change Time Series for the Antarctic and Greenland Ice Sheet—Methods and Results. *Geosciences* 2019, 9(10), 415. <https://doi.org/10.3390/geosciences9100415>
- Gruber, C., & Gouweleeuw, B. (2019). Short-latency monitoring of continental, ocean- and atmospheric mass variations using GRACE intersatellite accelerations. *Geophysical Journal International*, 217(1), 714–728. DOI:10.1093/gji/ggz042
- Kang, Z., Tapley, B., Bettadpur, S., Ries, J., Nagel, P., & Pastor, R. (2006). Precise orbit determination for the GRACE mission using only GPS data. *Journal of Geodesy* 80, 322–331. <https://doi.org/10.1007/s00190-006-0073-5>
- Loomis, B. D., Richey, A. S., Arendt, A. A., Appana, R., Deweese, Y.-J. C., Forman, B. A., Kumar, S. V., Sabaka, T. J., & Shean, D. E. (2019). Water Storage Trends in High Mountain Asia. *Frontiers in Earth Science* 7:235. DOI: 10.3389/feart.2019.00235
- Niu, G.-Y., & Yang, Z.-L. (2006). Effects of frozen soil on snowmelt runoff and soil water storage at a continental scale. *Journal of Hydrometeorology*, 7(5). <https://doi.org/10.1175/JHM538.1>
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5). <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Pritchard, H. D. (2019). Asia's shrinking glaciers protect large populations from drought stress. *Nature* 569, 649–654. DOI:10.1038/s41586-019-1240-1
- Reager, J. T., Gardner, A. S., Famiglietti, J. S., Wiese, D. N., Eicker, A., & Lo, M.-H. (2016). A decade of sea level rise slowed by climate-driven hydrology. *Science* 351, 699–703. DOI:10.1126/science.aad8386
- Tapley, B. D., Bettadpur, S., Watkins, M., & Reigber, C. (2004). The Gravity Recovery and Climate Experiment: Mission overview and early results. *Geophysical Research Letters*, 31(9). DOI:10.1029/2004GL019920
- Trenberth, K. E., Christy, J. R., & Olson, J. G. (1987) Global atmospheric mass, surface pressure, and water vapor variations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 92(D12), 14815–14826. <https://doi.org/10.1029/JD092iD12p14815>

BADANIA ZMIAN MAS ATMOSFERYCZNYCH NA OBSZARZE AZJI Z WYKORZYSTANIEM GRAWIMETRYCZNO-KLIMATYCZNEJ MISJI GRACE

Abstract: The aim of the work is to study changes in atmospheric mass and compare them with changes in the Total Water Storage (TWS) in Asia using the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) mission. The RL06 solutions from the GRACE mission concerning atmospheric mass changes and TWS changes are analyzed. The data provided by GeoforschungsZentrum Potsdam (GFZ) covered the period from January 2003 to December 2021 in 26 areas in Asia of similar climatic characteristics. Such analysis of atmospheric mass and Total Water Storage changes for the selected areas were not published until now. The research of water storage trends in High Mountain Asia shows that the TWS changes in this area may influence global mean

sea level which might affect live comfort for many people from this region that is connected with availability of freshwater. It was confirmed that GRACE monthly solutions include errors. Those errors with errors concerned with aliasing models for atmospheric mass changes might have influence of the level of temporally uncorrelated noise in the time series. Atmospheric mass changes were also monitored using GRACE intersatellite accelerations. Based on research in group comparisons, the results of both phenomena depended on the location of individual areas with specific types of climate. In general the highest TWS changes were shown in areas in the southern part of Asia which belong to Cambodia, Bangladesh, Myanmar, Laos, Thailand, India, and the lowest in the central part of Asia – Mongolia and China. The lowest atmospheric mass changes exhibited in areas which belong to Indonesia and the highest in areas placed in Russia. In areas of polar climate both phenomena turned out to have similar tendencies of changes and also similar ranges of fluctuation. The differences between TWS and atmospheric mass changes in each compared group turned out irrelevant.

Key words: GRACE, Total Water Storage, atmospheric mass, RL solution

Łukasz Gancewski

Międzynarodowe Koło Naukowe Geomatyki i Nawigacji Satelitarnej GeoSiN

Opiekun: dr inż. Grzegorz Grunwald

Wydział Geoinżynierii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

ORCID 0009-0009-5117-8443

ANALIZA DOKŁADNOŚCI NOWYCH GLOBALNYCH MAP JONOSFERY UWMG I OTHG

Wstęp

W ostatnim dziesięcioleciu zaobserwowano wzrost popularności stosowania pomiarów satelitarnych w pomiarach geodezyjnych. Wraz z ich większą powszechnością, oczekiwania dotyczące ich dokładności stale rosną. Nieprzerwanie prowadzone są badania mające na celu poprawę dokładności i uproszczenie wykonywania pomiarów GNSS.

Największym źródłem błędów w pomiarach satelitarnych od zawsze była ziemska atmosfera, a szczególnie jej górna warstwa, zwana jonosferą. Zachodzące w niej zjawiska oraz ciągłe zmiany powodują rozpraszanie oraz opóźnianie sygnałów satelitarnych, co negatywnie wpływa na dokładność pomiarów GNSS. W celu minimalizacji tych skutków opracowywane są specjalne modele matematyczne redukujące błędy spowodowane propagacją sygnału przez jonosferę¹.

Jednym z tych modeli jest model IGSG stworzony przez służbę IGS (ang. *International GNSS Service*). Modelowanie odbywa się w ośmiu globalnych centrach analiz IAAC (ang. *Ionosphere Associate Analysis Centre*). Z uwagi na wciąż istniejącą potrzebę doskonalenia metod modelowania górnej warstwy ziemskiej atmosfery różne ośrodki naukowe dążą do opracowania wysoce dokładnego modelu jonosfery. W ostatnich latach powstał m.in. UWMG stworzony na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim oraz OTHG opracowany przez niemiecki zespół badawczy DGFI-TUM (niem. *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut – Technische Universität München*).

¹ Figurski, Mariusz (2005). *Monitorowanie regionalnych zmian jonosfery z godzinnych obserwacji GPS*. Warszawa. Wojskowa Akademia Techniczna. s. 24.

W ramach badania przeprowadzono analizę dokładności tych modeli oraz porównano uzyskane wartości całkowitej zawartości elektronów TEC (ang. *Total Electron Content*). W pierwszym rozdziale poruszono tematykę jonosfery i jej wpływu na pomiary GNSS oraz sposoby modelowania jonosfery. W rozdziale drugim opisano dwa omawiane modele OTHG i UWMG oraz przedstawiono wykonane globalne mapy jonosfery, mapy różnic między modelem należącym do służby International GNSS Service oraz modelami OTHG i UWMG, oraz wartości średniej kwadratowej RMS tych różnic.

Jonosfera jako główne źródło błędów w pozycjonowaniu GNSS

Ziemska atmosfera jest to gazowa powłoka rozciągająca się od powierzchni Ziemi w kierunku przestrzeni kosmicznej. Jej właściwości fizyczno-chemiczne zmieniają się w zależności od odległości od powierzchni Ziemi². Z tego powodu atmosferę podzielono na warstwy, które odznaczają się odmiennymi właściwościami. Najczęściej przytaczanym podziałem jest podział atmosfery ze względu na kryterium termiczne, które zakłada istnienie czterech warstw: troposfery, stratosfery, mezosfery oraz termosfery.

Jonosfera jest warstwą atmosfery mieszczącą się w mezosferze i termosferze, występującą na wysokości od 70 do 1000 km nad powierzchnią Ziemi. Znajduje się w niej wysokie stężenie naładowanych jonów i swobodnych elektronów, co spowodowane zostało poprzez proces zwany jonizacją³. Jest to zjawisko, które polega na powstawaniu dodatnio naładowanych jonów poprzez różnego rodzaju promieniowanie, zwłaszcza promieniowanie ultrafioletowe. Ze względu na siłę jonizacji oraz gęstość elektronów, dzieli się jonosferę na trzy warstwy: F, E i D. Najwyższa warstwa F, o największej gęstości elektronów i tworzona przez silne promieniowanie ultrafioletowe, w ciągu dnia dzieli się na dwie podwarstwy F1 i F2. Warstwa E, znajdująca się poniżej, powstaje na skutek miękkiego promieniowania rentgenowskiego, a najniższa warstwa D, przez promieniowanie rentgenowskie twarde⁴.

Jonosfera jest warstwą zmienną, co wynika z aktywności słonecznej, w tym głównie ze zjawiska rozbłysku słonecznego. Plamy słoneczne, czyli ciemne obszary na tarczy Słońca o niższej temperaturze, pozwalają na przedostanie się jego pola magnetycznego poza wnętrze. Przecięcie się linii magnetycznych tworzy rozbłyski słoneczne, które są intensywnymi eksplozjami emitującymi plazmę słoneczną w przestrzeń kosmiczną⁵.

² Pielke, Roger (2023). *atmosphere, gaseous envelope*, [online]. Britannica.com. <https://www.britannica.com/science/atmosphere> [dostęp: 21.06.2023].

³ Encyklopedia PWN. *jonosfera*, [online]. Encyklopedia.pwn.pl. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/jonosfera;3918227.html> [dostęp: 21.06.2023].

⁴ Schaer, Stefan (1999). *Mapping and Predicting the Earth's Ionosphere Using the Global Positioning System*. Berno. Der Universität Bern . s. 41–42.

⁵ *Help* [online]. Spaceweatherlive.com. <https://www.spaceweatherlive.com/en/help.html> [dostęp: 21.06.2023].

Jonosfera ma istotny wpływ na sygnały GNSS ze względu na zmienną gęstość elektronów oraz procesy zachodzące w jej wnętrzu. Kierunek i prędkość sygnału transmitowanego przez satelitę zależny jest od częstotliwości tego sygnału oraz występowanie elektronów w jonosferze. Załamanie fal radiowych, wysyłanych przez satelitę, powoduje zniekształcenie odległości między odbiornikiem a satelitą. Zgodnie z zasadą Fermata, mówiącej, że promień świetlny porusza się najkrótszą możliwą drogą do jej przebycia, odległość ta może być oszacowana⁶. Różnica między tą odległością a odległością zmierzoną nazywana jest opóźnieniem jonosferycznym⁷. Zmiany zachodzące w jonosferze są jednak utrudnieniem w procesie przewidzenia wpływu efektu jonizacji na pomiar GNSS.

Głównym parametrem, opisującym stan jonosfery, jest wartość TEC (ang. *Total Electron Content*). Współczynnik ten opisuje ilość elektronów znajdujących się w jonosferze na drodze propagacji sygnału między odbiornikiem a satelitą. Wartość ta wyrażana jest w jednostkach TECU (ang. *Total Electron Content Unit*), gdzie 1 TECU równa się 10^{16} elektronów na metr kwadratowy⁸. TEC obliczany jest za pomocą poniższego wzoru:

$$TEC = \int N_e(\rho) d\rho, \quad (1.1)$$

gdzie $N_e(\rho)$ oznacza gęstość elektronów wzdłuż drogi propagacji sygnału satelitarnego⁹. Za pomocą tej wartości obliczyć można opóźnienie jonosferyczne:

$$\Delta_{ph,f}^{iono} = -\frac{403}{f^2} TEC, \quad (1.2)$$

gdzie f równa się częstotliwości sygnału w Hz¹⁰.

Pomiary satelitarne pozwalają na wyznaczenie wartości skośnej STEC (ang. *Slant Total Electron Content*). W celu wyznaczenia wartości pionowej VTEC (ang. *Vertical Total Electron Content*) stosuje się funkcje mapujące. Najpowszechniej wykorzystywany jest model pojedynczej warstwy (ang. *Single Layer Model*), dla którego przyjmuje się, że wszystkie elektrony występują na jednej stałej wysokości równej 350 km. Funkcja zapisywana jest wzorem:

⁶ Encyklopedia PWN. *Fermata zasada*, [online]. Encyklopedia.pwn.pl. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Fermata-zasada;3900483.html> [dostęp: 21.06.2023].

⁷ Figurski, Mariusz (2005). *Monitorowanie regionalnych zmian jonosfery z godzinnych obserwacji GPS*. Warszawa. Wojskowa Akademia Techniczna. s. 33.

⁸ *Total Electron Content*. [online]. Swpc.noaa.gov. Dostęp: <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/total-electron-content> [21.06.2023].

⁹ Schaefer, Stefan (1999). *Mapping and Predicting the Earth's Ionosphere Using the Global Positioning System*. Berno. Der Universität Bern. s. 49.

¹⁰ Jaume, Sanz Subirana, José Miguel, Juan Zornoza i Manuel, Hernández-Pajares (2011). *Ionospheric Delay*. Barcelona, Technical University of Catalonia.

$$f_{SLM} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R \cos(el)}{R+h}\right)^2}}, \quad (1.3)$$

gdzie R jest promieniem Ziemi o przyjętej wartości 6371 km, el jest kątem elewacji, a h umownie przyjętą wysokością elektronów.

Coraz powszechniej używana jest funkcja zmodyfikowana (ang. *Modified Single Layer Mapping Function*):

$$f_{MSLM} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R \cos(a+el)}{R+h}\right)^2}}, \quad (1.4)$$

gdzie do kąta elewacji dodaje się współczynnik skalowania a . Zostały przeprowadzone badania, które wykazały, że zmodyfikowana funkcja mapująca pozwala na dokładniejsze wyznaczenie wartości TEC. Najlepsze rezultaty osiąga się na wysokości równej 506.7 km i współczynniku skalowania równym 0.9782. Po uzyskaniu wartości tych funkcji wymnaża się je przez wartość STEC, żeby uzyskać końcową wartość VTEC¹¹.

Globalne mapy jonosfery IGSG

Międzynarodowa służba IGS dostarczająca powszechnie dostępny globalny model jonosfery jest stowarzyszeniem służb cywilnych, które mają na celu dostarczanie jak najbardziej precyzyjnych produktów GNSS. Od 1998 roku dostarcza ona globalne mapy całkowitej zawartości elektronów w trzech rozwiązaniach: szybkim, z opóźnieniem mniejszym niż 24 godziny, ostatecznym, z 11-dniowym opóźnieniem oraz prognozowanym, dostępnym nawet na dwa dni przed. Produkty te powstają jako wynik średniej ważonej z map otrzymywanych z 8 globalnie rozmieszczonych centrów analiz IAAC (ang. *Ionosphere Associate Analysis Centre*). Informacja o jonosferze w postaci końcowej udostępniana jest w formacie IONEX (ang. *Ionosphere Map Exchange Format*)¹².

Pliki IONEX są generowane codziennie dla danych globalnych. Obejmują okres od północy do północy dnia następnego o rozdzielczości czasowej wynoszącej dwie godziny. Jednakże produkt ten może mieć inną rozdzielczość czasową zależnie od centrum analiz go opracowującego, od 15 min do 2 godzin. Rozdzielczość przestrzenna map wynosi $2.5^\circ \times 5^\circ$. Pliki te zapisywane są w formacie ASCII. Składają się z nagłówka,

¹¹ Wielgosz, Paweł, Milanowska, Beata, Krypiak-Gregorczyk, Anna i Jarmołowski, Wojciech (2021). *Validation of GNSS-derived global ionosphere maps for different solar activity levels: case studies for years 2014 and 2018*. GPS Solutions 25, 103; Durga Rao K. i Srilatha Idnira Dutt, V. B. S. (2017). *An Assessment of Mapping Functions for VTEC Estimation using Measurements of Low Latitude Dual Frequency GPS Receiver*. Nowe Delhi, International Journal of Applied Engineering Research.

¹² Products. [online]. Igs.org. Dostęp: <https://igs.org/products> [22.06.2023].



Rysunek 1.2. Rozmieszczenie stacji IGS na świecie

Źródło: <https://network.igs.org/> [22.06.2023].

zawierającego metadane, oraz uwagi dotyczące danych, oraz sekcji danych obejmującej dane jonosferyczne rozdzielone epokami¹³.

Analiza modeli jonosfery UWMG i OTHG

Niemiecki instytut badawczy DGFI-TUM (niem. *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut – Technische Universität München*) opracował model OTHG, który opiera się na metodzie B-splajnów wielomianowych piątego stopnia dla szerokości geograficznej oraz B-splajnów trygonometrycznych trzeciego stopnia dla długości geograficznej. Model wykorzystuje funkcję mapującą pojedynczej warstwy i umożliwia uzyskanie wysokiej rozdzielczości czasowej, wynoszącej 10 minut, z opóźnieniem wynoszącym 2–3 godziny. Rozdzielczość przestrzenna tego modelu wynosi $2.5^{\circ} \times 5^{\circ}$ ¹⁴.

Model UWMG został opracowany na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim przez zespół badawczy pod kierownictwem prof. dr. hab. inż. Pawła Aleksandra Wielgosza. Jest on rozwinięciem regionalnej metodyki modelowania jonosfery¹⁵. Opiera się na opracowaniu niezróżnicowanych dwuczęstotliwościowych obserwacji fazowych systemu GNSS, pochodzących z ponad 270 stacji referencyjnych rozmieszczonych na całym świecie. W procesie opracowania obserwacji wykorzystywane są dane 30-sekundowe

¹³ Schaer, Stefan, Gurtner, Werner i Feltens, Joachim (1998). *IONEX: The IONosphere Map EXchange Format Version 1*. Darmstadt. Proceedings of the IGS Analysis Centres Workshop . s. 4.

¹⁴ Krypiak-Gregorczyk, Anna, Milanowska, Beata, Schmidt, Michael, Goss, Andreas, Erdogan, Eren, Jarmołowski, Wojciech i Wielgosz, Paweł (2022), *Comparative analysis of new pre-operational global ionosphere models from UWM and DGFI-TUM*. Neustrelitz, The International Workshop on GNSS Ionosphere.

¹⁵ Krypiak-Gregorczyk, Anna, Wielgosz, Paweł i Borkowski, Andrzej (2017). *Ionosphere Model for European Region Based on Multi-GNSS Data and TPS Interpolation*. Remote Sensing, 9(12).

z maską odcięcia horyzontu równą 10° . Jonosferę modeluje się przy użyciu rozwinięcia w szereg funkcji sferycznych. W obliczeniach wykorzystuje się zmodyfikowaną funkcję mapującą pojedynczej warstwy, a globalne mapy jonosfery generowane są za pomocą splajnów cienkopłytowych wygładzających (ang. *thin plate smoothing*). Rozdzielczość czasowa map jonosfery, generowanych codziennie z opóźnieniem 10-godzinnym, wynosi 1 godzinę, a przestrzenna $2.5^\circ \times 5^\circ$. Opracowana metodologia umożliwia jednak tworzenie map o wyższej rozdzielczości czasowej wynoszącej 10 minut oraz przestrzennej $1^\circ \times 1^\circ$ ¹⁶.

Globalne mapy jonosfery UWMG w formacie IONEX są udostępniane w usłudze przeglądania i pobierania na stronie internetowej <http://ginpos.uwm.edu.pl/iono/GLOB/>.

Tabela 2.1. Analizowane globalne mapy jonosfery

Globalny model jonosfery	Metoda modelowania	Model jonosfery	Rozdzielczość czasowa
IGSG	Średnia ważona	Kombinowany	2 godziny
OTHG	B-splajny wielomianowe 5 stopnia dla szerokości geograficznej oraz B-splajny trygonometryczne 3 stopnia dla długości geograficznej	Pojedynczej warstwy	10 min
UWMG	Harmoniki sferyczne Splajny wygładzające cienkopłytowe	Pojedynczej warstwy zmodyfikowane	1 godzina

Źródło: Krypiak-Gregorczyk i in. 2022.

Przedmiot i zakres analiz

Przedmiotem badań jest porównanie nowych globalnych map jonosfery UWMG i OTHG w stosunku do globalnych map IGSG. Analizom poddano siedem dni, od 23 sierpnia 2018 roku do 29 sierpnia 2018 roku. W dniu 26 sierpnia 2018 roku miała miejsce najsilniejsza w danym roku burza geomagnetyczna¹⁷. Dla tego dnia zaobserwowa-

00-03UTC
03-06UTC
06-09UTC
09-12UTC
12-15UTC
15-18UTC
18-21UTC
21-00UTC
00-03UTC
03-06UTC
06-09UTC
09-12UTC
12-15UTC
15-18UTC
18-21UTC
21-00UTC
00-03UTC
03-06UTC
06-09UTC
09-12UTC
12-15UTC
15-18UTC
18-21UTC
21-00UTC
00-03UTC
03-06UTC
06-09UTC
09-12UTC
12-15UTC
15-18UTC
18-21UTC
21-00UTC

Rysunek 2.1. Wartości indeksu Kp dla badanego okresu

¹⁶ Wielgosz, Paweł, Krypiak-Gregorczyk, Anna, Jarmołowski, Wojciech i Milanowska, Beata (2022). *Validation of UWM new global ionosphere model during the most severe geomagnetic storm of the year 2018*. Warszawa, FIG Congress.

¹⁷ 50 najsilniejszych burz geomagnetycznych 2018. [online]. Spaceweatherlive.com. Dostęp: <https://www.spaceweatherlive.com/pl/aktywnosc-zorzowa/50-najsilniejszych-burz-geomagnetycznych/rok/2018.html>.

no najwyższe wartości indeksu Kp w zakresie od 3 do 7+. Indeks ten jest wskaźnikiem aktywności geomagnetycznej, opartym na trzygodzinnych pomiarach magnetometrów naziemnych usytuowanych globalnie. Skala indeksu wynosi od 0 do 9, gdzie wyższe wartości wskazują na silniejsze zakłócenia w jonosferze¹⁸. Rysunek 2.1 przedstawia wartości Kp dla analizowanego okresu.

Rezultaty przeprowadzonych analiz

W celach badawczych wykorzystano pliki IONEX modeli UWMG, OTHG oraz IGSG. Przetworzenie danych zostało wykonane za pomocą środowiska MATLAB. W tym celu opracowano dwa autorskie kody źródłowe, które umożliwiły automatyzację procesu generowania i zapisywania globalnych map jonosfery i różnic oraz wyznaczenie podstawowych statystyk. Wygenerowane mapy różnic zostały wykorzystane do obliczenia wartości średniej kwadratowej RMS (ang. *root mean square*):

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (TEC_1 - TEC_2)^2}{n}}, \quad (2.1)$$

gdzie TEC_1 jest wartością TEC dla modelu IGSG, TEC_2 wartością dla modelu UWMG lub OTHG, a n ilością wszystkich wykorzystanych w obliczeniach wartości TEC.

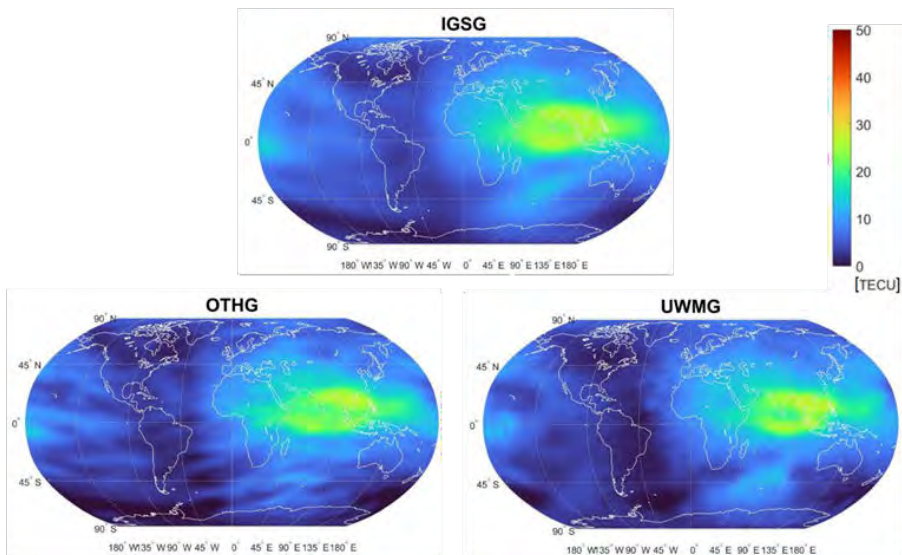
Analizę dokładności przeprowadzono dla wszystkich wygenerowanych map, jednakże w celu prezentacji wyników wybrano tylko mapy jonosfery i różnic charakteryzujące się nietypowymi wartościami całkowitej zawartości elektronów lub znaczącymi różnicami w wartościach TEC między modelami.

Dnia 23.08.2018 r., o godzinie 8:00 UTC (Rysunek 2.2) maksymalne wartości TEC, znajdujące się nad Półwyspem Indyjskim oraz Azją Południowo-Wschodnią, sięgają ok. 30 TECU. Zgodnie z rysunkiem 2.3., maksymalne różnice wartości całkowitej zawartości elektronów nie są większe niż ± 5 TECU.

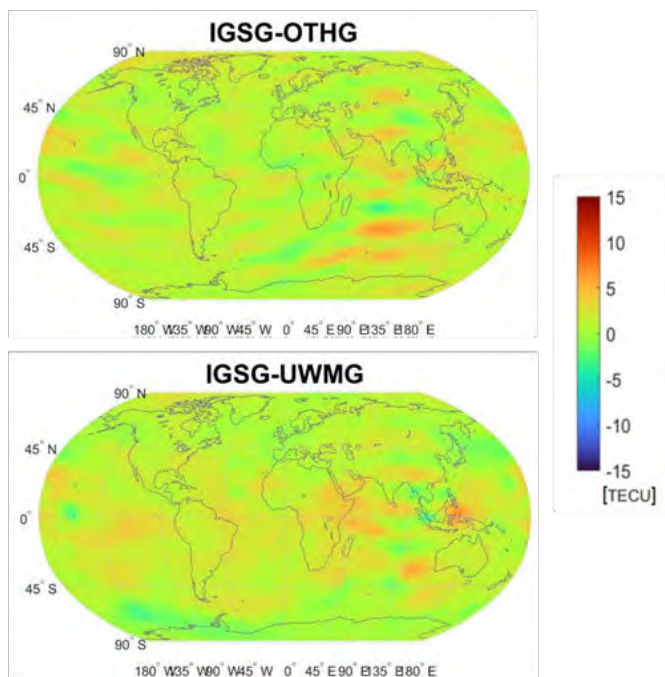
Na rysunku 2.4., o godzinie 08:00 UTC, 26.08.2018 r., zaobserwować można wysokie wartości TEC nad obszarem Oceanu Indyjskiego i Azji Południowo-Wschodniej. Model OTHG osiąga najniższe wartości maksymalne, a UWMG najwyższe, sięgające nawet 50 TECU. Na rysunku 2.5. zauważyć można wysokie różnice, sięgające +15 TECU, między modelem IGSG i UWMG nad obszarem Oceanu Spokojnego oraz -10 TECU nad terytorium Indonezji.

