

# SPRAWOZDANIE

*z przeprowadzonych w 2016 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego  
w zakresie przetwórstwa produktów roślinnych i zwierzęcych metodami ekologicznymi, pt.:*

Badania nad opracowaniem optymalnej technologii produkcji wyrobów  
piekarskich i cukierniczych wzbogacanych świeżymi i suszonymi  
owocami i warzywami, spełniających kryteria zawarte w pozycji 1256  
Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 28 sierpnia 2015 r.

Realizowanych przez:

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

*w związku z decyzją Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi nr HOR-re-msz-078-8/16 (224) z dnia 20.05.2016 r., wydaną na podstawie § 8 ust. 1, ust. 2 i ust. 10 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. z 2015r., poz.1170).*

Kierownik tematu: *dr inż. Ewa Siemianowska*

Główni wykonawcy:

- *dr inż. Monika Radzymińska*
- *dr inż. Ewa Siemianowska*
- *dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM*
- *dr inż. Małgorzata Warechowska,*
- *dr inż. Andrzej Wesółowski*

OLSZTYN, 2016 r.

## SPIS TREŚCI

	str.
<b>1. WPROWADZENIE</b> .....	3
<b>2. METODY, PRZEBIEG I ZAKRES BADAŃ</b> .....	4
2.1. Przebieg i zakres badań .....	4
2.2. Metody badań .....	6
<b>3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ</b> .....	8
3.1. Analiza surowców do wypieku.....	8
3.2. Opracowanie receptury .....	15
3.3. Analiza wyrobów .....	20
3.4. Parametry przechowalnicze .....	22
3.5. Badanie tekstury .....	26
3.6. Ocena konsumencka.....	30
<b>4. PODSUMOWANIE</b> .....	40
<b>CYTOWANE PIŚMIENNICTWO</b> .....	41

## 1. WPROWADZENIE

Wraz z wejściem w życie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 26 sierpnia 2015 r. w sprawie grup środków spożywczych przeznaczonych do sprzedaży dzieciom i młodzieży w jednostkach systemu oświaty oraz wymagań, jakie muszą spełniać środki spożywcze stosowane w ramach żywienia zbiorowego dzieci i młodzieży w tych jednostkach (pozycja 1256) konieczne stało się zaprojektowanie nowych wyrobów spełniających kryteria ww. Rozporządzenia. Zgodnie z punktem 6. Załącznika nr 1 tego Rozporządzenia, do obrotu dopuszczone są zbożowe produkty śniadaniowe oraz inne produkty zbożowe „*bez dodatku cukru i substancji słodzących zdefiniowanych w rozporządzeniu (WE) nr 1333/2008*, które mają stanowić zdrowe przekąski dla dzieci i młodzieży szkolnej. Jest to szczególnie wymagająca grupa konsumentów, która preferuje smaki słodkie. Wzbogacenie produktów piekarsko-cukierniczych kombinacją świeżych i suszonych owoców oraz warzyw o wysokiej zawartości cukrów może być szansą na uzyskanie wyrobów bez dodatku sacharozy, lecz wzbogaconych naturalnymi cukrami zawartymi w słodkich odmianach owoców i warzyw, tak aby otrzymane produkty były akceptowane przez dzieci i młodzież. Dodatkowo wzbogacenie produktów zbożowych surowcami owocowo-warzywnymi o udokumentowanej, wysokiej wartości odżywczej, z powodu koncentracji substancji bioaktywnych (tj. błonnik pokarmowy, polifenole), podnosi ich walory prozdrowotne [Białek i Rutkowska, 2013].

Opracowanie nowych technologii innowacyjnych wyrobów piekarsko-cukierniczych wyprodukowanych bez dodatku cukru jest szansą na kreowanie prawidłowych nawyków żywieniowych u młodych pokoleń poprzez podnoszenie świadomości z zakresu zdrowego żywienia [Achremowicz i Korus, 2007]. Nadzieją w tym zakresie jest rosnący popyt na rynku konsumenckim na przetworzoną żywność ekologiczną o wysokich walorach prozdrowotnych, zwłaszcza przeznaczoną dla dzieci i młodzieży [Łukasiński, 2008, Jankowska i in., 2011].

W ramach realizacji zadania „*Badania nad opracowaniem optymalnej technologii produkcji wyrobów piekarskich i cukierniczych wzbogacanych świeżymi i suszonymi owocami i warzywami, spełniających kryteria zawarte w pozycji 1256 Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 28 sierpnia 2015 r.* zespół badawczy złożony z pracowników Wydziału Nauk Technicznych, Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Wydziału Nauki o Żywności, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie we współpracy z piekarnią „Vini” w Rogoźniku, przeprowadził badania w zakresie opracowania praktycznych aspektów produkcji wyrobów piekarsko-cukierniczych z dodatkiem surowców owocowo-

warzywnych. Podjęte badania były kontynuacją i rozszerzeniem badań prowadzonych w 2015 r. w ramach projektu z zakresu przetwórstwa produktów roślinnych metodami ekologicznymi.

Celem zaprojektowanych badań było zaproponowanie nowych wyrobów o zadeklarowanej w ocenie konsumenckiej intencji zakupu, ale również o przebadanej i udokumentowanej wysokiej wartości odżywczej i walorach prozdrowotnych.

## **2. METODY, PRZEBIEG I ZAKRES BADAŃ**

### **2.1. Przebieg i zakres badań**

W projekcie opracowano recepturę i technologię wypieku, a następnie wyprodukowano drobne wyroby piekarnicze o masie poniżej 200 g (bułki - B i rogalce - R) i wyroby cukiernicze (muffiny – M i ciastka - C). Wyroby zostały wyprodukowane bez dodatku sacharozy i substancji słodzących oraz substancji dodatkowych, natomiast były wzbogacane świeżymi i suszonymi owocami i warzywami, pochodzącymi z gospodarstw i przetwórci ekologicznych. W doświadczeniu użyto następujące gatunki zbóż: orkisz jary i ozimy (*Triticum spelta*), pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum*) oraz gryka (*Fagopyrum* Mill.). Ziarno na mąkę pochodziło z certyfikowanego gospodarstwa BioBabalscy w Pokrzydowie (certyfikat Agro BIO test PL-EKO-07 nr PL-EKO-07-04194). Z ziarna zbóż w Wytwórni Makaronu BioBabalscy w Pokrzydowie otrzymano dwa typy mąki: jasną Typ 500 i mąkę z pełnego przemiału, które dostarczono do piekarni „Vini” w Rogoźniku. Próbkę mąki zostały przebadane pod kątem właściwości wypiekowych i cech fizykochemicznych.

W doświadczeniu wykorzystano świeże warzywa (burak ćwikłowy czerwony i biały, dynia, marchew), świeże jabłka i suszone owoce (śliwki, czereśnie, truskawka, winogrona, jabłka). Zastosowano odmiany warzyw i owoców wytypowane na podstawie analiz surowca pod kątem zawartości cukrów. Warzywa pochodziły z certyfikowanego gospodarstwa ekologicznego (certyfikat Agro BIO test PL-EKO-07-93011 (16)), zaś suszone owoce z ekologicznych przetwórci (certyfikat Agro BIO test PL-EKO-07 nr PL-EKO-07-04194, certyfikat Ekogwarancja PL-EKO-01-005971).

Na podstawie próbnego wypieków przeprowadzonych w piekarni „Vini” w Rogoźniku (certyfikat Agro BIO PL-EKO-07 nr PL-EKO-07-05901) opracowano receptury i wypieczono wyroby z zastosowaniem kombinacji dodatków owocowo-warzywnych (tab. 1). Przed opracowaniem receptury surowce owocowe i warzywne zostały przebadane pod kątem zawartości cukrów i substancji bioaktywnych. Na podstawie otrzymanych wyników wytypowano kombinacje warzyw i owoców, którymi wzbogacano wyroby. Łącznie

wypieczono 40 rodzajów produktów piekarsko-cukierniczych, po 10 wariantów z każdego asortymentu (tab. 4-7).

**Tabela 1.** Szczegółowy opis wariantów produkcji wyrobów piekarsko-cukierniczych.

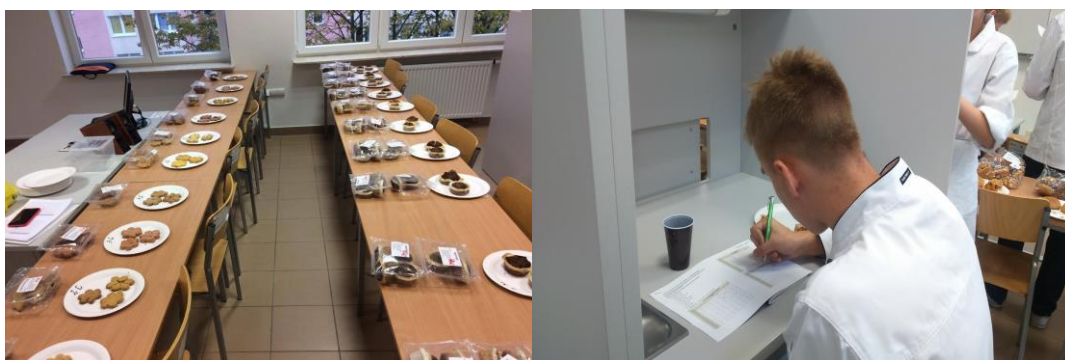
Gatunek zboża	Typ mąki	Warzywa i owoce świeże	Owoce suszone	Wyrób końcowy
Pszenica zwyczajna	Jasna	Marchew	Śliwki	B - Bułka
	Pełen przemiał	Burak ćwikłowy	Czereśnie	R - Rogalik
Orkisz ozimy	Jasna	Dynia	Truskawka	M - Muffina
	Pełen przemiał	Jabłko	Jabłko	C - Ciastka
Orkisz jary	Jasna		Winogrona	
	Pełen przemiał			
Gryka				

Po procesie produkcyjnym po wystudzeniu w celu zapewnienia jednolitych warunków przechowalniczych oraz zachowania świeżości wyroby pakowano w piekarni „Vini” w opakowania jednostkowe z polietylopropylenu, następnie w kartonowe opakowania zbiorcze i przewieziono do jednostek badawczych UWM w Olsztynie. Połowę wyrobów zapakowano w modyfikowanej atmosferze (MAP-ie) w opakowania jednostkowe z materiału zabezpieczającego przed parą wodną i gazami. Po przewiezieniu do jednostek badawczych UWM w Olsztynie świeże wyroby poddano analizom pod kątem podstawowego składu. Wyroby pakowane w MAP-ie przechowywano w jednolitych, kontrolowanych warunkach, a następnie poddano analizom. Badania pod kątem właściwości prozdrowotnych i parametrów przechowalniczych zostały przeprowadzone w dwóch okresach badawczych: 4 dni od procesu produkcyjnego i ponownie po upływie miesiąca (wyroby przechowywane w MAP-ie).

### **Badania konsumenckie innowacyjnych produktów ekologicznych**

Badania konsumenckie obejmowały ocenę postaw wobec innowacyjnych produktów z uwzględnieniem trzech komponentów: poznawczego, afektywnego i behawioralnego. Celem przeprowadzonych badań było wyłonienie próbek mogących odnieść sukces rynkowy (wskazanie tych, które warto wdrożyć do produkcji), w tym zbadanie czy komponenty afektywny i poznawczy postawy mają wpływ na intencję zakupu innowacyjnych produktów ekologicznych.

Zgodnie z założeniem projektu badawczego jako potencjalnych konsumentów wyprodukowanych nowych wyrobów wytypowano osoby młode (dobór celowy próby). Oceny konsumentkiej dokonano wśród 200 konsumentów będących uczniami szkół średnich oraz studentów. Badania zostały przeprowadzone w Olsztynie w: Zespole Szkół Gastronomiczno-Spożywczych, I Liceum Ogólnokształcącym i Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim (Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności). Przed przystąpieniem do badań osoby przeszkolono z zakresu użytego do oceny narzędzia badawczego (foto 1)



**Foto 1.** Fotorelacja z ceny konsumentkiej (foto. Radzymińska M.)

## 2.2. Metody badań

W projekcie do analizy surowców i gotowych wyrobów zastosowano następujące metody analityczne:

### Analiza surowców do wypieku

- ✓ Owoce i warzywa:
  - Zawartość cukrów prostych metodą HPLC
  - Zawartość cukrów redukujących metodą Lane – Eynona (wg PN-90 A-75101/07)
  - Kwasowość [g kw. jabłkowego /100 g s.m.]
- ✓ Mąka - ocena właściwości wypiekowych:
  - Test amylograficzny na Amylografie wg PN-ISO 7973:2001 (Tpk - temperatura początkowa kleikowania [st. C], Tkk – temperatura końcowa kleikowania [st. C], Max lepkość [A.U.], Czas kleikowania [min])
  - Glutomatic 2000 (Gluten mokry [g] wg ICC 155, Indeks gluten wg PN-ISO 3093)
  - Farinograf (Wodochłonność [%], Czas rozwoju ciast [min], Stałość ciasta [min], Stopień rozmiękczenia Norma ICC nr 114/1 [FU], Liczba jakościowa)

- ✓ Mąka - parametry fizykochemiczne (wg PN-ISO 2171)
  - Wilgotność [%] (wg PN-A-74252: 1998)
  - Zawartość popiołu całkowitego [%] (wg PN-EN ISO 2171: 2010)
  - Zawartość skrobi [g/100 g s.m.] (wg PN-EN ISO 10520:2002P)
  - Wskaźnik sedymentacji SD (wg PN-ISO 5529)
  - Liczba opadania [s] (wg PN-ISO 3093/1996)

### **Analiza wyrobów**

- ✓ Skład chemiczny (zgodnie z zaleceniami PN ISO)
  - białko ogółem (metodą PN-75-/A-04018 Kjeldahla z KjelFlex K-360 (N · 5.7).)
  - tłuszcz ogółem (wg PN-EN ISO 11085:2010)
  - węglowodany (wg PN-R-54784)
  - błonnik pokarmowy (wg PN-EN ISO 6865)
- ✓ Wartość kaloryczna (metodą kalorymetryczną za pomocą kalorymetru KL-12Mn)

**Analiza potencjału antyoksydacyjnego** surowców (mąka, owoce, warzywa) oraz gotowych wyrobów:

- ✓ Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.] (wobec DPPH wg Tańska i in. 2016)
- ✓ Fenole wolne [mg/100 g s.m.] (wobec Folina-Ciocalteu'a, wg Tańska i in. 2016, Konopka i in. 2012).

**Parametry przechowalnicze** określono oznaczając aktywność wody ( $a_w$ ) w Rotronicu (Szwajcaria) oraz wilgotność [%] metodą suszarkową wg PN-A-74252:1998.

**Badanie tekstury** przeprowadzono na podstawie testu ściskania i testu penetracji określając takie właściwości mechaniczne ciastek jak: maksymalna wartość siły ściskającej i siły penetracji [N] i przesunięcie głowicy [mm] w maszynie wytrzymałościowej Multitest 1-i (Mecmesin, West Sussex, UK).

### **Ocena konsumencka**

Wśród 200 osób będących potencjalnymi nabywcami (osoby w wieku szkolnym) została przeprowadzona ocena konsumencka w celu określenia akceptacji, preferencji oraz stopnia pożądalności poszczególnych produktów.

- ✓ Analiza jakości sensorycznej produktów z zastosowaniem metod oceny konsumenckiej (ocena hedoniczna)
- ✓ Określenie paramentów wpływających na deklarowaną intencję zakupu nowych produktów – ujęcie modelowe.

