

dr inż. Dorota Martysiak-Żurowska

Załącznik nr 2

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

AUTOREFERAT

w języku polskim

Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska
Gdańsk 2018

1. Dane osobowe

Dorota Martysiak-Żurowska
Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności
Wydział Chemiczny
Politechnika Gdańska
ul. Gabriela Narutowicza 11/12 , 80-233 Gdańsk
e-mail: dorota.martysiak-zurowska@pg.edu.pl

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe:

- 2005** - doktor nauk technicznych w zakresie technologia chemiczna, Zakład Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydział Chemiczny Politechnika Gdańska. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Wybrane problemy bezpieczeństwa zdrowotnego i jakości zdrowotnej preparatów do żywienia niemowląt*. Promotor: dr hab. inż. Andrzej Stołyhwo
- 1996** - magister inżynier biotechnologii w zakresie technologii utrwalania żywności, Zakład Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Chemiczny Politechnika Gdańska. Tytuł pracy: *Zawartość i skład kwasów tłuszczowych w wybranych produktach żywnościowych oraz w niektórych lipidach ustrojowych człowieka ze szczególnym uwzględnieniem izomerów pozycyjnych i geometrycznych cis/trans monoenowych kwasów tłuszczowych*. Promotor: dr hab. inż. Andrzej Stołyhwo

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

01.09.2006 - obecnie

adiunkt w Katedrze Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemiczny Politechnika Gdańska

01.12.2005 – 31.08.2006

adiunkt w Zakładzie Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydział Chemiczny Politechnika Gdańska

01.10.1997 – 31.11.2005

asystent w Pracowni Naukowo-Dydaktycznej Analizy i Oceny Jakości Żywności (od 2000 roku Zakład Analizy i Oceny Jakości Żywności), Wydział Chemiczny Politechnika Gdańska

dwa urlopy macierzyńskie w latach: 2000/2001 (6 miesięcy) i 2007 (4,5 miesiąca)

4. Wskazanie osiągnięcia

4.1. Osiągnięcie wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, ze zm. w Dz. U. z 2005 r. Nr 164, poz. 1365 oraz w Dz. U. z 2011 r. Nr 84, poz. 455).

Moje osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego stanowi cykl pięciu jednotematycznych publikacji objętych wspólnym tytułem:

Naturalne i fizyczne czynniki wpływające na zawartość wybranych składników bioaktywnych w mleku ludzkim.

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego¹

H1. Martysiak-Zurowska D., Szlagatys-Sidorkiewicz A., Zagierski M.: Concentrations of alpha- and gamma-tocopherols in human breast milk during the first months of lactation and in infant formulas. *Maternal and Child Nutrition* 2013, 9(4), 473-482.

IF_{wydania} = 2,973; IF_{5-letni} = 3,320; pkt. MNiSW₂₀₁₇ = 35

H2. Martysiak-Żurowska D., Zagierski M., Woś-Wasilewska E., Szlagatys-Sidorkiewicz A.: Higher absorption of vitamin C from food than from supplements by breastfeeding mothers at early stages of lactation. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 2017, 8, 1-7.

IF_{wydania} = 0,768; IF_{5-letni} = 1,117; pkt. MNiSW₂₀₁₇ = 15

H3. Szlagatys-Sidorkiewicz A., Martysiak-Żurowska D., Krzykowski G., Zagierski M., Kamińska B.: Maternal Smoking Modulates Fatty Acid Profile of Breast Milk. *Acta Paediatrica* 2013, 102(8), e353–e359.

IF_{wydania} = 1,842; IF_{5-letni} = 2,035; pkt. MNiSW₂₀₁₇ = 30

H4. Martysiak-Żurowska D., Puta M., Barczak N., Malinowska-Pańczyk E., Kielbratowska B., Kołodziejska I.: The effect of high pressure and sub-zero temperature on total antioxidant capacity and the content of vitamin C, fatty acids and secondary products of lipid oxidation in human milk. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2017, 67(2) 117-122.