W dniu 26.08.2018 r., o godzinie 14:00 UTC (Rysunek 2.6) można zauważyć zmniejszenie całkowitej zawartości elektronów w jonosferze. Najwyższe wartości TEC występują w tej epoce nad obszarem Afryki Środkowej, Bliskiego Wschodu i Ameryki

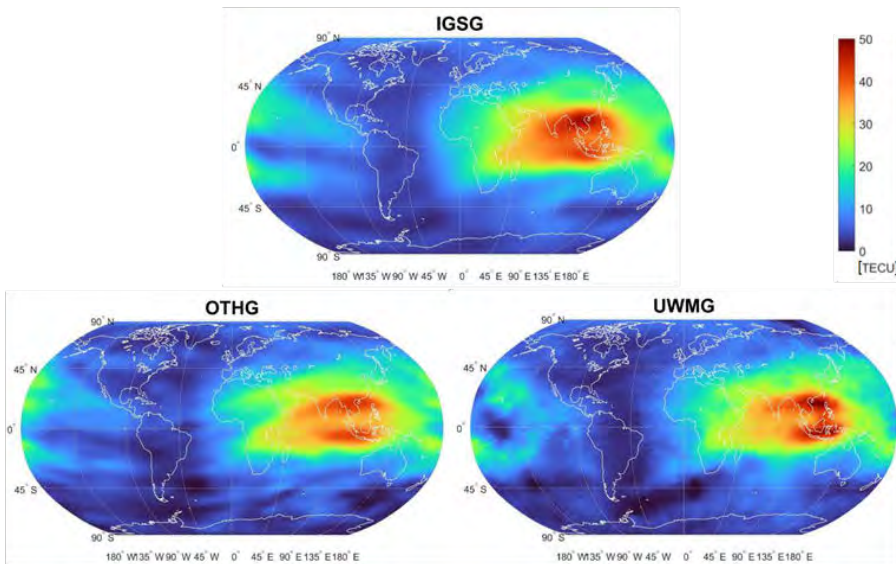
¹⁸ *Kp-index*. [online]. Spaceweatherlive.com. Dostęp: <https://www.spaceweatherlive.com/en/help/the-kp-index.html>



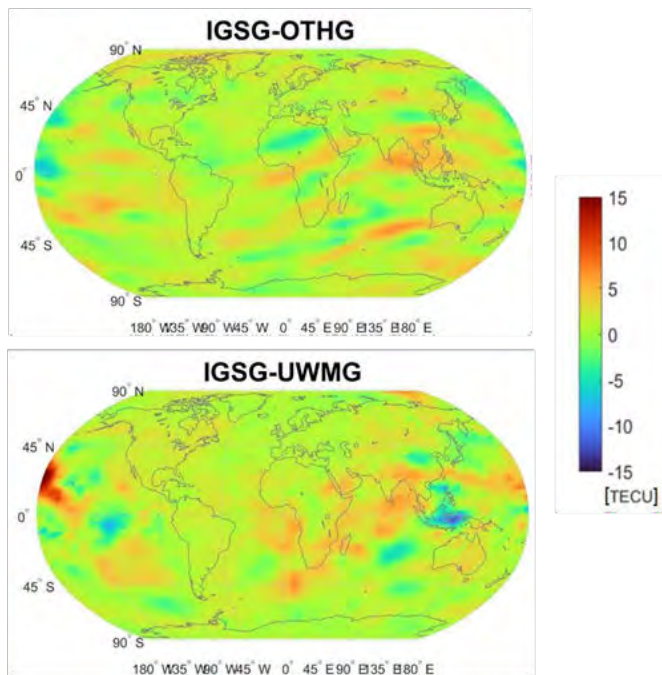
Rysunek 2.2. Globalne mapy całkowitej zawartości elektronów dla trzech analizowanych modeli IGSG, OTHG, UWMG w dniu 23.08.2018 r., godz. 08:00 UTC



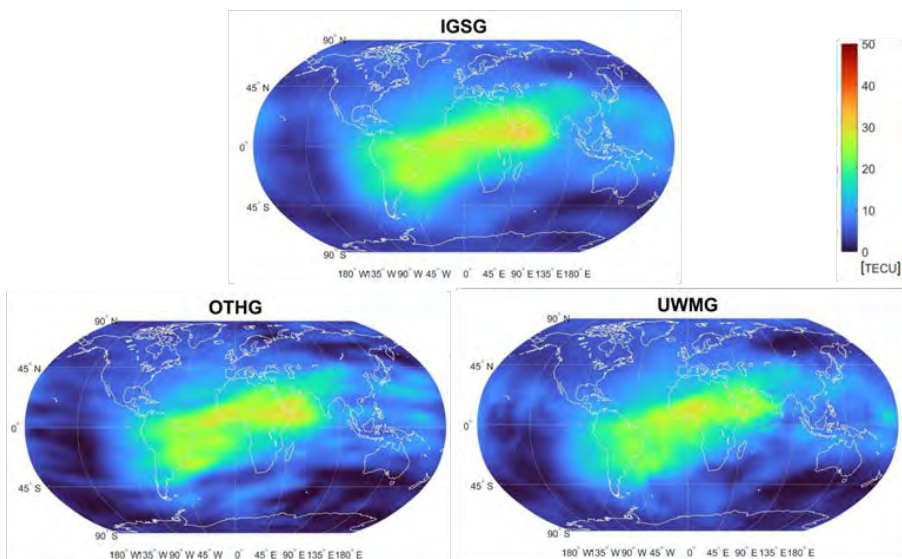
Rysunek 2.3. Mapy różnic globalnych modeli jonosfery IGSG i UWMG oraz IGSG i OTHG w dniu 23.08.2018 r., godz. 08:00 UTC



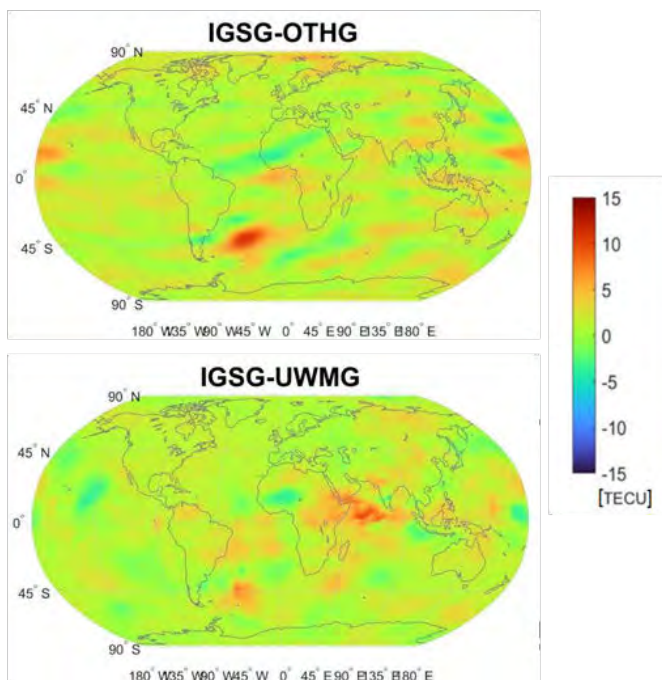
Rysunek 2.4. Globalne mapy całkowitej zawartości elektronów dla trzech analizowanych modeli IGSG, OTHG, UWMG w dniu 26.08.2018 r., godz. 08:00 UTC



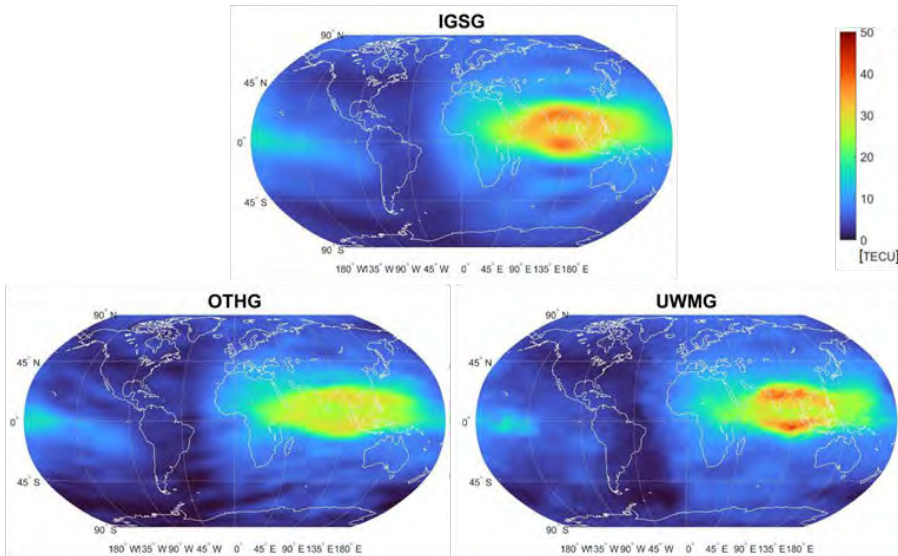
Rysunek 2.5. Mapy różnic globalnych modeli jonosfery IGSG i UWMG oraz IGSG i OTHG w dniu 26.08.2018 r., godz. 08:00 UTC



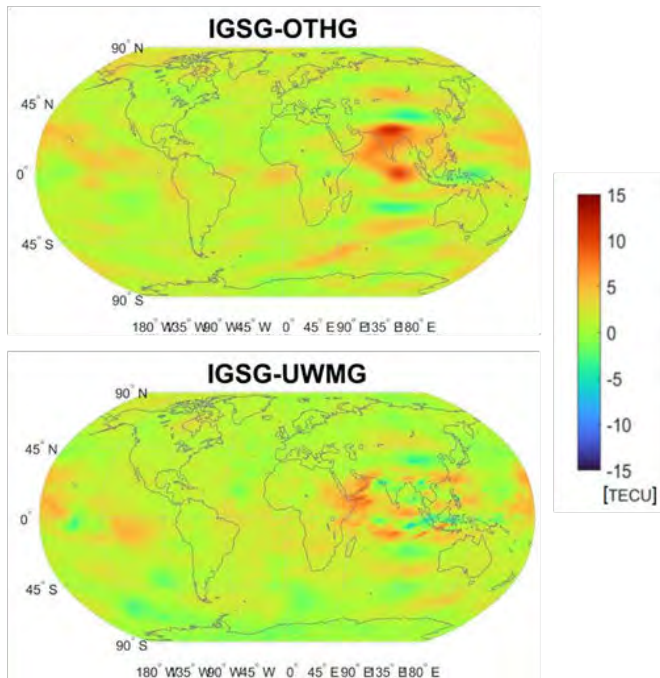
Rysunek 2.6. Globalne mapy całkowitej zawartości elektronów dla trzech analizowanych modeli IGSG, OTHG, UWMG w dniu 26.08.2018 r., godz. 14:00 UTC



Rysunek 2.7. Mapy różnic globalnych modeli jonosfery IGSG i UWMG oraz IGSG i OTHG w dniu 26.08.2018 r., godz. 14:00 UTC



Rysunek 2.8. Globalne mapy całkowitej zawartości elektronów dla trzech analizowanych modeli IGSG, OTHG, UWMG w dniu 27.08.2018 r., godz. 08:00 UTC



Rysunek 2.9. Mapy różnic globalnych modeli jonosfery IGSG i UWMG oraz IGSG i OTHG w dniu 27.08.2018 r., godz. 08:00 UTC

Południowej oraz wartości dla żadnego modelu nie przekraczają 35 TECU. Na podstawie rysunku 2.7., największe różnice między modelami występują na południowym obszarze Oceanu Atlantyckiego, gdzie wartości różnią się o około +10 TECU dla modeli IGSG i OTHG oraz nad Morzem Arabskim, gdzie różnica wynosi około +10 TECU dla modeli IGSG i UWMG.

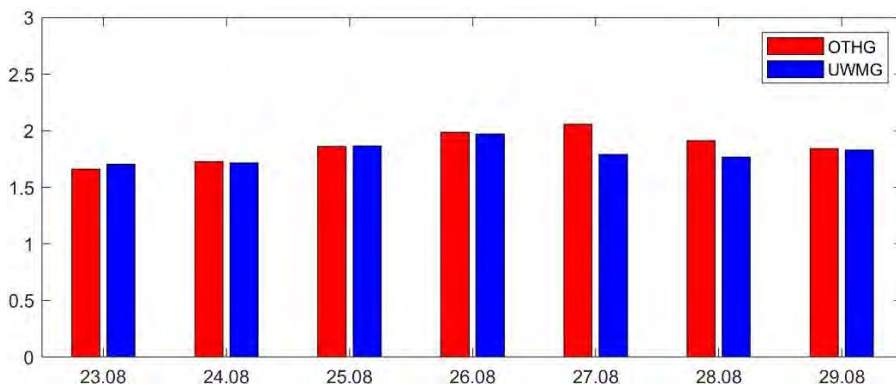
W dniu 27.08.2018 r., o godzinie 8:00 UTC, jak zauważyć można na rysunku 2.8., zaobserwowano wzrost całkowitej zawartości elektronów nad obszarem Oceanu Indyjskiego. Wartości TEC dla modelu IGSG i UWMG przekraczają 40 TECU, podczas gdy dla modelu OTHG najwyższa zanotowana wartość nie przekracza 35 TECU. W rezultacie różnice między modelem IGSG i OTHG wynoszą około +10 TECU, jak widać na rysunku 2.9.

Analiza dokładności

Statystyki wykonane dla wszystkich analizowanych modeli oraz różnic między modelami przedstawia Tabela 2.2. Obliczono wartości maksymalne TEC oraz maksymalne wartości bezwzględne różnic. Oprócz tego wyznaczono średnie kwadratowe RMS dla tych różnic, które porównano między sobą w formie wykresu słupkowe-

Tabela 2.2. Dzielne statystyki wartości TEC dla badanego okresu

Modele GIM	IGSG	OTHG	UWMG	Różnice między modelami	
				IGSG-OTHG	IGSG-UWMG
Dzień	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]
				RMS	RMS
23.08.2018	33.70	32.30	34.97	±7.80	±13.63
				1.66	1.70
24.08.2018	32.40	30.90	31.94	±9.30	±11.25
				1.73	1.72
25.08.2018	38.00	37.80	42.31	±10.30	±11.90
				1.86	1.87
26.08.2018	48.10	43.30	53.27	±11.60	±16.43
				1.99	1.97
27.08.2018	42.00	35.10	44.44	±12.00	±11.18
				2.06	1.79
28.08.2018	40.80	32.70	50.21	±12.30	±19.01
				1.91	1.77
29.08.2018	36.90	32.30	47.83	±11.50	±19.19
				1.84	1.83



Rysunek 2.10. Wykres dzienne błędów RMS modeli OTHG i UWMG dla okresu 23.08.2018 r. – 29.08.2018 r.

go. Wyniki zostały opracowane dla każdego dnia oraz całościowo, dla całego okresu objętego analizą.

Zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 2.2. najwyższe wartości TEC wystąpiły w dniu burzy geomagnetycznej, tj. 26 sierpnia 2018 roku. Dla modelu IGSG wartość ta wynosi 48.10 TECU, dla modelu OTHG, 43.30 TECU, a dla modelu UWMG, 53.27 TECU. Największe różnice między modelami występują na 2-3 dni po burzy. Różnica maksymalna między modelem IGSG i OTHG wynosi ± 12.30 TECU, dnia 28 sierpnia 2018 roku. Dzielne błędy RMS mieszczą się w zakresie od 1.70 do 1.97 TECU. Zgodnie z wykresem 2.2., największa różnica między wartościami RMS modeli OTHG i UWMG wystąpiła dnia 27 sierpnia 2018 roku, czyli w dniu, w którym jonosfera weszła w fazę regeneracji. W przypadku analizowanej burzy, faza ta charakteryzowała się wzrostem wartości TEC do stanu sprzed wystąpienia zakłóceń.

Tabela 2.3. Statystyki wartości TEC dla analizowanego okresu 23.08.2018 r. – 29.08.2018 r.

Modele GIM	IGSG	OTHG	UWMG	Różnice między modelami	
				IGSG-OTHG	IGSG-UWMG
Tydzień	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]	Max. [TECU]
				RMS	RMS
23.08-29.08	48.10	43.30	53.27	± 12.30	± 19.19
				1.87	1.81

Na podstawie danych zawartych w tabeli 2.3., dla całego analizowanego tygodnia, wartość średniej kwadratowej RMS wyniosła 1.87 TECU dla różnic między modelem IGSG i OTHG oraz 1.81 TECU między modelem IGSG i UWMG.

Podsumowanie

Niniejsze badanie miało na celu analizę dokładności nowych globalnych map jonosfery UWMG i OTHG. W ramach tej analizy skupiono się na okresie obejmującym dzień wystąpienia burzy geomagnetycznej 26 sierpnia 2018 roku oraz trzy dni przed i po tym zdarzeniu (23.08 – 29.08.2018 r.).

Dokonano opracowania globalnych modeli jonosfery oraz przeprowadzono niezbędne obliczenia statystyczne, wykorzystując autorskie kody źródłowe w środowisku obliczeniowym MATLAB. Wyniki tych analiz zostały przedstawione w formie graficznej, jako mapy jonosfery oraz mapy różnic między modelem IGSG a modelami OTHG i UWMG, umożliwiającą łatwiejszą interpretację danych. Ostatecznie, przeprowadzono obliczenia statystyczne, które obejmowały wyznaczenie średnich kwadratowych RMS tych różnic.

Na podstawie otrzymanych wyników można zauważyć, że model UWMG wykazuje znacznie wyższe wartości całkowitej zawartości elektronów w porównaniu do modelu IGSG. Wartości z modelu OTHG są bardziej zbliżone do wartości z modelu IGSG, choć z reguły wartości te są niższe. Model UWMG cechuje się niższymi wartościami RMS w porównaniu do modelu OTHG. Mimo rozbieżności w tych wartościach ocena dokładności tych globalnych map jonosfery jest skomplikowana, ponieważ wymagałoby to dodatkowych badań nad dokładnością modelu IGSG. Wcześniej wykonane badania dotyczące modeli OTHG i UWMG wskazują jednak, że model OTHG jest dokładny na niskich i średnich szerokościach geograficznych, podczas gdy model UWMG uzyskuje najlepsze rezultaty na szerokościach średnich i wysokich. Dokładność tych modeli jest zależna od dostępnych danych wykorzystanych do modelowania, co zaobserwowano dla modelu UWMG, który najniższe dokładności odnotowuje na terenach mórz i oceanów. Niemniej jednak oba modele odznaczają się lepszą rozdzielczością czasową w porównaniu do modelu służby IGS¹⁹. Wyniki tych badań wskazują na obiecującą perspektywę dla rozwoju obu analizowanych modeli, jednakże niezbędne jest dalsze doskonalenie tych modeli i ich dokładności.

Bibliografia

50 najsilniejszych burz geomagnetycznych 2018. [online]. Spaceweatherlive.com. Dostęp: <https://www.spaceweatherlive.com/pl/aktywnosc-zorzowa/50-najsilniejszych-burz-geomagnetycznych/rok/2018.html> [dostęp:21.06.2023].

¹⁹ Krypiak-Gregorczyk, Anna, Milanowska, Beata, Schmidt, Michael, Goss, Andreas, Erdogan, Eren, Jarmołowski, Wojciech i Wielgosz, Paweł (2022), *Comparative analysis of new pre-operational global ionosphere models from UWM and DGFI-TUM*. Neustrelitz, The International Workshop on GNSS Ionosphere.

- Help* [online]. Spaceweatherlive.com. <https://www.spaceweatherlive.com/en/help.html> [dostęp:21.06.2023].
- Products*. [online]. Igs.org. <https://igs.org/products> [dostęp:21.06.2023].
- The Kp-index*. [online]. Spaceweatherlive.com. <https://www.spaceweatherlive.com/en/help/the-kp-index.html> [dostęp:22.06.2023].
- Total Electron Content*. [online]. Swpc.noaa.gov. <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/total-electron-content> [dostęp: 21.06.2023].
- Durga Rao K. i Srilatha Idnira Dutt, V. B. S. (2017). *An Assessment of Mapping Functions for VTEC Estimation using Measurements of Low Latitude Dual Frequency GPS Receiver*. Nowe Delhi, International Journal of Applied Engineering Research.
- Encyklopedia PWN. *Fermata zasada*, [online]. Encyklopedia.pwn.pl. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Fermata-zasada;3900483.html> [dostęp: 21.06.2023].
- Encyklopedia PWN. *jonosfera*, [online]. Encyklopedia.pwn.pl. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/jonosfera;3918227.html> [dostęp: 21.06.2023].
- Figurski, Mariusz (2005). *Monitorowanie regionalnych zmian jonosfery z godzinnych obserwacji GPS*. Warszawa. Wojskowa Akademia Techniczna.
- Jaume, Sanz Subirana, José Miguel, Juan Zornoza i Manuel, Hernández-Pajares (2011). *Ionospheric Delay*. Barcelona, Technical University of Catalonia.
- Krypiak-Gregorczyk, Anna, Milanowska, Beata, Schmidt, Michael, Goss, Andreas, Erdogan, Eren, Jarmołowski, Wojciech i Wielgosz, Paweł (2022), *Comparative analysis of new pre-operational global ionosphere models from UWM and DGFI-TUM*. Neustrelitz, The International Workshop on GNSS Ionosphere
- Krypiak-Gregorczyk, Anna, Wielgosz, Paweł i Borkowski, Andrzej (2017). *Ionosphere Model for European Region Based on Multi-GNSS Data and TPS Interpolation*. Remote Sensing, 9(12).
- Pielke, Roger (2023). *atmosphere, gaseous envelope*, [online]. Britannica.com. Dostęp: <https://www.britannica.com/science/atmosphere> [dostęp: 21.06.2023].
- Schaer, Stefan (1999). *Mapping and Predicting the Earth's Ionosphere Using the Global Positioning System*. Berno. Der Universität Bern.
- Schaer, Stefan, Gurtner, Werner i Feltens, Joachim (1998). *IONEX: The IONosphere Map EXchange Format Version 1*. Darmstadt. Proceedings of the IGS Analysis Centres Workshop.
- Wielgosz, Paweł, Krypiak-Gregorczyk, Anna, Jarmołowski, Wojciech i Milanowska, Beata (2022). *Validation of UWM new global ionosphere model during the most severe geomagnetic storm of the year 2018*. Warszawa, FIG Congress.
- Wielgosz, Paweł, Milanowska, Beata, Krypiak-Gregorczyk, Anna i Jarmołowski, Wojciech (2021). *Validation of GNSS-derived global ionosphere maps for different solar activity levels: case studies for years 2014 and 2018*. GPS Solutions 25, 103.

ACCURACY ANALYSIS OF NEW GLOBAL UWMG AND OTHG IONOSPHERE MAPS

Abstract: One of the main source of errors in precise positioning is the ionosphere. To this day, better modelling methods are sought in order to mitigate the impact of those errors. In this article, the accuracy analysis of two new global ionosphere models UWMG and OTHG was discussed. The models were characterized and then compared to a commonly used model developed by the International GNSS Service (IGS). The accuracy and consistency of those models was evaluated during the period of the largest geomagnetic storm in 2018 (23.08 – 29.08.2018). Statistical cal-

culations were performed in own software developed in MATLAB. Total electron content (TEC) differences between the IGSG and OTHG, and ISGS and UWMG models, as well as RMS (root mean square) errors of those differences were determined. The conducted analyses have shown that both models received a similar level of root mean square values.

Key words: ionosphere, GNSS, TEC, GIM, IGS, UWMG, OTHG

Jakub Giedrewicz

Koło Naukowe "Mechanik" - PGRacing Team

Opiekun: dr inż. Bogdan Ścibiorski

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa

Politechnika Gdańska

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WAHACZY WĘGLOWYCH¹

Wstęp oraz założenia

W motorsporcie od dłuższego czasu włókno węglowe używane jest w konstrukcji wielu elementów pojazdów. Jednym z takich elementów są wahacze, które na przestrzeni lat nie tylko zmieniały swoją wielkość i wagę, ale także zastosowanie. Aktualnie wahacze są nie tylko częścią zawieszenia, ale także nierozłącznym elementem aerodynamiki.

W serii zawodów Formuły Student wahacze – zarówno te wykonane z metalu, jak i z włókna węglowego – wykonane są na kształt rurek. Pojazdy występujące w tej serii zawodów nie osiągają na tyle dużych prędkości, aby wahacze wykonane na kształt tzw. „pletwy” generowały znaczne korzyści, dodatkowo stworzenie ich przez studentów, którzy nie posiadają rozwiniętego technologicznie sprzętu, tak aby spełniały zarówno wysokie właściwości wytrzymałościowe, jak i odpowiedni kształt jest niemożliwe do wykonania. Właśnie wspomniane właściwości wytrzymałościowe są najtrudniejszym wyzwaniem w tworzeniu wahaczy wykonanych z włókna węglowego, dlatego wiele zespołów rezygnuje z takiego rozwiązania i pozostaje przy stalowych częściach.

Głównym założeniem było zaprojektowanie jak najlżejszego zawieszenia wykonanego z rurek z włókna węglowego oraz aluminium, tak, aby jednocześnie posiadały większą wytrzymałość niż siły działające w zawieszeniu pojazdu.

¹ Financial support of these studies from Gdańsk University of Technology by the DEC-14/2022/IDUB/III.4.3/Pu grant under the Plutonium Supporting Student Research Teams - 'Excellence Initiative - Research University' program is gratefully acknowledged.

Dobór właściwych rurek

Pierwszym dobieranym przez nas elementem były rurki węglowe. W naszym projekcie użyliśmy rurek o średnicy 20 mm i grubości ścianki 1,5 mm, splatanych z taśmy węglowej. Taka rurka spełnia wymagane przez nas właściwości wytrzymałościowe.



Zdjęcie 1. Rurka z włókna węglowego

Aluminiowy insert

Pierwszym projektowanym przez nas elementem był insert wykonany z aluminium 7075. Insert to element mający połączyć ze sobą rurkę węglową oraz przeguby. Przy projektowaniu tej części ważne było dobranie jej rozmiaru tak, aby warstwa kleju posiadała jak największą wytrzymałość na rozciąganie. Rozpoczęliśmy od warstwy kleju wynoszącej 0,15–0,20 mm zgodnie z zaleceniami producentów. Jednak przy tak małej warstwie problemem było dostarczenie kleju do środka rurki i jego równomierne rozprowadzenie.



Zdjęcie 2. Insert o warstwie klejonej 0,2 mm po pierwszych testach

Jak możemy zauważyć, klej przylegał do rurki i do insertu w około 20–25% powierzchni całego klejenia. Rozwiązaniem tego problemu miały być specjalnie wywiercone kanaliki przeznaczone do wytryśnięcia kleju do środka rurki. Niestety to rozwiązanie nie przyniosło oczekiwanych rezultatów, lecz posunęło nasze prace do przodu.

Ostatecznym rozwiązaniem, które dało docelowe efekty, było zwiększenie warstwy klejącej do 0,5 mm oraz zastosowanie wcześniej wspomnianych kanalików. W tym przypadku sprawdziliśmy również, jak zachowuje się klej w środku rurki – w tym celu użyliśmy przezroczystej, plastikowej rurki.



Zdjęcie 3. Insert z warstwą klejenia o grubości 0,2 mm wraz z kanalikiem



Zdjęcie 4. Warstwa 0,15 mm



Zdjęcie 5. Warstwa 0,5 mm

A finalnie po badaniach insert wyglądał tak:



Zdjęcie 6. Warstwa klejenia 0,5 mm



Zdjęcie 7. Finalny projekt insertu

Możemy zauważyć, że połączenie klejone osiągnęło taką wytrzymałość, że wyrwało warstwę włókna węglowego, co oznacza bardzo dobrą integrację kleju oraz włókna.

Badania wytrzymałości połączenia na rozciąganie oraz dobór kleju



Maszyna do pomiarów wytrzymałości na rozciąganie, której użyliśmy w naszych badaniach

Kolejnym bardzo ważnym zadaniem był dobór odpowiedniego kleju. Pod uwagę brałiśmy dwa: Loctite 9644 oraz 3M DP410. Niestety drugi klej okazał się nieodpowiedni do tego typu elementów.



Zdjęcia 8. i 9. Połączenie klejone klejem 3M

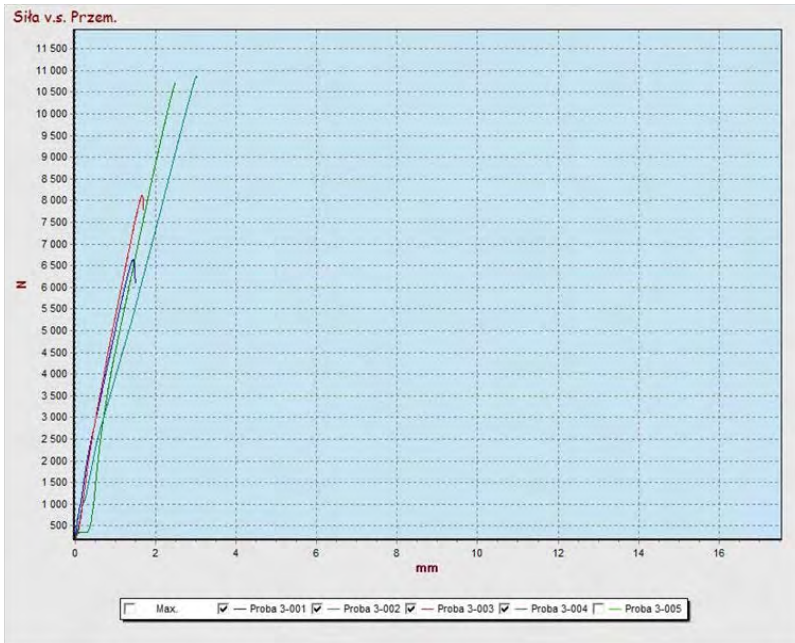
Klej ten miał problem z połączeniem się zarówno z rurką, jak i insertem aluminiowym, co pokazują również wyniki z próby badania połączenia do rozciąganie (wykres 1).

Kolorem pomarańczowym oraz ciemnoniebieskim zostały oznaczone wyniki dla kleju 3M. Uzyskane wartości są znacząco mniejsze niż dla kleju Loctite, który został oznaczony kolorem zielonym oraz jasnoniebieskim.