W badaniach zastosowano dwa narzędzia badawcze : 1 – do oceny bułek i rogalik, 2 – do oceny ciastek i muffin. Komponent afektywny postawy został rozpoznany poprzez m.in. ocenę cech sensorycznych produktów. Do oceny stopnia akceptacji i preferencji, wykorzystano dziewięciopunktową werbalną skalę hedoniczną. Uwzględniono takie wyróżniki jak: wygląd zewnętrzny, zapach, smak oraz ogólną pożądalność. Ponadto oceniający poproszeni zostali o wskazanie jednej z dziesięciu próbek w danej kategorii produktowej, która najbardziej im odpowiada. W celu rozpoznania poszczególnych komponentów postaw konsumentów wobec innowacyjnych produktów zastosowano stwierdzenia, w stosunku do których respondent wyrażał poziom aprobaty posługując się 7-stopniową skalą Likerta, od zdecydowanie się nie zgadzam (1 pkt), do całkowicie się zgadzam (7 pkt).

Przed przystąpieniem do badań osoby przeszkolono z zakresu stosowanej metody oceny oraz poinstruowano odnośnie przygotowania do badań zgodnie z wytycznymi normy PN-ISO 8586-1. Na podstawie paramentów wpływających na deklarowaną intencję zakupu nowych produktów w ujęciu modelowym zostały wyłonione produkty akceptowane przez wyznaczoną grupę nabywczą.

### **3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ**

#### **3.1. Analiza surowców do wypieku**

Przed opracowaniem receptury surowce zastosowane do wypieczenia wyrobów ciastkarsko-piekarniczych z dodatkiem owoców i warzyw zostały poddane analizom fizykochemicznym. Mąki użyte w projekcie zostały przebadane pod kątem właściwości wypiekowych, antyoksydacyjnych i wyróżników fizykochemicznych, jak: wilgotność, zawartość popiołu, skrobi, białka ogółem (tab. 2).

W przeprowadzonych badaniach do wypieku wyrobów ciastkarskich zastosowano siedem rodzajów mąk: mąkę pszenną - niskowyciągową, z orkisz ozimego - niskowyciągową, z orkisz jarego – wysokowyciągową oraz mąki z pełnego przemiału: pszenicy, orkisz ozimego, orkisz jarego i gryki. Do produkcji różnych wyrobów ciastkarskich wymagana jest mąka o specyficznych cechach jakościowych dla danego produktu [Cacak-Pietrzak 2008]. Omawiane mąki stosowano do wypieku różnych wyrobów ciastkarskich: drożdżowych, krucho-drożdżowych, kruchych oraz muffinek, dlatego też



niektóre parametry mąk były technologicznie korzystniejsze do wypieku produktów drożdżowych, a inne do wypieku produktów kruchych lub muffinek.

Wyniki przeprowadzonej oceny technologicznej mąk przedstawiono w tabeli ?. Wilgotność stosowanej do badań mąki kształtowała się w granicach od 11,6 (mąka ciemna z pszenicy zwyczajnej) do 14,9 % (mąka gryczana) i wynikała z warunków jej przechowywania. Zawartość popiołu w mące mieściła się w zakresie od 0,58 do 1,30% s.m. dla mąk jasnych i od 1,34 do 1,95 % s.m. w mąkach ciemnych. Na podstawie zawartości popiołu, poszczególne rodzaje mąk pszennych zakwalifikowano do następujących typów: mąka pszenna jasna typ 650, mąka jasna z orkiszu ozimego – typ 550, mąka jasna z orkiszu jarego – typ 1400 (sitkowa). Pozostałe mąki należą do mąk pełnoziarnistych (razowych).

Istotnym składnikiem w kształtowaniu wartości wypiekowej mąki jest białko ogółem. Ilość białka w mące zależy od gatunku, odmiany zboża oraz od wyciągu mąki. Zawartość białka w badanych mąkach wahała się w granicach od 8,85 – 14,19% s.m. dla mąk jasnych i 9,14 -15,13 % s.m. dla mąk ciemnych. Mąki razowe charakteryzowały się wyższą zawartością białka w porównaniu do mąk jasnych. Największą zawartość białka oznaczono w mące ciemnej z orkiszu jarego (15,13 %).

Do produkcji różnych wyrobów ciastkarskich wymagane są mąki o różnej zawartości białka. Do wypieku ciasta kruchego wymagane są mąki, w których zawartość białka nie powinna przekraczać 12% białka, natomiast do wypieku ciasta drożdżowego wymagane są mąki o zawartości białka min 13%. Spośród siedmiu badanych mąk trzy mąki: pszenna jasna (8,85% białka), pszenna ciemna (9,14%) oraz mąka gryczana (10,93%) spełniają wymagania pierwszej grupy produktów, a pozostałe cztery wymagania drugiej grupy produktów ciastkarskich.

O przydatności mąki pszennej do produkcji piekarsko-ciastkarskiej decyduje także ilość i jakość glutenu. Zawartość glutenu mokrego w mące jest wskaźnikiem bezpośrednio związanym z wartością wypiekową mąki pszennej. Z siedmiu zastosowanych do wypieku mąk z jednej - mąki pszennej jasnej - nie udało się wymyć glutenu. Największą zawartością glutenu mokrego cechowała się mąka ciemna z orkiszu ozimego (35,83%), natomiast najmniejszą mąka pszenna ciemna (13,08%). Wymyty z tych mąk gluten charakteryzował się dobrą jakością (gluten mocny) o czym świadczą wartości indeksu glutenu 73,83 i 99,24 odpowiednio dla mąki ciemnej z orkiszu ozimego i ciemnej z pszenicy zwyczajnej. Indeks glutenowy pozostałych mąk był niski (indeks glutenowy < 40) co wskazuje, że gluten tych mąk był miękki i słaby. Zawartość glutenu mokrego w mąkach przeznaczonych do wypieku ciasta kruchego nie powinna przekraczać 20% [Cacak-Pietrzak 2008]. Z zastosowanych do

wypieku mąk pszennych i orkiszowych tylko jedna spełniała ten wymóg – mąka ciemna z pszenicy zwyczajnej.

Wskaźnik sedymentacji (test Zeleny'ego) jest miernikiem jakości i ilości substancji strukturotwórczych pieczywa. Im wyższa wartość tego wskaźnika tym wyższa zawartość białek glutenowych w mące. Wysoka wartość wskaźnika sedymentacji świadczy o dobrych wartościach wypiekowych mąki. Wskaźnik sedymentacji wg Zeleny'ego oznaczony w mąkach jasnych przyjmował wartości w zakresie od 20,75 (orkisz ozimy) do 27,25 (pszenica zwyczajna). Wartości tego wskaźnika wskazują na „dostateczną jakość” mąk jasnych. Mimo wyższej zawartości białka i glutenu mokrego w mąkach orkiszowych w stosunku do mąki z pszenicy zwyczajnej, wartość wskaźnika sedymentacji mąki pszennej była wyższa. Świadczy to o tym, że gluten mąki z pszenicy zwyczajnej cechował się lepszą jakością niż gluten mąk orkiszowych.

Zawartość skrobi w badanych mąkach zależała od gatunku zboża oraz typu mąki. Mąki jasne z tego samego gatunku zboża zawierały większe ilości skrobi w porównaniu do mąk ciemnych. Największą koncentrację skrobi stwierdzono zarówno w mące jasnej jak i ciemnej z orkiszu jarego, odpowiednio: 73,66 i 69,25 g/100g s.m. Z kolei najmniejszą zawartością skrobi charakteryzowała się mąka ciemna z orkiszu ozimego ( 57,17 g/100g s.m.). W mące gryczanej oznaczono 65,75 g/100g s.m. skrobi.

Liczba opadania jest parametrem wskazującym na aktywność enzymów amylolitycznych w mące. Aktywność amylolityczna badanych mąk wyrażona liczbą opadania była zróżnicowana i kształtowała się od 266 do 375 s. Mąki jasne charakteryzowały się niską aktywnością  $\alpha$  – amylazy (LO > 300 s) i niższą niż w mąkach ciemnych (LO od 266 do 280s). Mąki ciemne charakteryzowały się średnią aktywnością  $\alpha$  – amylazy. Najniższa aktywność  $\alpha$  – amylazy wystąpiła w mące jasnej z orkiszu jarego. Mąka pszenna, przeznaczona do wypieku pieczywa, powinna charakteryzować się średnią aktywnością amylolityczną, najlepiej w zakresie 200 - 280 s.

Badania amylograficzne pozwalają na ocenę aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w mące oraz na ocenę zdolności do kleikowania skrobi zawartej w mące. Według Horubałowa i Haber (1994) skrobia pszenna zaczyna kleikować w przedziale temperatur od 59 do 61°C, natomiast końcowa temperatura kleikowania (oznaczająca spadek lepkości kleiku po rozłożeniu całej ilości skrobi) powinna mieścić się w granicach od 80 do 98 °C. Początkowa temperatura kleikowania skrobi w badanych mąkach była zróżnicowana i zależała od typu mąki i gatunku zboża z jakiego otrzymano mąkę. Najniższą wartość początkowej temperatury kleikowania skrobi odnotowano w mące jasnej z orkiszu ozimego

(59,85 °C), a najwyższą w mące ciemnej z orkiszu jarego (72,40 °C). Z kolei końcowa temperatura kleikowania skrobi wahała się w granicach od 88,88 do 91,95 °C. Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego była bardzo zróżnicowana, a w przypadku mąki jasnej z orkiszu jarego oraz mąki gryczanej była poza skalą. Najniższą maksymalną lepkością charakteryzowała się mąka ciemna z pszenicy zwyczajnej (377,50 AU), a najwyższą mąka jasna z orkiszu ozimego (1402,5 AU).

Badania właściwości reologicznych mąk stosowanych do wypieku wyrobów cukierniczych przeprowadzono za pomocą farinografu. Wodochłonność mąki zależy od ilości substancji białkowych zawartych w mące, a także od stopnia uszkodzenia skrobi [Ceglińska i in. 2007]. Wysoka wodochłonność mąki oznacza możliwość sporządzania ciasta o wysokiej wydajności oraz uzyskania dużej wydajności pieczywa. Stosowane do wypieku mąki wykazywały wodochłonność w zakresie od 52 (mąka gryczana) do 62,7% (mąka ciemna z orkiszu jarego). Mąki przeznaczone do wypieku ciastek kruchych powinny cechować się wodochłonnością w zakresie od 50,0 do 56,0% [Cacak-Pietrzak 2008]. Spośród badanych mąk, mąki z orkiszu jarego (ciemna i jasna) nie spełniały takich wymogów.

Czas rozwoju ciasta z badanych mąk był bardzo zróżnicowany i zależał głównie od typu mąki. Według Jakubczyka i Habra [1981] czas rozwoju ciasta zależy od ilości i jakości glutenu zawartego w mące oraz jego zdolności wiązania wody. Mąki o słabym glutenie charakteryzują się krótkim czasem rozwoju ciasta. Potwierdziło się to w niniejszych badaniach w odniesieniu do mąki jasnej z pszenicy zwyczajnej oraz jasnej z orkiszu ozimego. Z kolei mąki o najdłuższym czasie rozwoju ciasta wyróżniały się mocnym glutenem (mąka ciemna z pszenicy zwyczajnej i ciemna z orkiszu ozimego). Najkrótszy czas stałości ciasta odnotowano dla mąki jasnej, a najdłuższy dla mąki ciemnej z orkiszu ozimego. Dłuższy czas stałości ciasta wskazuje na wyższą stabilność ciasta podczas mieszania. Najwyższy stopień rozmiękczenia ciasta stwierdzono dla mąki jasnej z orkiszu ozimego (173 FU). W przypadku mąk ciemnych z pszenicy zwyczajnej, orkiszu ozimego i jarego stopień rozmiękczenia wynosił zero. Niskie rozmiękczenie ciasta wskazuje na wysoką tolerancję rozrostową kęsów ciasta. Wg klasyfikacji zaproponowanej przez Rohlicha i Bruecknera [Słowik 2007] mąki mocne wykazują wodochłonność >59%, rozwój >3 min, stałość >4 min, rozmiękczenie <40 FU, a słabe odpowiednio: <51%, <2 min, <1 min, >150 FU. Spośród siedmiu stosowanych do wypieku mąk, na podstawie wyżej przedstawionej klasyfikacji, jedną mąkę (ciemna z orkiszu jarego) można zakwalifikować do mąk mocnych, natomiast pozostałe do mąk pośrednich między mocnymi i słabymi.

**Tabela 2.** Właściwości wypiekowe i cechy fizykochemiczne mąk użytych w projekcie.

Gatunek zboża Typ mąki Parametr	Pszenica zwyczajna		Orkisz ozimy		Orkisz jary		Gryka
	Mąka jasna	Mąka ciemna	Mąka jasna	Mąka ciemna	Mąka jasna	Mąka ciemna	
Wilgotność [%]	12,6	11,6	13,5	12,5	13,9	14,2	14,9
Zawartość popiołu [%] w suchej masie	0,60	1,34	0,58	1,73	1,30	1,95	1,86
Zawartość skrobi [g/100 g s.m.]	66,85	60,48	66,93	57,17	73,66	69,25	65,75
Zawartość białka [%]	8,85	9,14	13,26	13,87	14,19	15,13	10,93
Wskaźnik sedymentacji SD	27,25	33,50	20,75	24,50	22,59	23,50	-
Liczba opadania [s]	347	280	326	266	375	280	-
<b>Amylograf</b>							
Tpk [st. C]	60,38	64,50	59,85	69,75	-*	72,40	-*
Tkk [st. C]	88,88	88,88	91,95	91,88	-*	91,90	-*
Max lepkość [A.U.]	890,00	377,50	1402,50	495,00	-*	802,50,00	-*
Czas kleikowania [min]	19,00	16,25	21,4	14,75	-*	13,00	-*
<b>Glutomatic</b>							
Gluten mokry [g]	-**	13,08	34,95	35,83	31,18	29,90	-
Indeks glutenu	-**	99,24	31,69	73,83	38,01	37,05	-
<b>Farinograf</b>							
Wodochłonność [%]	53,3	53,4	55,6	53,5	57,8	62,7	52,0
Czas rozwoju ciast [min]	1,2	15,4	1,0	16,2	4,5	9,5	5,4
Stażność ciasta [min]	1,4	12,6	1,3	14,6	4,8	14,4	18,4
Stopień rozmiękczenia Norma ICC nr 114/1 [FU]	100	0	173	0	93	0	76
Liczba jakościowa	22	200	11	200	70	200	55
<b>Potencjał antyoksydacyjny</b>							
Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	37,34	13,51	12,08	70,32	<b>133,11</b>	<b>153,03</b>	<b>1100,10</b>
Fenole wolne [mg/100 g s.m.]	12,24	22,11	22,58	23,90	33,06	34,28	178,59

Tpk - temperatura początkowa kleikowania

Tkk - temperatura końcowa kleikowania

-\* lepkość po za skalą

-\*\* nie udało się wymyć glutenu z próbki

Na podstawie wyników analiz owoców suszonych i świeżych oraz warzyw pod kątem zawartości cukrów prostych i redukujących, kwasowości oraz aktywności przeciwutleniającej a także zawartości wolnych fenoli przeprowadzonych na wybranych odmianach wytypowano do dalszego etapu surowce cechujące się odpowiednimi cechami. Szczególną uwagę zwrócono na zawartość cukrów w surowcach, spośród których w projekcie zastosowano te

odmiany, które posiadały największą zawartość tego parametru. Kryterium uzupełniający w wyborze odpowiedniego surowca oprócz wyników analiz była wstępna ocena organoleptyczna przeprowadzona w trakcie próbnego wypieku. Po skompletowaniu informacji popartych wynikami analiz chemicznych do dalszego etapu projektu spośród kilku odmian wytypowano: buraka czerwonego 3, buraka białego 2, marchew 3, dynię 2, czereśnię 2, winogrona susz, czereśnię susz, jabłko świeże i suszone, cechujące się ponad to wysoką aktywnością przeciwutleniającą. Odrzucono natomiast susz truskawki, pomimo wysokiej aktywności przeciwutleniającej, ze względu na wysoką kwasowość i wyraźnie wyczuwalny w wypieku próbnym posmak goryczki (tab. 3).