IF_{wydania} = 1,296; IF_{5-letni} = brak; pkt. MNiSW₂₀₁₇ = 15

H5. Martysiak-Żurowska D., Puta M., Kotarska J., Cybula K., Malinowska-Pańczyk E., Kołodziejska I.: The effect of UV-C irradiation on lipids and selected biologically active compounds in human milk. *International Dairy Journal* 2017, 66, 42-48.

IF_{wydania} = 2,067; IF_{5-letni} = 2,375; pkt. MNiSW₂₀₁₇ = 35

Sumaryczny *Impact Factor* powyższych publikacji według listy *Journal Citation Reports* za rok wydania wynosi **8,946**

Sumaryczna liczba punktów MNiSW 2017r. = **130**

Sumaryczna liczba cytacji: (WoS) = **22**, (S) = **20²**

¹ *Impact factor* (IF): w roku wydania pracy oraz 5-cio letni. Artykułom z roku 2017 przypisano IF z roku 2016. Punktacja MNiSW: zgodna z wykazem z dnia 26.01.2017 r. (Dz. U. 2016 r. poz. 2154). Oświadczenia współautorów prac wraz z określeniem wkładu każdego z nich w powstanie poszczególnych prac znajdują się w Załączniku 4.

² liczba cytowań wg Web of Science (WoS), Scopus (S) z dnia 19.02.2018 r.

4.2. Omówienie celu naukowego i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia

Osiągnięcie obejmuje 5 oryginalnych publikacji przedstawiających badania nad zmiennością składu mleka ludzkiego w odniesieniu do wybranych składników bioaktywnych wynikającą z dojrzewania mleka w czasie trzech pierwszych miesięcy laktacji, uwarunkowaną dietą kobiet, paleniem tytoniu oraz wywołaną czynnikami zewnętrznymi utrwalającymi mleko ludzkie na potrzeby banków mleka kobiecego (BMK).

4.2.1. Wstęp

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy mleko kobiece dzięki swoistości gatunkowej stanowi najlepszy i niezastąpiony pokarm dla noworodka i małego dziecka. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) oraz Europejskie Towarzystwo Gastroenterologii, Hepatologii i Żywienia Dzieci (ESPGHAN) zaleca wyłączne karmienie dziecka mlekiem ludzkim do 6-go miesiąca życia. Oprócz potrzebnych do rozwoju składników odżywczych mleko zawiera szereg biologicznie aktywnych związków chemicznych efektywnie wspomagający działanie niedojrzałego układu odpornościowego i trawiennego dziecka we wczesnym okresie życia. Związki te ułatwiają trawienie i przyswajanie składników odżywczych, wzmacniają ochronę organizmu dziecka przed patogenami, są zaangażowane bezpośrednio i pośrednio w procesy immunologiczne, wzmacniają układ odpornościowy, także poprzez stymulację rozwoju prawidłowej mikroflory jelitowej, oraz wykazują działanie przeciwutleniające.

Skład jakościowy mleka jest podobny u każdej zdrowej matki, jest jednak w pewnych zakresach labilny w efekcie diety stosowanej przez kobietę. Stężenie niektórych substancji zmienia się wraz z okresami laktacji dopasowując się do potrzeb dziecka na danym etapie życia [Picciano & McGuire 2009]. Siara, czyli mleko początkowe, wydzielane do 5-tej doby po porodzie, cechuje mniejsza zawartość tłuszczu niż mleko przejściowe i dojrzałe [Martysiak-Żurowska i in. 2011], a wyższa zawartość białek. Znaczącą część białek siary stanowią specyficzne dla mleka ludzkiego białka funkcjonalne spełniające inną rolę niż żywieniową, takie jak: laktoferyna LF, lizozym LZ, cytokiny, immunoglobuliny, enzymy przeciwutleniające i trawienne [Lönnerdal 2000].