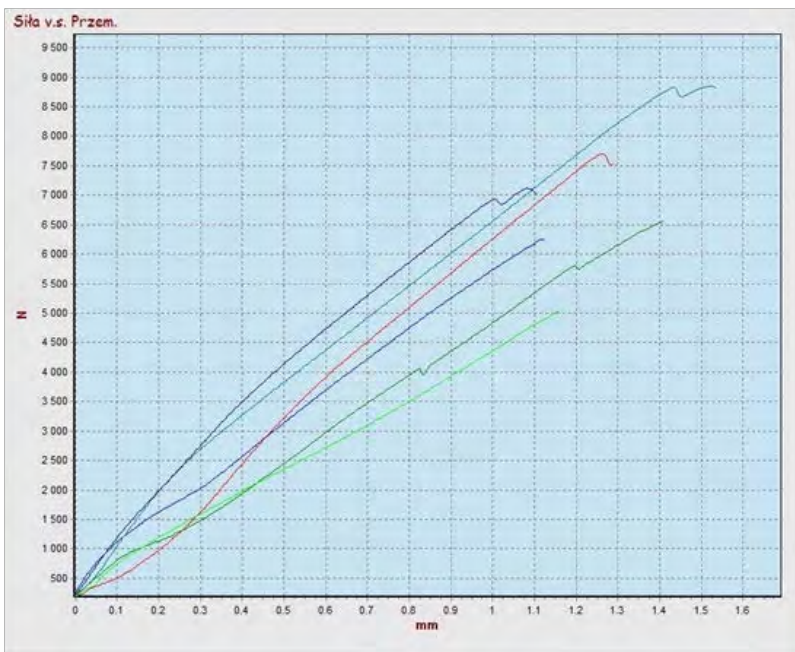
Kolejne badania ilustruje wykres 2.

Zauważalna jest duża rozbieżność wyników, co świadczy o niepowtarzalności uzyskania własności wytrzymałościowych w połączeniach klejonych. Dodatkowo wyniki nie satysfakcjonowały nas, bowiem inne zespoły uzyskiwały wyniki rzędu 15 000 N, a nawet 30 000 N, lecz przy większej powierzchni klejącej. Problemem okazało się wcześniej wspomniane wtrzyśnięcie kleju do rurki, tak aby użyć całej powierzchni insertu.

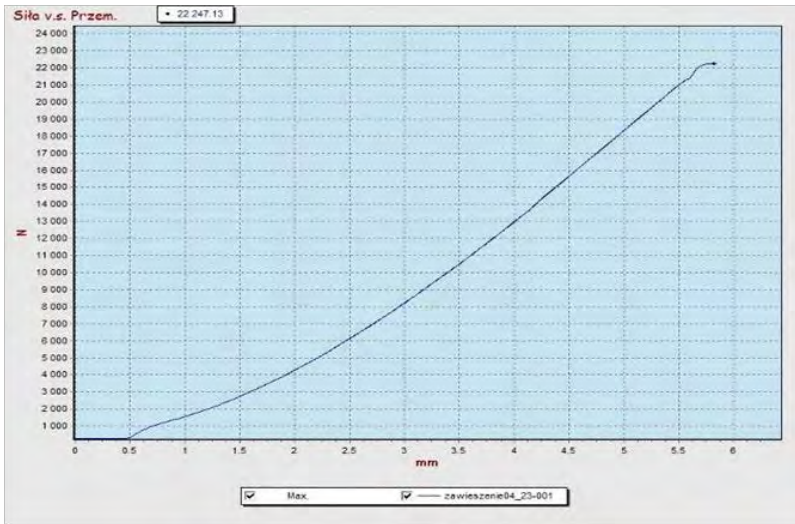
Osiągnięcie wartości przekraczającej 20 kN było dla nas bardzo dobrym wynikiem, ponieważ najwyższe siły działające w zawieszeniu pojazdu wynoszą 10 kN, więc wynik



Wykres 2



Wykres 2



Wykres 3. Dla próbki z kanałem oraz warstwą klejenia 0,5 mm

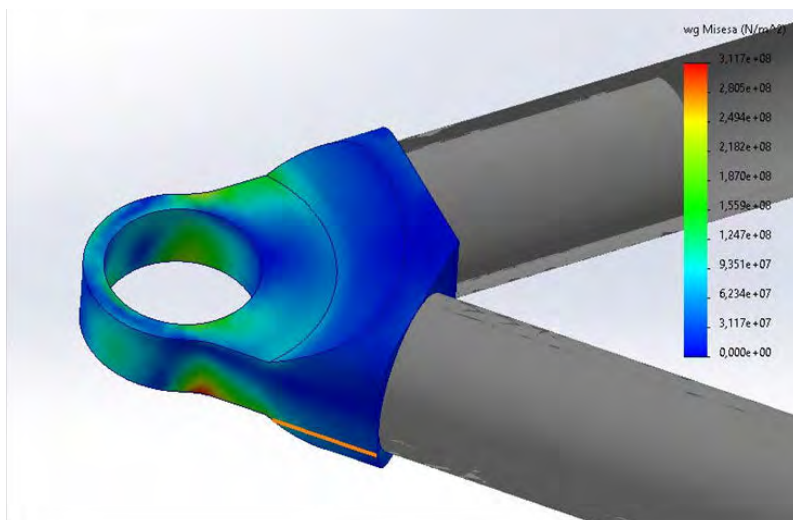
jest dwukrotnie większy niż ten potrzebny. Niestety zabrakło czasu na sprawdzenie powtarzalności wyników dla tej konfiguracji.

Projekt łącznika wahaczy

Łączniki są elementem mających na celu połączenie dwóch rurek razem z przegubem przymocowanym do zwrotnicy pojazdu. Część ta miała być wykonana, podobnie jak



Zdjęcie 10. Projekt łącznika górnego



Zdjęcie 11. Wyniki symulacji łącznika

inserty, z aluminium 7075. Staraliśmy się zaprojektować ten element, tak aby jego rozmiar i waga były jak najmniejsze przy jednoczesnym pozytywnym przechodzeniu symulacji wytrzymałościowych.

Finalnie udało nam się zaprojektować łączniki o wadze nieprzekraczającej 40 gram. W złożeniu z rurką oraz insertem waga wynosiła około 120-130 gram i jest około 30% lżejsza od jej stalowego odpowiednika.

Badania wytrzymałościowe złożonych wahaczy

Wahacze po złożeniu wyglądałyby mniej więcej tak jak na poniższej wizualizacji.



Zdjęcie 12. Wizualizacja wahacza

Ostatnim z kroków byłyby testy złożonych wahaczy zarówno na ściskanie, jak i rozciąganie do maksymalnej wartości sił występujących w zawieszeniu. Dopiero po takich testach wahacze powinny być zamontowane do bolidu.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych testów możemy stwierdzić, że:

- trudna do uzyskania jest powtarzalność właściwości wytrzymałościowych w połączeniach klejonych;
- waga jest znacząco mniejsza niż w przypadku stalowego zawieszenia;
- wartości warstwy klejenia podawane przez producentów nie mają odzwierciedlenia w praktyce;
- zdobyte przez nas doświadczenie znacząco ułatwi pracę z połączeniami klejonymi oraz włóknem węglowym;
- zostało zrealizowane założenie wytrzymałości połączenia klejonego;
- stworzony przez nas projekt może pomóc w konkurencji “Design”.

Bibliografia

- <https://multimedia.3m.com/mws/media/82792O/dp410-scotch-weld-tm-epoxy-adhesive.pdf?&fn=Dp410.pdf> [dostęp:19.06.2023].
- https://www.henkel-adhesives.com/pl/pl/produkty/structural-adhesives/loctite_ea_94660.html [dostęp:24.06.2023].
- Rządkowski W., Tracz J., Cisowski A., Gardyjas K., Groen H., Palka M., Kowalik M., *Evaluation of Bonding Gap Control Methods for an Epoxy Adhesive Joint of Carbon Fiber Tubes and Aluminum Alloy Inserts*.
- Schön J., *Coefficient of friction for aluminum in contact with a carbon fiber epoxy composite*, Swedish Defence Research Agency, Sweden.
- Vivekanandan N., Gunaki A., Acharya C., Gilbert S., Bodake R., *Design, Analysis And Simulation of Double Wishbone Suspension System*, “International Journal of Mechanical Engineering (IJME)” 2014, t. 2, nr 6, s. 1–7.

TESTING THE STRENGTH PROPERTIES OF CARBON WISHBONES

Abstract: Carbon fiber suspension components have been used in motorsport for many years. They allow to significantly reduce the weight of the vehicle while maintaining the necessary properties and strength data of the elements. One of such parts are the wishbones which are up to date at times, they also have aerodynamic functions, which are made in the shape of a “fin” made of metal would be very difficult and unprofitable in terms of weight and costs. The paper presents the methodology for obtaining the appropriate strength properties of glued connection

(aluminum insert – carbon fiber tube) by selecting the adhesive layer, method of application and its type.

Compressive and tensile forces act on the suspension in the suspension arms on the track. Therefore recommended is to obtain the highest possible shear strength with a relatively low shear strength bonding surface. Later research will allow you to catch errors and choose the best method and the assessment of repeatability, which is difficult to reproduce perfectly.

Keywords: suspension; carbon wishbones; strength test

Katarzyna Mikucka

Igor Eliasz

Mateusz Czerwiński

Koło Naukowe "Mechanik" - PGRacing Team

Opiekun: dr inż. Bogdan Ścibiorski

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa

Politechnika Gdańska

PORÓWNANIE ZASTOSOWANIA ZAAWANSOWANEJ TECHNOLOGII WYTWARZANIA KOMPOZYTÓW Z WŁÓKNA WĘGLOWEGO PREPREG I TECHNOLOGII INFUZJI NA MASĘ ELEMENTÓW ORAZ MOŻLIWOŚCI PRODUKCYJNE¹

Wstęp

Kompozyty to materiały o niezwykłych właściwościach, które odgrywają coraz większą rolę we współczesnym świecie. Wykorzystywane w różnych dziedzinach, takich jak przemysł lotniczy, motoryzacyjny, budownictwo, medycyna czy sport, kompozyty zapewniają wyjątkowe kombinacje lekkości, wytrzymałości i trwałości. Są to materiały składające się z dwóch lub więcej składników o różnej strukturze chemicznej lub fizycznej, które łączą się w celu stworzenia bardziej zaawansowanego produktu. Za poprawienie właściwości mechanicznych kompozytu odpowiadają wzmocnienia, funkcję spoiwa przyjmuje matryca. Poniższa praca skupia się na kompozytach wykonanych z włókien węglowych, w których wzmocnieniem jest tkanina węglowa, którą spaja się za pomocą żywicy. Takie połączenie zapewnia wysokie właściwości wytrzymałościowe przy zachowaniu stosunkowo niskiej masy w porównaniu do elementów metalowych. Cechuje je również duża trwałość oraz odporność na korozję. Właściwości kompozytów węglowych w dużym stopniu uzależnione są od techniki wykonania i precyzji procesu technologicznego, ale również od rodzaju zastosowanej tkaniny.

¹ Financial support of these studies from Gdańsk University of Technology by the DEC-14/2022/IDUB/III.4.3/Pu, 'Excellence Initiative - Research University' program is gratefully acknowledged

Tkaniny węglowe posiadają różne cechy w zależności od ich kierunku. Można wyróżnić tkaniny jednokierunkowe, które posiadają własności anizotropowe, zapewniające bardzo wysoką wytrzymałość wzdłużną. Następną grupą, którą należy wyodrębnić, są tkaniny dwukierunkowe, ułożone w dwóch kierunkach, ułożonych do siebie prostopadłe. Takie tkaniny zapewniają właściwości izotropowe, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie dobrych własności mechanicznych w obu kierunkach kompozytu. Tkaniny dwustronne są również bardziej elastyczne od jednostronnych, co umożliwia tworzenie bardziej złożonych kształtów. Tkaniny dwukierunkowe występują w odmiennych splotach, które mają wpływ na łatwość nasycenia kompozytu żywicą.

Włókna węglowe pozwalają dopasować wytrzymałość do przewidywalnych naprężeń. Są one znacznie silniejsze i sztywniejsze wzdłuż swojej osi, dlatego ułożenie ich równoległe do kierunku obciążenia w kompozycie zwiększa wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie oraz zginanie. Sztywność gotowego elementu również jest większa w kierunku równoległym do osi. Podczas projektowania kompozytów węglowych warto zwrócić uwagę na układ zastosowany w strukturze, przy rozmaitych wariantach kombinacji ułożenia warstw możliwe jest uzyskanie niepowtarzalnych własności, które wyróżniają kompozyty węglowe na tle innych, szeroko dostępnych materiałów. Ważne jest, żeby dobrać odpowiedni kierunek pasma do naprężeń oddziałujących na kompozyt.

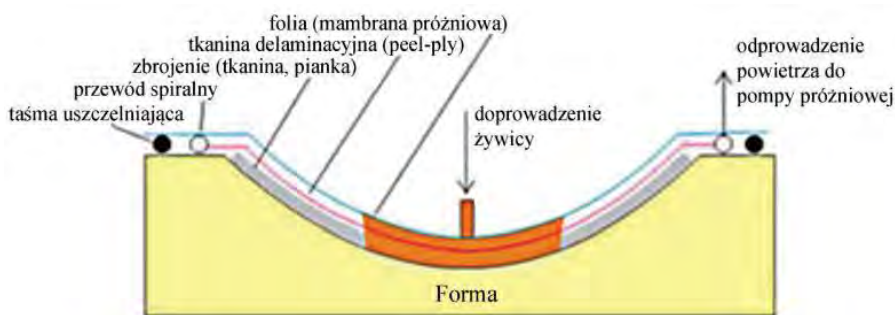
Kompozyt węglowy uzupełnia żywica, która łączy poszczególne warstwy węglowe. Osnowa żywiczna poprawia parametry końcowego wyrobu, pełni rolę wzmocnienia matrycy, umożliwiając rozkład i przenoszenie obciążeń na włókna węglowe. Żywica zapewnia i nadaje kompozytowi odporność termiczną oraz stanowi warstwę ochronną przed uszkodzeniami i wymagającymi warunkami chemicznymi.

Technologie wytwarzania kompozytów z włókna węglowego

Sposób spajania kompozytu węglowego zależy od technologii wytwarzania. Ciągły rozwój technik produkcji pozwala na tworzenie coraz bardziej innowacyjnych rozwiązań, które przekładają się na rozwój wielu dziedzin przemysłu. Publikacja porównuje dwie metody wytwarzania kompozytów, które różnią się odmiennymi procesami w czasie produkcji.

Pierwszą z nich jest metoda infuzji. W metodzie tej wykorzystywane są suche włókna węglowe przesączone następnie w próżni żywicą epoksydową. Do uzyskania pełnych właściwości cieplnych utwardzonej struktury stosuje się wygrzewanie w piecu w temperaturze 60–80°C. Produkcja elementów za pomocą metody infuzji wymaga dużej dokładności oraz odpowiedniego ułożenia poszczególnych warstw materiału. Proces rozpoczyna się od odpowiedniego przygotowania formy, na której zostaną ułożone warstwy włókien węglowych. Forma może być wykonana z tworzywa sztucznego, metalu lub innego materiału, który jest odpowiednio wyprofilowany dla docelowej części kompozytowej. Powierzchnie do wykładania przygotowuje się poprzez nałożenie

utwardzacza i rozdzielacza, dzięki czemu możliwe jest odformowanie elementu. Na przygotowanej formie włókna węglowe są układane w określonym układzie, zgodnie z wymaganiami projektowymi. Mogą to być tkaniny węglowe, maty, tkaniny jednokierunkowe lub kombinacje różnych rodzajów włókien. Warstwy są dokładnie układane, a zastosowanie odpowiedniego kierunku włókien umożliwia osiągnięcie wymaganej wytrzymałości i właściwości kompozytu. Następnie przygotowuje się system infuzyjny, który składa się z materiału wchłaniającego żywicę (np. mata z włókien szklanych) oraz separatora (np. folia). Ułożone warstwy zamyka się w folii próżniowej umożliwiającej usunięcie powietrza z wnętrza kompozytu za pomocą pompy próżniowej, co pozwala na lepsze nasycenie struktury żywicą. Po usunięciu z układu powietrza wprowadzana jest żywica. Jest to możliwe dzięki różnicy ciśnień w wlocie powietrza, wlocie żywicy (jest ona wprowadzana pod ciśnieniem atmosferycznym). Tworzone jest podciśnienie, które zapewnia różnice ciśnień pomiędzy wlotem i wylotem (żywica jest wprowadzana pod ciśnieniem atmosferycznym). Dyfuzja i oddziaływanie próżni umożliwiają nasycenie warstw separacyjnych, a następnie przesączenie włókien węglowych i wypełnienie przestrzeni pomiędzy nimi. Żywica musi posiadać odpowiednią lepkość oraz odpowiednio długi czas żelowania zapewniający pełne przesączenie włókien. Po zakończeniu infuzji kompozyt jest poddawany konsolidacji, żeby zapewnić równomierne rozprowadzenie żywicy i usunąć nadmiar powietrza. W końcowej fazie kompozyt jest wygrzewany, co umożliwia utwardzenie żywicy i tworzy trwałe połączenie z włóknami węglowymi.



Rys. 1. Schemat laminowania w metodzie infuzji [5]

W zależności od wymagań projektu i preferencji producenta w metodzie infuzji stosuje się odpowiednie media. Wybór odpowiedniego medium zależy od wymagań projektowych oraz oczekiwanych właściwości kompozytu.

Najczęściej stosowane są żywice epoksydowe, które charakteryzują się stabilnością termiczną i dobrą wytrzymałością na rozciąganie, zgniatanie i ściskanie, są one również powszechnie dostępne. Niektóre projekty mają specjalne wymagania, które należy uwzględnić, wybierając media. Odporność na wysoką temperaturę, ognioodporność

i dobre właściwości adhezyjne mogą zapewnić żywice fenolowe. Żywica fenolowa jest termoutwardzalnym polimerem i wyjątkowo wysokiej odporności chemicznej, mechanicznej i stabilności termicznej. Jest to jeden z najlepszych dostępnych materiałów ognioodpornych.

Często projekt wymaga dodatkowej odporności chemicznej i bardzo dużej wytrzymałości na uderzenia. Wymagania te spełniają żywice akrylowe, które cechuje duża sztywność oraz dobra wytrzymałość mechaniczna. Posiadają one również wysoką przezroczystość i doskonałą odporność na działanie promieniowania UV. Posiadają one jednak mniejszą wytrzymałość termiczną w porównaniu do żywic epoksydowych i fenolowych.

Na rynku dostępne są również inne media, takie jak żywice poliestrowe, żywice cyjanowe czy fenolowo-formaldehadowe. Przed wyborem mediów należy dokładnie sprawdzić jakie właściwości ma posiadać wytwarzany kompozyt.



Rys. 2. Proces infuzji żywicznej płyt przedniego skrzydła pojazdu klasy Formula Student

Źródło: opracowanie własne.

Metodą zastosowaną do porównania wyników badań jest technologia preimpregnowania. Metoda ta jest jedną z najbardziej zaawansowanych metod produkcji kompozytów węglowych. Włókna węglowe są wcześniej zaimpregnowane odpowiednią ilością żywicy. Preimpregnaty mogą być dostępne w formie arkuszy, taśm lub rolki, w zależności od wymagań produkcji. W metodzie tej, podobnie jak w metodzie infuzji, włókna wykładane są na formie według wymagań projektowych. Poszczególne warstwy konsolidowane są przez określony czas, zgodnie ze wskazanym cyklem termicznym. Głów-

nym celem konsolidacji jest usunięcie wszelkiego powietrza, które może być uwięzione między warstwami kompozytu. Usunięcie powietrza jest istotne, ponieważ może ono powodować pęcherzyki powietrza lub słabe połączenie między warstwami, co z kolei osłabiłoby wytrzymałość i właściwości mechaniczne kompozytu. Konsolidacja może się odbywać poprzez zastosowanie wałka, ręcznego dociskania lub wykorzystania worka próżniowego. Następnie kompozyt poddawany jest procesowi utwardzania termicznego, w którym żywica zmienia stan skupienia. Początkowo przeistacza się w stan ciekły, zmniejsza się również jej lepkość. Umożliwia to uwolnienie z preimpregnatu pęcherzyków powietrza. Po odessaniu nadmiaru powietrza następuje ponowne utwardzenie. Technologię preimpregnatów charakteryzuje niemożliwość do uzyskania innymi technikami porowatość struktury (maksymalnie 1%), jest to metoda ceniona ze względu na swoją jednorodność i kontrolę jakości, ponieważ nasączenie żywicą jest kontrolowane wcześniej przez producenta.

Proces wygrzewania może być również nazywany utrwaleniem. Podczas wygrzewania ważną kluczową jest kontrolowanie temperatury, czasu i ciśnienia, żeby zapewnić odpowiednie utwardzenie i właściwości końcowego kompozytu. W zależności od rodzaju stosowanej w prepregu żywicy i wymagań procesu wygrzewanie może być wykonywane różną metodą.

Do wygrzewania preimpregnatów o skomplikowanych kształtach, wymagających wysokiej precyzji stosuje się autoklawy. Autoklaw jest hermetycznym, zamykanym zbiornikiem ciśnieniowym, który umożliwia równomierne ogrzewanie i utrwalenie prepregów przy kontrolowanym ciśnieniu. Podstawowym elementem autoklawu jest komora, w której umieszcza się element kompozytowy lub formę z prepregami. Dodat-



Rys. 3. Utwardzanie konstrukcji nośnej pojazdu klasy Formula Student w autoklawie

Źródło: opracowanie własne.

kowo autoklawy wyposażone są w systemy grzewcze i chłodzące, umożliwiające kontrolę temperatury podczas wygrzewania. W autoklawach możliwe jest stosowanie cykli chłodzenia, co może wpływać na ostateczne właściwości materiału. Autoklaw umożliwia wytwarzanie zarówno małych, jak i dużych elementów takich jak kadłuby samolotów, elementy strukturalne statków oraz wiele wirniki śmigłowców.

Włókna preimpregnowane wygrzewane są także w piecach próżniowych. Zasadnicza różnica między autoklawem a piecem to wymiary elementów, które są utwardzane. Piece są zazwyczaj przeznaczone do mniejszych kompozytów. Pozwalają na kontrolę podciśnienia wewnątrz komory. Możliwa jest również kontrola temperatury i czasu wygrzewania. Podczas wygrzewania kompozytu w próżni minimalizowane są wszelkie pęcherzyki powietrza w utwardzonym materiale.

Utwardzanie prepregu może być realizowane także w prasach laminacyjnych. Są to urządzenia składające się z ramy i stołu, napędzane przez system hydrauliczny. Prepregi umieszczone są między stołem, a ramą, po czym następuje zamknięcie prasy. Generowane jest wysokie ciśnienie przy jednoczesnej kontroli temperatury. Główną różnicą między prasą, a piecami próżniowymi i autoklawami jest różnica w zasadzie działania, jednak sam proces utrwalania jest podobny.

Wymienione technologie produkcji kompozytów węglowych nie są jedynymi, jakimi można je wytwarzać. Warto wspomnieć również o technice laminowania „na mokro”. W technice tej suche włókna nakładane są na wcześniej przygotowaną formę zgodnie z wymaganiami projektowymi. Po ułożeniu warstw włókien, żywica jest aplikowana na powierzchnię włókien. Żywica jest zazwyczaj наносzona ręcznie, za pomocą pędzla, wałka lub metody natrysku. Celem jest nasycenie i pokrycie włókien w sposób równomierny. Po nałożeniu żywicy, warstwy kompozytu są konsolidowane, czyli poddawane obciążeniu, aby usunąć powietrze i zapewnić prawidłowe przyleganie między włóknami i żywicą. Może to być osiągnięte przez ręczne dociskanie, zastosowanie wałka lub wykorzystanie próżniowego worka do usuwania powietrza. Po zakończeniu procesu laminowania, kompozyt jest poddawany procesowi utwardzania termicznego, w którym żywica stwardnieje i tworzy trwałe połączenie między włóknami. Czas i temperatura utwardzania zależą od rodzaju użytej żywicy.

Badania wytrzymałościowe

Do porównania właściwości mechanicznych uzyskiwanych w technologiach infuzji oraz preimpregnatów przeprowadzono próbę rozciągania. W badaniach użyte zostały próbki wykonane w obu technologiach, identyczne pod względem struktury.

Próbki wykonano z włókna węglowego o takiej samej gramaturze oraz splocie. Zastosowano włókna dwukierunkowe o gramaturze 200 g/m² oraz splocie twill 2/2. Metoda przygotowania panelów testowych w każdej z technologii była identyczna. Ułożone zostało 8 warstw w układzie 45°/0°/45°/0°/45°/0°/45°/0°. Wykonane zostały

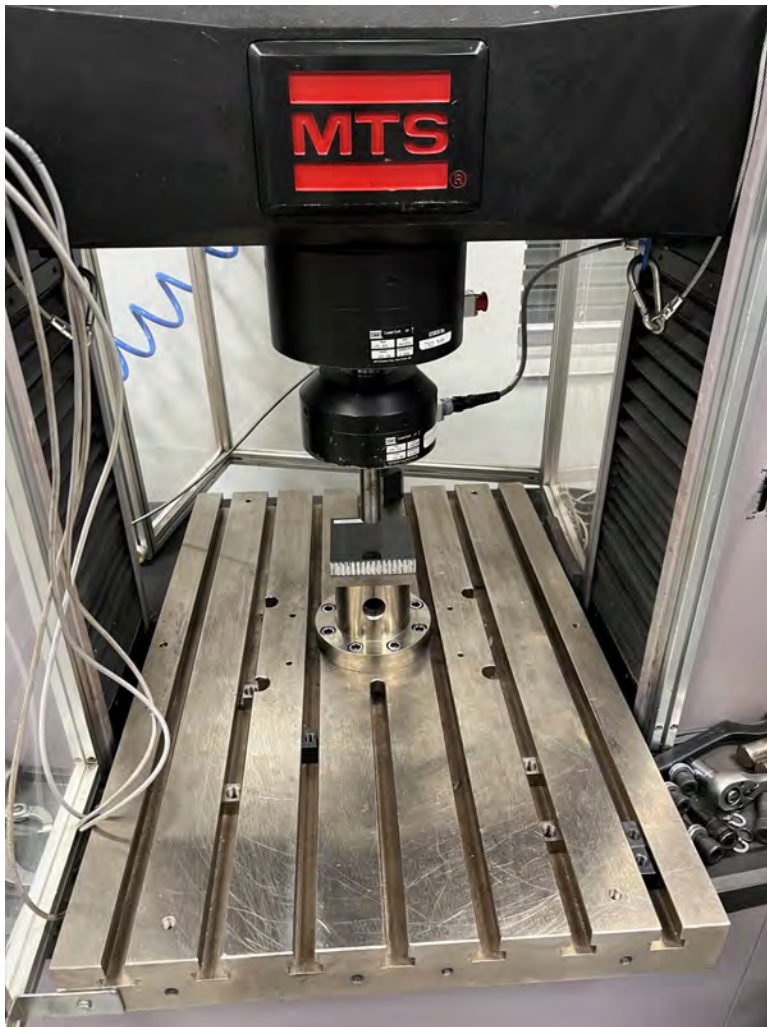
dwie płyty z włókna węglowego, które następnie zostały pocięte w próbki o wymiarach 20x3 [cm] w trzech różnych kierunkach w celu sprawdzenia, jaki wpływ na strukturę kompozytu ma kierunek włókien. Wykonano łącznie dziewięć próbek w każdej technologii, po trzy dla każdego kąta cięcia, odpowiednio 0°, 23° i 45°. Przygotowane próbki zostały zważone w celu oszacowania średniej masy w każdej z technologii. Następnie zostało przeprowadzone badanie wytrzymałościowe w celu sprawdzenia i porównania właściwości mechanicznych oraz zestawienie ich w odniesieniu do masy elementów.



Rys. 4. Badane próbki

Źródło: opracowanie własne.

Badania zostały przeprowadzone na maszynie wytrzymałościowej firmy MTS Criterion™ z Serii 40 Model C45, która posiada maksymalną siłę znamionową 300 kN z dokładnością wskazań siły na poziomie $\pm 0,5\%$ oraz dokładnością położenia w granicach $\pm 0,5\%$. Informacje te zostały zawarte przez producenta – firmę MTS Criterion™. Poprzeczkę zamontowano na dwóch kolumnach prowadzących pozwalających osiągnąć prędkość badania w zakresie od 0,005 mm/min do 750 mm/min. Kalibracja pomiarowa jest wykonywana z użyciem wzorców zgodnych z normą ISO 7500 klasy 0,5 lub ASTM E4.