**Tabela 3.** Wybrane parametry fizykochemiczne owoców i warzyw użytych w projekcie.

Lp.	Parametr	Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]	Cukry redukujące [g/100 g s.m.]	Fruktoza [g/100]	Glukoza [g/100]	Sacharoza [g/100]	Kwasowość [g kw. jabłkowego /100 g s.m.]
	Surowiec							
1.	Burak czerwony egipski	578,66	169,69	15,50	-	-	5,67	0,65
2.	Burak czerwony polski	992,14	151,91	20,40	-	-	4,15	0,99
3.	<b>Burak czerwony 3</b>	<b>741,36</b>	83,63	<b>24,22</b>	1,04	<b>31,24</b>	<b>6,70</b>	1,18
4.	Burak biały 1	247,09	51,77	20,90	-	-	4,85	1,23
5.	<b>Burak biały 2</b>	<b>535,46</b>	52,58	<b>24,80</b>	-	-	<b>8,84</b>	0,57
6.	Marchew Flacoro	131,98	17,38	19,75	0,96	31,87	0,57	0,77
7.	Marchew Bolero	102,70	61,21	19,11	1,27	23,77	1,27	0,55
8.	Marchew 3	106,42	56,33	<b>33,48</b>	1,50	<b>25,54</b>	<b>5,38</b>	0,73
9.	Dynia 1	353,83	231,63	45,36	1,15	22,93	-	0,95
10.	<b>Dynia 2</b>	<b>774,71</b>	207,86	<b>91,68</b>	1,05	<b>29,75</b>	6,05	1,03
11.	<b>Jabłko świeże</b>	<b>468,40</b>	163,50	<b>72,21</b>	4,81	<b>13,55</b>	2,38	1,25
12.	Czereśnia susz 1	150,07	646,51	38,34	20,18	8,26	-	1,87
13.	<b>Czereśnia susz 2</b>	<b>549,90</b>	930,70	<b>38,83</b>	<b>18,08</b>	<b>9,62</b>	-	2,23
14.	<b>Winogrona susz</b>	<b>769,57</b>	306,72	<b>39,84</b>	<b>28,08</b>	4,99	-	1,57
15.	<b>Śliwka susz</b>	<b>766,69</b>	1152,48	<b>34,47</b>	<b>12,27</b>	<b>13,52</b>	-	4,14
16.	<b>Jabłko susz</b>	<b>619,12</b>	769,20	<b>40,13</b>	13,96	7,70	4,14	2,55
17.	Truskawka susz	3887,52	1834,57	42,25	19,17	2,29	-	7,16

### 3.2. Opracowanie receptury

Recepturę wyrobów piekarsko-cukierniczych opracowano na podstawie próbnego wypieku z użyciem: mąki, margaryny, jaj, drożdży oraz dodatków owocowych i warzywnych. Z warzyw oraz świeżego jabłka otrzymano sok, który zastąpił wodę w składzie recepturowym, rozdrobnione wyłoczyny zaś posłużyły jako wsad wzbogacający produkty w błonnik pokarmowy. Zgodnie z kryteriami Rozporządzenia Ministra Zdrowia (z dnia 28 sierpnia 2015 r., Poz. 1256) wyroby zostały otrzymane bez dodatku sacharozy i substancji słodzących, natomiast wzbogacano je mieszanką rozdrobnionych, suszonych owoców. Niektóre warianty dla podniesienia walorów smakowo zapachowych zostały wzbogacone naturalnym przyprawami (cynamon, kardamon) i twarogiem. Ponadto w projekcie została opracowana wersja wyrobów piekarsko-cukierniczych o obniżonej zawartości glutenu na bazie bezglutenowej mąki gryczanej.

Z podstawowych surowców do wypieku oraz dodatków owocowych i warzywnych w mieszarce spiralnej Eberhardt (Wagner & Wagner) przygotowano jednolitą masę na ciasto. Jako dodatkowy surowiec zastosowano jaja, nie stosowano chemicznych dodatków środków spulchniających. Zastosowano 10, 15 i 20% dodatek surowców owocowych i warzywnych w stosunku do ilości mąki w różnych wariantach, łącznie od 30-50% (tab. 4-7). Ciasto przygotowywano w temp. 20 °C przy wolnych obrotach przez 15-20 min. Ciasto drożdżowe i krucho-drożdżowe po wyrośnięciu dzielono na kęsy, formowano odpowiednie formy (bułki, rogale) i wykładano na blachy. Muffiny wypiekano w odpowiednich formach. Ciasto na kruche ciastka wałkowano, wykładano na blachy i wykrawano formy. Parametry procesu wypieku zostały tak dobrane, aby zachować jak najwyższą wartość odżywczą wyrobów. Wypiek przeprowadzono w temp. 180-220 °C w czasie 30 min. Odpowiednio dobrano piec do wypieku, który pozwalał zachować ww parametry oraz pożądane właściwości sensoryczne wyrobów (piec półkowy z palnikiem olejowym Debag Monsun). Po wystudzeniu wyroby konfekcjonowano.

**Tabela 4.** Warianty bułek (B) wypieczonych w projekcie.

Kod	Rodzaj ciasta	Mąka	Jabłko susz	Rodzyńska	Śliwka	Marchew	Burak czerwony	Burak biały	Dynia	Jabłko świeże	Czereśnia	Twaróg
1B	Drożdżowe	Pszenica zwyczajna jasna	20%	10%								
2B	Drożdżowe	Pszenica zwyczajna ciemna	10%		10%				10%			
3B	Drożdżowe	Orkisz jary jasna	10%	10%			10%					
4B	Drożdżowe	Orkisz jary ciemna	10%			10%		10%				
5B	Drożdżowe	Orkisz ozimy jasna	10%	10%					10%			
6B	Drożdżowe	Orkisz ozimy ciemna	10%		10%		10%					
7B	Krucho-drożdżowe	Pszenica zwyczajna jasna	10%		10%			10%				
8B	Krucho-drożdżowe	Pszenica zwyczajna ciemna		10%		10%			10%			
9B	Krucho-drożdżowe	Orkisz jary jasna	10%	10%								10%
10B	Krucho-drożdżowe	Orkisz jary ciemna		10%		10%						10%



**Tabela 5.** Warianty rogalí (R) wypieczonych w projekcie.

Lp.	Rodzaj ciasta	Mąka	Jabłko susz	Rodzyńska	Śliwka	Marchew	Burak czerwony	Burak biały	Dynia	Jabłko świeże	Czereśnia	Twaróg
1R	Drożdżowe	Orkisz ozimy jasna	20%			10%						
2R	Drożdżowe	Orkisz ozimy ciemna		10%				10%	10%			
3R	Drożdżowe	Pszenica zwyczajna jasna	10%		10%				10%			
4R	Drożdżowe	Pszenica zwyczajna ciemna	10%			10%				10%		
5R	Drożdżowe	Orkisz jary jasna	10%	10%			10%					
6R	Drożdżowe	Orkisz jary ciemna	10%	10%				10%				
7R	Krucho-drożdżowe	Orkisz ozimy jasna		10%						10%		10%
8R	Krucho-drożdżowe	Orkisz ozimy ciemna	10%		10%		10%					
9R	Krucho-drożdżowe	Pszenica zwyczajna jasna	10%			10%		10%				
10R	Krucho-drożdżowe	Pszenica zwyczajna ciemna	10%		10%							10%

**Tabela 6.** Warianty muffin (M) wypieczonych w projekcie.

Lp.	Mąka	Jabłko susz	Rodzynka	Śliwka	Marchew	Burak czerwony	Burak biały	Dynia	Jabłko świeże	Czereśnia	Twaróg
1M	Orkisz jary jasna	10%	10%					20%	10%		
2M	Orkisz jary ciemna	10%		10%	20%				10%		
3M	Orkisz ozimy jasna	10%					20%		10%	10%	
4M	Orkisz ozimy ciemna		10%			20%			20%		
5M	Gryka		10%		20%				20%		
6M	Pszemca zwyczajna jasna	10%	10%		20%				10%		
7M	Pszemca zwyczajna ciemna	10%		10%		20%			10%		
8M	Orkisz jary jasna	10%		10%			20%	10%			
9M	Orkisz jary ciemna	10%		10%				20%	10%		
10M	Gryka	10%				20%	10%			10%	

**Tabela 7.** Warianty kruchych ciastek (C) wypieczonych w projekcie.

Lp.	Mąka	Jabłko susz	Rodzynka	Śliwka	Marchew	Burak czerwony	Burak biały	Dynia	Jabłko świeże	Czereśnia	Twaróg
1C	Pszenica zw. jasna	10%						15%	15%		
2C	Pszenica zw. ciemna			10%	15%						15%
3C	Orkisz jary jasna			10%		15%					15%
4C	Orkisz jary ciemna	10%					15%	15%			
5C	Orkisz ozimy jasna		10%		15%				15%		
6C	Orkisz ozimy ciemna		10%				15%		15%		
7C	Gryka					15%				10%	15%
8C	Gryka	10%			15%			15%			
9C	Orkisz ozimy ciemna	10%				15%			15%		
10C	Gryka			10%				15%			15%

### 3.3. Analiza wyrobów

W projekcie zbadano wartość odżywczą zaplanowanych wyrobów ciastkarsko-piekarniczych pod kątem zawartości podstawowych składników odżywczych, jak białko, węglowodany, tłuszcz, błonnik pokarmowy, wartość energetyczna (tab. 8).

**Tabela 8.** Wartość odżywcza wyrobów piekarsko-ciastkarskich.

<b>Parametr Kod wyrobu</b>	<b>Białko ogółem [g/100g]</b>	<b>Tłuszcz ogółem [g/100g]</b>	<b>Węglowodany [g/100g]</b>	<b>Błonnik pokarmowy [g/100g]</b>	<b>Wartość energetyczna [kcal/100g]</b>
<b>1B</b>	5,32	3,21	16,32	2,21	457
<b>2B</b>	5,80	3,26	11,13	2,73	403
<b>3B</b>	8,72	3,99	11,62	1,19	441
<b>4B</b>	9,32	4,22	7,21	2,42	290
<b>5B</b>	8,47	4,13	12,67	1,75	491
<b>6B</b>	8,17	4,09	10,10	2,76	438
<b>7B</b>	6,39	20,07	7,18	1,50	547
<b>8B</b>	6,90	19,38	6,10	2,05	526
<b>9B</b>	9,66	18,25	7,79	1,92	634
<b>10B</b>	10,18	18,19	5,31	2,14	566
<b>1R</b>	8,74	3,29	10,93	1,74	442
<b>2R</b>	9,81	3,73	8,37	2,39	545
<b>3R</b>	6,31	3,60	10,85	1,33	431
<b>4R</b>	6,13	4,02	8,58	2,34	493
<b>5R</b>	8,86	4,08	11,61	1,24	446
<b>6R</b>	8,50	3,66	12,00	1,33	528
<b>7R</b>	10,14	19,76	5,76	1,35	567
<b>8R</b>	10,08	17,97	5,45	2,10	431
<b>9R</b>	7,09	18,22	6,05	2,13	514
<b>10R</b>	7,53	17,30	6,53	2,41	522
<b>1M</b>	7,97	14,33	12,90	2,07	491
<b>2M</b>	7,97	14,45	11,93	2,98	519
<b>3M</b>	8,17	14,32	14,35	1,49	536
<b>4M</b>	9,48	16,62	12,90	1,83	506
<b>5M</b>	6,90	14,84	12,00	2,43	435
<b>6M</b>	5,64	14,15	17,50	2,54	540
<b>7M</b>	6,05	14,70	12,23	2,44	533
<b>8M</b>	7,82	13,54	11,76	1,34	595
<b>9M</b>	8,65	14,54	8,91	1,68	523
<b>10M</b>	6,37	12,81	17,87	2,68	535
<b>1C</b>	9,12	26,14	6,30	1,09	545
<b>2C</b>	6,93	25,26	5,51	2,08	535
<b>3C</b>	8,73	35,17	5,41	0,89	487
<b>4C</b>	7,88	32,83	4,23	1,88	553
<b>5C</b>	7,10	33,73	6,62	1,90	542
<b>6C</b>	7,61	30,50	9,15	1,41	449
<b>7C</b>	7,30	32,90	3,70	1,26	584
<b>8C</b>	6,16	32,33	4,60	1,45	548
<b>9C</b>	7,37	31,17	4,78	2,07	412
<b>10C</b>	7,04	33,57	3,95	1,31	582

Wyprodukowane w projekcie wyroby piekarsko-cukiernicze zawierały więcej białka ogółem (5,32-10,18 g/100 g) w porównaniu do pieczywa tradycyjnego, natomiast mniej węglowodanów (3,70-17,5 g/100 g) i porównywalne ilości błonnika pokarmowego (0,89-2,98 g/100 g) [Kopeć i Bać, 2013]. Największą zawartość węglowodanów w gotowych wyrobach stwierdzono przy 50% dodatku mieszanek owocowo-warzywnych, dla produktów:

**6M** muffina – jabłko susz 10%, rodzynka 10%, marchew 20%, jabłko świeże 10%,

**10M** muffina - jabłko susz 10%, burak czerwony 20%, burak biały 10%, czereśnia 10%,

ale również dodatek łącznie 40%, a nawet 30% kombinacji mieszanki owocowo-warzywnej pozwalał uzyskać zawartość węglowodanów na zbliżonym poziomie, w produktach:

**9C** ciastko – jabłko susz 10%, burak czerwony 15%, jabłko świeże 15%,

**6R** rogal – jabłko susz 10%, rodzynka 10%, burak biały 10%,

**5B** bułka – jabłko susz 10%, rodzynka 10%, dynia 10%,

**3B** bułka – jabłko susz 10%, rodzynka 10%, burak czerwony 10%,

**1B** bułka – jabłko susz 20%, rodzynka 10%.

Zawartość tłuszczu ogółem była zróżnicowana (3,21-35,17 g/100 g) w zależności od rodzaju wyrobu i typu ciasta. Produkty wypieczone na bazie ciasta krucho-drożdżowego (bułki 7-10B i rogal 7-10R) oraz kruchego (ciastka 1-10C) zawierały w swoim składzie więcej tłuszczu, co wynika bezpośrednio z receptury typowej dla tych wyrobów.

### **3.4. Analiza potencjału antyoksydacyjnego**

Aktywność antyoksydacyjna to jedna z właściwości funkcjonalnych produktów brązowienia nieenzymatycznego, które powstają podczas obróbki termicznej, jak produkty reakcji Maillarda. Sądzi się, że produkty Maillarda mogą wpływać na lepszą stabilność oksydacyjną produktów, a w skutek ich powstawania w trakcie wypieku wzrasta potencjał antyoksydacyjny [Kowalski i Lukaszewicz, 2014, Morales i in., 2009].