Unikalność mleka kobiecego uwarunkowana jest obecnością w jego składzie substancji biologicznie aktywnych, bardzo istotnych dla prawidłowego rozwoju niemowląt. Ich odtworzenie w mieszance mlekozastępczej nie jest w obecnej chwili technologicznie możliwe. Dzieci, które z różnych przyczyn nie mogą być karmione mlekiem własnej matki, jako mleko drugiego wyboru powinny otrzymywać mleko pochodzące z BMK. Głównymi beneficjentami BKM w Polsce są dzieci przedwcześnie urodzone i chore, znajdujące się na oddziałach intensywnej opieki neonatologicznej. Podawanie mleka z BMK niemowlętom znajdującym się w grupie ryzyka, tj. chorym lub urodzonym przedwcześnie, działa prewencyjnie w stosunku do wielu chorób (martwiczego zapalenia jelit, retinopatii wcześniaczej, dysplazji oskrzelowo-płucnej) [Quigley i McGuire 2014; Schanler 2007].

Ludzkie mleko nie jest sterylne. Naturalnie mogą występować w nim drobnoustroje komensalne, w tym o właściwościach probiotycznych, takie jak: *Lactobacillus* sp., *Enterococcus*

sp., *Bifidobacterium* sp. W mleku mogą być ponadto obecne drobnoustroje potencjalnie chorobotwórcze takie jak *Staphylococcus aureus* i świadczące o niezachowaniu zasad higieny podczas odciągania mleka, m.in. *Pseudomonas aeruginosa* i bakterie z grupy coli. Aby mleko ludzkie mogło być podane dziecku innej kobiety musi być ono przede wszystkim bezpieczne mikrobiologicznie. Dlatego mleko od dawczyń w BMK podawane jest pasteryzacji niskotemperaturowej długotrwałej LTLT (ang. Long Time Low Temperature), tzw. pasteryzacji holder. Pasteryzacja ta polega na ogrzewaniu mleka w temperaturze 62,5 °C przez 30 minut. Proces ten powoduje jednak degradację wielu bioaktywnych składników mleka ludzkiego. Alternatywnymi metodami pasteryzacji mleka ludzkiego może być zastosowanie naświetlania promieniowaniem UV [H5], zastosowanie wysokiego ciśnienia [H4], zmiennego pola elektrycznego lub ogrzewania przy użyciu pola mikrofalowego [Martysiak-Żurowska i in. 2017].

4.2.2. Założenia pracy

W pracy postawiono następujące tezy:

- pomiędzy zawartością witamin przeciwutleniających w początkowym, przejściowym oraz dojrzałym mleku ludzkim występują znaczące różnice, co jest naturalnym następstwem dojrzewania mleka,
- zawartość w mleku ludzkim witamin przeciwutleniających: rozpuszczalnej w wodzie witaminy C oraz rozpuszczalnej w tłuszczu witaminy E, zależy od poziomu ich spożycia przez kobiety karmiące,
- skład i zawartość kwasów tłuszczowych (KT) w tłuszczu mleka ludzkiego zależy od fazy laktacji i zawartości KT w diecie kobiet karmiących, może jednak ulegać zmianom w wyniku palenia przez kobiety tytoniu,
- stosując nietermiczne metody utrwalania można osiągnąć bezpieczeństwo mikrobiologicznego mleka ludzkiego na poziomie porównywalnym z pasteryzacją konwekcyjną LTLT, jednocześnie w mniejszym stopniu wpływając na biologicznie aktywne składniki mleka, takie jak witaminy, wysokonienasycone KT, enzymy przeciwutleniające oraz czynniki przeciwdrobnoustrojowe,
- niekonwencjonalne, nietermiczne metody utrwalania mleka ludzkiego nie inicjują procesów degradacyjnych składników mleka takich jak utlenianie lipidów.

4.2.3. Cel pracy

Podstawowym celem badawczym było określenie wpływu wczesnych etapów laktacji (do trzech miesięcy) na zawartość w mleku ludzkim witamin przeciwutleniających: witaminy C, witaminy E i określenie czy na poziom ww. składników znaczący wpływ ma ich codzienne pobranie przez kobiety karmiące oraz źródło ich pochodzenia w diecie (żywność, suplementy) jak również określenie wpływu palenia tytoniu przez matki na profil kwasów tłuszczowych (KT) lipidów mleka ludzkiego.