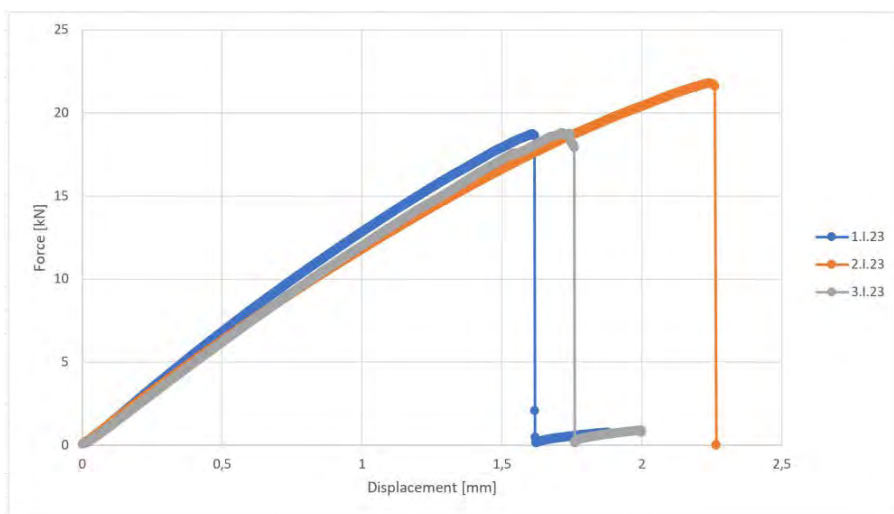


Rys. 5. Maszyna wytrzymałościowa wykorzystana do badań

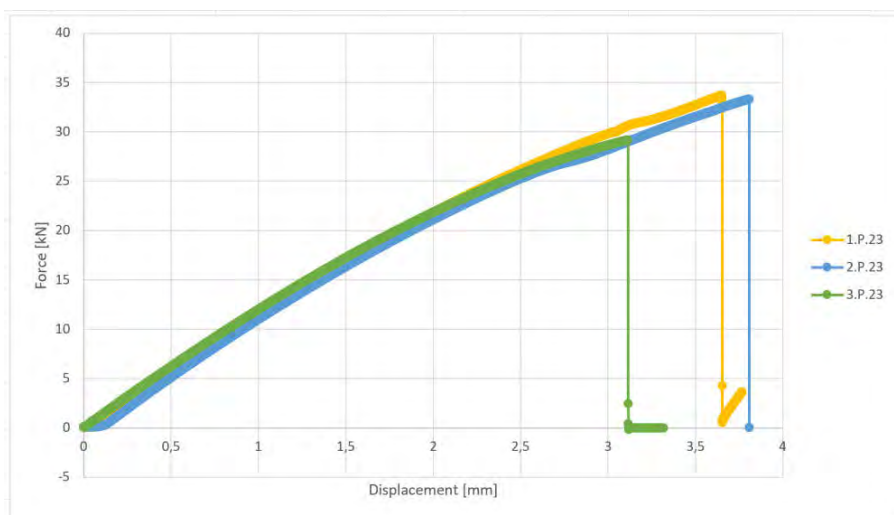
Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskane zostały informacje o wytrzymałości na rozciąganie oraz wydłużeniu przy zerwaniu próbek. Wyniki badań zestawiono ze sobą i porównano w celu sprawdzenia, która technologia umożliwia wytworzenie bardziej wytrzymałych komponentów.

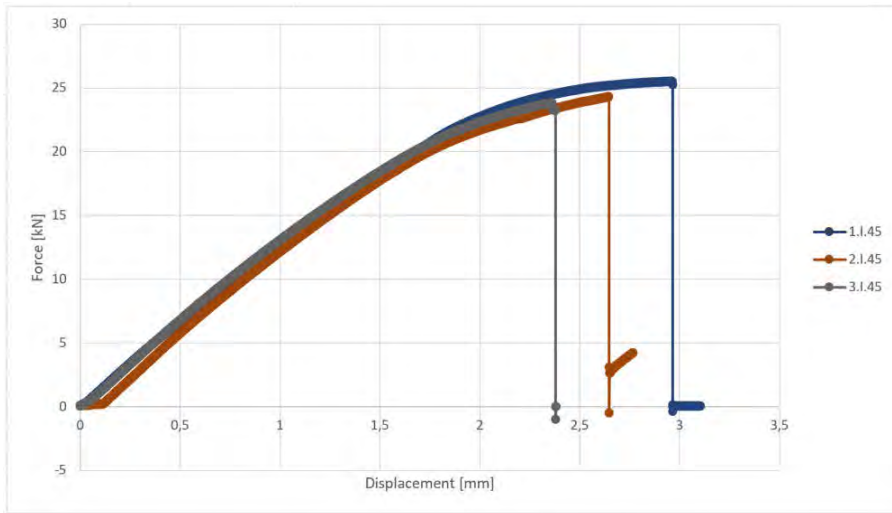
Analiza wyników



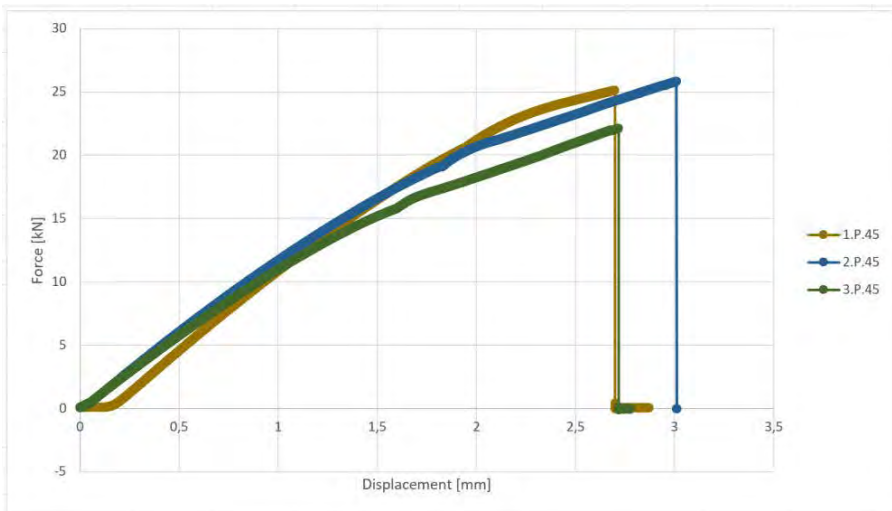
Rys. 6. Charakterystyka siły od odkształcenia – infuzja, kąt 23 stopnie



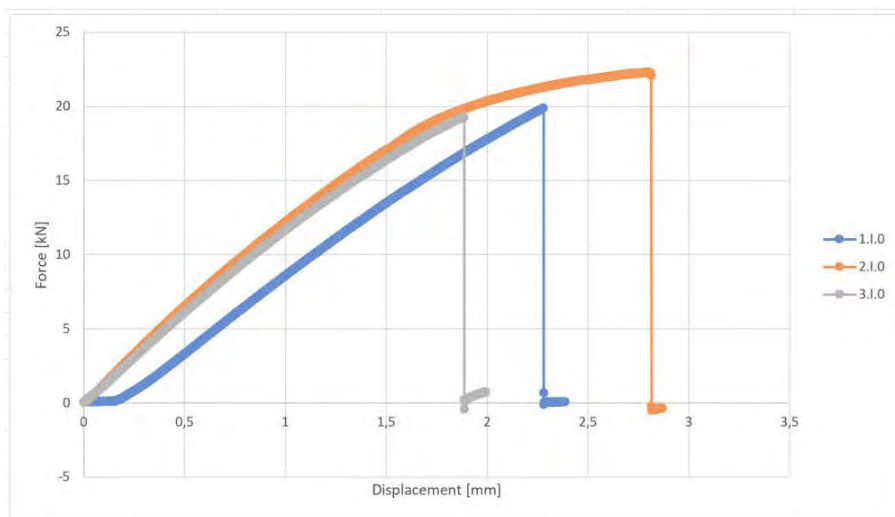
Rys. 7. Charakterystyka siły od odkształcenia – prepreg, kąt 23 stopnie



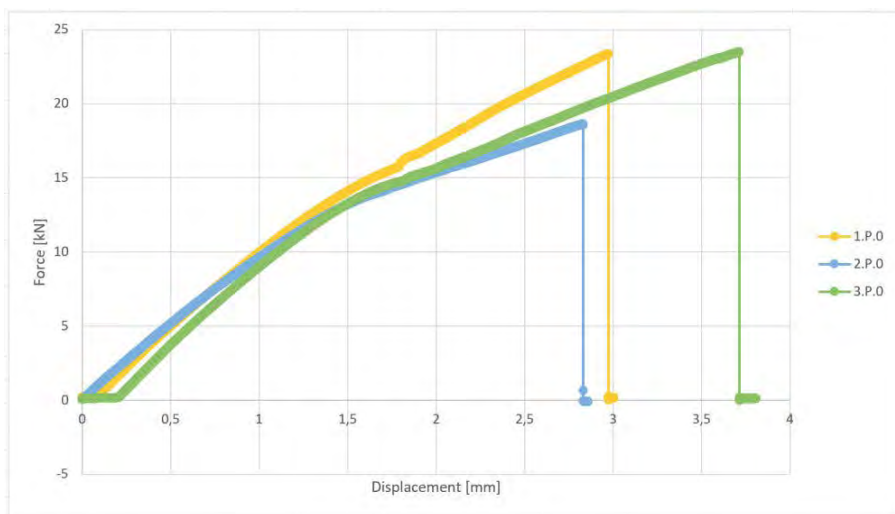
Rys. 8. Charakterystyka siły od odkształcenia – infuzja, kąt 45 stopni



Rys. 9. Charakterystyka siły od odkształcenia – prepeg, kąt 45 stopni



Rys. 10. Charakterystyka siły od odkształcenia – infuzja, kąt 0 stopni



Rys. 11. Charakterystyka siły od odkształcenia – prepreg, kąt 0 stopni

Tabela 1. Porównanie próbek

	Średnia siła maksymalna [kN]	Średnia masa [g]
Infuzja, 23 stopnie	19,78828	16,58
Infuzja, 45 stopni	24,54263	
Infuzja, 0 stopni	20,48448	
Prepreg, 23 stopnie	32,0458	16,18
Prepreg 45 stopni	24,35641	
Prepreg, 0 stopni	21,8186	

Próba rozciągania została przeprowadzona na 18 próbkach – po 3 dla danego kąta ułożenia względem włókien, wykonanych w obu technologiach produkcji. Zestawiając średnie wyniki pomiarów, można zauważyć przewagę technologii preimpregnatów przy kącie 23 stopni oraz bardzo zbliżone wartości dla próbek wykonanych w technologii infuzji oraz preimpregnatów dla pozostałych kątów. Dodatkowo przed badaniem sprawdzona została masa kompozytów, która delikatnie wskazuje na przewagę przesączonych wcześniej włókien. Może to wynikać z lepszej konsolidacji kompozytu w związku z użyciem wyższego ciśnienia podczas utwardzania oraz wyższej wytrzymałości samego systemu żywicznego. Dla osiągnięcia jednoznacznych wyników należy przeprowadzić dodatkowe badania. Dodatkowo przed badaniem sprawdzona została masa kompozytów, która delikatnie wskazuje na przewagę przesączonych wcześniej włókien.

Wnioski

Warto zaznaczyć, że produkcja kompozytów węglowych jest procesem czasochłonnym oraz kosztownym. Uzyskanie idealnej struktury wymaga wielu godzin pracy zarówno w procesie infuzji, jak i w technologii prepregów. Metoda infuzji wymaga więcej etapów i czasu produkcji, ponieważ należy przeprowadzić proces infuzji i utwardzania oddzielnie. Metoda preimpregnatów jest bardziej uproszczona i pozwala na znaczną oszczędność czasu podczas produkcji, wynikającą zarówno z łatwiejszego procesu wykładania tkaniny, jak i krótszych czasów utwardzania. Technologia preimpregnatów zapewnia bardziej jednolite i kontrolowane nasycenie żywicy wewnątrz kompozytu, ponieważ preimpregnaty są wcześniej nasączone i kontrolowane przez producenta. Infuzja może być bardziej podatna na zmienności procesu i nierównomierne nasycenie żywicy. Odpowiednie dopracowanie procesu technologicznego pozwala na uzyskanie podobnej jakości jak przy użyciu tkanin preimpregnowanych, jednak wymaga to dużego doświadczenia zarówno podczas wykładania tkanin, jak i wysokiej znajomości samego procesu. Natomiast osiągnięcie wysokiej jakości przy użyciu prepregów jest zdecydowanie prostsze nawet bez dużego doświadczenia.

Często przy wyborze technologii produkcji trzeba kierować się kosztami wykonania kompozytu. Produkcja kompozytów węglowych za pomocą metody preimpregnatów

wymaga przeznaczenia większego nakładu finansowego na formy odporne na wysokie temperatury, wymagane jest również posiadanie specjalnego pieca ciśnieniowego. Metoda infuzji pozwala na zaoszczędzenie części kosztów na formach, jednak część z nich należy przeznaczyć na specjalny osprzęt taki jak przewody i inne media transportujące żywicę.

Obie metody mają swoje zalety i zastosowanie, wybór odpowiedniej metody zależy od wymagań projektu, czasu produkcji, jakości oraz specyficznych właściwości, które należy osiągnąć w kompozycie węglowym.

Bibliografia

- Dobrzański L.A., *Podstawy nauki o materiałach i materiałoznawstwo*.
- Formela M., Pluto-Prondziński A., Pietrzyk A., *Wpływ ułożenia i rodzaju zastosowanych włókien węglowych na wytrzymałość kompozytu dla monocoque'a bolidu Formuły Student*.
- Lei Z.X., Ma J., Sun W.K., Yin B.B., Liew K.M., *Low-velocity impact and compression-after-impact behaviors of twill woven carbon fiber/glass fiber hybrid composite laminates with flame retardant epoxy resin*.
- Szymański R., *Technologia wykonania noska łopaty i wirnika nośnego, porównanie trzech technologii*.
- Trębacki K., Królicka A., *Wpływ struktury materiałów kompozytowych na własności mechaniczne*.
- Ch., Zheng D., Song G.-L., Guo Y., Liu M., Kia H., *Effect of the Microstructure of Carbon Fiber Reinforced Polymer on Electrochemical Behavior*.

COMPARISON OF THE APPLICATION OF ADVANCED PREPREG AND INFUSION CARBON FIBER COMPOSITE MANUFACTURING TECHNOLOGY ON COMPONENT WEIGHT AND PRODUCTION CAPABILITIES

Abstract: Carbon fiber composites are integral to many industries. The same is true in motorsports, where they are often the starting element for vehicle body design. They allow unique characteristics that are impossible to achieve with other materials, due to the ability to match the strength in each axis to the anticipated stresses. Another important issue affecting the aforementioned characteristics is the technology used, with the help of which the composite is produced.

This article presents the results of tests conducted on prepared specimens made of carbon prepregs and carbon fabric infused with resin using infusion technology. The strength properties, the weight of the components, as well as the prospects for the application and manufacturing capabilities of each method were compared. The study made it possible to identify the main advantages and disadvantages of the technologies, taking into account the cost of materials and production, the simplicity of fabrication, and the time and effort required to make a specimen using a given technique. The tested samples were identical in terms of the arrangement of carbon fiber fabrics of the same weight. The results of the study will allow evaluating the destiny of the method in relation to the production of a Formula Student class car.

Keywords: composites, carbon fiber, infusion, prepreg, CFRP, carbon fibre reinforced plastics

**SEKCJA NAUK
MEDYCZNYCH**

Gabriela Gutowska

Studenckie Koło Naukowe Dietetyków
Opiekun koła: dr hab. Małgorzata Kostecka
Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

DIAGNOSTYKA I LECZENIE CHOROÓB GLUTENOZALEŻNYCH

Wprowadzenie

Zboża stanowią ważne źródło składników odżywczych potrzebnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu, szczególnie zboża pełnoziarniste dostarczające witamin z grupy B oraz błonnika. Stanowią dla większości społeczeństwa bazę pokarmową, mogą być wykorzystywane do produkcji chleba, makaronów, kasz czy deserów, co pozwala na stworzenie smacznych oraz pożywnych dań. Jednakże nie wszyscy są w stanie spożywać te produkty ze względu na alergię oraz autoimmunologiczne schorzenia, związane z nietolerancją glutenu – białka znajdującego się w zbożach.

Coraz więcej osób cierpi na nietolerancję prolamin występujących w pszenicy, życie, jęczmieniu, owsie i ich pochodnych, a także w odmianach mieszańcowych¹. To białko zbożowe może być czynnikiem wywołującym objawy chorobowe i niepożądane zmiany w organizmie, gdy osoby je przyjmujące cierpią na choroby autoimmunologiczne.

W ostatnich latach dokonano klasyfikacji i zdefiniowania zaburzeń związanych z glutenem, w tym choroby trzewnej (celiakii), nadwrażliwości na gluten, dermatitis herpetiformis, a także alergii na pszenicę. W niniejszej pracy zostaną przedstawione obecne standardów z zakresu diagnostyki i leczenia chorób glutenezależnych².

¹ What is Celiac Disease?, <https://celiac.org/about-celiac-disease/what-is-celiac-disease/> „Celiac”, [dostęp: 10.07.2023].

² P. Pitchford, *Odżywianie dla zdrowia*, Łódź 2010.

Gluten

Definicja glutenu może się różnić w zależności od dziedziny nauki. Określenie glutenu według WHO/FAO odnosi się do nierozpuszczalnej frakcji białka występującego w pszenicy, życie, jęczmieniu, owsie, ich pochodnych oraz odmianach mieszańcowych³. To białko składa się z kilku frakcji, w największej ilości występują w nim gluteniny, która zalicza się do białek globularnych, dodatkowo obecna są także gliadyny, będące prolaminami. Albuminy i globuliny stanowią najmniejszą część tego białka. W naukach medycznych stosuje się bardziej precyzyjną definicję glutenu, odnoszącą się tylko do rozpuszczalnej w etanolu frakcji prolamin, która obejmuje gliadynę w pszenicy, sekalinę w życie i hordeinę w jęczmieniu. Wrażliwość enterocytów znajdujących się w jelicie cienkim, jest zależna od ilości azotu w prolaminach, ale również od sekwencji i składu aminokwasowego.

Wykazano, że mała ilość proliny nie jest szkodliwa dla osób z nadwrażliwością na gluten, w przeciwieństwie do gliadyny, która zawiera duże ilości tego aminokwasu przy N-końcu, z tego względu jest najniebezpieczniejsza dla osób z nadwrażliwością na to białko⁴.

Celiakia

Celiakia, znana również jako choroba trzewna, jest genetycznie uwarunkowaną nadwrażliwością pokarmową na gluten występujący w zbożach. Jest to ogólnoustrojowa choroba autoimmunologiczna, związana z obecnością w surowicy specyficznych przeciwciał, przy współwystępowaniu haplotypu HLA-DQ2 lub HLA-DQ8 oraz enteropatii. Charakterystyczne dla tej choroby jest zaburzenia trawienia i wchłaniania jelitowego, związane z zanikiem kosmków jelitowych, co utrudnia absorpcję substancji odżywczych z pożywienia. Początkowo celiakia była klasyfikowana jako choroba dziecięca, jednak obecnie coraz częściej diagnozuje się ją również u dorosłych, u których wcześniej przebiegała asymptomatycznie lub bez wyraźnych objawów. Wyższą częstotliwość choroby obserwuje się u kobiet niż mężczyzn.

Celiakia może manifestować się różnymi objawami, które są szeroko badane w ramach chorób autoimmunologicznych. Należą do nich zaburzenia żołądkowo-jelitowe, takie jak biegunki, wzdęcia i zaparcia, oraz zaburzenia ogólnoustrojowe, takie jak utrata masy ciała, osłabienie i zmiany skórne. Celiakia jest coraz powszechniejszą chorobą, jednak dane statystyczne mogą być obarczone pewnym błędem ze względu na

³ E. Badiu, I. Aprodu, I. Banu, *Trends in the development of gluten-free bakery Products*, „Food Technol.” 2014, nr 38(1), s. 21-36.

⁴ M. Darewicz, J. Dziuba, L. Jaszczak, *Celiakia - aspekty molekularne, technologiczne, dietetyczne*, „Przemysł Spożywczy” 2011, nr 65(1), s. 29-32.

niejednoznaczne lub utajone objawy oraz nieprawidłowe rozpoznawanie jako zespół jelita drażliwego. Największe występowanie choroby trzewnej obserwuje się w Europie, gdzie dotyka ona około 1% populacji, ale również w Stanach Zjednoczonych. Regiony Europy Środkowej i Zachodniej, Skandynawii oraz Półwyspu Apenińskiego są szczególnie narażone.

Ciekawym aspektem jest fakt, że tylko pojedyncze przypadki zachorowań odnotowano u mieszkańców Afryki, Chin i Japonii, ze względu na niskie spożycie produktów zawierających gluten. Jednak migracje populacji i dostępność importowanych produktów spożywczych powodują ciągłe zmiany w występowaniu celiakii na świecie^{5,6}.

Narażenie osób z genetyczną predyspozycją na kontakt z glutenem powoduje zapoczątkowanie choroby poprzez oddziaływanie na błonę śluzową. Uszkodzenia kosmków jelitowych powstają w wyniku kaskady reakcji immunologicznej zapoczątkowanej przez transglutaminazę tkankową u osób z predyspozycją genetyczną. Ten enzym odpowiada za reakcję deaminacji białek glutenowych bogatych w glutaminę. W wyniku tej reakcji powstają nacieki limfocytów śród nabłonkowych i dodatkowo pobudzony układ immunologiczny produkuje prozapalne cytokiny, co w efekcie prowadzi do zmniejszenia powierzchni chłonnej⁷.

Celiakia ma różne postaci i objawy kliniczne, a także różny stopień uszkodzenia błony śluzowej jelit, co prowadzi do podziału choroby na trzy główne postaci: klasyczną, niemą i letalną (utajoną). W postaci klasycznej można wyróżnić formy pełnoobjawową, niepełnoobjawową i atypową. Pierwsza z nich charakteryzuje się pełnymi objawami klinicznymi oraz znacznym uszkodzeniem śluzówki jelita. Jednakże wzrasta częstotliwość postaci atypowej, z mniej nasilonymi objawami żołądkowo-jelitowymi, oraz dodatkowymi symptomami związanymi z obrazem morfologii, w której widoczna jest niedokrwiistość. Ponadto pacjent odczuwa bóle brzucha oraz mogą występować u niego zaburzenia emocjonalne i zapalenie jamy ustnej. W przypadku dzieci poniżej 3. roku życia najczęściej występuje postać klasyczna, podczas gdy u osób starszych objawy mogą być nietypowe. Postać utajona może przebiegać bezobjawowo, ale nie

⁵ S. Husby, S. Koletzko, I. R. Korponay-Szabó, M. L. Mearin, A. Phillips, R. Shamir, R. Troncone, K. Giersiepen, D. Branski, C. Catassi, M. Leigeman, M. Mäki, C. Ribes-Koninckx, A. Ventura, K. P. Zimmer, ESPGHAN Working Group on Coeliac Disease Diagnosis, ESPGHAN Gastroenterology Committee, *European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease*, „J Pediatr Gastroenterol Nutr.” 2012, nr 54(1), s.136-160.

⁶ J. F. Ludvigsson, J.C. Bai, F. Biagi, T. R. Card, C. Ciacci, P. J. Ciclitira, P. H. Green, M. Hadjivassiliou, A. Holdoway, D. A. van Heel, K. Kaukinen, D. A. Leffler, J. N. Leonard, K. E. Lundin, N. McGough, M. Davidson, J. A. Murray, G. L. Swift, M. M. Walker, F. Zingone, D. S. Sanders, BSG Coeliac Disease Guidelines Development Group, British Society of Gastroenterology, *Diagnosis and management of adult coeliac disease: guidelines from the British Society of Gastroenterology*, „Gut.” 2014, nr 63(8), s. 1210-1228.

⁷ M. Grzymisławski, H. Stankowiak-Kulpa, M. Włochal, *Celiakia-standardy diagnostyczne i terapeutyczne 2010 roku*, „In Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2010, nr 1(1), s. 12-21.

oznacza to braku powikłań wynikających z braku leczenia. W postaci letalnej nie występują objawy, ale może ujawnić się pod wpływem infekcji, ciąży lub dużego stresu u osób z predyspozycją genetyczną⁸. Osoby cierpiące na celiakię ze względu na osłabione lub zniszczone kosmki jelitowe w mniejszym stopniu przyswajają żelazo, kwas foliowy, wapń i witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, co często prowadzi do zmniejszonej gęstości kości.

Celiakia manifestuje się typowymi objawami, w tym przewlekłą lub nawracającą biegunką, wzdęciami, nudnościami, bólami brzucha, cuchnącymi stolcami z niestrawionymi resztkami pokarmu, utratą masy ciała oraz innymi objawami ogólnymi, takimi jak osłabienie, przewlekłe zmęczenie, rozdrażnienie, kurcze mięśni, bóle kostne i stany depresyjne. Może również prowadzić do wtórnych objawów, takich jak niedokrwistość, wczesna osteoporoza i nietolerancja dwucukrów. U małych dzieci, które nie otrzymują leczenia, często zaobserwować można wzdęty brzuch i wychudzone kończyny, podczas gdy u starszych dzieci rozpoznanie choroby może wynikać z zaburzeń wzrostu, chronicznego zmęczenia, objawów neurologicznych czy zwiększonej podatności na nowotwory.

Celiakia często współwystępuje z innymi schorzeniami, takimi jak cukrzyca typu 1, choroby tarczycy, padaczka, toczeń rumieniowaty układowy, zespoły Downa, Turnera, Williama oraz zespół Sjögrena. Obserwuje się także powiązania między celiakią a zaburzeniami neurologicznymi. U dorosłych, w przypadku braku leczenia, celiakia może prowadzić do wzrostu liczby poronień, przypadków martwych urodzeń oraz zwiększonej śmiertelności okołoporodowej. U mężczyzn nieleczona choroba może wpływać negatywnie na libido, parametry nasienia oraz wzrost. Często pacjenci cierpią także na nadwrażliwość na gluten, która nie jest ani celiakią, ani alergią i nie posiada podłoża genetycznego. Ta nadwrażliwość objawia się głównie u dorosłych i jej symptomy obejmują bóle brzucha, egzemę, wysypkę, anemię, drętwienie, uczucie pełności w jelitach oraz zapalenie języka, które nasilają się po kilku godzinach od spożycia pokarmów zawierających gluten⁹.

Diagnostyka celiakii może być trudna ze względu na różnorodność objawów i różne obrazy choroby. Obecnie nie istnieje jednoznaczny test diagnozujący celiakię. Podstawową cechą diagnostyczną jest zanik kosmków jelitowych, który może być odbudowany po wprowadzeniu diety bezglutenowej. W celu potwierdzenia diagnozy, przeprowadza się badania laboratoryjne surowicy krwi w celu wykrycia charakterystycznych przeciwciał. Testy serologiczne obejmują przeciwciała przeciwko transglutaminazie tkankowej (tTG), endomyzium mięśni gładkich przewodu pokarmowego (EmA) oraz deamidowanym peptydom gliadyny (DGP). Przy postawianiu prawidłowej diagnozy bardzo

⁸ R. Wierzejska, *Dieta bezglutenowa w praktyce dietetyka*, „Żywność Człowieka i Metabolizm” 2012, nr 5(39), s. 346-354.

⁹ W. Bogusz-Kalis, *Alergeny w produktach i przetworach zbożowych*, „Przegląd Zbożowo-Młynarski” 2013, nr 57(05), s. 2-4.

istotna jest biopsja jelita cienkiego, ponieważ to właśnie tam obserwuje się najbardziej nasilone objawy. Badanie to umożliwia identyfikację zaniku kosmków jelitowych, przerostu krypt oraz wzrostu liczby limfocytów T.