Uzyskano bardzo różnicowane wartości aktywności antyoksydacyjnej wyrobów, w zależności od rodzaju mąki użytej do wypieku (tab. 9). Najwyższą aktywność oznaczono dla ciastek (7C, 8C, 10C) i muffin (5M, 10M) z mąki gryczanej, której aktywność antyoksydacyjna jest 10-krotnie wyższa niż pozostałych mąk (tab. 1). Również mąka z orkiszu jarego cechuje się wyższą aktywnością w porównaniu do mąki z orkiszu ozimego i pszenicy zwyczajnej. Dla wyrobów: rogal 5R i bułek 4B wypieczonych z mąki orkiszu jarego również uzyskano wysoką wartość aktywności przeciwutleniającej.

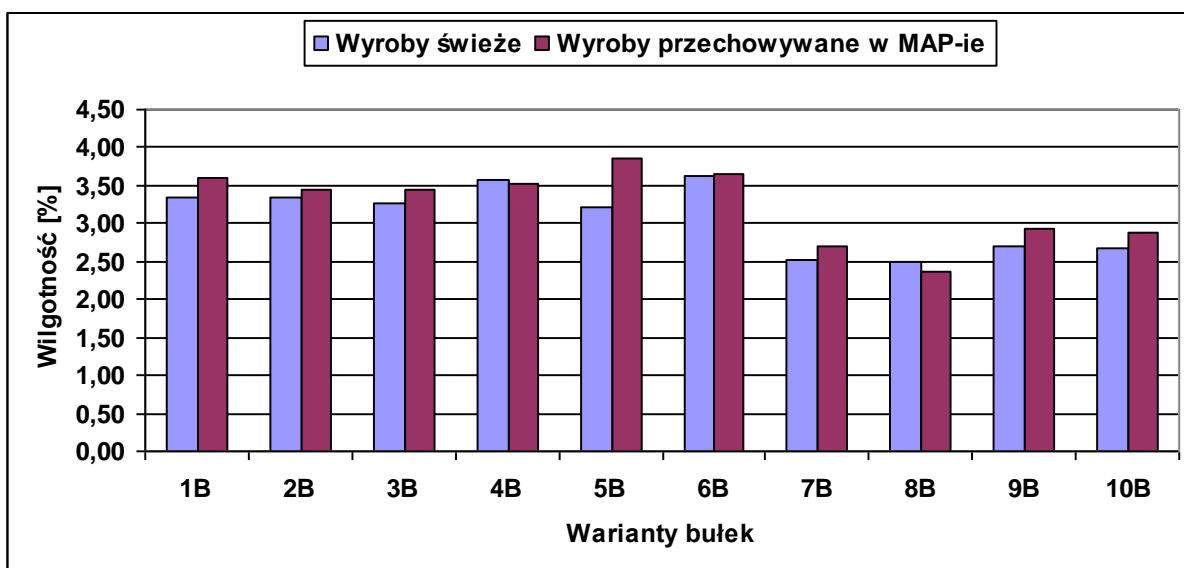
**Tabela 9.** Aktywność przeciwutleniająca wyrobów świeżych [mmol TE/ 100g s.m.], zawartość wolnych fenoli [mg/100 g s.m.].

Kod wyrobu	Wyroby świeże		Kod wyrobu	Wyroby świeże	
	Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]		Aktywność przeciwutleniająca [mmol TE/ 100g s.m.]	Fenole wolne [mg/100 g s.m.]
1B	201,84	112,,74	1M	34,29	70,75
2B	145,26	113,01	2M	69,69	82,27
3B	186,20	61,61	3M	180,98	99,65
<b>4B</b>	<b>251,44</b>	88,11	<b>4M</b>	<b>217,44</b>	112,11
<b>5B</b>	<b>234,92</b>	86,35	<b>5M</b>	<b>530,74</b>	158,26
<b>6B</b>	<b>275,24</b>	107,31	6M	162,68	76,05
7B	112,29	76,23	7M	195,20	84,,01
8B	29,29	42,97	8M	36,49	91,05
9B	158,48	65,55	9M	97,70	112,69
10B	132,72	57,73	<b>10M</b>	<b>914,16</b>	158,49
1R	102,44	87,20	1C	67,49	17,19
2R	153,16	59,83	2C	81,57	23,72
3R	86,83	66,37	3C	62,69	34,50
4R	8,71	56,34	4C	11,89	17,22
<b>5R</b>	<b>655,74</b>	82,48	5C	14,61	16,23
6R	8,24	78,56	6C	36,70	34,16
7R	47,81	53,07	<b>7C</b>	<b>362,00</b>	102,13
8R	33,17	88,31	<b>8C</b>	<b>231,08</b>	64,06
9R	114,10	63,94	9C	66,27	26,04
10R	151,39	70,20	<b>10C</b>	<b>239,72</b>	71,94

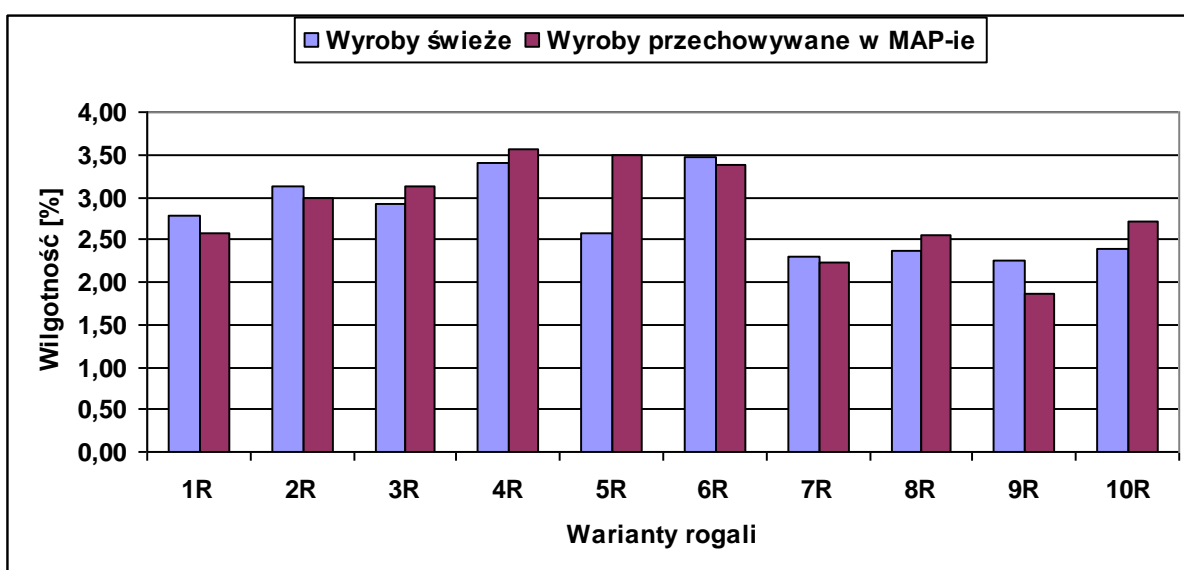
### 3.5. Parametry przechowalnicze

Wyroby ciastkarsko-piekarnicze ze względu na niekorzystnie zmiany tekstury i ryzyko utraty jakości w trakcie przechowywania, wymagają szczególnych warunków przechowalniczych, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich parametrów przechowalniczych, t.j. wilgotność [%] i aktywność wody ( $a_w$ ). Wzrost zawartości wody przez produkty pochodzenia zbożowego jest główną przyczyną zachodzących w nich przemian fazowych węglowodanów, co powoduje utratę kruchej, chrupkiej tekstury. Obecność fazy wodnej w żywności determinuje jej właściwości mechaniczne, w tym teksturę [Gondek i Marzec, 2007].

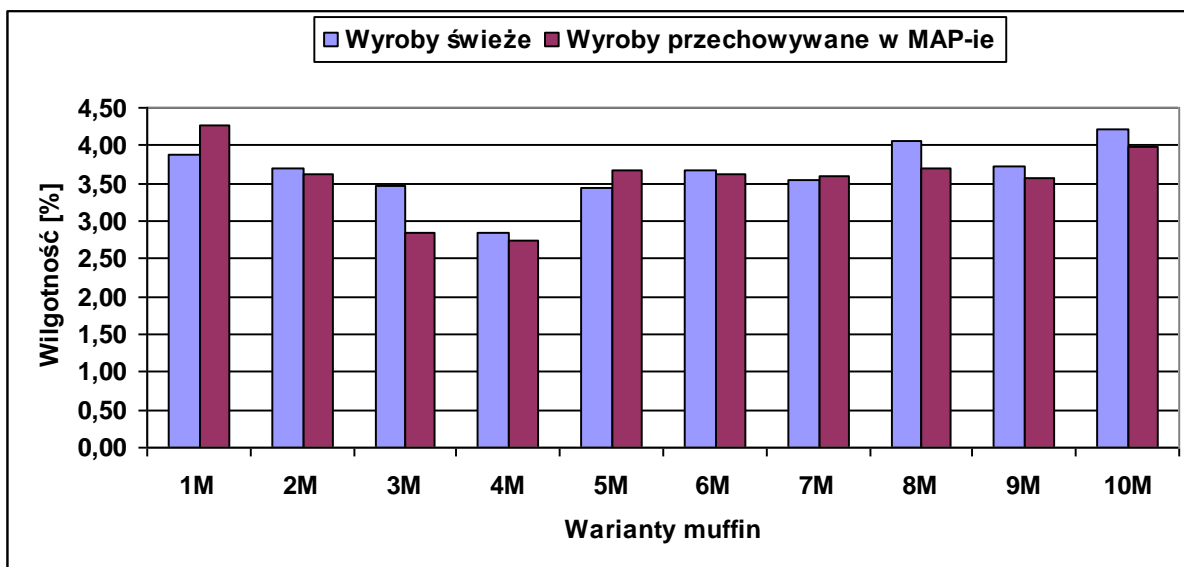
Wilgotność produktów wypieczonych w projekcie z dodatkiem surowców owocowych i warzywnych nie przekraczała wartości 4,5%, a w przypadku kruchych ciastek 3% i nie zmieniała się znacznie w okresie przechowywania w MAP-ie (rys. 1-4).



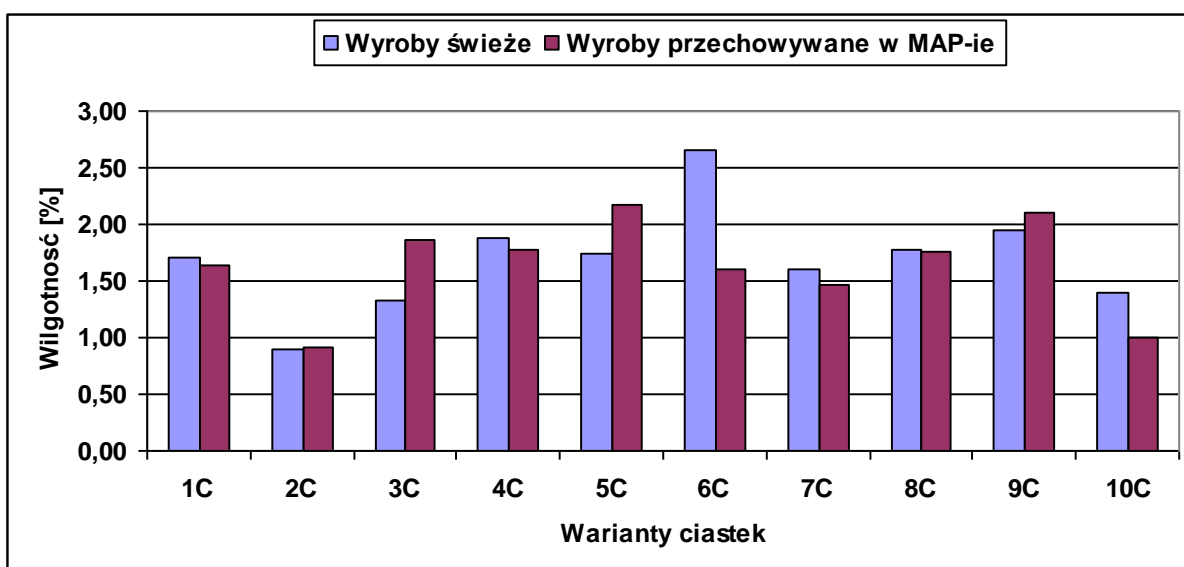
Rys. 1. Wilgotność [%] bułek (B) świeżych i po okresie przechowywania.



Rys. 2. Wilgotność [%] rogali (R) świeżych i po okresie przechowywania.



Rys. 3. Wilgotność [%] muffin (M) świeżych i po okresie przechowywania.



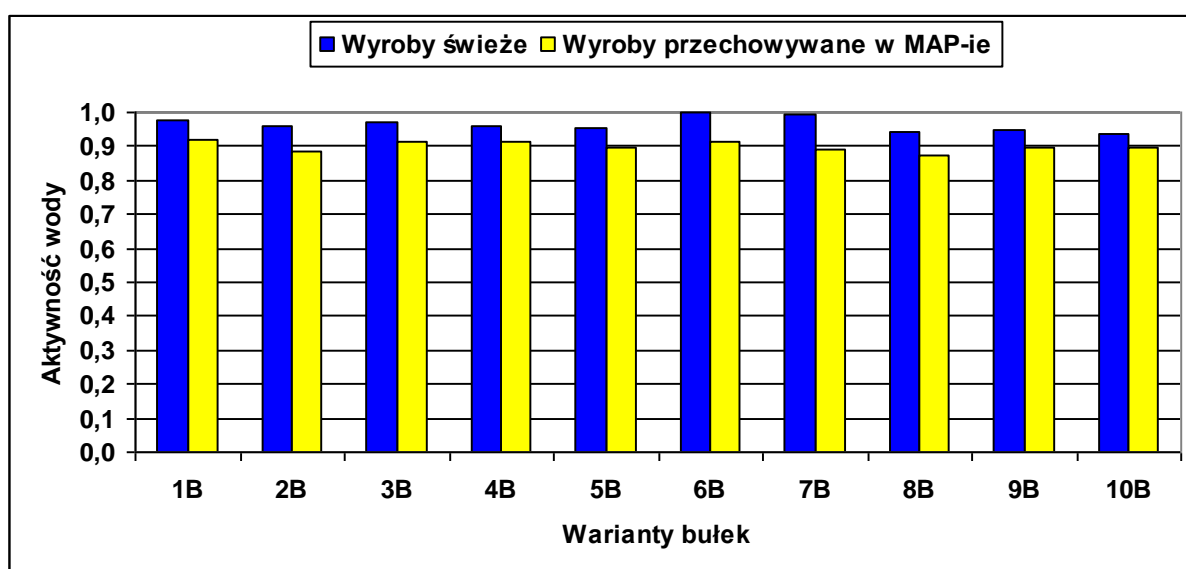
Rys. 4. Wilgotność [%] kruchych ciastek (C) świeżych i po okresie przechowywania.