Celem praktycznym pracy było sprawdzenie możliwości zastosowania nietermicznych metod utrwalania (i) działania wysokiego ciśnienia w temperaturze ujemnej, (ii) naświetlania promieniowaniem UVC do utrwalania mleka ludzkiego na potrzeby BMK.

4.2.4. Wyniki

4.2.4.1. Wpływ etapu laktacji oraz diety kobiet karmiących na zawartość w mleku wybranych składników bioaktywnych.

Materiał do badań stanowiło mleko uzyskane od kobiet, które wyraziły pisemną zgodę na udział w badaniu oraz spełniały wymagania badawcze. Kryteria włączenia kobiet do grupy testowej obejmowały ciążę bez powikłań zakończoną naturalnym, terminowym porodem, dobry stan zdrowia noworodka oraz punktacja Apgar w pierwszej minucie życia co najmniej 8. Kryteriami wykluczenia były ostre i przewlekłe zaburzenia (w tym cukrzyca ciążowa i atopowe zapalenie skóry), farmakoterapia inna niż suplementacja witaminowa oraz ograniczenia żywieniowe (eliminacja wybranych produktów z powodu alergii u matki lub dziecka).

Na przeprowadzenie wszystkich badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym (KEBN/97/2010, NKEBN/517/2012).

Celem pracy pt. ***Concentrations of alpha- and gamma-tocopherols in human breast milk during the first months of lactation and in infant formulas [H1]*** było określenie wpływu etapu laktacji oraz spożycia witaminy E na zawartość alfa- i gamma-tokoferolu w mleku ludzkim, jak również oznaczenie zawartości tokoferoli w popularnych na rynku polskim preparatach do początkowego i dalszego żywienia niemowląt. Zawartość alfa- i gamma-tokoferolu w mleku ludzkim w 2, 15, 30 i 90 dobie po porodzie oraz w dziesięciu najbardziej popularnych preparatach do żywienia niemowląt (tzw. mleku modyfikowanym) oznaczyłam techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej w normalnym układzie faz NP- HPLC. Mleko do badań otrzymałam od 48 zdrowych kobiet spełniających kryteria naboru. Próbkę mleka były pobierane od dawczyń w sposób zapewniający ich reprezentatywność, tzn. o tej samej porze dnia (rano) przed pierwszym karmieniem ściągano cały pokarm z jednej piersi. Część przeznaczano do badań, a pozostałe mleko podawano dziecku.

Szacunkowe dzienne spożycie witaminy E przez matki biorące udział w badaniu określiłam przy użyciu programu DIETA 4.0 (Instytut Żywności i Żywienia) na podstawie 3-dniowego dziennika żywieniowego sporządzonego przez matki. **W grupie badanych kobiet średnie dzienne spożycie witaminy E wynosiło $14,9 \pm 8,3$ mg, było więc o około 20% niższe niż zalecana dawka spożycia RDA tej witaminy dla kobiet karmiących, wynosząca 19 mg/dzień.** Blisko 35% matek biorących udział w badaniu spożywało mniej niż 10 mg witaminy E dziennie. Część kobiet stosowała suplementy witaminy E. Na podstawie danych pochodzących od matek określiłam, że procent kobiet suplementujących dietę w witaminę E maleje wraz z czasem laktacji. W pierwszym okresie po porodzie preparaty zawierające witaminę E przyjmowało około 52% kobiet biorących udział w badaniu, a po trzech miesiącach laktacji już tylko około 39%.