Dieta bezglutenowa jest obecnie jedynym skutecznym sposobem leczenia celiakii. Jeśli dieta nie przynosi oczekiwanych rezultatów, można rozważyć terapię farmakologiczną, taką jak stosowanie glikokortykosteroidów lub immunosupresantów. Istnieją również badania nad terapią enzymatyczną i opracowywaniem szczepionki na celiakię. W modelu przedklinicznym zastosowano szczepionkę zawierającą roztwór glutenu o wzrastającym stężeniu. Taki płyn zawierał peptydy wywołujące reakcję układu odpornościowego związanego z limfocytami typu T u osób z haplotypem HLA-DQ2. Takie peptydy stanowiły lek wspomagający tolerancję immunologiczną w tym typie choroby trzewnej¹⁰. Prolyndopepydazy to enzymy bakteryjne, których działanie ma zmniejszać toksyczność glutenu, taka terapia enzymatyczna, może stanowić wsparcie dla pacjentów zmagających się z glutenezależnymi chorobami. Osoby cierpiące na celiakię muszą unikać produktów zawierających gluten i korzystać z bezglutenowych zamienników, takich jak mąka z innych zbóż. W przypadku produktów spożywczych niedostępnych dla osób z celiakią, istnieją bezglutenowe alternatywy, które można stosować.

Dermatitis herpetiformis

Dermatitis herpetiformis, znana również jako opryszczkowe zapalenie skóry, jest związana z nietolerancją glutenu. Choć głównie kojarzona jest z celiakią, dzieli również wspólną etiologię skórą i jelitową. Objawia się przede wszystkim poprzez występowanie zmian skórnych i świądu, a zaburzenia jelitowe są mniej nasilone. Dermatitis herpetiformis, postać dermatozapęcherzowa często manifestuje się u dzieci, choć zdarzają się również przypadki u dorosłych. Grudkowo-pęcherzowe zmiany skórne, czasami towarzyszące pokrzywce, mogą pojawiać się na całym ciele, ale przede wszystkim na skórze pośladków i łokci, co może prowadzić do mylnego utożsamienia objawów z reakcjami alergicznymi na kontakt. Charakter zmian skórnych w powyższej chorobie jest zróżnicowany, obejmując drobne pęcherzyki w układzie wianuszkowatym oraz pęcherze podnaskórkowe, które można potwierdzić histologicznie. Mechanizm determinujący występowanie zmian skórnych w określonych regionach ciała pozostaje nadal niejasny. Tę tendencję wyjaśnia się zaburzeniami immunologicznymi lub zwiększoną wrażliwością skóry na urazy. Istnieje również niewyjaśnione zagadnienie dotyczące obecności złogów immunoglobulin typu A (IgA) w pozornie zdrowej skórze, które nie są bezpośrednio związane z obecnością pęcherzy. Wskazuje się, że

¹⁰ F. Zingone, P. Capone, C. Ciacci, *Celiac disease: Alternatives to a gluten free diet*, „World J Gastrointest Pharmacol Ther.” 2010, nr 1(1), s. 36-39.

istnieje pewna krytyczna masa złożeń konieczna do wywołania procesów zapalnych w skórze. Ponadto, w naskórku, zwłaszcza w miejscach podatnych na ucisk, możliwe jest obecność sieci cytokinowych lub zmienionej aktywności enzymów odpowiedzialnych za degradację macierzy.

Rozpoznanie dermatitis herpetiformis wymaga potwierdzenia obecności zaburzeń immunologicznych w skórze oraz obecności przeciwciał przeciwko endomysium mięśni gładkich, które są charakterystyczne dla współwystępującej enteropatii glutenozałecznej. Skuteczną metodą leczenia omawianego schorzenia jest stosowanie sulfonów, które przynoszą znaczącą poprawę, szczególnie w objawach skórnych, jednak nie rozwiązują problemów jelitowych. W związku z tym pacjenci muszą ściśle przestrzegać zaleceń lekarzy i dietetyków, eliminując gluten z codziennej diety, co korzystnie wpływa na dolegliwości jelitowe i zmiany skórne^{11, 12}.

Nieceliakalna nadwrażliwość na gluten

Nadwrażliwość na gluten niezwiązana z celiakią, znana jako nieceliakalna nadwrażliwość na zboża glutenowe, była przez wiele lat kojarzona z celiakią. Dopiero pod koniec poprzedniego wieku opublikowano pierwsze doniesienia o odrębności tych schorzeń. Badania wykazały, że u pacjentów cierpiących przez długie lata na uporczywe biegunki, bóle brzucha, chroniczne zmęczenie i złe samopoczucie, nie stwierdzono żadnych nieprawidłowości w biopsji jelita czczego ani nieprawidłowych parametrów krwi. Jednak po wprowadzeniu diety bezglutenowej zaobserwowano wyraźne złagodzenie objawów.

Postawienie właściwej diagnozy w przypadku nieceliakalnej nadwrażliwości na gluten jest trudne ze względu na podobne objawy do choroby trzewnej. Szacuje się, że około 6% pacjentów cierpiących na zaburzenia związane z glutenem ma nieceliakalną nadwrażliwość¹³.

Obecnie nie istnieją żadne testy immunologiczne ani kliniczne stosowane w diagnozowaniu nadwrażliwości na zboża glutenowe. Jediną możliwością jest przeprowadzenie prowokacji glutenem. Takie badanie opiera się początkowo na 3 tygodniowej eliminacji glutenu, a następnie wprowadzeniu go ponownie w ilości 16-20g/dobę. Gdy objawy związane z nieceliakalną nadwrażliwością na glutenu ulegną nawrotowi, wska-

¹¹ B. Dziankowska-Bartkowiak, E. Waszczykowska, A. Żebrowska, *Udział metaloproteinaz i ich inhibitorów w patomechanizmie wybranych chorób skóry*, „Alergia Astma Immunologia” 2004, 9(2), s. 71-79.

¹² B. T. Cooper, G. K. Holmes, R. Ferguson, R. A. Thompson, R. N. Allan, W. T. Cooke, *Gluten-sensitive diarrhea without evidence of celiac disease*, „Gastroenterology” 1980, nr 79, s. 801-806.

¹³ A. Sapone, J. C. Bai, C. Ciacci, J. Dolinsek, P. H. Green, M. Hadjivassiliou, K. Kaukinen, K. Rostami, D. S. Sanders, M. Schumann, R. Ullrich, D. Villalta, U. Volta, C. Catassi, A. Fasano, *Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification*, „BMC Med.” 2012, nr 10, s. 10-13.

zuje to na diagnozę tego schorzenia¹⁴. Niemniej jednak, niektórzy badacze sugerują, że przyczyną nadwrażliwości na zboża glutenowe mogą być inne czynniki niż same białka lub węglowodany zawarte w glutenie lub może to być efekt nocebo, czyli podświadome przekonanie, że gluten szkodzi¹⁵.

Dieta bezglutenowa

W ubiegłym wieku choroby glutenezależne były uznawane za rzadkie – z tego względu wiedza lekarzy i dietetyków w tym aspekcie była ograniczona. Wraz z rosnącym rozpoznawaniem problemów z tolerancją glutenu, wzrasta zainteresowanie osób związanych z dietoterapią nowoczesnymi metodami żywienia oraz produkcji wygodnych produktów dla pacjentów.

Jedynym dotychczas znane rozwiązanie terapeutyczne dla celiakii polega na konsekwentnym stosowaniu diety bezglutenowej przez całe życie. Taka dieta wymaga wykluczenia z codziennego menu produktów zawierających gluten, takich jak pszenica, żyto i jęczmień oraz owies. Rygorystyczne przestrzeganie takiej diety jest niezwykle uciążliwe. Codzienna dieta jest pełna produktów zbożowych zawierających prolaminy, takich jak pieczywo, wyroby cukiernicze i przetwory zbożowe, które muszą zostać zastąpione produktami bezglutenowymi. Obecnie na rynku istnieje szeroki wybór takich produktów, co umożliwia przygotowanie różnorodnych posiłków w domu. Mimo postępów, ciągle istnieje znaczny problem z dostępnością potraw i napojów bezglutenowych w restauracjach i barach, gdyż nie wszystkie lokale gastronomiczne oferują takie opcje. Wzrost świadomości na temat tej kwestii, przede wszystkim dzięki aktywności stowarzyszeń pacjentów, prowadzi do powstawania specjalistycznych sklepów i restauracji, które lepiej odpowiadają na potrzeby osób z nietolerancją glutenu¹⁶.

Podsumowanie

Podstawowym komponentem w naszej codziennej diecie są artykuły zbożowe, które pełnią funkcję głównego źródła kalorii. Coraz większe zainteresowanie budzą obecnie alternatywne zboża i pseudozboża pozbawione prolaminy, substancji budującej gluten.

¹⁴ K. Hozyasz, *Nieceliakalna nadwrażliwość na gluten (NCNG) – choroba ponownie odkryta*, „Family Medicine & Primary Care Review” 2016, nr (1), s. 79-83.

¹⁵ J. R. Biesiekierski, S. L. Peters, E. D. Newnham, O. Rosella, J. G. Muir, P. R. Gibson, *No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates*, „Gastroenterology” 2013, nr 145(2), s. 320-328.

¹⁶ I. Rybicka, *Zmiany na rynku żywności bezglutenowe*, „Przemysł Spożywczy” 2014, nr 8(68), s. 32-35.

Wraz z postępem medycyny oraz tempem naszego życia, alergię pokarmowe diagnozowane są coraz częściej zarówno u dzieci, jak i dorosłych. Międzynarodowy Komitet FAO/WHO opracował normy regulujące dopuszczalny poziom glutenu w żywności specjalnego przeznaczenia, a także ustalił system oznakowania. Jednym z powszechnie rozpoznawalnych symboli graficznych na skalę globalną jest znak przekreślonego kłosa.

Należy mieć świadomość, iż obecność glutenu w powszechnie spożywanych produktach spożywczych stanowi zagrożenie dla osób cierpiących na nietolerancję glutenu, chorobę trzewną oraz dermatitis herpetiformis. Konsumpcja glutenu prowadzi do uszkodzenia kosmków jelitowych, zaburzeń wchłaniania składników odżywczych z pożywienia oraz może powodować różnorodne powikłania i zmiany skórne. Obecnie najbardziej skutecznym sposobem leczenia osób dotkniętych schorzeniami glutenezależnymi jest przestrzeganie diety bezglutenowej, która wyklucza spożywanie jakichkolwiek produktów pochodzenia pszennego, żytniego, jęczmiennego i owsianego.

Bibliografia

- Badiu E., Aprodu I., Banu I., *Trends in the development of gluten-free bakery products*, „Food Technol.” 2014, nr 38(1), s. 21-36.
- Biesiekierski J.R., Peters S. L., Newnham E. D., Rosella O., Muir J.G., Gibson P. R., *No effects of gluten in patients with self-reported non-celiac gluten sensitivity after dietary reduction of fermentable, poorly absorbed, short-chain carbohydrates*, „Gastroenterology” 2013, nr 145(2), s. 320-328.
- Bogusz-Kalis W., *Alergeny w produktach i przetworach zbożowych*, „Przegląd Zbożowo-Młynarski” 2013, nr 57(05), s. 2-4.
- Cooper B.T., Holmes G.K., Ferguson R., Thompson R.A., Allan R.N., Cooke W. T., *Gluten-sensitive diarrhea without evidence of celiac disease*, „Gastroenterology” 1980, nr 79, s. 801-806.
- Darewicz M., Dziuba J., Jaszczak L., *Celiakia - aspekty molekularne, technologiczne, dietetyczne*, „Przemysł Spożywczy” 2011, nr 65(1), s. 29-32.
- Dziankowska-Bartkowiak B., Waszczykowska E., Żebrowska A., *Udział metaloproteinaz i ich inhibitorów w patomechanizmie wybranych chorób skóry*, „Alergia Astma Immunologia” 2004, 9(2), s. 71-79.
- Grzymisławski M., Stankowiak-Kulpa H., Włochal M., *Celiakia-standardy diagnostyczne i terapeutyczne 2010 roku*, „In Forum Zaburzeń Metabolicznych” 2010, nr 1(1), s. 12-21.
- Hozyaszk K., *Nieceliakalna nadwrażliwość na gluten (NCNG)-choroba ponownie odkryta*, „Family Medicine & Primary Care Review” 2016, nr (1), s. 79-83.
- Husby S., Koletzko S., Korponay-Szabó I.R., Mearin M.L., Phillips A., Shamir R., Troncone R., Giersiepen K., Branski D., Catassi C., Lelgeman M., Mäki M., Ribes-Koninckx C., Ventura A., Zimmer K.P., ESPGHAN Working Group on Coeliac Disease Diagnosis, ESPGHAN Gastroenterology Committee, *European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease*, „J Pediatr Gastroenterol Nutr.” 2012, nr 54(1), s.136-160.
- Ludvigsson J.F., Bai J.C., Biagi F., Card T. R., Ciacci C., Ciclitira P. J., Green P. H., Hadjivassiliou M., Holdaway A., van Heel D.A., Kaukinen K., Leffler D.A., Leonard J.N., Lundin K.E., McGough N., Davidson M., Murray J.A., Swift G.L., Walker M. M., Zingone F., Sanders D.S.,

- BSG Coeliac Disease Guidelines Development Group, British Society of Gastroenterology, *Diagnosis and management of adult coeliac disease: guidelines from the British Society of Gastroenterology*, „Gut.” 2014, nr 63(8), s. 1210-1228.
- Pitchford P., *Odżywianie dla zdrowia*, Łódź 2010.
- Rybicka I., *Zmiany na rynku żywności bezglutenowe*, „Przemysł Spożywczy” 2014, nr 8(68), s. 32-35.
- Sapone A., Bai J. C., Ciacci C., Dolinsek J., Green P. H., Hadjivassiliou M., Kaukinen K., Rostami K., Sanders D. S., Schumann M., Ullrich R., Villalta D., Volta U., Catassi C., Fasano A., *Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification*, „BMC Med.” 2012, nr 10, s. 10-13.
- What is Celiac Disease?*, online, <https://celiac.org/about-celiac-disease/what-is-celiac-disease/> „Celiac”, [dostęp: 10.07.2023].
- Wierzejska R., *Dieta bezglutenowa w praktyce dietetyka*, „Żywnienie Człowieka i Metabolizm” 2012, nr 5(39), s. 346-354.
- Zingone F., Capone P., Ciacci C., *Celiac disease: Alternatives to a gluten free diet*, „World J Gastrointest Pharmacol Ther.” 2010, nr 1(1), s. 36-39.

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF GLUTEN-RELATED DISEASES

Abstract: A staple component in our daily diet is cereal articles, which act as a major source of calories. There is now growing interest in alternative cereals and pseudo-cereals that are devoid of prolamines, the building block of gluten. Such cereals are a good option for people suffering from gluten-related diseases, which include visceral disease (celiac disease), wheat allergy, gluten sensitivity, or dermatitis herpetiformis. The purpose of this paper is to present current standards in the diagnosis and treatment of gluten-dependent diseases. Currently, the most effective treatment for people affected by gluten-dependent diseases is to follow a gluten-free diet, which excludes the consumption of any wheat, rye, barley and oat products.

Key words: gluten, coeliac disease, dermatitis herpetiformis, non-celiac gluten sensitivity, gluten-free diet

Monika Lis

ORCID: 0000-0003-4021-919X

SKN Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Onkologicznej

Opiekun koła: dr. n. med. Katarzyna Mech

Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Onkologicznej
Warszawski Uniwersytet Medyczny

WYZWANIE CHIRURGICZNE: RESEKCJA RAKA WĄTROBOWOKOMÓRKOWEGO U PACJENTA Z ZESPOŁEM ALAGILLE'A – OPIS PRZYPADKU

Wprowadzenie

Zespół Alagille'a jest chorobą dziedziczną autosomalnie dominującą, która w polskiej populacji występuje z częstotliwością 1 na 70 000 osób. Obraz kliniczny jest bardzo różnorodny- od postaci subklinicznych po zagrażające życiu prezentacje, co może objawiać się różnymi manifestacjami tej choroby wśród członków rodziny¹. Przyczyną tej szerokiej gamy prezentacji klinicznych jest różny stopień penetracji genu JAGGED1 (JAG1) lub NOTCH2.

Objawy charakterystyczne dla zespołu Alagille'a można podzielić na siedem głównych grup:

- wątrobowe: redukcja liczby dróg żółciowych wewnątrzwątrobowych prowadząca do cholestazy, hiperbilirubinemia związana, świąd, żółtaki, marskość wątroby
- sercowe: stenoza pnia płucnego, tetralogia Fallota, stenoza aortalna, defekty przegrody międzykomorowej oraz międzyprzedsionkowej,
- nerkowe: dysplazja nerkowa, kwasica
- układu kostnego: malformacje kręgosłupa, patologiczne złamania kości długich,
- oczne: dysgenезja tęczówkowo-rogowkowa,
- dysmorfie twarzy: wydatne, szerokie czoło; hiperteloryzm, szeroka podstawa nosa,
- naczyniowe: tętniaki, zespół Moyamoya,

¹ E.A. Schindler, M.A. Gilbert, D.A. Piccoli, N.B. Spinner, I.D. Krantz, K.M. Loomes corresponding, Alagille syndrome and risk for hepatocellular carcinoma. Need for increased surveillance in adults with mild liver phenotypes, „Am J Med Genet“ 2021, nr 185(3), s. 719–731.

Dodatkowo może występować niski wzrost oraz opóźnienie rozwoju płciowego.

Diagnozę stawia się na podstawie wykrycia minimum trzech z siedmiu grup głównych objawów bądź potwierdzeniu mutacji genu JAGGED-1 lub NOTCh-1 poprzez test genetyczny².

Rak wątrobowokomórkowy jest złośliwym nowotworem, stanowiącym 90 % wszystkich pierwotnych raków wątroby³. Współistnienia raka wątrobowokomórkowego oraz marskości wątroby określa się na poziomie 85%, a czynniki ryzyka rozwoju raka wątrobowokomórkowego związane są z predyspozycją do rozwoju marskości wątroby⁴. Należy do nich infekcja wirusem zapalenia wątroby typu B oraz C, niealkoholowa marskość wątroby, choroba alkoholowa wątroby, otyłość oraz narażenie na aflatoksyny. Objawy są niespecyficzne, głównie związane z pogarszającą się wydolnością wątroby oraz postępującą marskością, które objawiając się żółtaczką, świądem skóry, encefalopatia wątrobową, wodobrzuszem. Dodatkowo może występować wyczuwalna masa w nadbrzuszu w czasie badania palpacyjnego, ból nadbrzusza oraz objawy ogólnego wyniszczenia i niezamierzona utrata masy ciała⁵.

Cel pracy

Celem pracy jest prezentacja leczenia chirurgicznego raka wątrobowokomórkowego u pacjenta z zespołem genetycznym predysponującym do zaburzeń budowy histologicznej wątroby objawiającym się redukcją liczby przewodów żółciowych wewnątrzwątrobowych oraz wykazania powiązania zespołu Alagille'a z rozwojem raka wątrobowokomórkowego.

Materiały i metody

Opis przypadku pacjenta leczonego w Klinice Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Onkologicznej w Centralnym Szpitalu Klinicznym w Warszawie oraz analiza dostępnej literatury medycznej.

² D. Alagille, A. Estrada, M. Hadchouel, M. Gautler, M. Odièvre, J.P. Dommergues, Syndromic paucity of interlobular bile ducts (Alagille syndrome or arteriohepatic dysplasia): Review of 80 cases, „The Journal of Pediatrics” 1987, nr 2 (110), s. 195-200.

³ K.O. Asafo-Agyei, H. Samant, Hepatocellular Carcinoma, “National Library of Medicine”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559177/> [dostęp 27.03.2023].

⁴ K. Bomi, P. Sung-Hye, Y. Hye Ran, Jeong Kee Seo, K. Woo Sum, Je G. Chi, Hepatocellular carcinoma occurring in Alagille syndrome, „Pathology - Research and Practice” 2005, nr 201 (1), s. 55-60.

⁵ V. A. Bhadri, A. Vivek, M. Stormon, S. Arbuckle, A.H. Lam, K.J. Gaskin, A. Shun, Hepatocellular Carcinoma in Children with Alagille Syndrome, „Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition” 2005, nr 41(5), s. 676-678.

Wyniki

48-letni pacjent zgłosił się na oddział w celu poszerzenia diagnostyki guza w prawym płacie wątroby. Guz został wykryty w czasie kontrolnego badania ultrasonograficznego jamy brzusznej. W trakcie pierwszej hospitalizacji w innym szpitalu biopsja potwierdziła raka wątrobowokomórkowego. Pacjent został zdyskwalifikowany z leczenia operacyjnego i zaproponowano mu leczenie paliatywne poprzez lek sorafenib- inhibitor wielu kinaz o działaniu przeciwo proliferacyjnym oraz przeciwingiennym stosowany w zaawansowanych przypadkach raka wątrobowokomórkowego.



Rys. 1. Oś czasu

W badaniu przedmiotowym został stwierdzony tylko ból w prawym górnym kwadrancie jamy brzusznej, który objawia się wzmożonym napięciem mięśniowym w czasie palpacji. Pacjent nie zgłaszał innych objawów, a badanie przedmiotowe nie ujawniło innych odchyleń. Historia medyczna zawierała podejrzenie zespołu Alagille'a oraz jednostki chorobowe charakterystycznej dla tej choroby takie jak: tętniak lewej zatoki Valsalvy, obustronne wnetrostwo zoperowane w dzieciństwie, przebyta stapedektomia oraz duże, esowate skrzywienie kręgosłupa, będące wadą wrodzoną. Zespół Alagille'a został potwierdzony testem genetycznym. W tomografii komputerowej jamy brzusznej opisano konglomerat zmian neoplastycznych o wielkości 190x103 mm w szóstym oraz siódmym segmencie wątroby i przylegających do prawej żył wątrobowej oraz zmianę satelitarną w 4 segmencie o średnicy 23 mm. Decyzją konsylium było uznanie guza za operacyjny. Jamę brzuszną otworzoną cięciem pod oboma łukami żebrowymi oraz cięciem pośrodkowym w nadbrzuszu. Wykonano cholecystektomię, a następnie hemihepatektomię prawostronną poszerzoną o resekcję górnej części segmentu 4 wątroby. Dodatkowo wykonano resekcję fragmentu przepony- centrum ścięgnistego, części opłucnej i osierdza z powodu podejrzenia nacieku nowotworu. Masa wyciętego preparatu wynosiła 1800gram, natomiast masę pozostałej wątroby oszacowano na 900g.

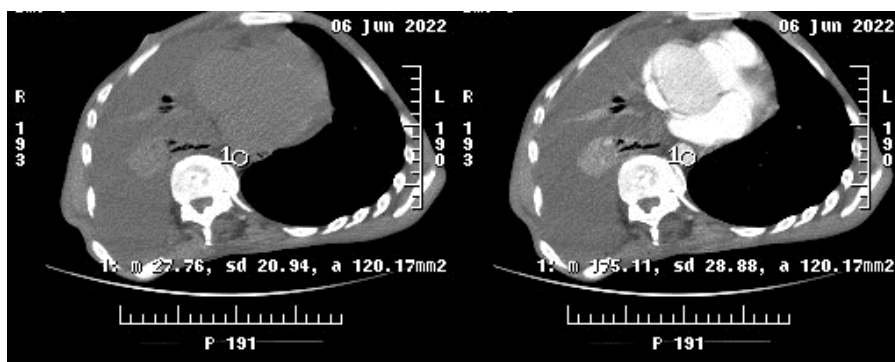
Zbieg był powikłany dysfonią objawiającą się ściszeniem głosu. Dodatkowo w pierwszej dobie po operacji stwierdzono wyciek z drenu zabarwiony żółcią. W zdjęciu rent-

genowski klatki piersiowej stwierdzono płyn w jamie opłucnej, zgromadzonego na skutek przetoki żółciowej do jamy opłucnej. Zastosowano drenaż jamy opłucnej oraz założenie protezy do przewodu żółciowego pacjenta podczas ECPW. W stanie dobrym został wypisany do domu.

Dalszy przebieg choroby (follow-up)

W kontrolnym badaniu tomografii komputerowej uwidoczniono zmianę mierzącą 55x51 mm w pierwszym segmencie wątroby oraz drugą zmianę o wielkości 14x16 mm. Zastosowano transaortalną chemoembolizację (TACE) zmian. Na kolejnej wizycie kontrolnej stwierdzono rozwój zmian oraz nowe, małe zmiany w całym miększu wątroby. Wykonano drugą selektywną procedurę TACE dotyczącą dwóch dominujących zmian w wątrobie (zmiany opisywane w poprzedniej procedurze TACE).

Ostatnia udokumentowana hospitalizacji rok po operacji z powodu zapalenia płuc wykazała ostre uszkodzenie nerek w mechanizmie odwodnienia oraz uogólnionej infekcji. Dodatkowo zaobserwowano postępujące pogarszanie wydolności wątroby, które manifestowało się zażółceniem skóry, obecnymi teleangiektazjami na skórze, wodobrzuszem oraz kacheksją. W wyniku leczenia (toracenteza, płynoterapia, antybiotykoterapia) uzyskano poprawę kliniczną oraz normalizację parametrów nerkowych, jednakże przy narastających parametrach niewydolności wątroby, które manifestowało się zażółceniem skóry, obecnymi teleangiektazjami na skórze, wodobrzuszem oraz kacheksją. W tomografii komputerowej uwidoczniono rozwój guza oraz przerzuty do kręgosłupa z przebicciem do kanału rdzeniowego oraz płuc. Ze względu na progresję niewydolności wątroby oraz rozwój choroby nowotworowej odstąpiono od dalszego leczenia chirurgicznego oraz zasugerowano leczenie paliatywne w celu zredukowania dolegliwości bólowych.



Ryc. 2. Rozwój zmiany w pierwszym segmencie wątroby- stadium uogólnionej choroby nowotworowej

Dyskusja

Zespół Alagille'a głównie objawia się redukcją liczby wewnątrzwątrobowych dróg żółciowych. Jest to spowodowane mutacją JAG1, która powoduje rozwój komórek progenitorowych wątroby niezdolnych do zróżnicowania w komórki przewodów żółciowych, co może być również związane z mniejszymi zdolnościami do regeneracji oraz szybszej progresji marskości wątroby oraz rozwoju raka wątrobowokomórkowego. Pierwotna hipoteza zakładała, że zmniejszona liczba dróg żółciowych wewnątrzwątrobowych powoduje cholestazę, która skutkuje przewlekłym stanem zapalnym, rozwojem marskości wątroby oraz rozwojem zmian neoplastycznych. Nie istnieją jednak żadne przesłanki, które by potwierdzały, że łagodniejsze fenotypu zespołu Alagille'a miały zmniejszone ryzyko rozwoju raka wątrobowokomórkowego. Literatura medyczna obejmuje opis 35 przypadków, w których niezależnie od manifestacji wątrobowych zespołu Alagille'a nastąpił rozwój HCC. W przypadku dzieci wszystkie 21 opisów potwierdzało fenotypowo zmniejszoną liczbę dróg żółciowych wewnątrzwątrobowych oraz rozwój cholestazy i marskości wątroby u 16 z 18 (które zawierały informację na temat parametrów marskości wątroby), natomiast w przypadku dorosłych tylko 4 opisy przypadku (z 9 przypadków, które uwzględniały te dane) miało marskość wątroby. To potwierdza drugą hipotezę, która zakłada, że Zespół Alagille'a niezależnie od fenotypu wątrobowego jest czynnikiem ryzyka rozwoju raka wątrobowokomórkowego, niezależnie czy obecny jest mechanizm rozwoju nowotworu na podłożu marskości wątroby.

Powyższe stwierdzenie potwierdza opis naszego pacjenta, który miał wykluczone wszystkie główne czynniki ryzyka rozwoju raka wątrobowokomórkowego, a mianowicie otyłość, infekcja WZW typ B i C, alkoholizm oraz alkoholową marskość wątroby, a także niealkoholowe stłuszczenie wątroby. W związku z czym można podejrzewać za przyczynę rozwoju nowotworu jest zespół Alagille'a.

Wnioski

Zespół Alagille'a jest czynnikiem rozwoju raka wątrobowokomórkowego. Natomiast pacjenci ze stwierdzonym zespołem Alagille'a powinni być od początku leczenia w ośrodkach referencyjnych przez doświadczonych specjalistów.

Bibliografia

- Alagille D., Estrada A., Hadchouel M., Gautler M., Odièvre M., Dommergues J.P., Syndromic paucity of interlobular bile ducts (Alagille syndrome or arteriohepatic dysplasia): Review of 80 cases, „The Journal of Pediatrics“ 1987, nr 2 (110), s. 195-200.
- Asafo-Agyei KO, Samant H., Hepatocellular Carcinoma, “National Library of Medicine”, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559177/> [dostęp 27.03.2023].