Aktywność wody jest wskaźnikiem jakości mikrobiologicznej, a tym samym - bezpieczeństwa żywności. Właściwość ta jest określana przez ilość zawartej w produkcie wody wolnej (czyli frakcji wody niezbędnej drobnoustrojom do ich aktywności metabolicznej), która zależy od rodzaju i ilości składników rozpuszczonych w fazie wodnej produktu. Ponieważ drobnoustroje tolerują jedynie określony poziom aktywności wody, może być ona podstawą prognozowania wzrostu drobnoustrojów i określania mikrobiologicznej stabilności żywności. Ze względu na to, że woda wolna jest środowiskiem wielu reakcji chemicznych i biochemicznych, aktywność wody decyduje również o chemicznej stabilności

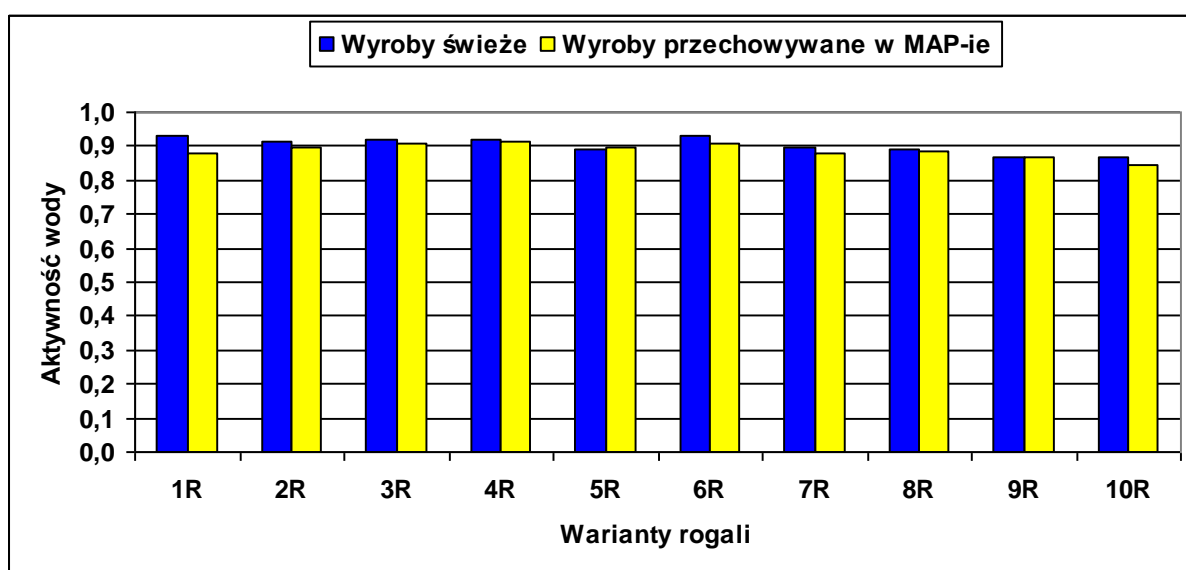


żywności. Od aktywności wody silnie zależy przebieg takich procesów jak ciemnienie nieenzymatyczne lub samoutlenianie lipidów. Determinuje ona również właściwości fizyczne żywności, takie jak tekstura oraz stabilność podczas przechowywania [Fontana, Campbell, 2004]

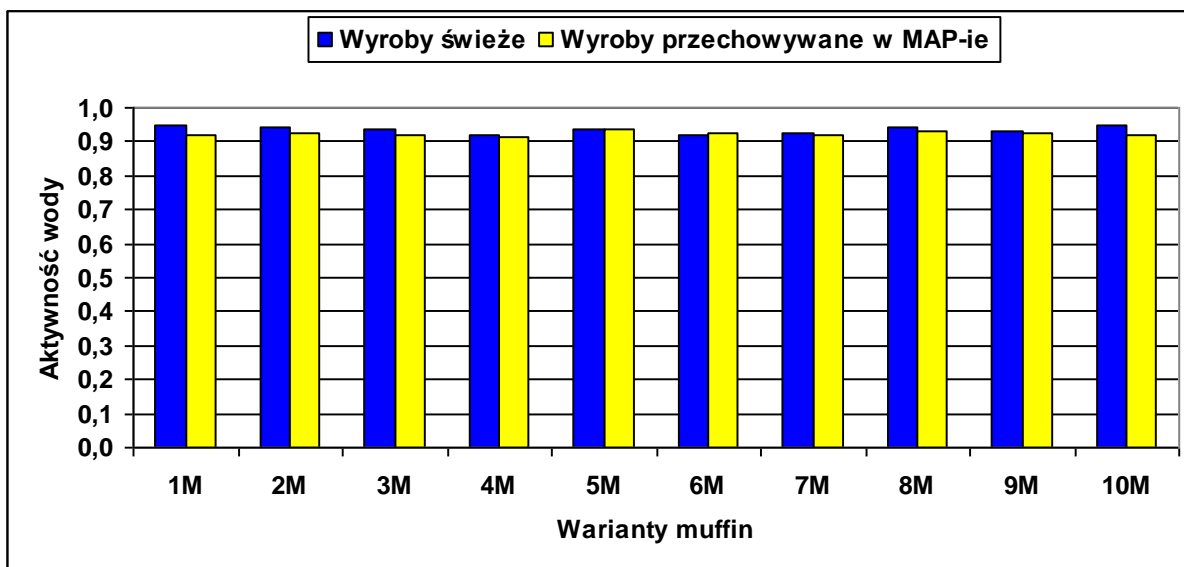
Dla wyrobów odnotowano wysoką wartość aktywności wody, która decydowała o słabych właściwościach przechowalniczych produktów. Wysoka aktywność wody powodowała, że część wyrobów, zwłaszcza z dodatkiem warzyw o wysokiej zawartości wody, jak dynia, czy burak czerwony i biały, źle się przechowywała, nawet po pakowaniu w MAP-ie (rys. 5-8).



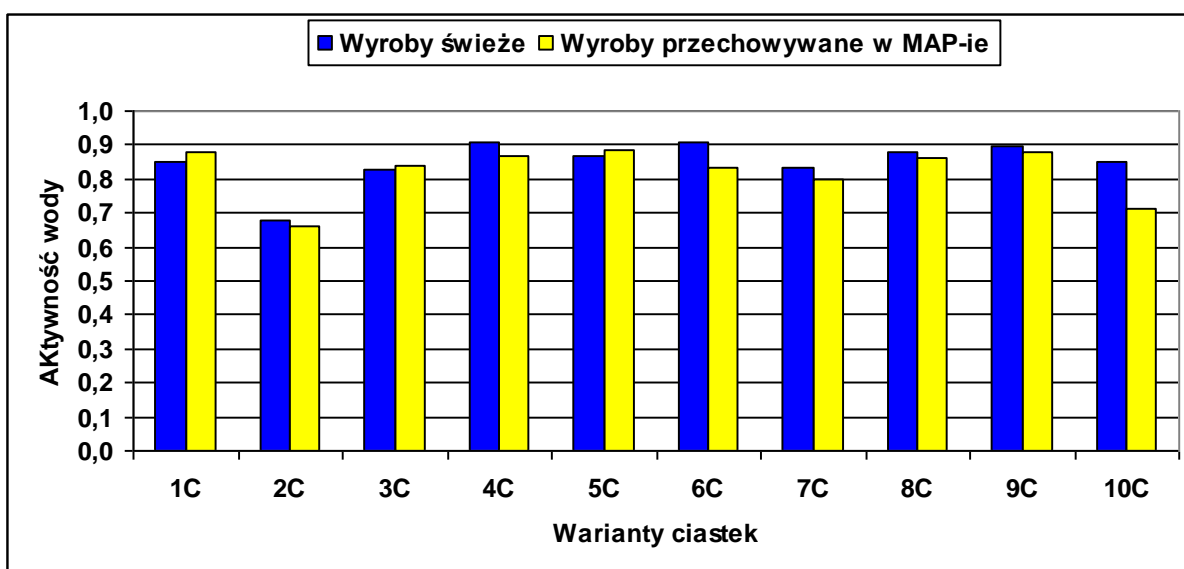
Rys. 5. Aktywność wody bułek (B) świeżych i po okresie przechowywania.



Rys. 6. Aktywność wody (R) świeżych i po okresie przechowywania.



Rys. 7. Aktywność wody muffin (M) świeżych i po okresie przechowywania.



Rys. 8. Aktywność wody kruchych ciastek (C) świeżych i po okresie przechowywania.

### 3.5. Badanie tekstury

Cechy tekstury są ważnym elementem informującym o jakości wyrobów i w dużej mierze zależą od receptury, warunków produkcji i warunków przechowywania [Błońska i n., 2012]. Przeprowadzono instrumentalne pomiary właściwości tekstury produktów wzbogacanych dodatkiem surowców owocowych i warzywnych za pomocą testu ściskania i testu penetracji. Określono maksymalną siłę ściskającą [N] i wartość siły penetracji [F] oraz dystans przesunięcia głowicy [mm], przy którym następowało ściskania wyrobów i przebicie ciastka w teście penetracji.

## Test ściskania

Test ściskania bułek wykazał w większości przypadków spadek ich twardości wyrażonej maksymalną siłą ściskającą 4 dni po wypieku oraz po przechowywaniu w modyfikowanej atmosferze MAP-ie. W przypadku wyrobów z ciasta drożdżowego z mąki jasnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek i rodzynek oraz z mąki ciemnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek i śliwek odnotowano jej wzrost odpowiednio o 75% i 30%. Analogiczną sytuację zanotowano w przypadku ciasta kruchodrożdżowego z mąki jasnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek i rodzynek oraz z mąki ciemnej orkiszu jarego z dodatkiem rodzynek i marchwi (14%). Największy wzrost twardości spowodował dodatek suszonych jabłek i rodzynek, a największy spadek tego parametru, bo praktycznie dziesięciokrotny dodatek suszonych jabłek, śliwek i buraków czerwonych (tab. 10).

**Tabela 10.** Wartość siły ściskającej [N], przesunięcie głowicy [mm] uzyskane w teście ściskania wyrobów piekarsko-cukierniczych.

Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAP-ie		Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAP-ie	
	Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]		Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]
<b>1B</b>	<b>179</b>	35	<b>314</b>	34	<b>1M</b>	356	35	345	35
<b>2B</b>	245	30	318	30	<b>2M</b>	260	25	301	25
<b>3B</b>	447	37	331	35	<b>3M</b>	284	34	325	30
<b>4B</b>	366	32	140	30	<b>4M</b>	423	30	301	30
<b>5B</b>	283	38	124	30	<b>5M</b>	114	20	bd	
<b>6B*</b>	<b>406</b>	25	<b>48</b>	25	<b>6M</b>	387	35	265	25
<b>7B</b>	288	38	224	35	<b>7M</b>	388	35	413	30
<b>8B</b>	392	27	352	24	<b>8M</b>	<b>417</b>	35	<b>201</b>	35
<b>9B</b>	334	25	356	24	<b>9M</b>	420	30	274	25
<b>10B</b>	360	20	411	18	<b>10M</b>	<b>171</b>	32	<b>359</b>	32
<b>1R</b>	302	30	328	30	<b>1C</b>	<b>401</b>	7	<b>148</b>	7
<b>2R</b>	426	25	345	20	<b>2C</b>	327	5	479	7
<b>3R</b>	399	35	114	25	<b>3C</b>	302	8	164	7
<b>4R</b>	396	24	193	24	<b>4C</b>	292	7	241	7
<b>5R</b>	386	32	313	30	<b>5C</b>	<b>228</b>	9	<b>78</b>	7
<b>6R</b>	<b>354</b>	32	<b>30</b>	20	<b>6C</b>	315	7	225	7
<b>7R</b>	300	25	406	25	<b>7C</b>	314	7	399	7
<b>8R</b>	465	25	bd	bd	<b>8C**</b>	<b>249</b>	7	<b>475</b>	7
<b>9R</b>	288	35	336	34	<b>9C</b>	267	7	359	7
<b>10R</b>	321	22	371	22	<b>10C</b>	260	7	330	6

\* największy nominalny spadek twardości

\*\* największy nominalny wzrost twardości

\* największy nominalny spadek twardości,

\*\* największy nominalny wzrost twardości, bd – brak danych

Test ściskania przeprowadzony na rogalach wypieczonych z ciast drożdżowych wykazał spadek ich twardości. Wyjątek stanowiły rogale wypieczone z mąki jasnej orkiszu ozimego z dodatkiem suszonych jabłek i marchwi, dla których odnotowano niewielki wzrost twardości po przechowywaniu w MAP-ie. W trakcie badań nie udało się otrzymać miarodajnych wyników, mimo wielokrotnych prób, po przechowywaniu w MAP-ie dla wypieków z ciasta krucho-drożdżowego z mąki ciemnej orkiszu ozimego z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek i buraków czerwonych ze względu na nieczytelną charakterystykę obciążenia. Podobnie jak to miało miejsce w przypadku bułek odnotowano ok. 10-krotny spadek twardości rogali wypieczonych z ciasta drożdżowego z mąki ciemnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek i buraków czerwonych. Największy jej wzrost (35%) natomiast odnotowano dla ciasta krucho-drożdżowego z mąki jasnej orkiszu ozimego z dodatkiem rodzynek i świeżych jabłek.

W przypadku muffin największy, bo ponad dwukrotny, wzrost twardości odnotowano dla wypieków z gryki z dodatkiem suszonych jabłek, czerwonych i białych buraków oraz czereśni. Największy jej spadek natomiast, bo o połowę, dla wyrobów z mąki jasnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek, dyni i świeżych jabłek. Nie udało się otrzymać miarodajnych wyników pomiarowych dla muffin z gryki z dodatkiem rodzynek, marchwi i świeżych jabłek po przechowywaniu w MAP-ie.

Największy spadek twardości kruchych ciastek odnotowano dla wypieków z mąki jasnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek, dyni i świeżych jabłek oraz dla wyrobów z mąki jasnej orkiszu ozimego z dodatkiem rodzynek, marchwi i świeżych jabłek. Największy wzrost twardości natomiast stwierdzono dla kruchych ciastek wypieczonych z mąki gryczanej z dodatkiem suszonych jabłek, czerwonych buraków i dyni.

### **Test penetracji**

Parametrem charakterystycznym testu penetracji jest maksymalna siła penetracji (dalej: siła penetracji). Test penetracji bułek wykazał w większości przypadków wzrost wartości siły penetracji w produktach przechowywanych w atmosferze kontrolowanej MAP-ie w stosunku do jej wartości po 4 dniach od wypieku. Największe, 100% wzrosty zanotowano dla bułek drożdżowych z mąki jasnej orkiszu ozimego z dodatkiem suszonych jabłek, rodzynek i dyni oraz ciasta krucho-drożdżowego z mąki ciemnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem rodzynek, marchwi i dyni. Tylko w przypadku bułek wypieczonych z ciasta

drożdżowego z mąki ciemnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek i dyni odnotowano 30% spadek wartości siły penetracji (tab. 11)

**Tabela 11.** Wartość siły penetracji [N], przesunięcie głowicy [mm] uzyskane w teście penetracji wyrobów piekarsko-cukierniczych.

Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAPie		Kod wypieku	4 dni po wypieku		Przechowywane w MAPie	
	Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]		Siła [N]	Dystans [mm]	Siła [N]	Dystans [mm]
<b>1B</b>	2	7	2	6	<b>1M</b>	<b>5</b>	5	<b>8</b>	11
<b>2B</b>	<b>6</b>	8	<b>4</b>	12	<b>2M</b>	<b>5</b>	4	<b>8</b>	6
<b>3B</b>	2	4	3	10	<b>3M</b>	<b>5</b>	5	<b>8</b>	10
<b>4B</b>	2	6	3	17	<b>4M</b>	10	5	10	7
<b>5B</b>	<b>1</b>	5	<b>2</b>	4	<b>5M</b>	13	8	bd	bd
<b>6B</b>	3	5	3	4	<b>6M</b>	<b>8</b>	9	<b>5</b>	11
<b>7B</b>	2	4	3	7	<b>7M</b>	8	5	6	7
<b>8B</b>	<b>3</b>	4	<b>6</b>	9	<b>8M</b>	6	5	5	6
<b>9B</b>	3	6	3	6	<b>9M</b>	7	6	10	9
<b>10B</b>	5	4	6	7	<b>10M</b>	12	7	12	9
<b>1R</b>	bd	bd	2	2	<b>1C**</b>	<b>82</b>	8	<b>24</b>	3
<b>2R</b>	2	16	4	3	<b>2C</b>	24	6	32	5
<b>3R</b>	<b>3</b>	7	<b>2</b>	9	<b>3C</b>	37	8	37	7
<b>4R</b>	4	6	8	8	<b>4C</b>	31	8	13	8
<b>5R*</b>	<b>2</b>	6	<b>21</b>	8	<b>5C</b>	<b>2</b>	5	<b>3</b>	1
<b>6R</b>	2	4	3	20	<b>6C</b>	27	8	39	8
<b>7R</b>	bd	bd	5	3	<b>7C</b>	39	8	50	6
<b>8R</b>	<b>1</b>	3	<b>8</b>	20	<b>8C</b>	37	8	41	7
<b>9R</b>	<b>3</b>	14	<b>2</b>	20	<b>9C</b>	39	8	22	8
<b>10R</b>	3	6	7	6	<b>10C</b>	<b>37</b>	8	<b>12</b>	8

\* największy spadek twardości

\*\* największy wzrost twardości

bd – brak danych

W przypadku rogali wyniki testu penetracji wskazują w większości przypadków wzrost siły penetracji. Siła penetracji dla ciasta drożdżowego z mąki jasnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, rodzynek i czerwonych buraków oraz ciasta krucho-drożdżowego z mąki ciemnej orkiszu ozimego z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek i czerwonych buraków wzrosła o kilkaset procent. 30% spadek wartości siły penetracji zanotowano dla rogali z ciasta drożdżowego wypieczonego z mąki ciemnej orkiszu ozimego z dodatkiem rodzynek, białych buraków i dyni oraz dla wyrobów z ciasta krucho-drożdżowego z mąki jasnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek, marchwi i białych buraków. Dla dwóch rodzajów wypieków nie udało się uzyskać miarodajnych wyników pomiarowych.

Analiza wyników pomiarów siły penetracji dla muffin wykazała, że największe, bo 60%, jej przyrosty po okresie przechowywania w MAP-ie są dla wypieków z mąki jasnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, rodzynek, dyni i jabłek świeżych oraz z mąki ciemnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, śliwek, marchwi i jabłek świeżych oraz z mąki jasnej orkiszu ozimego z dodatkiem suszonych jabłek, białych buraków, świeżych jabłek i czereśni. Największy spadek siły penetracji, wynoszący 38% stwierdzono dla muffin wypieczonych z mąki jasnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek, rodzynek, marchwi i świeżych jabłek.

Największy spadek siły penetracji (71%) odnotowano dla kruchych ciastek wypieczonych z mąki jasnej pszenicy zwyczajnej z dodatkiem suszonych jabłek, dyni i jabłek świeżych oraz mąki gryczanej z dodatkiem śliwek, dyni i twarogu (68%). Największy jej przyrost natomiast dla wyrobów z mąki ciemnej orkiszu ozimego z dodatkiem rodzynek, marchwi i świeżych jabłek (50%).

Największy wzrost wartości siły penetracji (950%) po przechowywaniu w atmosferze modyfikowanej stwierdzono dla rogali wypieczonych z ciasta drożdżowego z mąki jasnej orkiszu jarego z dodatkiem suszonych jabłek, rodzynek i czerwonych buraków.

W wyniku analizy tekstury wyrobów piekarsko-cukierniczych wzbogacanych surowcami owocowymi i warzywnymi stwierdzono, że ich dodatek w sposób zróżnicowany kształtował właściwości strukturalne produktów świeżych i przechowywanych w MAP-ie:

- dodatek suszonych jabłek nie miał wpływu na twardość i siłę penetracji badanych wypieków po przechowaniu w atmosferze modyfikowanej MAP-ie,
- dodatek rodzynek powodował wzrost maksymalnej siły penetracji dla bułek, natomiast dodatek śliwek spadek jej wartości,
- dodatek dyni powodował obniżenie wartości maksymalnej siły penetracji dla ciastek kruchych,
- dodatek rodzynek powodował wzrost twardości bułek, zaś dodatek śliwek i buraków czerwonych powodował natomiast obniżenie jej wartości,
- dodatek buraków czerwonych powodował wzrost twardości muffin i kruchych ciastek, natomiast dodatek dyni i świeżych jabłek powodował jej obniżenie.

### **3.6. Ocena konsumencka**

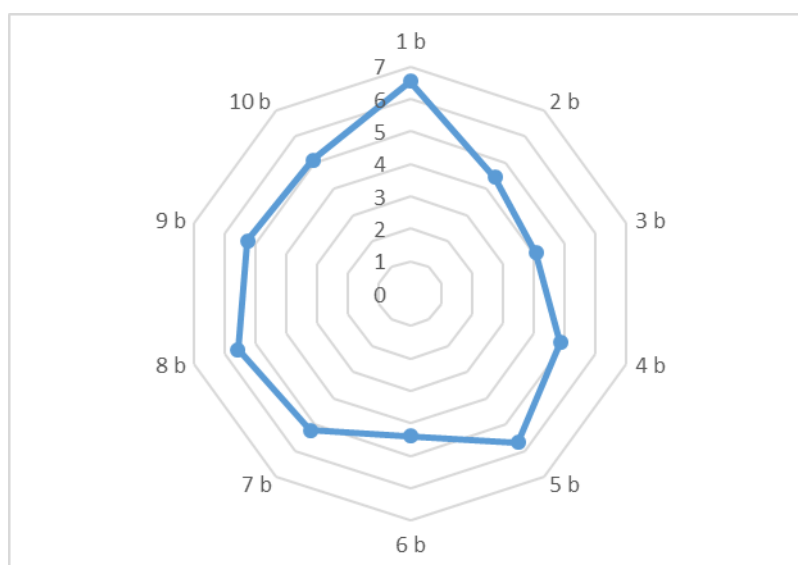
Wyniki oceny konsumenckiej badanych bułek przedstawiono w tab. 12 i 13 oraz na rys. 9. Średnie ocen wyglądu zewnętrznego, zapachu i smaku (tab. 12) badanych próbek kształtowały się w zakresie od 3,80 do 7,37, przy czym w odniesieniu do wielu wypieczonych

wariantów bułek zespół oceniający najczęściej wyrażał ambiwalentny (M=5) lub trochę negatywny (M=4) stosunek. Stwierdzono, że najbardziej akceptowanymi bułkami pod kątem wyglądu zewnętrznego były próbki oznakowane jako 5b i 10b. Z kolei zdecydowanie wyróżniającym się produktem pod względem zapachu oraz smaku była próbka 1b (średnia ocen zapachu kształtowała się na poziomie 7,37, smaku 6,52). Stopień ogólnej pożądalności tej próbki w odniesieniu do pozostałych bułek był najwyższy i kształtował się na poziomie 6,55 – umiarkowanie lubię/dość lubię (rys. 9). Około 54 % badanych wskazało próbkę 1b jako najbardziej preferowaną spośród przedstawionych do oceny wariantów bułek (tab. 13).

**Tabela 12.** Konsumencka ocena wyróżników jakości badanych próbek bułek.

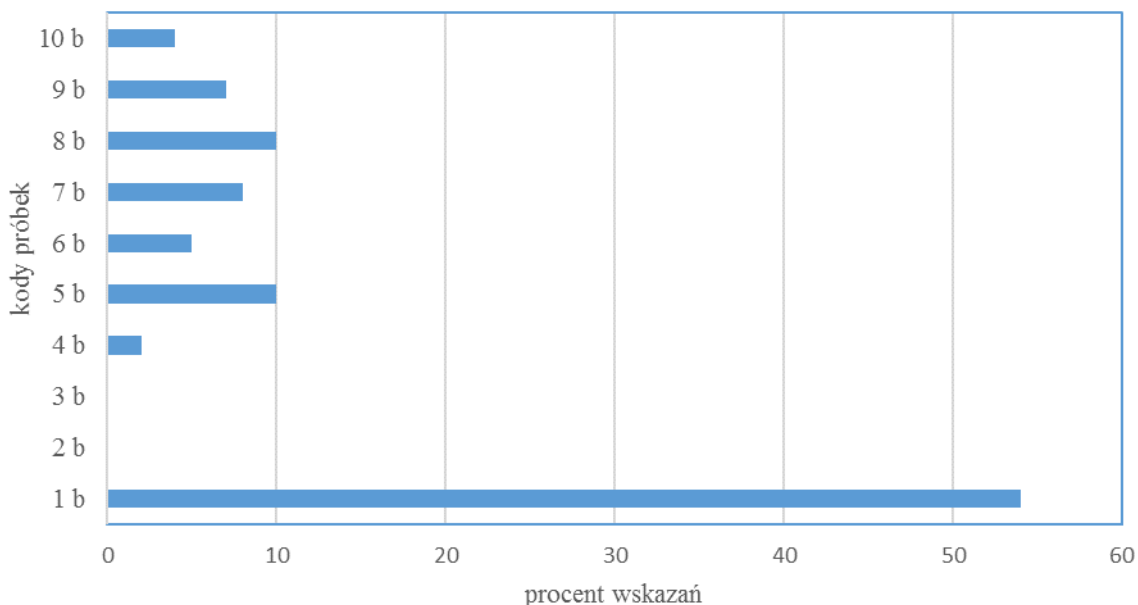
Kody próbek	Wyróżniki jakości					
	wygląd zewnętrzny		zapach		smak	
	x ± SD	M	x ± SD	M	x ± SD	M
1 b	5,81 ± 2,02	6	7,37 ± 1,83	8	6,52 ± 1,97	7
2 b	4,42 ± 2,06	4	4,42 ± 1,82	5	4,28 ± 2,00	4
3 b	5,20 ± 2,03	5	4,56 ± 1,87	5	3,80 ± 1,81	4
4 b	5,30 ± 1,48	5	5,01 ± 1,88	5	4,63 ± 1,94	5
5 b	6,41 ± 2,12	7	4,62 ± 1,53	5	5,87 ± 1,70	6
6 b	5,19 ± 1,73	5	3,85 ± 1,79	4	4,54 ± 1,92	5
7 b	5,48 ± 1,92	6	5,13 ± 1,84	5	5,32 ± 2,10	5
8 b	5,10 ± 2,54	5	5,37 ± 1,76	5	5,46 ± 2,28	6
9 b	6,02 ± 1,68	6	4,40 ± 1,53	5	5,69 ± 1,83	6
10 b	6,45 ± 2,16	7	5,27 ± 2,05	5	4,82 ± 1,99	5

x – średnia ocen dziewięciopunktowej skali hedonicznej, SD – odchylenie standardowe, M- mediana.



**Rys. 9.** Stopień ogólnej pożądalności badanych próbek bułek (średnie ocen dziewięciopunktowej skali).

**Tabela 13.** Próbkę bułek najbardziej preferowane przez zespół oceniający.



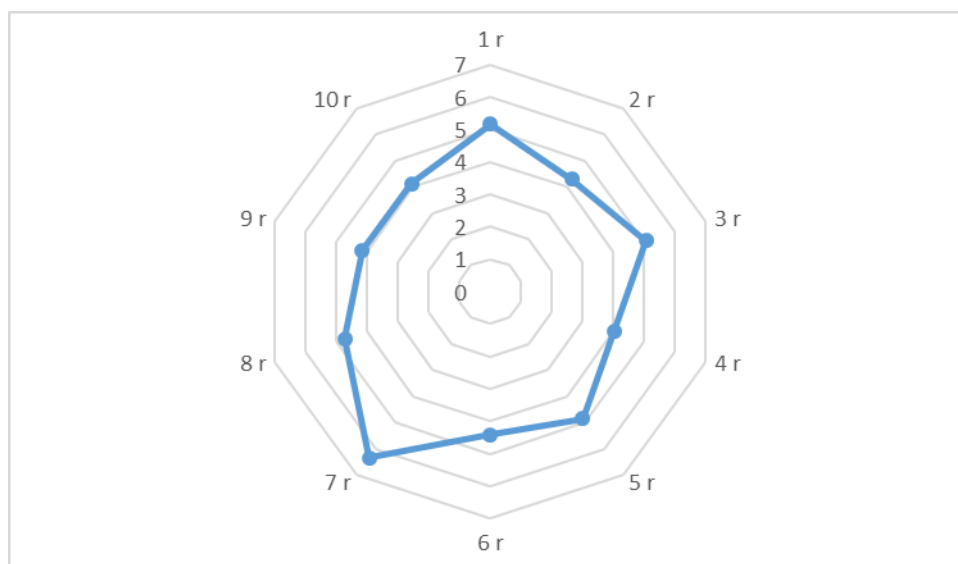
W tab. 14 i 15 oraz na rys. 10 zobrazowano wyniki oceny konsumenckiej badanych próbek rogalik. Średnie ocen wyróżników jakości: wyglądu zewnętrznego, zapachu i smaku (tab. 14) produktów kształtowały się w zakresie od 3,87 do 7,07, przy czym podobnie jak w przypadku bułek, w odniesieniu do wielu wypieczonych wariantów rogalik zespół oceniający najczęściej wyrażał ambiwalentny ( $M=5$ ) lub trochę negatywny ( $M=4$ ) stosunek. Stwierdzono, że najbardziej akceptowanym wariantem pod kątem wyglądu zewnętrznego był produkt oznakowany jako 1r. Próbkę ta w ocenie badanych nie odznaczała się jednak akceptowanym zapachem i smakiem. Odnotowano, iż wyróżniającym się produktem pod względem zapachu i smaku była próbka 7r (średnia ocen zapachu kształtowała się na poziomie 7,07, smaku 6,76). Akceptowalność omawianych wyróżników jakości miała przełożenie na wyższy (kształtujący się na poziomie 6,33 – umiarkowanie lubię/dość lubię) stopień pożądalności tej próbki w odniesieniu do pozostałych próbek (rys. 10). Większość badanych (66%) wskazała tą próbkę jako najbardziej preferowaną spośród przedstawionych do oceny wariantów rogalik (tabela 15).