Stwierdziłam, że zawartość alfa-tokoferolu w mleku ludzkim ma ścisły związek z etapem laktacji. W początkowej fazie, w 2 dobie po porodzie, zawartość alfa-tokoferolu wynosiła ok. 10 mg/L mleka, a w 90 dniu laktacji – tylko ok. 2 mg/L. Podobnie wraz z czasem laktacji zmniejszał się poziom gamma-tokoferolu w mleku - od 0,6 mg/L w siarze do ok. 0,2 mg/L mleka dojrzałego w 90 dniu laktacji. Podobna zależność występuje również w odniesieniu do witaminy A, innej, występującej w mleku ludzkim witaminy wykazującej działanie przeciwutleniające [Szlągatys-Sidorkiewicz i in. 2012]. Duża zawartość witamin przeciwutleniających w siarze wydaje się stanowić biologiczną ochronę noworodków, co jest niezwykle istotne w pierwszych dniach życia dziecka gdy jego układ immunologiczny nie jest jeszcze w pełni sprawny. **Poziom zawartości witaminy E w mleku ludzkim nie ma związku ze zmianą zawartości frakcji lipidowej w mleku ludzkim.** Oznaczona przeze mnie zawartość tłuszczu w siarze wynosiła ok. 2,7 %, w mleku z 15 doby laktacji – 3,2%, a w mleku dojrzałym z 30 i 90 dnia laktacji, odpowiednio 3,7 i 3,9%. Tym samym zawartość tłuszczu w mleku ludzkim wzrastała z czasem laktacji, co znajduje swoje potwierdzenie w danych prezentowanych w literaturze [Koletzko i in. 2001].

Wykonane badania pozwoliły mi stwierdzić, że brak jest istotnej korelacji między spożyciem witaminy E a jej stężeniem w mleku matki. Nawet u kobiet deklarujących suplementację witaminami, które przyjmowały ponad 30% więcej witaminy E dziennie niż zalecana dawka, nie stwierdziłam efektu fortyfikacyjnego względem mleka. **Zawartość alfa-tokoferolu w preparatach do początkowego żywienia niemowląt określiłam na poziomie istotnie mniejszym niż zawartość tej formy witaminy E w pierwszym mleku kobiet (siara).** Natomiast zawartość gamma-tokoferolu w mieszankach dla niemowląt była co najmniej 7-krotnie wyższa niż w ludzkim mleku, co tylko pozornie gwarantuje prawidłowy poziom witaminy E w początkowej diecie dzieci. Gamma –tokoferol wykazuje tylko 20-25% aktywności alfa-tokoferolu, nie stanowi zatem odpowiedniego źródła witaminy dla małego dziecka. **Uzyskane wyniki uzasadniają potrzebę dodatkowej suplementacji witaminą E niemowląt karmionych butelką podczas początkowych 2-3 dni życia.**

W badaniach przedstawionych w pracy pt. *Higher absorption of vitamin C from food than from supplements by breastfeeding mothers at early stages of lactation* [H2] analizie poddałam wpływ etapu laktacji oraz zawartości w diecie kobiet w okresie laktacji witaminy C różnego pochodzenia na poziom tego bioaktywnego składnika przeciwutleniającego w mleku ludzkim. Na potrzeby badań, metodą trzydniowego wywiadu żywieniowego i przy użyciu programu DIETA 4.0, określiłam dzienne spożycie witaminy C w diecie 42 kobiet w 15, 30 i 90 dniu po porodzie. Jednocześnie techniką HPLC w odwróconym układzie faz określiłam zawartość witaminy C w mleku tych kobiet w tych samych dniach laktacji.

Przeprowadzone przez Instytut Żywności i Żywienia badania nt. indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia ludności w Polsce [Szponar i in. 2003] wykazały, że średnie dzienne spożycie witaminy C przez kobiety w wieku 26-60 lat wynosi 82,1 mg /dzień w skali rocznej. Wartość ta odpowiada niemal 135% DRI (ang. Dietary Reference Intake, Rekomendowana Wartość Spożycia) dla kobiet wykonujących umiarkowanie ciężką pracę fizyczną, które wynosi 75 mg witaminy C na dobę. W ogólnopolskim badaniu średnie spożycie