- Bhadri, V. A., Stormon M.O., Arbuckle S., Lam A.H., Gaskin K.J., Shun A., Hepatocellular Carcinoma in Children with Alagille Syndrome, „Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition“ 2005, nr 41(5), s. 676-678.
- Bomi Kim, Sung-Hye Park, Hye Ran Yang, Jeong Kee Seo, Woo Sum Kim, Je G. Chi, 2005, Hepatocellular carcinoma occurring in Alagille syndrome, „Pathology - Research and Practice“ 2005, nr 201 (1), s. 55-60.
- Schindler E.A., Gilbert M.A., Piccoli D.A., Spinner N.B., Krantz I. D., Loomescorresponding K.M., Alagille syndrome and risk for hepatocellular carcinoma. Need for increased surveillance in adults with mild liver phenotypes, „Am J Med Genet“ 2021, nr 185(3), s. 719–731.

SURGICAL CHALLENGE: RESECTION OF THE HEPATOCELLULAR CARCINOMA IN A PATIENT WITH ALAGILLE SYNDROME- A CASE REPORT

Abstract: Hepatocellularcarcinoma (HCC) is the most common type of the primary hepatic cancer and its occurrence is approximately 90% of all primary cancer of the liver. In 85% cases hepatocellularcarcinoma is codiagnosed with hepatic cirrhosis. The factors that contribute to the development of the HCC, are infection of the hepatitis B and C virus, alcoholic liver disease, non-alcoholic liver steatohepatitis, obesity, and aflatoxins. Alagille syndrome is a rare autosomal dominant genetic condition, which has broad variety of the manifestations: from subclinical to life-threatening malformations. The pathology could occur in every system, but most frequent is the reduction of the intrahepatic biliary ducts, which can lead to cholestasis and development of the neoplastic changes in the liver. The aim of this study is to present the surgical treatment of the hepatocellularcarcinoma in 48-old patient with Alagille syndrome, which was firstly assessed as inoperable. The Alagille syndrome is a risk factor of developing the hepatocellularcarcinoma, even though the main risk factors of the HCC were excluded. This case also presents the possibility of the surgical treatment despite the difficulties such as advanced HCC measured around 19x10 cm and deformed liver due to the Alagille syndrome.

Key words: hepatocellularcarcinoma, Alagille syndrome, surgical treatment,

Gabriela Gutowska

Studenckie Koło Naukowe Dietetyków

dr hab. Małgorzata Kostecka

Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

WPŁYW STYLU ŻYCIA NA CHOROBY UKŁADU KRĄŻENIA

Wprowadzenie

Choroby układu krążenia (ChUK) stanowią największe wyzwanie zdrowotne dla krajów rozwiniętych. Z raportu Health and Glance 2020 wynika, że zgony spowodowane ChUK dotyczyły 37% populacji Europy, co jednocześnie oznacza, że stanowią najczęstszą przyczynę zgonów, na tym kontynencie. Dla porównania, na drugim miejscu znalazły się choroby nowotworowe odpowiedzialne za śmierć w 26% przypadków. Najnowsze dane oraz badania kliniczne wskazują na szerzące się zagrożenie spowodowane zwiększonym występowaniem chorób sercowo-naczyniowych. Czynniki takie jak aktywność fizyczna, dieta, stosowanie używek oraz zdolność zarządzania stresem, w nieodpowiednich proporcjach oraz niewłaściwie stosowane przyczyniają się do rozwoju ChUK.

Istnieją również badania dotyczące istotnych składników odżywczych z punktu widzenia dietetycznego oraz wskazania do stosowania technik relaksacyjnych w celu poprawy samopoczucia chorych. Poprzez te działania, zwiększamy szanse na poprawę zdrowia fizycznego, ponieważ zdrowie to nie jedynie brak chorób, ale również pełen dobrostan psychiczny, fizyczny i społeczny¹.

Celem pracy jest przedstawienie czynników ryzyka chorób układu krążenia i jednocześnie wskazanie optymalnych metod w ich prewencji, uwzględniających zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia. Dodatkowym aspektem, który wniesie szerszą perspektywę jest temat mikrobioty jelitowej oraz podejście psychologiczne, jako terapia wspomagająca i stanowiąca potencjalną drogę rozwoju.

¹ OECD/European Union, *Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU Cycle*, „OECD Publishing” 2020.

Czynniki ryzyka chorób układu krążenia

Choroby układu sercowo-naczyniowego stanowią istotny problem zdrowotny, będąc jedną z głównych przyczyn zgonów w Europie. Zrozumienie czynników ryzyka tych schorzeń ma kluczowe znaczenie dla skutecznej prewencji i zarządzania tymi zaburzeniami. Niniejszy rozdział skupia się na omówieniu głównych czynników ryzyka chorób układu krążenia².

Palenie papierosów jest jednym z najważniejszych i dobrze udokumentowanych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych. Dym papierosowy zawiera ponad 4 tysiące substancji chemicznych, w tym toksyczne związki, takie jak tlenek węgla, nikotyna, benzen i formaldehyd. Te substancje mają negatywny wpływ na funkcjonowanie serca i naczyń krwionośnych, prowadząc do uszkodzenia ścian naczyń, wzrostu ryzyka powstawania zakrzepów oraz miażdżycy. Palenie papierosów zwiększa ryzyko choroby wieńcowej, zawału serca, udaru mózgu i innych powikłań sercowo-naczyniowych³.

Nadwaga i otyłość są istotnymi czynnikami ryzyka chorób układu krążenia. Nadmierna ilość tkanki tłuszczowej w organizmie może prowadzić do podwyższenia poziomu cholesterolu LDL (lipoproteiny o niskiej gęstości), trójglicerydów oraz obniżenia poziomu cholesterolu HDL (lipoproteiny o wysokiej gęstości). Te zmiany lipidowe sprzyjają tworzeniu blaszek miażdżycowych i rozwojowi miażdżycy i naczyń krwionośnych, co zwiększa ryzyko choroby wieńcowej i zawału serca. Ponadto, nadwaga i otyłość mogą prowadzić do wzrostu ciśnienia krwi, insulinooporności, cukrzycy typu 2 i innych czynników ryzyka wspomnianych schorzeń. Cukrzyca również jest powiązana ze zwiększonym ryzykiem chorób układu sercowo-naczyniowego. Nieprawidłowe regulowanie poziomu glukozy we krwi prowadzi do uszkodzenia ścian naczyń krwionośnych, zwiększenia ryzyka powstawania zakrzepów oraz miażdżycy. Dodatkowo, cukrzyca często występuje w towarzystwie innych czynników ryzyka, takich jak nadwaga, otyłość, nadciśnienie tętnicze i dyslipidemia, co jeszcze bardziej nasila zagrożenie wymienionymi wyżej chorobami⁴.

Dyslipidemia, czyli zaburzenia stężenia lipidów we krwi, są kolejnym elementem przyczyniającym się do zwiększenia prawdopodobieństwa schorzeń układu krążenia. Podwyższony poziom cholesterolu LDL, sprzyja powstawaniu blaszek miażdżycowych w naczyniach krwionośnych, co może prowadzić do zwężenia tętnic wieńcowych i cho-

² OECD/European Union, *Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU Cycle*, „OECD Publishing” 2020.

³ P. Jankowski, K. Kawecka-Jaszcz, G. Kopeć, J. Podolec, A. Pająk, A. Sarnecka, T. Zdrojewski, D. Czarnecka, M. Małecki, G. Nowicka, A. Członkowska, M. Niewada, J. Stańczyk, A. Undas, A. Windak, M. Cedzyńska, W. Zatoński, P. Podolec, *Polish Forum for Prevention Guidelines on Smoking: update 2017*, „Kardiol Pol.” 2017, 75(4).

⁴ R. Hariharan, E.N. Odjidja, D. Scott, N. Shivappa, J.R. Hébert, A. Hodge, B. de Courten, *The dietary inflammatory index, obesity, type 2 diabetes, and cardiovascular risk factors and diseases*, „Obes Rev.” 2022 23(1).

roby wieńcowej. Kontrola poziomu lipidów, szczególnie cholesterolu LDL, jest istotnym elementem prewencji i leczenia chorób sercowo-naczyniowych⁵.

Nadciśnienie tętnicze jest powszechną składową ryzyka chorób układu krążenia. Wysokie ciśnienie krwi obciąża serce i naczynia krwionośne, prowadząc do ich uszkodzenia. To uszkodzenie z kolei zwiększa ryzyko rozwoju miażdżycy, choroby wieńcowej, zawału serca, niewydolności serca oraz udaru mózgu. Skuteczne kontrolowanie ciśnienia krwi poprzez zdrową dietę, aktywność fizyczną i ewentualne leczenie farmakologiczne jest kluczowe w redukcji ryzyka tych schorzeń⁶.

Brak regularnej aktywności fizycznej jest istotnym czynnikiem ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego. Regularne ćwiczenia fizyczne przyczyniają się do wzmocnienia mięśnia sercowego, poprawy wydolności układu krążenia, regulacji ciśnienia krwi oraz kontroli poziomu lipidów we krwi. Z drugiej strony, brak aktywności fizycznej prowadzi do osłabienia mięśnia sercowego, obniżenia wydolności układu krążenia, wzrostu masy ciała i otyłości, a także zwiększa ryzyko wystąpienia nadciśnienia tętniczego czy cukrzycy typu 2⁷.

Brak odpowiedniej edukacji na temat zdrowego stylu życia i czynników ryzyka może wpływać na zwiększenie podatności na choroby układu krążenia. Brak wiedzy na temat znaczenia prawidłowego żywienia, aktywności fizycznej, ograniczenia stresu czy unikania czynników ryzyka może prowadzić do niezdrowych nawyków i podwyższenia prawdopodobieństwa rozwoju tych schorzeń. Edukacja społeczna, kampanie profilaktyczne i dostęp do wiarygodnych informacji na temat zdrowia serca są istotne dla zmniejszenia zapadalności na choroby sercowo-naczyniowe w społeczeństwie. Niewłaściwe radzenie sobie ze stresem może mieć negatywny wpływ na zdrowie serca. Przewlekły stres wywołuje uwalnianie hormonów stresu, takich jak kortyzol i adrenalina, które mogą wpływać na podwyższenie ciśnienia krwi i tym samym predysponować do patologii ze strony układu krążenia. Brak umiejętności korzystania z technik łagodzenia stresu, takich jak relaksacja, medytacja czy aktywność fizyczna, może zwiększać podatność na negatywne skutki dla zespołu sercowo-naczyniowego. Zrozumienie i rozwijanie umiejętności radzenia sobie ze stresem są ważne dla utrzymania zdrowia serca i naczyń krwionośnych⁸.

⁵ B. Cybulska, W. B. Szostak, K.J. Filipiak, G. Kopeć, W. Drygas, L. Kłosiewicz- Latoszek, K. Knap, A. Pająk, J. Podolec, T. Zdrojewski, D. Czarnecka, P. Jankowski, M. Małecki, Nowicka G., J. Stańczyk, A. Sarnecka, A. Członkowska, M. Niewada, A. Undas, A. Windak, P. Hoffman, P. Podolec, *Polish Forum for Prevention Guidelines on Dyslipidaemia: update 2016*. „Kardiol Pol.” 2017, 75(2).

⁶ D. Czarnecka, P. Jankowski, G. Kopeć, A. Pająk, J. Podolec, T. Zdrojewski, W. Drygas, M. Małecki, G. Nowicka, A. Windak, A. Sarnecka, J. Stańczyk, A. Undas, A. Członkowska, J. Musiał, A. Tykarski, K. Kawecka- Jaszcz., T. Grodzicki, M. Niewada, P. Podolec, *Polish Forum for Prevention Guidelines on Hypertension: update 2017*. „Kardiol Pol.” 2017, 75(3).

⁷ C.J. Lavie, C. Ozemek, S. Carbone, P. T. Katzmarzyk, S.N. Blair, *Sedentary behavior, exercise, and cardiovascular health*. „Circ Res.” 2019, 124(5).

⁸ P. Klainin-Yobas, S.H. Ng, P. D.M. Stephen, Y. Lau, *Efficacy of psychosocial interventions on psychological outcomes among people with cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis*. „Patient Educ Couns.” 2016, 99(4).

Czynniki ryzyka chorób układu krążenia, takie jak palenie papierosów, nadwaga i otyłość, niska aktywność fizyczna, dyslipidemia, cukrzyca, nadciśnienie tętnicze, brak edukacji odpowiedniej, spożycie przetworzonej żywności oraz niewłaściwe radzenie sobie ze stresem, mają znaczący wpływ na zdrowie serca i naczyń krwionośnych. Świadomość znaczenia tych czynników ryzyka oraz podejmowanie działań mających na celu redukcję tych zagrożeń są kluczowe w prewencji i promocji zdrowego stylu życia.

Dietoprofilaktyka chorób układu krążenia

Dietoprofilaktyka chorób układu sercowo-naczyniowego jest kluczowym elementem zdrowego stylu życia i ma istotne znaczenie w zapobieganiu wystąpieniu i rozwoju tych chorób. Organizacje zdrowia na całym świecie opracowują wytyczne, które opierają się na naukowych badaniach i dowodach, aby ustalić skuteczne strategie żywieniowe. W tym rozdziale przedstawiono przegląd wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dotyczących dietoprofilaktyki wyżej wymienionych schorzeń.

Wytyczne WHO skupiają się na promowaniu zdrowej i zrównoważonej żywności w celu profilaktyki chorób układu krążenia. Zgodnie z tymi wytycznymi, zaleca się spożywanie różnorodnych owoców, warzyw i produktów zbożowych. Dzienna dawka powinna wynosić co najmniej 400 g, aby dostarczyć organizmowi niezbędnych witamin, minerałów i błonnika. W przeliczeniu na porcje 4 z nich powinny dotyczyć owoców, natomiast 5 warzyw. Produkty zbożowe, zwłaszcza pełnoziarniste, powinny stanowić główne źródło węglowodanów w ilości około 180g. W przypadku mięsa i fasoli zaleca się spożywanie około 160g. Niemniej jednak, czerwone mięso powinno być konsumowane rzadziej niż drób. Zaleca się spożywanie czerwonego mięsa 1-2 razy w tygodniu, podczas gdy drób powinien być spożywany 2-3 razy w tygodniu. Kolejnym ważnym zaleceniem WHO jest ograniczenie spożycia tłuszczów do około 30% zapotrzebowania energetycznego, w przypadku poszczególnych podgrup odpowiednio zalecenia dotyczą kwasów tłuszczowych nasyconych, których codzienne zapotrzebowanie energetyczne nie powinno przekraczać 10%, z kolei tłuszcze trans powinny być całkowicie wykluczone z diety. Tłuszcze nasycone występują głównie w produktach pochodzenia zwierzęcego, takich jak mięso czerwone, pełnotłusty nabiał, masło i smalec. Tłuszcze trans są obecne w przetworzonej żywności, takiej jak fast food, przekąski i margaryny utwardzane. W przypadku wymienionych podgrup tłuszczów te ograniczenia nie dotyczą, jednakże WHO zaleca również śledzenie spożycia wielonienasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. Zalecenia zazwyczaj dotyczą zwiększonej ilości, jednakże nowe dane sugerują, że spożycie powyżej 11% zapotrzebowania energetycznego tych pierwszych wiąże się z podwyższonym ryzykiem peroksydacji lipidów przy współwystępującej niskiej zawartości tokoferolu. Z kolei zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych powinna stanowić do 15% zapotrzebowania energetycznego. Ograniczenie spożycia tłuszczów nasyconych i trans ma na celu zmniejszenie ryzyka

chorób serca. Redukcja soli w diecie do 5 g jest sugerowana ze względu na nadciśnienie tętnicze, które jest jednym z czynników predykcyjnych chorób układu krążenia. Zaleca się również redukcję masy ciała w przypadku nadwagi lub otyłości, dzięki czemu zmniejszone zostanie prawdopodobieństwo wystąpienia powikłań sercowo-naczyniowych w przyszłości. Należy jednak pamiętać, żeby redukcja masy ciała była stopniowa i oparta na zmianie nawyków żywieniowych, co zmniejszy prawdopodobieństwo odzyskania pierwotnej wagi^{9,10}. W przypadku alkoholu WHO zaleca zredukowanie ilości w przypadku osób sięgających po więcej niż 3 jednostki dziennie, co przekłada się na 30g czystego etanolu, a w praktyce oznacza: 600g piwa 5%, 300g wina 10%, 75g wódki 40%¹¹. W kontekście cukrów prostych i disacharydów ogólne zalecenia opierają się na zmniejszeniu ich zawartości w diecie do 10% zapotrzebowania energetycznego¹².

Przeoglądając wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia dotyczące dietoprofilaktyki chorób serca, możemy stwierdzić, że ważne jest zwrócenie uwagi na spożywanie dużej ilości owoców, warzyw, produktów zbożowych i zdrowych tłuszczów roślinnych, a także ograniczenie spożycia tłuszczów nasyconych, tłuszczów trans, mięsa czerwonego, cukru i słodczy. Wprowadzenie tych zaleceń do codziennej diety może przynieść korzystne efekty dla zdrowia serca i ogólnego samopoczucia. Ważne jest jednak pamiętać, że każda osoba ma swoje indywidualne potrzeby żywieniowe, dlatego warto skonsultować się z lekarzem lub dietetykiem w celu dostosowania diety do swoich potrzeb i warunków zdrowotnych¹³.

Mikrobiota jelitowa

W skład mikrobioty jelitowej wchodzi zarówno bakterie, archeony, jak i bakteriofagi, grzyby czy wirusy. Drobnoustroje zamieszkujące jelita w większości przypadków to komensalne lub organizmy mutualistyczne. Rodzaj jak i liczba drobnoustrojów jest wyznaczana przez życie jednostki jak również czynniki środowiskowe. Istotną rolę odgrywają w tym, sposób narodzin, wybór karmienia niemowlęcia, styl życia obejmujący dietę, aktywność fizyczną czy umiejętność opanowania sytuacji stresowych, przyjmowane leki oraz czynniki genetyczne gospodarza. Mikrobiom jelitowy odgrywa ważną rolę

⁹ G. B. Samdal, G.E. Eide, T. Barth, G. Williams, E. Meland E., *Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults; systematic review and meta-regression analyses*. „Int J Behav Nutr Phys Act.” 2017, 14(1).

¹⁰ World Health Organization. *Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk.*, „World Health Organization” 2007.

¹¹ Portal opieka, online, <https://opieka.farm/standardowa-porcja-alkoholu/> [dostęp: 25.06.2023].

¹² World Health Organization. *Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk.*, „World Health Organization” 2007.

¹³ World Health Organization. *Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk.*, „World Health Organization” 2007.

w kształtowaniu odporności gospodarza, trawieniu pokarmu, regulacji funkcji endokrynologicznych jelit, sygnalizacji neurologicznej czy modyfikacji działania leków¹⁴.

Badania naukowe ostatnich lat sugerują, że istnieje powiązanie pomiędzy mikrobiomem a chorobami układu sercowo-naczyniowego. Jednak zrozumienie tej zależności i jej mechanizmów jest nadal wyzwaniem. Istnieje wiele czynników utrudniających badania nad mikrobiomem i schorzeniami układu krążenia. Są to indywidualne różnice w składzie mikrobiomu, jego złożoność, trudności w ustaleniu przyczynowości oraz potrzeba przeprowadzenia badań na dużą skalę. Pomimo tych trudności, badania nad mikrobiomem otwierają nowe perspektywy w profilaktyce i leczeniu chorób sercowo-naczyniowych. Badanie próbek kału od osób z ChUK wykazało, że mikrobiom jelitowy tych osób posiada zwiększoną liczebność *Enterobacteriaceae*, w tym *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* i *Enterobacter aerogenes*, a także zwiększoną obfitość gatunków jamy ustnej w porównaniu do zdrowych osób z grupy kontrolnej¹⁵. Natomiast osoby z ChUK miały zmniejszoną liczebność bakterii *Bacteroides spp.* i przeciwzapalnych bakterii *Faecalibacterium prausnitzii*¹⁶. Niedawno wykazano, że niedokrwienne niewydolność serca jest związana z dysbiotyczną mikrobiotą jelitową ze zwiększoną liczebnością bakterii *Ruminococcus*, *Acinetobacter* i *Veillonella spp.* oraz zmniejszoną liczebnością *Alistipes*, *Faecalibacterium* i *Oscillibacter spp.*¹⁷. Podsumowując, osoby z chorobami sercowo-naczyniowymi charakteryzują się bardziej zapalnym i mniej fermentacyjnym mikrobiomem, chociaż pozostaje do ustalenia, które składniki mikrobioty jelitowej są zaangażowane we wczesny etap dysmetabolizmu, a które są związane z bardziej odległym etapem aterosklerozy.

Postępowanie psychologiczne

Badania pokazują, że choroby układu krążenia są związane niestabilną sytuacją emocjonalną, objawiającą się stresem, lękiem i depresją. Stres zwiększa ryzyko wystąpienia

¹⁴ S. V. Lynch, O. Pedersen, *The Human Intestinal Microbiome in Health and Disease.*, „N Engl J Med.” 2016, 375(24).

¹⁵ Z. Jie, H. Xia, S.L. Zhong, Feng Q., Li S., Liang S., Zhong H., Liu Z., Gao Y., Zhao H., Zhang D., Su Z., Fang Z., Lan Z., Li J., Xiao L., Li J., Li R., Li X., Li F., Ren H., Huang Y., Peng Y., Li G., Wen B., Dong B., Chen J.Y., Geng Q.S., Zhang Z.W., Yang H., Wang J., Wang J., Zhang X., Madsen L., Brix S., Ning G., Xu X., Liu X., Hou Y., Jia H., He K., Kristiansen K., *The gut microbiome in atherosclerotic cardiovascular disease.* „Nat Commun.” 2017, 8(1).

¹⁶ H. Sokol, B. Pigneur, L. Watterlot, O. Lakhdari, L.G. Bermúdez-Humarán, J. J. Gratadoux, S. Blugeon, C. Bridonneau, J.P. Furet, G. Corthier, C. Grangette, N. Vasquez, P. Pochart, G. Trugnan, G. Thomas, H.M. Blottière, J. Doré, P. Marteau, P. Seksik, P. Langella, *Faecalibacterium prausnitzii is an anti-inflammatory commensal bacterium identified by gut microbiota analysis of Crohn disease patients.*, „Proc Natl Acad Sci U S A.” 2008, 105(43).

¹⁷ X. Cui, Ye L., J. Li, L. Jin., W. Wang, S. Li, M. Bao, S. Wu, L. Li, B. Geng, X. Zhou, J. Zhang, J. Cai., *Metagenomic and metabolomic analyses unveil dysbiosis of gut microbiota in chronic heart failure patients.* „Sci Rep.” 2018, 8(1).

chorób układu krążenia i może powodować gorszy ich przebieg. Ponadto, depresja jest powszechna u osób z zaburzenia w obszarze układu krążenia, a negatywne zachowania zdrowotne związane z depresją, takie jak np. palenie papierosów, zwiększają ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych. Osoby z dysfunkcją -układu sercowo-naczyniowego są narażone na lęk, ponieważ obawiają się kolejnego incydentu sercowo-naczyniowego. Z tego względu, należy uwzględnić pomoc psychologiczną jako jedną z form terapii umożliwiających kontrolę stresu, pomoc w leczeniu depresji czy lęku, w celu ochrony przed kolejnymi epizodami sercowymi. Interwencje psychospołeczne definiuje się jako programy, które obejmują następujące elementy: interwencje behawioralne, edukacyjne, psychologiczne i społeczne. Interwencje psychospołeczne u pacjentów z dysfunkcją układu kardiowaskularnego mają na celu zarządzanie czynnikami ryzyka, takimi jak: stres, lęk, depresja i niepokój, bez stosowania leczenia farmakologicznego. Powszechnie stosowane interwencje psychospołeczne stosowane u pacjentów z ChUK obejmują edukację, radzenie sobie ze stresem, terapię relaksacyjną, w tym: ćwiczenia oddechowe i muzykoterapie^{18,19,20}.

Jedną z takich interwencji zastosowano badając pacjentów po zawale serca (n = 103) losowo przydzielonych do grupy interwencyjnej (n = 51) i grupy kontrolnej (n = 52) w szpitalu oraz po 18 miesiącach od wypisania ze szpitala przy użyciu zatwierdzonych kwestionariuszy, Inwentarza Depresji Becka (IDB) i Listy Kontrolnej Objawów-25. Podczas 18-miesięcznej obserwacji objawy depresji zmniejszyły się statystycznie istotnie (P = 0,009) w grupie interwencyjnej w porównaniu z grupą kontrolną. W grupie badanej objawy depresyjne zmniejszyły się z 37,3% do 16,7% po 18 miesiącach (P = 0,001). W grupie kontrolnej z normalną opieką liczba pacjentów z objawami depresji i stresu różniła się nieznacznie w trzech pomiarach, od 30,2 do 39,6%. Ta krótka interwencja, którą można szybko zastosować, może przynieść trwałe korzyści o wartości klinicznej²¹.

W kolejnym badaniu wzięło udział 150 pacjentów z objawami depresji. Pacjenci zostali losowo przydzieleni do 6-miesięcznej scentralizowanej opieki nad pacjentami z depresją (preferowane przez pacjenta leczenie polegające na rozwiązywaniu problemów przez telefon lub internet, farmakoterapie, jedno i drugie lub żadne z nich). Sprawdzanie efektów cotygodniowych spotkań miało miejsce co 6 do 8 tygodni (grupa

¹⁸ Müller-Riemenschneider F, Meinhard C., Damm K., Vauth C., Bockelbrink A., Greiner W., Willich S.N., *Effectiveness of nonpharmacological secondary prevention of coronary heart disease.*, „Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.” 2010,17(6).

¹⁹ Thompson D.R., Ski C.F., *Psychosocial interventions in cardiovascular disease--what are they?*, „Eur J Prev Cardiol.” 2013, 20(6).

²⁰ P. Klainin- Yobas, S.H. Ng, P. D. M Stephen, Y. Lau, *Efficacy of psychosocial interventions on psychological outcomes among people with cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis.* „Patient Educ Couns.” 2016, 99(4).

²¹ Oranta O., Luutonen S., Salokangas R.K., Vahlberg T., Leino-Kilpi H., *The outcomes of interpersonal counselling on depressive symptoms and distress after myocardial infarction.* „Nord J Psychiatry.” 2010, 64(2).

aktywnego leczenia; $n = 73$) lub do lokalnie określonej opieki nad pacjentami z depresją po powiadomieniu lekarza o objawach depresji pacjenta (grupa zwykłej opieki; $n = 77$). Objawy depresji zmniejszyły się znacznie bardziej w grupie aktywnego leczenia niż w grupie zwykłej opieki $p = 0.01$. Chociaż szacowane koszty opieki psychiatrycznej były wyższe w przypadku aktywnego leczenia niż w przypadku zwykłej opieki, ogólnie szacowane koszty opieki zdrowotnej nie różniły się znacząco. W przypadku pacjentów z depresją po epizodzie ostrego zespołu wieńcowego, aktywne leczenie miało korzystny wpływ na objawy depresji. Ten rodzaj opieki nad depresją jest wykonalny, skuteczny i może być neutralny kosztowo w ciągu 6 miesięcy; dlatego powinien zostać przetestowany w badaniu na większej populacji²².

Podsumowując, przedstawione wyniki dostarczają dowodów na poparcie występowania krótkoterminowych efektów interwencji psychospołecznych, zmniejszających stres, lęk i depresję u osób z chorobami układu krążenia. Przyszłe badania powinny koncentrować się na testowaniu połączenia psychoedukacji i radzenia sobie ze stresem np. terapii relaksacyjnej u pacjentów z zaburzeniami systemu sercowo-naczyniowego.

Podsumowanie

W celu zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia chorób układu krążenia należy wykluczyć lub ograniczyć czynniki związane ze zwiększonym ryzykiem ich wystąpienia. Do takich czynników należy palenie papierosów, niska aktywność fizyczna, stres, nadwaga, cukrzyca, czy dyslipidemia. Większość tych czynników współwystępuje ze sobą, dlatego zmieniając jeden z nich, można zredukować także inne. Dlatego ważnym aspektem w prewencji jest informowanie społeczeństwa, że czasami wystarczy jedna zmiana, by inne automatycznie uległy modyfikacji. Takie działania zmieniają również mikrobiom, co może zwiększyć wytwarzanie dobroczynnie działających krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Dodatkowym elementem, który warto włączyć w przypadku już zaistniałych problemów kardiologicznych, jest wsparcie psychologiczne pomocne w odbudowie zdrowia pacjenta oraz zmianie stylu życia.