**Tabela 14.** Konsumencka ocena wyróżników jakości badanych próbek rogali.

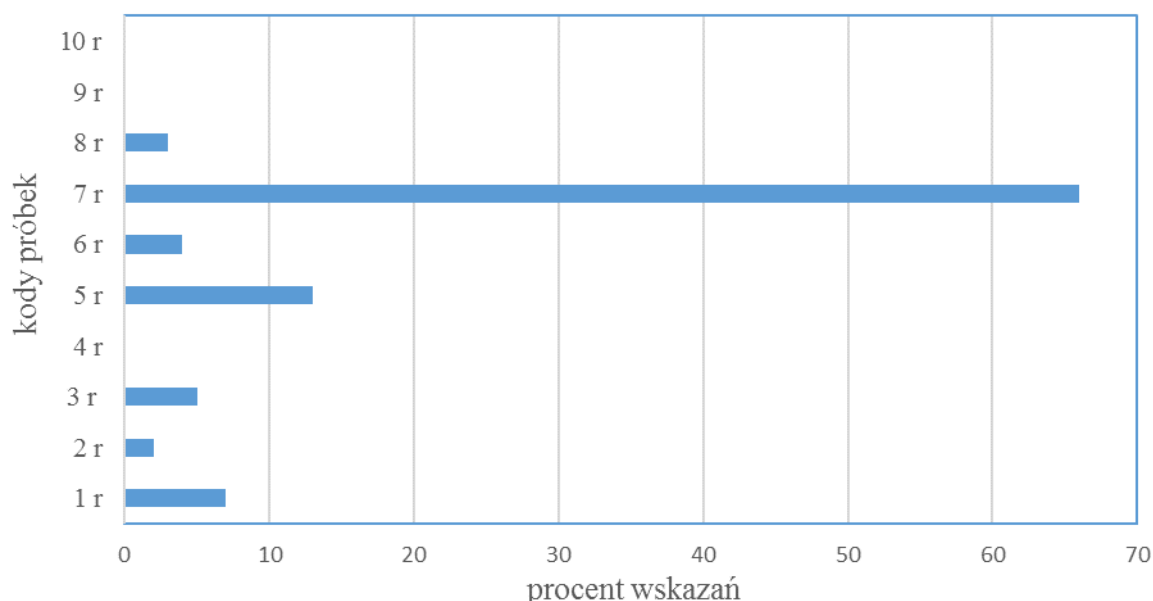
Kody próbek	Wyróżniki jakości					
	wygląd zewnętrzny		zapach		smak	
	$x \pm SD$	M	$x \pm SD$	M	$x \pm SD$	M
1 r	6,77 ± 1,48	7	5,09 ± 2,05	5	4,89 ± 1,99	5
2 r	5,80 ± 1,80	6	4,64 ± 1,96	5	3,87 ± 1,67	4
3 r	5,92 ± 1,51	6	4,87 ± 1,94	4	5,09 ± 1,73	5
4 r	4,70 ± 1,11	5	4,05 ± 1,32	4	4,19 ± 1,66	4
5 r	5,53 ± 1,78	5	5,27 ± 1,64	5	5,14 ± 1,68	5
6 r	5,46 ± 1,67	6	4,64 ± 1,54	5	4,28 ± 1,77	4
7 r	6,26 ± 1,61	6	7,07 ± 1,86	8	6,76 ± 1,96	7
8 r	5,44 ± 1,82	6	5,14 ± 1,92	5	5,14 ± 1,86	5
9 r	4,24 ± 0,96	4	4,26 ± 1,76	4	4,68 ± 1,50	5
10 r	5,56 ± 1,98	5	4,28 ± 1,50	4	4,02 ± 1,23	5

x – średnia ocen dziewięciopunktowej skali hedonicznej, SD – odchylenie standardowe, M- mediana.



**Rys. 10.** Stopień ogólnej pożądalności badanych próbek rogali (średnie ocen dziewięciopunktowej skali).

**Tabela 15.** Próbki rogali najbardziej preferowane przez zespół oceniający.



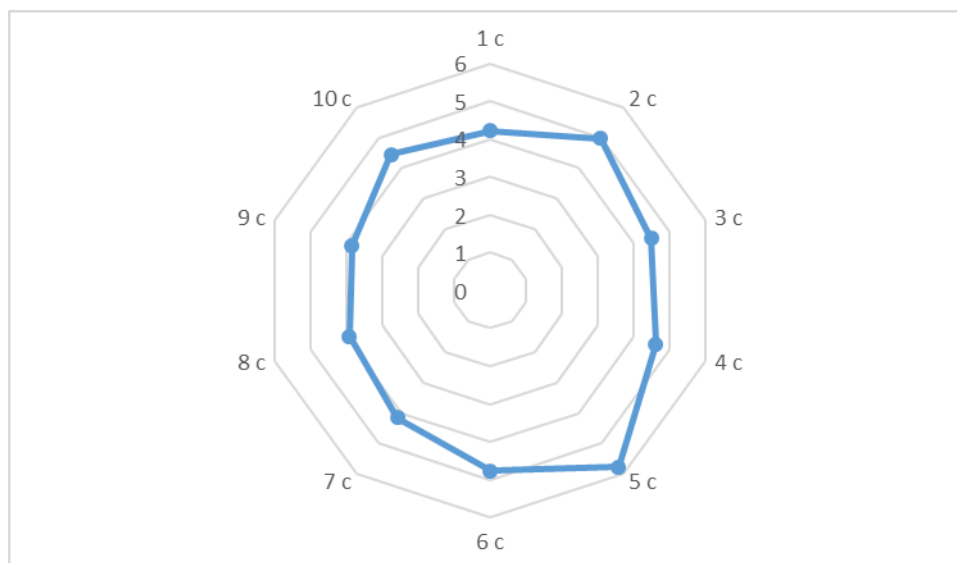
Wyniki oceny konsumenckiej ciastek przedstawiono w tab. 16 i 17 oraz na rys. 11. Średnie ocen wyglądu zewnętrznego, zapachu i smaku (tab. 16) ciastek mieściły się w przedziale od 3,33 do 6,70, przy czym w odniesieniu do wielu wariantów konsumenci wyrażali ambiwalentny (M=5) lub trochę/umiarkowanie negatywny stosunek (M=4, M=3). Odnotowano, iż spośród przedstawionych do oceny wariantów ciastek próbka oznakowana jako 5c charakteryzowała się zarówno akceptowanym wyglądem zewnętrznym (średnia ocen: 6,67 – umiarkowanie lubię/dość lubię), zapachem (średnia ocen: 6,70 – umiarkowanie lubię/dość lubię) i smakiem (średnia ocen: 6,60 – umiarkowanie lubię/dość lubię). Ogólny stopień pożądalności tej próbki był wyższy niż pozostałych poddanych ocenie ciastek (rys. 11). Około 38 % badanych wskazało próbkę 5 c jako najbardziej preferowaną spośród przedstawionych do oceny wariantów ciastek (tab. 17).

**Tabela 16.** Konsumencka ocena wyróżników jakości badanych próbek ciastek.

Kody próbek	Wyróżniki jakości					
	wygląd zewnętrzny		zapach		smak	
	x ± SD	M	x ± SD	M	x ± SD	M
1 c	5,44 ± 1,26	6	5,72 ± 1,89	6	3,84 ± 1,80	3
2 c	5,79 ± 1,63	6	5,72 ± 1,72	5	5,28 ± 1,91	5
3 c	4,28 ± 1,28	4	5,21 ± 1,60	5	4,33 ± 1,97	5

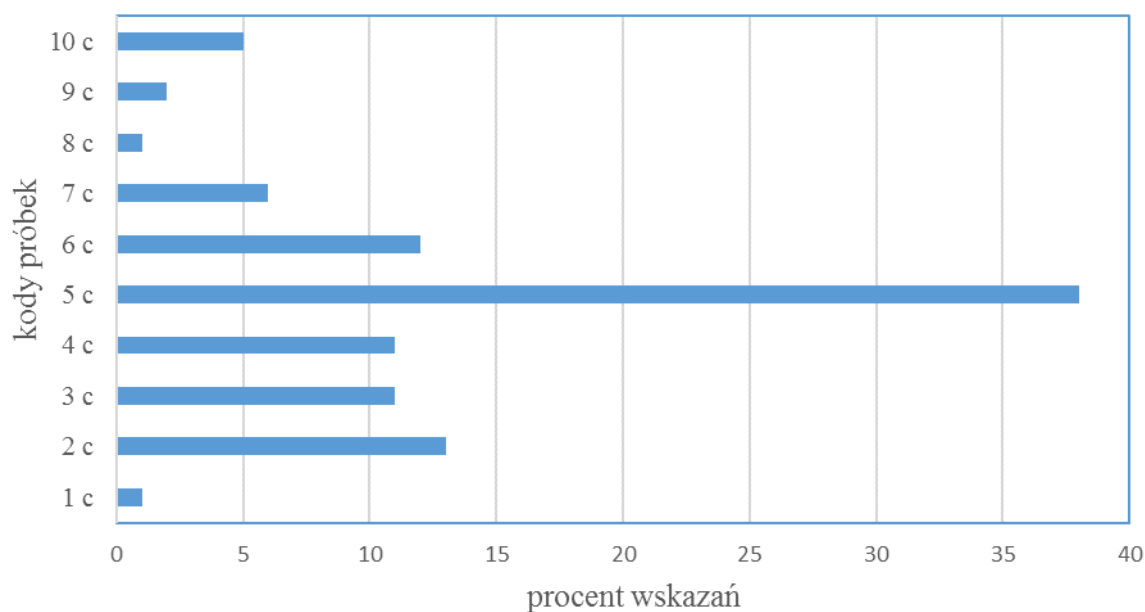
4 c	5,09 ± 1,32	5	4,91 ± 1,30	5	4,35 ± 1,99	5
5 c	6,67 ± 2,06	7	6,70 ± 1,44	7	6,60 ± 1,50	6
6 c	5,51 ± 1,53	5	5,65 ± 1,38	5	5,37 ± 1,99	6
7 c	4,51 ± 1,76	5	5,70 ± 1,64	6	3,63 ± 1,93	3
8 c	5,84 ± 1,54	6	5,40 ± 1,59	5	3,33 ± 1,70	3
9 c	5,02 ± 1,14	5	5,30 ± 1,63	5	4,09 ± 1,85	4
10 c	5,67 ± 1,19	6	5,72 ± 2,07	5	4,30 ± 2,16	4

x – średnia ocen dziewięciopunktowej skali hedonicznej, SD – odchylenie standardowe, M- mediana



**Rys. 11.** Stopień ogólnej pożądalności badanych próbek ciastek (średnie ocen dziewięciopunktowej skali).

**Tabela 17.** Próbkki ciastek najbardziej preferowane przez zespół oceniający.

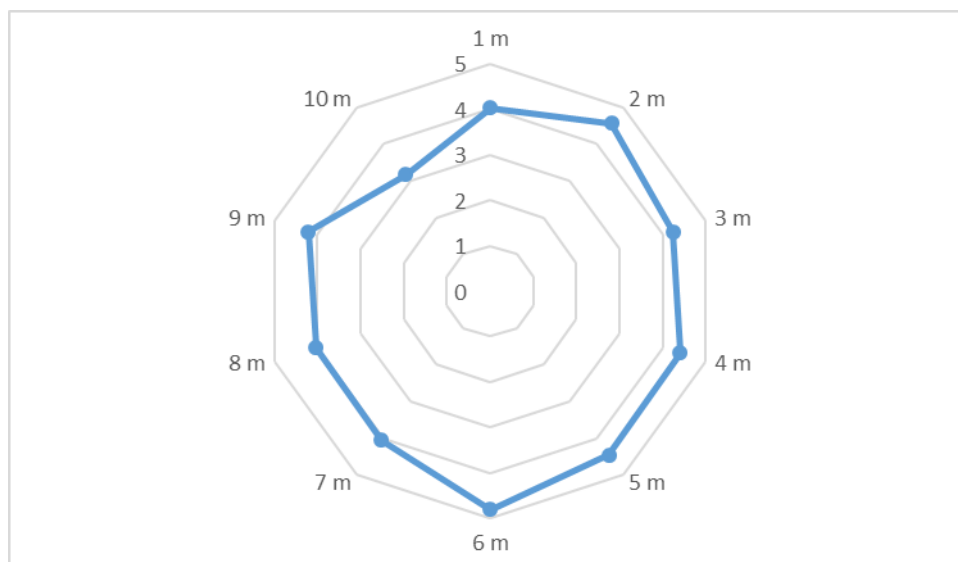


W tab. 18 i na rys. 12 zilustrowano wyniki oceny konsumenckiej przedstawionych do oceny próbek muffin. Średnie ocen wyróżników jakości: wyglądu zewnętrznego, zapachu i smaku (tab. 18) produktów kształtowały się w zakresie od 3,15 do 6,13. W odniesieniu do wielu próbek muffin konsumenci najczęściej wyrażali ambiwalentny (M=5) lub negatywny stosunek (M=4, M=2). Stwierdzono, że najbardziej akceptowanymi muffinami pod kątem wyglądu zewnętrznego były próbki oznakowane jako 1m i 5m. Próbki te w ocenie zespołu nie odznaczały się jednak akceptowanym zapachem, smakiem i ogólną pożądalnością. Stwierdzono, iż jedynie wyróżniającym się produktem na tle pozostałych pod względem zapachu była próbka 6m (średnia ocen zapachu kształtowała się na poziomie 5,61). Średnie ocen pozostałych wyróżników jakości sugerują, iż poddane ocenie warianty muffin nie były akceptowane pod kątem smaku (oceny kształtowały się na najczęściej poziomach: ani lubię/ani nie lubię, trochę nie lubię, bardzo nie lubię). Stwierdzono (rys. 12), że poddane ocenie warianty muffin nie są przez młodych konsumentów pożądane (średnia ocen > 4,81).

**Tabela 18.** Konsumencka ocena wyróżników jakości badanych próbek muffin.

Kody próbek	Wyróżniki jakości					
	wygląd zewnętrzny		zapach		smak	
	$x \pm SD$	M	$x \pm SD$	M	$x \pm SD$	M
1 m	6,13 ± 1,76	6	4,87 ± 1,60	5	4,76 ± 2,15	4
2 m	5,17 ± 1,58	5	4,88 ± 1,43	5	4,52 ± 1,79	4
3 m	4,95 ± 1,80	5	4,46 ± 1,39	4	4,06 ± 2,04	4
4 m	4,95 ± 1,59	5	4,65 ± 1,57	5	4,33 ± 2,10	4
5 m	6,12 ± 1,66	6	4,86 ± 1,44	5	3,97 ± 1,78	4
6 m	5,74 ± 1,70	6	5,61 ± 1,58	6	5,21 ± 1,88	5
7 m	4,55 ± 1,87	5	4,68 ± 1,40	5	4,05 ± 1,81	4
8 m	5,46 ± 1,62	6	5,04 ± 1,72	5	4,34 ± 1,77	4
9 m	5,05 ± 1,82	5	4,54 ± 1,69	4	4,03 ± 2,05	4
10 m	4,09 ± 2,10	4	4,24 ± 2,38	4	3,15 ± 2,32	2

x – średnia ocen dziewięciopunktowej skali hedonicznej, SD – odchylenie standardowe, M- mediana



**Rys. 12.** Stopień ogólnej pożądalności badanych próbek muffin (średnie ocen dziesięciopunktowej skali).

Jak pokazały wyniki przeprowadzonych badań konsumenckich jedynie nieliczne spośród przedstawionych różnych wariantów produktów w kategorii bułki, rogalce, ciastka były przez konsumentów w umiarkowanym stopniu akceptowane i preferowane. Na wyniki takiej oceny bardzo duże przełożenie miał smak, który w większości produktów nie był akceptowany.