witaminy C przekraczało wartości zalecane dla kobiet ze wszystkich grup wiekowych, pomimo tego analiza dystrybucji witaminy C wykazała jej niedobór u 40% populacji. Wykazałam bardzo podobną zależność. **Szacunkowe średnie dzienne spożycie witaminy C przez kobiety w badanym okresie laktacji wynosiło $118,8 \pm 64,7$ mg, co stanowiło odpowiednią dawkę tej witaminy przewidzianą dla kobiet karmiących (120 mg/dzień). Analizując poszczególne przypadki stwierdziłam jednak, że blisko 20% matek spożywało mniej niż 50 mg witaminy C (poniżej 40% DRI).** Natomiast u kilku kobiet ilość pobranej dziennie witaminy C wynosiła ponad 200% zalecanej dawki, co miało zwykle związek z suplementowaniem diety w tę witaminę.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam również **zmianę preferencji żywieniowych matek biorących udział w badaniu.** Wraz z czasem laktacji malał odsetek kobiet przyjmujących witaminę C w postaci suplementów na korzyść źródeł naturalnych, takich jak świeże owoce, soki i warzywa. W 15 dniu po porodzie suplementy przyjmowało 74% badanych kobiet, w 90 dniu laktacji już tylko ok. 33%. Na taki stan rzeczy ma prawdopodobnie wpływ przekonanie wielu kobiet o silnie alergizującym działaniu świeżych warzyw i owoców, zwłaszcza cytrusowych, na nowonarodzone dziecko. Matki w obawie przed zaszkodzeniem dziecku wolą spożywać suplementy witamin niż zdrowe, naturalne produkty spożywcze bogate w witaminy.

Analizując uzyskane wyniki zawartości witaminy C w mleku badanej grupy kobiet wykazałam, że **etap laktacji nie ma wpływu na zawartość witaminy C w mleku ludzkim.** Średnia zawartość witaminy C w mleku badanej grupy kobiet pochodzącym z 15, 30 i 90 dnia laktacji wynosiła średnio $50,9 \pm 16,5$ mg/L. Nie zaobserwowałam istotnej korelacji pomiędzy poziomem spożycia witaminy C, a jej zawartością w mleku, nawet gdy pobierana dzienna dawka znacząco przewyższała tę zalecaną dla kobiet karmiących ($r = 0,11$; $p = 0,064$). Jednocześnie w grupie kobiet, które nie przyjmowały suplementów, a witamina C obecna w ich diecie pochodziła tylko z produktów spożywczych stwierdziłam słabą, ale statystycznie istotną korelację między zawartością witaminy w diecie, a jej poziomem w mleku tych kobiet ($r = 0,402$; $p = 0,041$). **Uzyskane wyniki sugerują, że witamina C występująca w żywności jest znacznie lepiej wchłaniana i przekazywana do gruczołu mlekowego niż witamina C z suplementów.** Kobiety w okresie laktacji powinny w pierwszej kolejności uzupełniać swoją dietę w witaminę C poprzez spożywanie odpowiednich, naturalnych produktów żywnościowych. Przyjmowanie suplementów witaminy C powinno być zalecane matkom karmiącym naturalnie dzieci, u których stwierdzono problemy trawienne lub alergie pokarmowe na substancje towarzyszące witaminie C w produktach spożywczych. **Wyniki badań wskazują, że organizm matki reguluje poziom witaminy C w mleku.** Nawet po spożyciu dużych dawek witaminy przez matkę jej zawartość w mleku nie przekraczała 80 mg/L. W grupie kobiet przyjmujących dziennie poniżej 50 mg witaminy C jej poziom w mleku poniżej 40 mg/L (czyli poniżej poziomu DRI dla małych dzieci) stwierdzono tylko w pięciu przypadkach (co stanowiło około 22% tej grupy). W oparciu o uzyskane wyniki można stwierdzić, że zawartość witaminy C w mleku ludzkim jest przez organizm matki uzupełniana do poziomu właściwego dla dziecka, prawdopodobnie kosztem zubożenia organizmu matki.

Karmienie naturalne jest najlepszym sposobem żywienia niemowląt. Dla noworodka ludzkiego jednym z najistotniejszych składników mleka są kwasy tłuszczowe (KT), w tym długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe (LC-PUFA), stanowiące budulec niezbędny do rozwoju ewolucyjnie wysokorozwiniętego układu nerwowego: mózgu, nerwów, rdzenia kręgowego oraz siatkówki oka.