²² K.W. Davidson, J.T. Bigger, M.M. Burg, R.M. Carney, W. F. Chaplin, S. Czajkowski, E. Dornelas, J. Duer-Hefe, N. Frasure-Smith, K. E. Freedland, D. C. Haas, A. S. Jaffe, J.A. Ladapo, F. Lespérance, V. Medina, J. D. Newman, G. A. Osorio, F. Parsons, J. E. Schwartz, J.A. Shaffer, P. A. Shapiro, D. S. Sheps, V. Vaccarino, Whang W., Ye S., *Centralized, stepped, patient preference-based treatment for patients with post-acute coronary syndrome depression: CODIACS vanguard randomized controlled trial*. „JAMA Intern Med.” 2013, 173(11).

Bibliografia

- Cui X., Ye L., Li J., Jin L., Wang W., Li S., Bao M., Wu S., Li L., Geng B., Zhou X., Zhang J., Cai J., *Metagenomic and metabolomic analyses unveil dysbiosis of gut microbiota in chronic heart failure patients*. „Sci Rep” 2018, 8(1).
- Cybulska B., Szostak W.B., Filipiak K.J., Kopeć G., Drygas W., Kłosiewicz-Latoszek L., Knap K., Pająk A., Podolec J., Zdrojewski T., Czarnecka D., Jankowski P., Małecki M., Nowicka G., Stańczyk J., Sarnecka A., Członkowska A., Niewada M., Undas A., Windak A., Hoffman P., Podolec P., *Polish Forum for Prevention Guidelines on Dyslipidaemia: update 2016* „Kardiol Pol” 2017, 75(2).
- Czarnecka D., Jankowski P., Kopeć G., Pająk A., Podolec J., Zdrojewski T., Drygas W., Małecki M., Nowicka G., Windak A., Sarnecka A., Stańczyk J., Undas A., Członkowska A., Musiał J., Tykarski A., Kawecka-Jaszcz K., Grodzicki T., Niewada M., Podolec P., *Polish Forum for Prevention Guidelines on Hypertension: update 2017*, „Kardiol Pol” 2017, 75(3).
- Davidson K.W., Bigger J.T., Burg M.M., Carney R.M., Chaplin W.F., Czajkowski S., Dornelas E., Duer-Hefeje J., Frasure-Smith N., Freedland K.E., Haas D.C., Jaffe A.S., Ladapo J.A., Lespérance F., Medina V., Newman J.D., Osorio G.A., Parsons F., Schwartz J.E., Shaffer J.A., Shapiro P.A., Sheps D.S., Vaccarino V., Whang W., Ye S., *Centralized, stepped, patient preference-based treatment for patients with post-acute coronary syndrome depression: CODIACS vanguard randomized controlled trial* „JAMA Intern Med” 2013, 173(11).
- Hariharan R., Odjidja E.N., Scott D., Shivappa N., Hébert J.R., Hodge A., de Courten B., *The dietary inflammatory index, obesity, type 2 diabetes, and cardiovascular risk factors and diseases*, „Obes Rev” 2022 23(1).
- Jankowski P., Kawecka-Jaszcz K., Kopeć G., Podolec J., Pająk A., Sarnecka A., Zdrojewski T., Czarnecka D., Małecki M., Nowicka G., Członkowska A., Niewada M., Stańczyk J., Undas A., Windak A., Cedzyńska M., Zatoński W., Podolec P., *Polish Forum for Prevention Guidelines on Smoking: update 2017*, „Kardiol Pol” 2017, 75(4).
- Jie Z., Xia H., Zhong S.L., Feng Q., Li S., Liang S., Zhong H., Liu Z., Gao Y., Zhao H., Zhang D., Su Z., Fang Z., Lan Z., Li J., Xiao L., Li J., Li R., Li X., Li F., Ren H., Huang Y., Peng Y., Li G., Wen B., Dong B., Chen J.Y., Geng Q.S., Zhang Z.W., Yang H., Wang J., Wang J., Zhang X., Madsen L., Brix S., Ning G., Xu X., Liu X., Hou Y., Jia H., He K., Kristiansen K., *The gut microbiome in atherosclerotic cardiovascular disease* „Nat Commun” 2017, 8(1).
- Klainin-Yobas P., Ng S.H., Stephen P.D.M., Lau Y., *Efficacy of psychosocial interventions on psychological outcomes among people with cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis*, „Patient Educ Couns.” 2016, 99(4).
- Klainin-Yobas P., Ng S.H., Stephen P.D.M., Lau Y., *Efficacy of psychosocial interventions on psychological*
- Lavie C.J., Ozemek C., Carbone S., Katzmarzyk P.T., Blair S.N., *Sedentary behavior, exercise, and cardiovascular health*, „Circ Res.” 2019, 124(5).
- Lynch S.V., Pedersen O., *The Human Intestinal Microbiome in Health and Disease*, „N Engl J Med” 2016, 375(24).
- Müller-Riemenschneider F., Meinhard C., Damm K., Vauth C., Bockelbrink A., Greiner W., Willich S.N., *Effectiveness of nonpharmacological secondary prevention of coronary heart disease*, „Eur J Cardiovasc Prev Rehabil” 2010,17(6).
- OECD/European Union, *Health at a Glance: Europe 2020: State of Health in the EU Cycle*, „OECD Publishing” 2020.

- Oranta O., Luutonen S., Salokangas R.K., Vahlberg T., Leino-Kilpi H., *The outcomes of interpersonal counselling on depressive symptoms and distress after myocardial infarction* „Nord J Psychiatry.” 2010, 64(2).
- Portal opieka, online, <https://opieka.farm/standardowa-porcja-alkoholu/> [dostęp: 25.06.2023].
- Samdal G.B., Eide G.E., Barth T., Williams G., Meland E., *Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults; systematic review and meta-regression analyses* „Int J Behav Nutr Phys Act.” 2017, 14(1).
- Sokol H., Pigneur B., Watterlot L., Lakhdari O., Bermúdez-Humarán L.G., Gratadoux J.J., Blugeon S., Bridonneau C., Furet J.P., Corthier G., Grangette C., Vasquez N., Pochart P., Trugnan G., Thomas G., Blottière H.M., Doré J., Marteau P., Seksik P., Langella P., *Faecalibacterium prausnitzii is an anti-inflammatory commensal bacterium identified by gut microbiota analysis of Crohn disease patients*, „Proc Natl Acad Sci U S A.” 2008, 105(43).
- Thompson D.R., Ski C.F., *Psychosocial interventions in cardiovascular disease—what are they?* „Eur J Prev Cardiol.” 2013, 20(6).
- World Health Organization. *Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of total cardiovascular risk*, „World Health Organization” 2007.

IMPACT OF LIFESTYLE ON CARDIOVASCULAR DISEASE

Abstract: Cardiovascular disease is the leading cause of death in Europe, accounting for 37% of the population. This number is becoming a global problem and requires the introduction of effective solutions and informing the public about the risk factors for cardiovascular disease, such as smoking, physical inactivity, being overweight, hypertension, or type 2 diabetes. The purpose of this study was to collect information on the aforementioned elements that predispose to cardiovascular disease and to describe additional issues, such as gut microbiota and psychological counseling relevant to the development of research on this topic. The conclusions of the study point to aspects that should be implemented to reduce the likelihood of cardiovascular disease.

Key words: cardiovascular diseases, hypertension, overweight, cardiovascular disorder, microbiome

Wiktoria Stepnowska

Edyta Rólkowska

Koło Naukowe Żywienia i Profilaktyki Żywieniowej

Opiekun koła: dr inż. Joanna Ciborska

Wydział Nauki o Żywności

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

WPŁYW NIEDOŻYWIENIA MATKI W OKRESIE KONCEPCYJNYM NA ZDROWIE I WYBORY ŻYWIENIOWE DZIECKA

Wprowadzenie

Obecnie podkreśla się znaczenie odżywiania się matki w procesie kształtowania się płodu i w późniejszym rozwoju dziecka. Zidentyfikowano istotne związki między czynnikami żywieniowymi a procesami zachodzącymi w trakcie kształtowania się człowieka, począwszy od rozwoju płodu, aż po dorosłe życie. Niewystarczające dostarczenie niezbędnych składników odżywczych i niezapewnienie odpowiedniego środowiska w okresie okołokoncepcyjnym i prenatalnym, może wiązać się z powstawaniem wad i zaburzeń w rozwoju płodu oraz mieć długofalowy wpływ na życie dziecka w kolejnych jego etapach. Dodatkowo regularna suplementacja niezbędnych składników odżywczych w okresie okołokoncepcyjnym może pozytywnie wpłynąć na rozwój i zdrowie dziecka oraz mieć długofalowe korzystne efekty.

Znaczenie składników odżywczych w procesie rozwoju płodu

Żywieniowe czynniki pochodzące od matki determinują epigenetyczną regulację ekspresji genów płodu, które mają wpływ na proces implantacji zarodka oraz warunkują rozwój łożyska i przenikanie składników odżywczych.¹ Dlatego też niedobór składników odżywczych w trakcie ciąży może przyczyniać się do zaburzeń rozwoju płodu

¹ M. Cortés-Albornoz, D. García-Guáquet, A. Velez-van-Meerbeke, C. Talero-Gutiérrez, Maternal Nutrition and Neurodevelopment: A Scoping Review, "Nutrients" 2021, nr 13(10). s.3530.

i chorób przewlekłych, ze względu na wpływ na adaptację hormonalną i epigenetyczną regulację genów, które są zaangażowane w wiele ważnych szlaków regulacyjnych². Odpowiednie dostarczenie składników odżywczych jest kluczowym podczas krytycznych okresów rozwoju płodu, gdyż wtedy wskaźnik proliferacji komórek jest wysoki³.

Dostarczenie składników odżywczych przez matkę w tym czasie jest szczególnie ważne w rozwoju układu nerwowego i mózgu płodu. Neurulacja, czyli proces powstawania cewy nerwowej zarodka zachodzi między 18. a 28. dniem po momencie zapłodnienia. Po tym czasie zachodzi szereg procesów rozwojowych układu nerwowego płodu, który jest szczególnie wrażliwy na bodźce pochodzące ze środowiska, w którym się znajduje⁴. Składniki odżywcze uczestniczące w metabolizmie energii, czyli węglowodany, białka i tłuszcze, są ważne dla rozwoju mózgu, gdyż odpowiadają za funkcje mitochondriów, które prawdopodobnie wpływają na kształtowanie zdrowia w dłuższym czasie. Niedobór wszystkich istotnych dla rozwoju składników odżywczych może wpływać na upośledzenie funkcji mózgu, które determinują długoterminowe problemy ze zdrowiem dziecka⁵.

Niedobór składników odżywczych w pierwszej połowie ciąży może zmienić proliferację komórek oraz różnicowanie neuronów. Natomiast w późniejszym okresie rozwoju dziecka może się wiązać z upośledzeniem funkcji poznawczych i zaburzeniami psychicznymi. Szybkie zmiany i wzrost płodu generują wysoką wrażliwość na niedobór niezbędnych składników odżywczych oraz na ekspozycję na toksyczne i szkodliwe substancje⁶. Dodatkowo przy niedostatecznej ilości składników odżywczych narządy są bardziej narażone na uszkodzenia, gdyż komponenty te determinują prawidłowy wzrost i rozwój struktur organizmu⁷.

Wpływ poszczególnych składników odżywczych na proces rozwoju płodu

Makroskładniki

Węglowodany są głównym źródłem energii dostarczanej płodowi. Glukoza odpowiada za około 80% zapotrzebowania na energię oraz dominuje ona jako substrat w rozwoju

² A. Sweeting, J. Mijatovic, G.D. Brinkworth, The Carbohydrate Threshold in Pregnancy and Gestational Diabetes: How Low Can We Go? "Nutrients" 2021, nr 13(8), s.2599..

³ A. Correia-Branco, E. Keating, F. Martel, Maternal undernutrition and fetal developmental programming of obesity: the glucocorticoid connection, "Reprod Sci." 2015, nr 22(2), s.138-145.

⁴ Ibidem

⁵ M.K. Georgieff, S.E. Ramel, S.E.Cusick, Nutritional influences on brain development, "Acta Paediatr." 2018, nr 107(8), s. 1310-1321.

⁶ M. Cortés-Albornoz, D. García-Guáqueta i in., *Maternal Nutrition and Neurodevelopment: A Scoping Review*, "Nutrients" 2021, nr 13(10), s. 3530.

⁷ M.K. Georgieff, S.E. Ramel, S.E.Cusick, Nutritional influences on brain development, "Acta Paediatr." 2018, nr 107(8), s. 1310-1321.

i wzroście mózgu dziecka. Dodatkowo, łożysko zużywa dużą ilość glukozy, przez co zapotrzebowanie na energię matki zwiększa się. Dlatego też, jeśli ciężarna nie dostarcza wystarczającej ilości węglowodanów w swojej diecie i ma niski poziom glukozy, może zaburzyć odpowiedni wzrost płodu. Badania wykazały, że niedożywienie matki poprzez niewystarczające spożycie energii jest powiązane z zahamowaniem i spowolnieniem rozwoju płodu. Dodatkowo niskie spożycie węglowodanów prawdopodobnie wiąże się z niższą masą urodzeniową dziecka. Badania dowodzą, że prawidłowe spożycie węglowodanów w ciąży, odpowiednio do zapotrzebowania na energię w ciągu dnia, wspiera prawidłowy proces rozwoju płodu⁸.

Białka pełnią między innymi alternatywną funkcję dostarczyciela energii, gdy spożycie węglowodanów przez matkę jest niewystarczające. Ograniczenie białka w diecie matki, może wpłynąć negatywnie na procesy zachodzące w organizmie płodu m.in.: na wzrost, strukturę i funkcjonowanie komórek, zróżnicowanie neuronów, ekspresję białek i aktywność hormonów⁹. Białko ma również istotny związek z rozwojem mózgu, poprzez wpływ na funkcję neuroprzekazników oraz wspiera metabolizm oksydacyjny i glikolityczny¹⁰.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) są niezbędne do optymalnego rozwoju nerwowego płodu i łożyska, przy czym rozwój łożyska odpowiada za prawidłowy transfer składników odżywczych z organizmu matki do płodu. PUFA odpowiadają za kształtowanie mózgu, układu nerwowego oraz siatkówki oka, a także uczestniczą w wielu procesach komórkowych, szczególnie istotnie od trzeciego trymestru ciąży aż do wczesnego dzieciństwa. Podaż tych kwasów tłuszczowych jest całkowicie zależna od matki, dlatego tak ważne jest dostarczenie ich w okresie prenatalnym. PUFA odgrywają ważną rolę między innymi w homeostazie energetycznej i funkcjonowaniu struktury błon komórkowych oraz wspomagają geny w kontroli metabolizmu lipidów. Minimalizują one również występowanie stanu zapalnego i stresu oksydacyjnego. Dodatkowo PUFA uczestniczą w tworzeniu komórek kostnych, dlatego dieta bogata w te kwasy przyczynia się do poprawy masy kostnej i jakości kości u dzieci. Niedobory PUFA w diecie matki mogą zwiększyć ryzyko chorób metabolicznych i zaburzeń rozwoju dziecka¹¹.

Mikroskładniki

Kwas foliowy rekomenduje się suplementować o wiele wcześniej niż przed planowaną ciążą. Badania wskazują, że jest istotny w rozwoju układu nerwowego, przy czym

⁸ A. Sweeting, J.Mijatovic, G.D. Brinkworth, *The Carbohydrate Threshold in Pregnancy and Gestational Diabetes: How Low Can We Go?* "Nutrients" 2021, nr 13(8), s.2599.

⁹ M. Cortés-Albornoz, D. García-Guáqueta i in., *Maternal Nutrition and Neurodevelopment: A Scoping Review*, "Nutrients" 2021, nr 13(10), s. 3530.

¹⁰ M.K. Georgieff, S.E. Ramel, op. cit.

¹¹ S. Basak, S. Vilasagaram, A.K. Duttaroy, *Maternal dietary deficiency of n-3 fatty acids affects metabolic and epigenetic phenotypes of the developing fetus*. "Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids" 2020, nr 158, s.102-109.

przyczynia się istotnie do zmniejszania się ryzyka wad cewy nerwowej. Kwas foliowy bierze udział w podziale komórek i wzroście tkanek. W pierwszym trymestrze ciąży przy jego udziale dochodzi do rozwoju cewy nerwowej oraz tworzenia się pęcherzyków mózgowych, z których potem kształtuje się mózg dziecka. Dodatkowo badania wskazują, że suplementacja kwasu foliowego w ciąży wpływa korzystnie na rozwój psychospołeczny i zdolności poznawcze dziecka¹².

Żelazo ma istotny wpływ na funkcje komórkowe płodu. Jest ono niezbędne do dostarczenia tlenu poprzez łożysko i utrzymania prawidłowego stężenia hemoglobiny we krwi. W czasie ciąży zapotrzebowanie na tlen jest zwiększone, ze względu na procesy zachodzące w rozwoju strukturalnym płodu, a szczególnie dotyczy to neuronów i komórek glejowych. Niskie spożycie żelaza w ciąży powoduje nieprawidłowy rozwój mózgu płodu, dodatkowo oddziałuje na dalszy rozwój mózgu dziecka, wywołując zaburzenia neurokognitywne oraz wpływając na wydajność pamięci. Niedostateczna ilość żelaza w diecie matki, która w konsekwencji wywołuje niedokrwistość z niedoboru żelaza, może powodować poporodowy niedobór żelaza u noworodków, który wiąże się z krótkoterminowymi i długoterminowym zaburzeniami w neurorozwoju¹³.

Jod odpowiada za syntezę hormonów tarczycy, które regulują prawidłowy rozwój płodu. Niedobór jodu może wiązać się z ograniczeniem funkcji tarczycy, co może z kolei powodować negatywne skutki zdrowotne u dziecka. Hormony tarczycy pełnią ważną rolę w neurorozwoju płodu i późniejszych etapach rozwojowych dziecka w okresie postnatalnym. W pierwszym stadium ciąży płód jest całkowicie zależny od hormonów matki, dlatego tak bardzo ważne jest dostarczenie odpowiedniej ilości jodu. Niedobór jodu wiąże się ze zwiększonym ryzykiem poronienia, wyższą śmiertelnością noworodków, uszkodzeniem mózgu, opóźnieniem wzrostu i rozwoju neuropsychoruchowego. Dodatkowo trwały niedobór jodu wywołuje niedoczynność tarczycy u płodu. U kobiet z niedoborem jodu zauważono również zwiększoną częstotliwość urodzeń dzieci z kretynizmem neurologicznym oraz kretynizmem śluzowatym, które obejmują zaburzenia neurologiczne, opóźnienie neurokognitywne, wady słuchu, mowy, wzroku, upośledzenie motoryki, zaburzenia postawy oraz zanik tarczycy¹⁴.

Witamina B₁₂ jest ważna w procesie kształtowania ośrodkowego układu nerwowego dziecka, gdyż uczestniczy w rozwoju i mielinizacji komórek nerwowych. W okresie ciąży witamina B₁₂ jest aktywnie transportowana przez łożysko do płodu. Długotrwały niedobór witaminy B₁₂ może przyczynić się do zakłóceń mielinizacji neuronów w układzie nerwowym, co może skutkować demielinizacją mózgu. Wiąże się to między inny-

¹² M. Ondicova, R.E. Irwin, S.J. Thursby, *Folic acid intervention during pregnancy alters DNA methylation, affecting neural target genes through two distinct mechanisms*, "Clin Epigenetics" 2022, nr 14, s.63.

¹³ M.K. Georgieff, *Iron Deficiency in Pregnancy*, "Am J Obstet Gynecol." 2020, nr 223(4), s. 516–524.

¹⁴ F.J.K. Toloza, H. Motahari, S. Maraka, *Consequences of Severe Iodine Deficiency in Pregnancy: Evidence in Humans*, "Front Endocrinol (Lausanne)" 2020, nr 11, s.409.

mi z opóźnieniem rozwoju neuromotorycznego dziecka i zaburzeniami odżywiania. Badania donoszą, że niedobór tej witaminy w diecie matki, wiąże się z istotnym deficytem witaminy B₁₂ u niemowląt oraz często wskazuje się na zaburzenia neurologiczne i metaboliczne¹⁵.

Programowanie płodowe

Programowanie płodowe ma miejsce w trakcie rozwoju zarodkowego i płodowego, które są kluczowymi okresami, zarówno dla formowania się tkanek i narządów dziecka, jak i dla przyszłego ryzyka rozwoju chorób cywilizacyjnych. Kluczowe znaczenie programowanie płodowe nabiera wówczas, gdy niekorzystne środowisko, w jakim rozwija się ciąża wpływa na predyspozycje genetyczne jednostki¹⁶. Na system programowania wewnątrzmacicznego mają wpływ czynniki środowiskowe, do których zaliczają się m.in.: dieta matki, jej aktywność fizyczna i styl życia, alkohol i palenie papierosów, ekspozycja na leki (w tym na kortykosteroidy), stres, depresja i zaburzenia psychiczne, choroby przewlekłe, nadmierna masa ciała. Mechanizm programowania płodowego obejmuje takie zjawiska, jak: metylacja DNA, zmiany komórkowe w gęstości receptorów, rozpad metaboliczny mediatorów receptorowych, zmiany strukturalne narządów oraz zmiany w objętości i składzie tkanek, a także resetowanie osi hormonalnych i zmienione reakcje na stres w organizmie matki¹⁷.

Koncepcja programowania wewnątrzmacicznego sugeruje, że zaburzenia metaboliczne i nieprawidłowe odżywianie matki mogą mieć długotrwały efekt i wpływać na zdrowie potomstwa oraz predyspozycje do chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość, cukrzyca i choroby układu sercowo-naczyniowego¹⁸.

Przenoszenie smaku do mleka matki i płynu owodniowego

Odżywianie się matki ma istotne znaczenie szczególnie przez okres 1000 pierwszych dni życia dziecka. Przez pierwsze 6 miesięcy życia postnatalnego niemowlę potrzebuje tylko pokarmu kobiecego, na którego skład wpływa dieta matki. Jeżeli matka nie pozyskuje z pożywienia wystarczającej ilości składników odżywczych, może to wpły-

¹⁵ B.E. Hasbaoui, N. Mebrouk, S. Saghir, *Vitamin B12 deficiency: case report and review of literature*, "Pan Afr Med J" 2021, nr 38, s. 237.

¹⁶ Ż. Kimber-Trojan, A. Marciniak i in., *Fetal programming*, "Ginekologia i Perinatologia Praktyczna" 2018, nr 2 (3), s. 56-63.

¹⁷ E.J. Kwon, Y.J. Kim, *What is fetal programming?: a lifetime health is under the control of in utero health*, "Obstet Gynecol Sci." 2017, nr 60(6), s. 506-519.

¹⁸ Ż. Kimber-Trojan, A. Marciniak, op. cit.

nać na ilość i jakość tych elementów w jej mleku¹⁹. Skład pokarmu kobiecego ulega dynamicznym zmianom w ciągu karmienia, w zależności od czynników naturalnych, takich jak pora dnia karmienia piersią, płeć dziecka i różnice indywidualne dla danego organizmu matki, w tym różnice demograficzne. Wpływ mają też czynniki środowiskowe, takie jak wcześniej przebyte ewentualnie zakażenia i styl życia matki, w tym sposób odżywiania się²⁰. Sposób żywienia kobiety może wpływać na skład mleka poprzez sieć powiązanych ze sobą szlaków metabolicznych.

Wykazano wyższą całkowitą zawartość energii w pokarmie kobiecym u matek na diecie o niższej zawartości węglowodanów i wyższej podaży tłuszczu, niż u kobiet będących na diecie o wysokiej zawartości węglowodanów i niskiej ilości tłuszczu²¹. Jednakże w innym badaniu nie stwierdzono wpływu spożycia ilości energii u matki karmiącej na całkowitą wartość energetyczną jej mleka²².

Sposób odżywiania się matki w okresie prenatalnym może zapewnić najwcześniejszą możliwość wpływu na akceptacje i preferencje żywieniowe dzieci. Płód zarówno wdycha, jak i polyka znaczne ilości płynu owodniowego w okresie późnej ciąży, który zawiera wiele składników - od odżywczych (m.in. glukoza, aminokwasy) po smaki i zapachy pochodzące z diety matki i wpływów środowiskowych²³. Spożywanie różnorodnych produktów przez matkę może wpływać na sensorykę płynu owodniowego oraz mleka kobiecego poprzez przenoszenie się substancji do tych środowisk substancji lotnych mających znaczenie w odniesieniu do percepcji smaku i zapachu przez dzieci²⁴. Ponadto zarejestrowano, że wstrzyknięcie substancji o słodkim smaku do płynu owodniowego stymulowało polykanie płodu, podczas gdy wstrzyknięcie smaku gorzkiego powodowało jego hamowanie. Reakcje te zostały zinterpretowane jako pozytywne oraz negatywne reakcje na słodkie i gorzkie bodźce smakowe²⁵. Podobnie jest z reakcjami na smaki u noworodków. Zaobserwowano, że po podaniu im roztworów o smaku słodkim lub umami reagują pozytywnie, w sposób polegający m.in. na uniesieniu kącików ust, ssaniu warg i palców, mlaskaniu i ruchach językiem.

¹⁹ F. Bravi, F. Wiens i in., *Impact of maternal nutrition on breast-milk composition: a systematic review*, "Am J Clin Nutr." 2016, nr 104(3), s. 646-662.

²⁰ O. Ballard, L. Ardythe Morrow, *Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors*, "Pediatric Clinics of North America" 2013, nr 60 (1), s. 49-74.

²¹ M.A. Mohammad i in., *Effect of dietary macronutrient composition under moderate hypocaloric intake on maternal adaptation during lactation*, "The American Journal of Clinical Nutrition" 2009, nr 89 (6), s. 1821-1827.

²² E.A. Quinn, E.A., F. Largado, C.W. Kuzawa, *Predictors of breast milk macronutrient composition in filipino mothers*, "Am. J. Hum. Biol." 2012, nr 24, s. 533-540.

²³ A.W. Liley, *Disorders of Amniotic Fluid*, (w:) *Fetal-Placental Disorders*, N. S. ASSALI (red.), 1972, s. 157-206.

²⁴ J. M. Spahn i in., *Influence of maternal diet on flavor transfer to amniotic fluid and breast milk and children's responses: a systematic review*, "The American Journal of Clinical Nutrition" 2019, nr 109 (1).

²⁵ K. de Snoo, *Das trinkende Kind im Uterus*, "Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie" 1937, nr 105 (2-3), s. 88-97.

Noworodki wówczas również zwiększają tempo ssania i połykają większe objętości roztworu w odróżnieniu od gorzkich, kwaśnych, słonych i neutralnych bodźców dostarczanych przez roztwór. Natomiast podawanie im gorzkich smaków wywołuje negatywne reakcje, takie jak m.in.: marszczenie brwi, machanie kończynami górnymi, potrząsanie głową i zakłócenie zachowania ssania. Reakcje na smaki kwaśne nie są jednoznaczne, gdyż niektóre dzieci wykazują oznaki niechęci, podczas gdy inne reakcje pozytywne. Co więcej, smak słony wywołuje neutralne reakcje hedoniczne, ale obserwuje się niższe wskaźniki dla chęci ssania w porównaniu do podania wody. Jednakże warto zaznaczyć, że preferencja słonego smaku jest rozwijana dopiero po ukończeniu 4. miesiąca życia²⁶.

Przeniesienie smaku do płynu owodniowego zaobserwowano także po spożyciu przez matkę produktów zawierających m.in. alkohol, marchew, anyż czy czosnek. Spożywanie ich w czasie ciąży wiązało się z późniejszą większą akceptacją przez niemowlęta (obserwowano m.in. zwiększenie ruchów ciała) przy ponownej ekspozycji na odpowiedni zapach produktów lub smak mleka matki z nimi związany - w okresie od 3 godzin do 14 dni po urodzeniu, w porównaniu z niemowlętami, których matki nie spożywały lub spożywały znacznie mniej wyżej wymienionych produktów podczas ciąży²⁷.

Jednakże na podstawie dostępnych dowodów naukowych nie można jednoznacznie stwierdzić, że istnieje związek między dietą matki w czasie ciąży a późniejszym spożyciem pokarmów przez niemowlęta i dzieci. Brak jest wystarczających informacji, które by potwierdzały wpływ diety matki na preferencje żywieniowe potomstwa. Nie można również wyciągnąć wniosków, które opisywałyby związek między ogólną dietą matki karmiącej, a spożyciem pokarmu przez dziecko. Potrzebne są dalsze badania w tym obszarze, które mogłyby rozstrzygnąć te kwestie. Ponadto, aby zminimalizować potencjalne błędy w przyszłych badaniach, pomiary dotyczące spożycia pokarmu przez dzieci nie powinny być oparte wyłącznie na raportach matek. Badania dotyczące preferencji żywieniowych dzieci powinny uwzględniać bezpośrednie pomiary dotyczące dziecka, które mogą w lepszy sposób odzwierciedlać rzeczywiste wybory żywieniowe dokonywane przez dziecko, a nie jego opiekunów²⁸.