W kolejnej części badania dokonano dalszej oceny komponentu afektywnego oraz rozpoznania komponentów behawioralnego i poznawczego postawy młodych konsumentów wobec badanych produktów charakteryzujących się najwyższym poziomem preferencji i akceptacji. W narzędziu badawczym zamieszczono stwierdzenia odnoszące się do komponentu poznawczego, afektywnego i behawioralnego postawy, w stosunku do których respondent wyrażał poziom aprobaty posługując się 7-stopniową skalą Likerta, od zdecydowanie się nie zgadzam (1 pkt), do całkowicie się zgadzam (7 pkt). Na podstawie analizy komponentów postawy stwierdzono (tab. 19), że komponent poznawczy postawy nie miał przełożenia na komponent afektywny i behawioralny. Badane produkty nie zostały pozytywnie ocenione przez młodzież mimo pozytywnych opinii wyrażanych przez uczestników badania o ich zdrowotności (średnia ocen w przypadku bułek i rogal kształtowała się na poziomie 6,42,  $M=7$ , natomiast ciastek 6,06,  $M=6$ ). Mimo wiedzy o zdrowotności ocenianych produktów badani nie wyrazili również chęci ich zakupu, w momencie ich rynkowej dostępności (średnia ocen w przypadku bułek i rogal kształtowała się na poziomie 4,54,  $M=5$ , natomiast ciastek 3,49,  $M=3$ ).

**Tabela 19.** Ocena postaw konsumentów wobec badanych produktów

Pozycje	Produkty najbardziej akceptowane i preferowane			
	próbki bułek i rogali		próbki ciastek	
	x ± SD	M	x ± SD	M
Jeśli oceniane produkty będą dostępne w sklepach to wyrażam chęć (zamiar) ich nabywania (zakupu)	4,54 ± 1,26	5	3,49 ± 1,33	3
Oceniane produkty mogą konkurować z innymi produktami, które są w sprzedaży na rynku	4,67 ± 1,50	5	3,60 ± 1,40	4
Badane próbki oceniam pozytywnie	5,06 ± 1,27	5	4,12 ± 1,33	4
Uważam, że wprowadzenie do sprzedaży ocenianych produktów to dobry pomysł	4,96 ± 1,41	5	4,15 ± 1,45	4
Oceniane produkty są zdrowe	6,42 ± 0,71	7	6,06 ± 0,98	6

x – średnia ocen siedmiostopniowej skali Likerta, SD – odchylenie standardowe, M- mediana.

W opinii badanych oceniane produkty bułek, rogali i ciastek nie są konkurencyjne na rynku (średnie ocen kształtowały się na poziomach odpowiednio 4,67 i 3,60) jak również ich wprowadzenie do sprzedaży nie jest dobrym pomysłem (średnie ocen kształtowały się na poziomach odpowiednio 4,96 i 4,15).

Analiza regresji dostarczyła informacji, który komponent postawy jest istotny statystycznie dla oszacowania intencji zakupu produktów najbardziej preferowanych. Na podstawie wyników estymacji parametrów modeli (tab. 20 i 21) wyłoniono zmienne które mają istotny wpływ na zmienną objaśnianą. Wartość współczynnika determinacji  $R^2$  w przypadku modelu odnoszącego się do intencji zakupu najbardziej preferowanych bułek i rogali wynosiła 0,54, natomiast modelu odnoszącego się do intencji zakupu ciastek wynosiła 0,46 co oznacza, że 54% i 46% ogólnej zmienności zmiennej zależnej jest wyjaśniona przez przyjęte modele regresji liniowej. Zgodnie z uzyskanymi wynikami na intencję zakupu w przypadku dwóch dopasowanych do danych modeli oddziałuje komponent afektywny postawy (odpowiedni:  $\beta = 0,49$ ,  $p = 0,00$  i  $\beta = 0,60$ ,  $p = 0,00$ ).

**Tabela 20.** Wartości parametrów odnoszące się do modelu intencji zakupu najbardziej preferowanych bułek i rogali.

Model	Współczynniki niestandardyzowane B	Błąd standardowy	Współczynniki standaryzowane $\beta$	Wartości t	Poziom p
Wyraz wolny	0,06	1,01		0,05	0,95
Komponent afektywny	0,55	0,10	0,49	5,69	0,00
Komponent poznawczy	0,26	0,15	0,14	1,71	0,09
$R^2 = 0,54$ $F(2,97)=20,15$ $p < 0,00$					
błąd standardowy estymacji = 1,07					

**Tabela 21.** Wartości parametrów odnoszące się do modelu intencji zakupu najbardziej preferowanych ciastek.

Model	Współczynniki niestandardyzowane B	Błąd standardowy	Współczynniki standaryzowane $\beta$	Wartości t	Poziom p
Wyraz wolny	0,57	0,71		0,81	0,41
Komponent afektywny	0,61	0,11	0,60	7,42	0,00
Komponent poznawczy	0,07	0,08	0,05	0,64	0,52
$R^2 = 0,46$ $F(2,96)=29,227$ $p<0,00$					
błąd standardowy estymacji = 1,06					

Badania potwierdziły, iż komponent emocjonalny najsilniej oddziałuje na zachowania nabywcze konsumentów wobec poddanej ocenie grupy produktów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż młodzi konsumenci nie są potencjalnym segmentem nabywców innowacyjnych produktów ekologicznych cechujących się otrzymanymi walorami sensorycznymi.

Niemniej jednak wyniki przeprowadzonych badań konsumenckich pozwoliły na wytypowanie produktów w umiarkowanym stopniu preferowanych i akceptowanych.

Większość ocenianych produktów nie była akceptowalna i preferowana przez konsumentów. Spośród ocenianych produktów wytypowano te charakteryzujące się najwyższym stopniem akceptowalności i preferencji. Wytypowane produkty to:

- bułka 1b – mąka jasna z pszenicy zwyczajnej z dodatkiem 20% suszu z jabłka, 10% rodzyнки (wysoka zawartość węglowodanów),
- rogal 7r – ciasto krucho-drożdżowe z mąki jasnej z orkiszu ozimego z dodatkiem 10% suszu z jabłka, 10% jabłka świeżego i 10% twarogu,
- ciastka 5c – mąka jasna z orkiszu ozimego z dodatkiem 10% rodzyнки, 15% marchwi, 15% jabłka świeżego.

**Wytypowane produkty cechowały się jedynie umiarkowanym stopniem akceptowalności i preferencji, dlatego też koniecznym jest dalsze doskonalenie receptury wytypowanych próbek (1b, 7r , 5c ) pod kątem cech sensorycznych.**

Rozważając kwestię ograniczenia przeprowadzonych badań wynikającego z profilu respondenta włączonego do badań (młody konsument) otrzymanych wyników nie należy generalizować na ogół populacji polskich konsumentów. W kolejnym kroku należałoby przeprowadzić badania konsumenckie w szerszym zakresie podmiotowym, w celu poznania opinii i preferencji np.: konsumentów będących nabywcami żywności ekologicznej lub konsumentów odpowiedzialnych za decyzje zakupu żywności w gospodarstwie domowym.

## 4. PODSUMOWANIE

1. Wyprodukowane w projekcie wyroby piekarsko-cukiernicze zawierały więcej białka ogółem, natomiast mniej węglowodanów i porównywalne ilości błonnika pokarmowego w odniesieniu do pieczywa tradycyjnego.
2. Największą zawartość węglowodanów w gotowych wyrobach stwierdzono przy 50% dodatku mieszanek owocowo-warzywnych w stosunku do mąki, ale również dodatek łącznie 40%, a nawet 30% kombinacji mieszanki owocowo-warzywnej pozwalał uzyskać zawartość węglowodanów na zbliżonym poziomie. Najwięcej cukrów zawierały wyroby wzbogacane suszonym jabłkiem i rodzynką (30%), z dodatkiem dyni, buraka białego i czerwonego oraz jabłka świeżego.
3. Uzyskano bardzo różnicowane wartości aktywności antyoksydacyjnej wyrobów, w zależności od rodzaju mąki użytej do wypieku. Najwyższą aktywność oznaczono w wyrobach z mąki gryczanej, również w przypadku wyrobów wypieczonych z mąki orkiszu jarego uzyskano wysoką wartość aktywności przeciwutleniającej.
4. Produkty wypieczone w projekcie wzbogacane surowcami owocowymi i warzywnymi posiadały nieodpowiednie właściwości przechowalnicze ze względu na wysoką wartość aktywności wody, pomimo że wilgotność wyrobów nie zmieniała się znacznie w okresie przechowywania w MAP-ie.
5. Dodatek do wyrobów warzyw o wysokiej zawartości wody, jak dynia, czy burak czerwony i biały wpływał na wysoką aktywność wody, która powodowała, że wyroby źle się przechowywały, nawet po pakowaniu w MAP-ie.
6. Wzbogacanie wyrobów piekarsko-cukierniczych w surowce owocowe i warzywne w sposób zróżnicowany zmieniało właściwości tekstury produktów świeżych i przechowywanych w MAP-ie. Dodatek rodzynek powodował wzrost twardości bułek, zaś śliwek i buraków czerwonych obniżenie jej wartości, natomiast dodatek buraków czerwonych powodował wzrost twardości muffin i kruchych ciastek, zaś dodatek dyni i świeżych jabłek powodował zmniejszenie twardości tych wyrobów.
7. Wzbogacanie wyrobów piekarsko-cukierniczych w surowce warzywne i owocowe świeże i suszone pozwala uzyskać produkty o wysokiej wartości odżywczej (wysoka aktywność antyoksydacyjna), ale o obniżonych parametrach przechowalniczych.



8. Produkty wytypowane w ocenie konsumenckiej cechowały się jedynie umiarkowanym stopniem akceptowalności i preferencji, dlatego też koniecznym jest dalsze doskonalenie receptury wytypowanych próbek (bułka - 1b, rogal - 7r , ciastka - 5c) pod kątem cech sensorycznych.
9. Ocena konsumencka potwierdziła, iż komponent emocjonalny najsilniej oddziałuje na zachowania nabywcze konsumentów wobec poddanej ocenie grupy produktów. Wynika z niej, że młodzi konsumenci nie są potencjalnym segmentem nabywców innowacyjnych produktów ekologicznych cechujących się otrzymanymi walorami sensorycznymi. Większość ocenianych produktów nie była akceptowalna i preferowana przez oceniających.
10. Ze względu na kwestię ograniczenia przeprowadzonych badań wynikającą z profilu respondenta włączonego do badań (młody konsument) otrzymanych wyników nie należy generalizować na ogół populacji polskich konsumentów.
11. Badania konsumenckie innowacyjnych wyrobów piekarsko-cukierniczych należy przeprowadzić w szerszym zakresie podmiotowym, w celu poznania opinii i preferencji np.: konsumentów będących nabywcami żywności ekologicznej lub konsumentów odpowiedzialnych za decyzje zakupu żywności w gospodarstwie domowym.

## CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

- ACHREMOWICZ B., KORUS J. 2007. *Potrzeba regulacji zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych w żywności*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 52(3): 5-14.
- BIAŁEK M., RUTKOWSKA J. 2013. Potencjalne wykorzystanie prozdrowotnych surowców roślinnych do zwiększenia wartości odżywczej wyrobów ciastkarskich. *Episteme*. 21, 187-20.
- BŁOŃSKA A., MARZEC A., KOWALSKA H., WRÓBLEWSKA I. 2012. *Zmiany właściwości mechanicznych, akustycznych i sensorycznych ciastek owsianych w okresie przechowywania*. Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 571: 17-28.
- FONTANA J.A., CAMPBELL C.S. 2004. *Water actmty*. [W:] M.L. Nollet (ed.). Handbook of food analysis. Vol. 1. Physical characterization and nutrient analysis. Marcel Dekker, New York - Basel 2004.
- GONDEK E., MARZEC A. 2007. *Sensoryczna ocena tekstury pieczywa chrupkiego o zróżnicowanej aktywności wody*. Inżynieria Rolnicza, 93(5): 169-177.

- JANKOWSKA M., KĘDZIOR Z., PRUSKA-KĘDZIOR A., CHOJNACKA E., BINDER M. 2011. *Porównanie właściwości funkcjonalnych glutenu z pszenicy samopszy i pszenicy zwyczajnej*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 79(6):79-89.
- KONOPKA I., TAŃSKA M., FARON A., STĘPIEŃ A., WOJTKOWIAK K. 2012. Comparison of the phenolic compounds, carotenoids and tocopherols content in wheat grain under organic and mineral fertilization regimes. *Molecules*, 17(10): 12341-12356.
- KOPEĆ A., BAĆ A. 2013. *Wpływ dodatku mąki łubinowej na jakość chleba pszenżytniego*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 5(90), 142-153.
- KOWALSKI S., LUKASIEWICZ M. 2014. *Wpływ warunków wypieku kruchych ciastek na powstawanie wybranych pochodnych furanowych oraz zmianę potencjału antyoksydacyjnego*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 92(1): 187-199.
- ŁUKASIŃSKI W. 2008. *Zarządzanie jakością produktu ekologicznego*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 15 (1): 146-153.
- MORALES F.J., SARAY M., ACAR O.C., ARRIBAS-LORENZO G., GOKMEN V. 2009. *Antioxidant activity of cookies and its relationship with heat-processing contaminants: a risk/benefit approach*. European Food Research and Technology, 228 (3): 345-354.
- ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA, z dnia 28 sierpnia 2015 r., Poz. 1256, w sprawie grupy środków spożywczych przeznaczonych do sprzedaży dzieciom i młodzieży w jednostkach systemu oświaty oraz wymagań, jakie muszą spełniać środki spożywcze stosowane w ramach żywienia zbiorowego dzieci i młodzieży w tych jednostkach.
- TAŃSKA M., ROSZKOWSKA B., CZAPLICKI S., BOROWSKA E., BOJARSKA J., DĄBROWSKA A., 2016. Effect of fruit pomace addition on shortbread cookies to improve their physical and nutritional values. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(3): 307-313.
- ANALIZA ZBÓŻ I PRZETWORÓW ZBOŻOWYCH. Praca zbiorowa pod red. Jakubczyk T., Haber T., Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Warszawie 1981.
- CACAK-PIETRZAK G.: Wykorzystanie pszenicy w różnych gałęziach przemysłu spożywczego – wymagania technologiczne. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2008, 11: 11-13.
- CEGLIŃSKA A, CACAK-PIETRZAK G, DOJCZEW D, HABER T, SZULIM M. 2007. Wpływ dodatku różnych form błonnika na jakość wybranych wyrobów ciastkarskich. *Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (51), 80 – 90.
- KOCKIEWICZ-KAMIŃSKA E.: Pszenica ciastkowa. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2003, 12: 6-7.
- SŁOWIK E. 2007. Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 2). *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 1: 8-9.

#### Certyfikaty surowców i usług wykorzystanych w projekcie

Lp.	Surowiec	Specyfikacja	Certyfikat
1.	Ziarno	Produkty rolnictwa ekologicznego	Agro BIO test PL-EKO-07 nr PL-EKO-07-04194
2.	Warzywa, owoce	Produkty rolnictwa	Agro BIO test PL-EKO-07-93011 (16)

		ekologicznego	
3.	Owoce suszone	Przetwórstwo, produkty ekologiczne	PL-EKO-01-005971
4.	Wypiek ciastek	Produkcja ekologiczna	Agro BIO test PL-EKO-07 nr PL-EKO-07-05901
5.	Margaryna	Produkcja ekologiczna	Ecocert 14/0183/DE-024/5571
6.	Margaryna	Produkcja ekologiczna	Intertek COID 2192
7.	Jaja	Produkcja ekologiczna	Bioespert 09614
8.	Jaja	Produkcja ekologiczna	Agro BIO test PL-EKO-07-96016
9.	Jaja	Produkcja ekologiczna	Agro BIO test PL-EKO-07-04051
10.	Import produktów ekologicznych	Produkcja ekologiczna	Agro BIO test PL-EKO-07-07904 (15)