W pracy [H1] wykazałam, że dieta kobiet karmiących nie wpływa na zawartość tłuszczu w mleku ludzkim, którego poziom zależy głównie od etapu laktacji. Dieta matek wpływa jednak w pewnych granicach na skład KT lipidów mleka kobiecego. W składzie KT mleka kobiet z różnych krajów i kontynentów występują istotne różnice. Jest to związane z różnorodnością zwyczajów żywieniowych, a tym samym różnorodnością składników lipidowych diety [Koletzko i in. 1992]. Udział poszczególnych grup KT (kwasy nasycone, jednonienasycone i wielonienasycone) w tłuszczu mleka kobiet jest odzwierciedleniem ich udziału w diecie [Martysiak-Żurowska i in. 2011].

Na profil zawartości KT lipidów mleka ludzkiego mają też wpływ dysfunkcje organizmu matki, takie jak cukrzyca insulinozależna, choroby alergiczne czy mukowiscydoza [Jackson i in. 1994, Johansson i in. 2011]. Kolejnym etapem badań nad zmiennością składu mleka ludzkiego było określenie wpływu palenia tytoniu przez matki na profil KT lipidów mleka, które przedstawiono w pracy pt. **Maternal Smoking Modulates Fatty Acid Profile of Breast Milk [H3]**. W pracy porównano skład i zawartość KT w dojrzałym mleku ludzkim, uzyskanym pomiędzy 17 a 30 dniem laktacji od 20 kobiet palących co najmniej pięć papierosów dziennie w okresie ciąży i laktacji oraz od 136 kobiet niepalących. W prezentowanym badaniu średnia wieku kobiet palących była istotnie niższa niż niepalących (27,3 vs. 30). Również inni autorzy zaobserwowali podobną zależność w odniesieniu do wieku kobiet palących w czasie ciąży i laktacji [Samper i in. 2012]. W mojej pracy grupy badawcze dobrane były tak, aby mleko pochodziło z tej samej fazy laktacji (po 15 dniu po porodzie, tzw. mleko dojrzałe), ponieważ w innych badaniach wykazałam, że o ile faza laktacji nie wpływa na udział poszczególnych grup KT lipidów mleka to ich profil ulega pewnym zmianom [Martysiak-Żurowska i in. 2011]. Najistotniejsze różnice w składzie długołańcuchowych KT tłuszczu mleka ludzkiego występują pomiędzy 2 a 14 dniem laktacji. Wraz z dojrzewaniem mleka następuje zmniejszenie zawartości sumy metabolitów KT z rodziny (n-6) i (n-3) oraz jednocześnie zwiększenie zawartości prekursorów obu grup KT: kwasu linolowego (LA) i alfa-linolenowego (ALA). Jest to zapewne związane z faktem dojrzewania układów enzymatycznych dziecka, które stopniowo zaczyna wytwarzać odpowiednią ilość enzymów, w tym elongaz i desaturaz odpowiedzialnych za syntezę LC PUFA z ich prekursorów [Martysiak-Żurowska i in. 2011].

Do izolacji tłuszczu z mleka oraz niezbędnej do przeprowadzenia analizy składu KT techniką GC derywatywacji KT do pochodnych (estrów metylowych KT), posłużyłam się znormalizowanymi technikami analitycznymi [AOAC 1990, EN:ISO 2000, PN-EN ISO 1996]. Skład i zawartość KT w tłuszczu mleka ludzkiego oznaczyłam techniką wysokorozdzielczej chromatografii gazowej HR-GC. W tłuszczu mleka ludzkiego stwierdziłam obecność około 60 różnych KT, wśród których w największej ilości występowały kwasy: oleinowy C18:1 9c, palmitynowy C16:0, linolowy C18:2 (n-6), stearynowy C18:0 oraz mirystynowy C14:0.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe PUFA stanowiły średnio 13,2% ogólnego składu KT. Niezwykle istotne dla rozwoju dziecka wielonienasycone KT: arachidonowy AA 20:4 (n-6) i dokozaheksaenowy DHA 22:6 (n-3) w lipidach mleka badanej grupy kobiet występowały na poziomie zbliżonym do zawartości tych LC-PUFA w mleku kobiet z innych krajów Europy (AA 0,2 – 1,2%; DHA 0,1 – 0,6%) [Koletzko i in. 2001].