²⁶ A.K. Ventura, J. Worobey, *Early influences on the development of food preferences*, "Curr Biol." 2013, nr 23(9).

²⁷ P.G. Hepper, *Human fetal "olfactory" learning*, "Int J Prenatal Perinatal Psychol Med" 1995, nr 7(2), s. 147-151; A.E. Faas i in., *Differential responsiveness to alcohol odor in human neonates: effects of maternal consumption during gestation*, "Alcohol" 2000, nr 22(1), s.7-17; Schaal B i in., *Human fetuses learn odours from their pregnant mother's diet*, "Chem Senses" 2000, nr 25(6), s. 729-737.

²⁸ J. M. Spahn i in., *Influence of maternal diet on flavor transfer to amniotic fluid and breast milk and children's responses: a systematic review*, "The American Journal of Clinical Nutrition" 2019, nr 109 (1).

Konsekwencje niedożywienia matki w rozwoju płodu

Stan odżywienia i sposób żywienia matki, które są kluczowymi czynnikami w programowaniu organizmu dziecka, obejmuje takie czynniki, jak: skład ciała matki, spożycie składników odżywczych przez matkę, przepływ krwi w macicy i łożysku oraz czynniki genetyczne płodu²⁹.

Płód rozwija zdolności przystosowawcze do niedożywienia matki, poprzez zmiany w produkcji hormonów płciowych i łożyskowych, które regulują metabolizm, przyspieszy wzrost i umożliwiają przepływ krwi. Bezpośrednią reakcją metaboliczną płodu na niedożywienie matki jest zużywanie substratów do produkcji energii na drodze katabolizmu³⁰. Niedożywienie płodu doprowadza do jego uzależnienia metabolicznego od glukozy, poprzez zarówno zmniejszenie, jak i zwiększenie utleniania innych substratów, takich jak aminokwasy i kwas mlekowy. Długotrwałe niedożywienie powoduje opóźnienie wzrostu, zmniejszone wykorzystanie substratów i spowolnienie tempa metabolizmu, co umożliwi poprawę żywotności płodu. Można zatem przypuszczać, że insulinooporność rozwinięta w dorosłości jest wynikiem podobnego procesu, tj., kiedy zmniejszenie tempa utleniania insulinoniewrażliwych tkanek obwodowych prowadzi do wzrostu insulinooporności. Uważa się, że insulina płodowa i insulinopodobny czynnik wzrostu (IGF) odgrywają główną rolę w kontroli wzrostu i szybko reagują na zmiany w żywieniu płodu. Kiedy dostępność składników odżywczych dla płodu jest ograniczona, poziom anabolicznych hormonów regulujących wzrost, takich jak IGF-1 czy insulina spada, podczas gdy podaż hormonów o działaniu katabolicznym, t.j. glikokortykoidy - osiąga wzrost³¹. Ponadto sugeruje się, że hiperglikemia występująca u matki (stężenie glukozy >92 mg/dl) jest czynnikiem ryzyka niedożywienia płodu. Wskazuje się także na to, że skutkiem niedożywienia płodu są zmiany w budowie i funkcji naczyń krwionośnych, które są niezbędne do prawidłowego wzrostu i funkcjonowania narządów³².

W ostatnich etapach ciąży, kiedy narządy i tkanki rozwijają się w bardzo szybkim tempie, opóźnienie wzrostu płodu znacznie wpływa na narządy i powoduje, że ich wielkość jest nieproporcjonalna. Wówczas płód stara się chronić tkanki, zwłaszcza tkankę mózgową, która ma kluczowe znaczenie dla bezpośredniego utrzymania żywotności, co skutkuje większą utratą tkanek wątrobowych i innych tkanek trzewnych jamy brzusznej³³. Niedożywienie matki i płodu wiąże się z ograniczeniem wewnątrz-

²⁹ A.L. Fowden, *Endocrine regulation of fetal growth*, "Reprod Fertil Dev."1995, nr 7(3), s. 351-363.

³⁰ E.J. Kwon, Y.J. Kim, *What is fetal programming?: a lifetime health is under the control of in utero health*, "Obstet Gynecol Sci" 2017, nr 60(6), s. 506-519.

³¹ A.L. Fowden, *Endocrine regulation of fetal growth*, "Reprod. Fertil Dev."1995, nr 7(3), s. 351-363.

³² C.N. Hales, D.J. Barker, *The thrifty phenotype hypothesis*, "Br Med Bull" 2001, nr 60, s. 5-20.

³³ E.J. Kwon, Y.J. Kim, *What is fetal programming?: a lifetime health is under the control of in utero health*, "Obstet Gynecol Sci" 2017, nr 60(6), s. 506-519.

macicznego wzrastania, więc nierzadko u takich niemowląt w okresie około 2. roku życia obserwuje się tzw. *catch-up growth*, czyli nadrabianie wzrostu³⁴.

Niedobór składników odżywczych u matki może również negatywnie wpływać na rozwój mózgu płodu. Niewystarczające spożycie białka, nienasyconych kwasów tłuszczowych, żelaza i jodu może prowadzić do zaburzeń rozwoju poznawczego i neurologicznego dziecka. Co więcej, niedobory żywieniowe są związane z częstszym występowaniem wad wrodzonych, takich jak m.in. wady serca. Wśród konsekwencji wyżej opisanego problemu wskazuje się także zwiększone ryzyko wystąpienia komplikacji podczas porodu, takich jak niedotlenienie płodu i dystocja (zablokowanie noworodka w kanale rodnym), które wymagają interwencji medycznych i zabiegu cesarskiego cięcia³⁵.

Wpływ niedożywienia matki na wybory żywieniowe dziecka

Wybory żywieniowe matki i ich konsekwencje utrzymują się przez całe życie narodzonego dziecka, za które odpowiadają między innymi modyfikacje epigenetyczne zachodzące w czasie kształtowania płodu. Pierwszym ich mechanizmem w epigenetycznej kontroli genów jest przebudowa chromatyny przez potranslacyjną modyfikację aminokwasów, z których składają się białka histonowe. Drugim mechanizmem jest metylacja DNA, która polega na dodaniu grup metylowych, które przekształcają cytozynę w 5-metylocytozynę w niemetylowanych sekwencjach DNA - CpG. Badania donoszą, że niedożywienie okołoporodowe ma wpływ na stopień metylacji promotora leptyny i jest związane ze zmianami regulacji leptyny. Zmiany te, mogą utrzymać się przez kolejne lata, a nawet w życiu dorosłym i mogą w dużym stopniu wpłynąć na zachowania żywieniowe. Leptyna pełni kluczową rolę w utrzymaniu bilansu energetycznego, poprzez kontrolę apetytu i wpływ na regulację masy ciała, spożycie pokarmu oraz wydatkowanie energii. Wskazuje się, że osoby, u których zaszły zmiany epigenetyczne spowodowane niedożywieniem okołoporodowym, mogą mieć trudności z osiągnięciem homeostazy i dostosowaniem się do warunków środowiskowych, wiążące się z ilością spożywanego jedzenia, które w konsekwencji prowadzą do rozwoju chorób metabolicznych³⁶.

Prawidłowa dieta matki w czasie ciąży ma odzwierciedlenie w prawidłowej masie urodzeniowej dziecka i kolejno we wzroście oraz rozwoju w następnych latach. Jednak

³⁴ T. Durá-Travé i in., *Catch-up growth and associated factors in very low birth weight infants*, "An Pediatr" 2020, nr 93(5), s. 282-288.

³⁵ Z.A. Bhutta i in., *What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival*, "Lancet" 2008, nr 371(9610), s. 417-440; U. Ramakrishnan, *Nutrition and low birth weight: from research to practice*, "Am J Clin Nutr." 2004, nr 79(1), s. 17-21.

³⁶ C. Jousse i in., *Perinatal undernutrition affects the methylation and expression of the leptin gene in adults: implication for the understanding of metabolic syndrome*, "FASEB J." 2011, nr 25(9), s. 3271-3278.

komplikacje podczas ciąży, które obejmują często nudności i wymioty w pierwszym trymestrze, mogą wpłynąć na spożycie niedostatecznej ilości jakościowego pokarmu. Badania wskazują, że ograniczenie spożycia składników odżywczych w ciąży powodowało zwiększone ryzyko zespołu metabolicznego oraz zwiększało podatność na nieprawidłową tolerancję glukozy, co predysponowało do rozwoju cukrzycy typu 2. Poprzez epigenetyczną modyfikację genów zachodzi programowanie metaboliczne płodu, co sprawia, że rozwój zespołu metabolicznego u dziecka może być zaprogramowany za pośrednictwem środowiska żywieniowego i hormonalnego matki. Dodatkowo niedożywienie płodu może powodować nadciśnienie tętnicze w późniejszych latach, gdyż na tym etapie organizm kompensuje niedobory poprzez ograniczanie funkcji oraz wzrostu i rozwoju łożyska, co z kolei wstrzymuje transport składników odżywczych do płodu, a w efekcie także wzrost narządów o niskim priorytecie np. nerek. Badania na zwierzętach wykazały również, że niedożywienie matki w okresach krytycznych w rozwoju płodu, prowadzi do niedożywienia dziecka i może zaprogramować metabolizm komórek tłuszczowych, co sprawia, że niemowlę jest poddawane wysoce odżywczej diecie, aby szybko nadrobić braki w organizmie, co z kolei może doprowadzić do otyłości³⁷.

Oś podwzgórze-przysadka-nadnercza (HPA) odpowiada za wydzielanie glikokortykoidów (GC). Zmiany w stanie odżywienia, a szczególnie stan niedożywienia jest uważany za wczesne bodźce stresowe płodu, które mogą wpływać na programowanie osi HPA, co może spowodować zwiększone napięcie osi HPA przez całe życie. GC to kluczowe przekaźniki odpowiedzi na bodźce stresowe. W ostatnim etapie ciąży przygotowują płód do życia pozamacicznego, stymulują produkcję surfaktantu przez płuca, jednocześnie wpływając na wzrost płodu i rozwój narządów. Jednak nadmierna ekspozycja na GC może skutkować niekorzystnymi konsekwencjami dla zdrowia dziecka, ze względu na różnicowanie komórek i zmianę wzorców dojrzewania organizmu. Dodatkowo GC to hormony o działaniu obesogennym, ze względu na ich uczestnictwo w regulacji adipocytów i odkładania tkanki tłuszczowej oraz mają zdolność do zmiany wrażliwości na insulinę i leptynę. Odpowiadają również za stymulację glukoneogenezy w wątrobie i pobudzanie procesów pozyskiwania energii. Badania wskazują, że nadmiar GC w adipocytach powoduje zwiększoną adipogenezę, co wiąże się z rozwojem chorób metabolicznych i otyłości. Niedożywienie matki w czasie ciąży wpływa na zwiększoną ekspresję GC, co może zaprogramować płód, narażając go na rozwój chorób metabolicznych i otyłości w dorosłości³⁸.

³⁷ A. Correia-Branco i in., *Maternal undernutrition and fetal developmental programming of obesity: the glucocorticoid connection*, "Reprod Sci." 2015, nr 22(2), s.138-145.

³⁸ Ibidem.

Rola diety w okresie koncepcyjnym

Podkreśla się, że okres okołokoncepcyjny to czas, w którym dieta odgrywa istotną rolę we wspieraniu zdrowia matki i dziecka, zarówno w ciąży, laktacji oraz na kolejnych etapach życia dziecka³⁹.

Większość ciężarnych kobiet pochodzących ze Stanów Zjednoczonych nie przestrzega zaleceń dotyczących prawidłowego odżywiania się przed ciążą i w jej trakcie. W odróżnieniu od typowego modelu diety zachodniej, która obfituje w tłuszcze nasycone i cukier prosty, sposób odżywiania się kobiety w okresie prenatalnym powinien charakteryzować się dużą gęstością odżywczą. Wówczas należy opierać żywienie na produktach nieprzetworzonych, w tym na wszelkich warzywach, owocach, roślinach strączkowych i produktach zawierających nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3 (PUFA-n3), tj. orzechach, nasionach oraz rybach⁴⁰.

Kobiety, które przestrzegają świadomie prawidłowych nawyków żywieniowych przed i/lub w czasie ciąży, mogą doświadczać mniej powikłań związanych z ciążą i niekorzystnych skutków zdrowotnych dla swoich dzieci. Ponadto kompleksowa i indywidualnie dobrana suplementacja i sposób żywienia u niedożywionych kobiet wiąże się z lepszymi wynikami porodowymi, w tym z redukcją niskiej masy urodzeniowej. Należy unikać diet, które poważnie ograniczają jakąkolwiek grupę makroskładników⁴¹.

W czasie ciąży pierwszą zauważalną zmianą jest przyrost masy ciała wynikający z masy płodu, macicy, łożyska, płynu owodniowego, gruczołu sutkowego, a także krwi i tkanki tłuszczowej. Zgodnie z wytycznymi kobieta o prawidłowej masie ciała (BMI 19-24 kg/m²) powinna osiągnąć przyrost o 11-16 kg w okresie całej ciąży⁴². W ciąży zwiększa się spoczynkowy wydatek energetyczny, a tym samym również dzienne całkowite zapotrzebowanie energetyczne w zależności od trymestru. W I. trymestrze wzrost ten wynosi 85 kcal/dobę, w II. trymestrze - 285 kcal/dobę, a w III. obserwowany jest wzrost zapotrzebowania o 475 kcal/dobę. Podobna zależność zachodzi w przypadku ciąży mnogiej⁴³.

Białko jest głównym komponentem potrzebnym do produkcji białek w tkance płodowej, łożysku, macicy, krwi matki oraz jej beztłuszczowej masy ciała. Zapotrzebowanie

³⁹ *Nutrition During Pregnancy and Lactation: Exploring New Evidence: Proceedings of a Workshop*, w: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board, M. Harrison (red.), Washington 2020.

⁴⁰ N.E. Marshall i in., *The importance of nutrition in pregnancy and lactation: lifelong consequences*, "Am J Obstet Gynecol." 2022, nr 226(5), s. 607-632.

⁴¹ R. Raghavan i in., *Dietary patterns before and during pregnancy and maternal outcomes: a systematic review*, "Am J Clin Nutr." 2019, nr 109(7), s. 705-728.

⁴² Institute of Medicine. *Weight Gain during Pregnancy: Reexamining the Guidelines*, Washington 2009.

⁴³ M. Gandhi i in., *Estimated energy requirements increase across pregnancy in healthy women with dichorionic twins*, "Am. J. Clin. Nutr." 2018.

na białko w czasie ciąży wzrasta proporcjonalnie do etapu ciąży. Jego dzienne spożycie powinno wynosić ok. 54-96 g w zależności od wieku, masy ciała kobiety ciężarnej i jej poziomu aktywności fizycznej. Największe zapotrzebowanie na białko występuje w drugiej połowie ciąży. W populacji polskiej kobieta w ciąży w wieku powyżej 19. lat powinna spożywać 1,2 g białka na kg masy ciała. Białko powinno stanowić 10-20% całkowitego dziennego spożycia⁴⁴.

Odpowiednia ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w pożywieniu wpływa m.in na prawidłowy rozwój siatkówki dziecka, jego układu nerwowego i zmniejszenie ryzyka przedwczesnego porodu. Kwas dokozaheksaenowy zawarty m.in. w tłustych rybach i orzechach włoskich zmniejsza również ryzyko wystąpienia depresji poporodowej i zapobiega niskiej masie urodzeniowej dziecka. Dla populacji Polski spożycie DHA i EPA powinno wynosić co najmniej 250 mg, a kobieta w ciąży powinna dodatkowo przyjmować ok. 100-200 mg DHA. Zalecane jest przyjmowanie ok. 600 mg DHA przez ciężarną, jeśli nie ma ryzyka przedwczesnego porodu oraz 1000 mg dla kobiet, jeśli ryzyko to występuje oraz jeśli kobieta unika jedzenia ryb morskich⁴⁵.

Istotne jest, aby w diecie kobiety w ciąży zadbać o prawidłową podaż kwasu foliowego, żelaza, jodu, wapnia, magnezu, witaminy D oraz o prawidłowe nawodnienie, które powinno wynosić ok. 2,3 l dziennie wody źródlanej i mineralnej nisko- oraz średniozmineralizowanej. Natomiast należy unikać produktów, które zwiększają ryzyko wystąpienia zatruc pokarmowych i innych zagrożeń, należą do nich: sery długojrzewające, surowe mięso i jaja, surowe ryby i owoce morza, produkty z krótką datą ważności lub długo przechowywane otwarte, produkty wysokoprzetworzone oraz nieumyte warzywa i owoce⁴⁶.

Zaleca się spersonalizowane podejście do poradnictwa żywieniowego kobiet w ciąży, które uwzględni dostęp do żywności, pochodzenie etniczne i kulturowe preferencje żywieniowe, status społeczno-ekonomiczny, wskaźnik masy ciała (BMI) oraz ewentualne powikłania ciążowe lub stwierdzone niedobory żywieniowe⁴⁷.

Podsumowanie

Dieta oraz stan odżywienia kobiety ciężarnej są istotnymi determinantami w procesie rozwoju płodu i kształtowaniu dalszego zdrowia dziecka. Odpowiednie ilości składników odżywczych, które dostarcza matka są kluczowe podczas krytycznych etapów

⁴⁴ B. Nowak- Pacholczak (red.), *Żywność kobiet w okresie ciąży – teoria i praktyka*, Warszawa 2021.

⁴⁵ Ibidem, *Rekomendacje Polskiego Towarzystwa Ginekologicznego w zakresie stosowania witamin i mikroelementów u kobiet planujących ciążę, ciężarnych i karmiących*, „Ginekologia Polska” 2014, nr. 85(5).

⁴⁶ B. Nowak- Pacholczak (red.), *Żywność kobiet w okresie ciąży – teoria i praktyka*, Warszawa 2021.

⁴⁷ M. Jouanne i in., *Nutrient Requirements during Pregnancy and Lactation*, „Nutrients” 2021, nr13(2), s. 692.

rozwoju płodu, w tym zapoczątkowanie rozwoju cewy nerwowej. Wówczas makroskładniki, takie jak białko, węglowodany i tłuszcze są istotne dla aktywności hormonów, ekspresji białek, wzrostu i funkcjonowania nowych komórek czy prawidłowego przebiegu metabolizmu w okresie płodowym i pokonceptyjnym.

Wydaje się, że najważniejszymi mikroskładnikami, na które powinna zwrócić uwagę matka i rozważyć ich suplementację są: kwas foliowy, żelazo, witamina B12, jod, PUFA n-3 czy wapń. Ponadto, należy zwrócić uwagę na pochodzenie tych składników w diecie oraz sięgać po nieprzetworzone produkty, w tym warzywa, owoce, źródła pełnowartościowego białka, ryby czy nasiona i pestki, będące dostarczycielami nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Kiedy ciężarna jest niedożywiona, płód jest w stanie rozwinąć umiejętności przystosowawcze poprzez zmiany w metabolizmie. Skutkuje to m.in. opóźnieniem rozwoju i wzrostu płodu, zwiększonym wydzielaniem hormonów o działaniu katabolicznym, ale też innymi poważnymi następstwami, jakimi są poród przedwczesny czy powikłania okołoporodowe, obejmujące nawet śmierć noworodka.

Wybory żywieniowe matki i ich konsekwencje utrzymują się przez całe życie dziecka. Sugeruje się, że niedożywienie w okresie prenatalnym może zwiększać ryzyko wystąpienia otyłości i innych chorób dietozależnych u dziecka w przyszłości. Płód, któremu nie były dostarczane odpowiednie ilości niezbędnych w jego rozwoju składników odżywczych, później już jako dziecko i w dalszych etapach życia, może próbować zrekompensować te braki i skłaniać się ku diecie wysokoenergetycznej, bogatej w tłuszcz i węglowodany. Odpowiedzialna za to jest także oś HPA, która w sposób pośredni aktywuje hormony o działaniu oreksygenicznym, czego konsekwencją jest wzrost masy ciała.

Bibliografia

- Ballard O., Ardythe L. Morrow, *Human Milk Composition: Nutrients and Bioactive Factors*, "Pediatric Clinics of North America" 2013, nr 60 (1), s. 49-74.
- Basak S., Vilasagaram S., Duttaroy A.K., *Maternal dietary deficiency of n-3 fatty acids affects metabolic and epigenetic phenotypes of the developing fetus*. "Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids" 2020, nr 158, s.102-109.
- Bhutta Z.A, Ahmed T., Black R.E. i in., *What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival*, "Lancet" 2008, nr 371(9610), s.417-440.
- Bravi F, Wiens F, Decarli A, Dal Pont A, Agostoni C, Ferraroni M., *Impact of maternal nutrition on breast-milk composition: a systematic review*, "Am J Clin Nutr." 2016, nr 104(3), s. 646-662.
- Correia-Branco A., Keating E., Martel F., *Maternal undernutrition and fetal developmental programming of obesity: the glucocorticoid connection*, "Reprod Sci" 2015, nr 22(2), s.138-145.
- Cortés-Albornoz M., García-Guáqueta D., Velez-van-Meerbeke A., Talero-Gutiérrez C., *Maternal Nutrition and Neurodevelopment: A Scoping Review*, "Nutrients" 2021, nr 13(10). s.3530.
- Durá-Travé T, San Martín-García i in., *Catch-up growth and associated factors in very low birth weight infants*, "An Pediatr" 2020, nr 93(5), s. 282-288.

- Faas A.E., Sponton E.D., Moya P.R., Molina J.C., *Differential responsiveness to alcohol odor in human neonates: effects of maternal consumption during gestation*, "Alcohol" 2000, nr 22(1), s.7–17.
- Fowden A.L., *Endocrine regulation of fetal growth*, "Reprod Fertil Dev". 1995, nr 7, s.351–363.
- Gandhi M., Gandhi R., Mack L.M. i in., *Estimated energy requirements increase across pregnancy in healthy women with dichorionic twins*, "Am. J. Clin. Nutr.", 2018.
- Georgieff M. K., *Iron Deficiency in Pregnancy*, "Am J Obstet Gynecol." 2020, nr 223(4), s. 516–524.
- Georgieff M.K., Ramel S.E., Cusick S.E., *Nutritional influences on brain development*, "Acta Paediatr." 2018, nr 107(8), s. 1310-1321.
- Hales C.N., Barker D.J., *The thrifty phenotype hypothesis*, "Br Med Bull" 2001, nr 60, s. 5–20.
- Hasbaoui B.E., Mebrouk N., Saghir S., *Vitamin B12 deficiency: case report and review of literature*, "Pan Afr Med J." 2021, nr 38, s. 237.
- Hepper P.G., *Human fetal "olfactory" learning*, "Int J Prenatal Perinatal Psychol Med" 1995, nr 7(2), s. 147–151.
- Institute of Medicine. *Weight Gain during Pregnancy: Reexamining the Guidelines*, Washington 2009.
- Jouanne M, Oddoux S, Noël A, Voisin-Chiret A.S., *Nutrient Requirements during Pregnancy and Lactation*, "Nutrients" 2021, nr 13(2), s. 692.
- Jousse C., Parry L., Lambert-Langlais S., *Perinatal undernutrition affects the methylation and expression of the leptin gene in adults: implication for the understanding of metabolic syndrome*, "FASEB J." 2011, nr 25(9), s. 3271-3278.
- K. de Snoo; *Das trinkende Kind im Uterus*, "Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie" 1937, nr 105 (2-3), s. 88–97.
- Kimber-Trojan Ź., Marciniak A. i in., *Fetal programming*, "Ginekologia i Perinatologia Praktyczna" 2018, nr 2 (3), s. 56-63.
- Kwon E.J, Kim Y.J., *What is fetal programming?: a lifetime health is under the control of in utero health*, "Obstet Gynecol Sci." 2017, nr 60(6), s. 506-519.
- Marshall N.E., Abrams B. i in., *The importance of nutrition in pregnancy and lactation: lifelong consequences*, "Am J Obstet Gynecol." 2022, nr 226(5), s. 607-632.
- Mohammad M.A. i in., *Effect of dietary macronutrient composition under moderate hypocaloric intake on maternal adaptation during lactation*, "The American Journal of Clinical Nutrition" 2009, nr 89 (6), s. 1821-1827.
- Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej | Normy żywienia 2020.
- Nowak- Pacholczak B. (red.), *Żywnienie kobiet w okresie ciąży – teoria i praktyka*, Warszawa 2021.
- Ondicova M., Irwin R.E., Thursby S.J., *Folic acid intervention during pregnancy alters DNA methylation, affecting neural target genes through two distinct mechanisms*, "Clin Epigenetics" 2022, nr 14, s.63.
- Nutrition During Pregnancy and Lactation: Exploring New Evidence: Proceedings of a Workshop*, w: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Food and Nutrition Board, M. Harrison (red.), Washington 2020.
- Quinn, E.A., Largado, F., Power, M. and Kuzawa, C.W., *Predictors of breast milk macronutrient composition in filipino mothers*, "Am. J. Hum. Biol." 2012, nr 24, s. 533-540.
- Polskie Towarzystwo Ginekologiczne, *Rekomendacje w zakresie stosowania witamin i mikroelementów u kobiet planujących ciążę, ciężarnych i karmiących*, „Ginekologia Polska. Via Medica Journals” 2014, nr 85 (5).
- Raghavan R., Dreibelbis C., Kingshipp B.L. i in., *Dietary patterns before and during pregnancy and maternal outcomes: a systematic review*, "Am J Clin Nutr." 2019, nr 109(7), s.705S-728S.
- Ramakrishnan U., *Nutrition and low birth weight: from research to practice*, "Am J Clin Nutr." 2004, nr 79(1), s.17-21.

- Schaal B., Marlier L., Soussignan R., *Human fetuses learn odours from their pregnant mother's diet*, "Chem Senses" 2000, nr 25(6), s.729–737.
- Spahn J.M., Callahan E.H. i in., *Influence of maternal diet on flavor transfer to amniotic fluid and breast milk and children's responses: a systematic review*, "The American Journal of Clinical Nutrition" 2019, nr 109 (1).
- Sweeting A., Mijatovic J., Brinkworth G.D., *The Carbohydrate Threshold in Pregnancy and Gestational Diabetes: How Low Can We Go?* "Nutrients" 2021, nr 13(8), s.2599.
- Tolozan F.J.K., Motahari H., Maraka S., *Consequences of Severe Iodine Deficiency in Pregnancy: Evidence in Humans*, "Front Endocrinol (Lausanne)" 2020, nr 11, s.409.
- Ventura A.K., Worobey J., *Early influences on the development of food preferences*, "Curr Biol." 2013, nr 23(9), s.401-408.

THE IMPACT OF MATERNAL MALNUTRITION IN THE CONCEPTION PERIOD ON THE HEALTH AND FOOD CHOICES OF THE CHILD

Abstract: There is a growing body of evidence pointing to the importance of the periconceptional period, including the period of pregnancy itself, in shaping the health and life of the offspring, both during fetal and subsequent stages of child development. This is linked to the phenomenon of fetal programming. Fetal programming is the relationship of a woman's nutrition during the conception period to the life and health and nutritional style of the offspring in subsequent developmental stages. An inappropriate lifestyle and diet of the mother during pregnancy can have a significant impact on the developmental process of the child.

Both quantitative and qualitative malnutrition during pregnancy result in short- and long-term consequences for the survival and health of children. Irrational nutritional conditions in utero can be associated with the occurrence of cardiovascular diseases, type 2 diabetes and cancer, among others. It is not only the use of dietary models with restrictions on the amount of energy and given nutrients consumed, but also high-fat and hypercaloric diets that lead to malnutrition in prenatal women. All these factors are considered stressors in early life that can predispose the offspring to mental and physical disorders in adulthood.

A well-balanced diet for the pregnant woman, and one that is adapted to her bodily requirements and appropriately coordinated with the growth of the foetus in the womb, is likely to contribute to the health of the child and reduce the risk of developing diseases. In addition, it is possible that it contributes to the formation of correct eating behaviour in early childhood. Therefore, it is important that the diet contains adequate amounts of protein, carbohydrates and fats, as well as micronutrients.

This paper reviews the literature on women's prenatal nutrition and the accompanying nutritional programming of the offspring. This review aims to demonstrate the impact of maternal nutrition and malnutrition on the health and nutritional choices of their children.

Key words: nutritional programming, pregnancy, metabolic programming, malnutrition