Na podstawie wywiadu żywieniowego, obejmującego 72-godzinny rejestr diety, określiłam średnie dzienne spożycie podstawowych składników odżywczych oraz oszacowałam zawartość poszczególnych grup KT (KT nasycone, jednonienasycone, wielonienasycone) w dziennej racji pokarmowej matek palących i niepalących. Kobiety z obu grup spożywały odpowiednią dla kobiet karmiących ilość tłuszczu w diecie (średnio 73g dziennie) zachowując odpowiedni jego udział w ilości energii dostarczonej z pożywieniem (ok. 32 % energii z tłuszczów, zalecane 25 – 33%). **U kobiet palących stwierdzono relatywnie niższe spożycie węglowodanów (p=0,032). Ponadto kobiety palące uzyskiwały znacznie mniej energii z węglowodanów (p=0,038) a więcej energii ze spożycia tłuszczów (p=0,037). Nie miało to jednak istotnego wpływu na udział poszczególnych grup KT w diecie matek.** Pomimo tego **w mleku kobiet palących stwierdzono statystycznie istotnie wyższy udział kwasów jednonienasyconych (p=0,039) co było związane głównie ze statystycznie wyższą zawartością kwasu oleinowego C18:1 9c w mleku kobiet palących.** Nie stwierdzono wpływu palenia tytoniu przez matki na poziom KT konfiguracji *trans* w mleku. Na zawartość *trans* KT w mleku ludzkim wpływa głównie dieta kobiet karmiących (wpływ krótkoterminowy) oraz obniżenie masy ciała, który powoduje uwalnianie się KT, w tym konfiguracji *trans*, z tkanek kobiet (wpływ długoterminowy) [Mojska i in. 2003]. **W badanych próbkach tłuszczu mleka kobiet, bez względu na to czy paliły tytoń czy nie, zawartość *trans* KT wynosiła około 2,5% ogólnego składu KT.** Ponadto lipidy mleka ludzkiego zawierały nieparzystowęglowe KT: kwas pentadekanowy 15:0 i heptadekanowy 17:0, co, jak wykazałam w innych badaniach, ma ścisły związek z rodzajem diety matek, a konkretnie ilością spożywanego tłuszczu mlekowego [Martysiak-Żurowska i in. 2008]. W tłuszczu mleka kobiet palących występowała natomiast istotnie mniejszą zawartość kwasu laurynowego i mirystynowego. Stwierdzono również, że **w mleku kobiet palących na wyższym poziomie niż u kobiet niepalących występują KT rodziny n-6: kwas arachidonowy C20:4 (n-6) i eikozadienowy 20:2 (n-6), jak i suma metabolitów tej rodziny KT, mniejsza natomiast zawartość kwasu linolenowego – prekursora tej rodziny KT.** Palenie przez kobietę w ciąży wywiera wielowymiarowe szkodliwe skutki na dziecko podczas fazy płodowej. Noworodki matek palących w czasie ciąży charakteryzują się mniejszą masą urodzeniową, oraz są bardziej podatne na choroby wieku niemowlęcego i wczesnodziecięcego w porównaniu z dziećmi, których matki nie paliły [Polańska i Henke 2004, Samper i in. 2012].

Przeprowadzone badania wykazały, że **palenie przez matkę podczas laktacji skutkuje zmianą profilu KT ludzkiego mleka.** Jednak do tej pory nie zweryfikowano tezy, czy palenie przez matkę podczas laktacji ma wpływ na rozwój niemowlęcia w okresie poporodowym. Matki, które palą, rzadziej decydują się karmić piersią, a czas trwania laktacji jest znacznie krótszy [Gerd i in. 2012]. Ponadto palenie przez matkę tytoniu w okresie laktacji stanowi główny czynnik ryzyka zakażeń dróg oddechowych u noworodka [Jones i in. 2011].

4.2.4.2. Wpływ niekonwencjonalnych metod utrwalania na wybrane składniki bioaktywne mleka ludzkiego

Metoda pasteryzacji mleka ludzkiego stosowana w BMK, tzw. metoda holder, zaliczana jest do konwekcyjnej pasteryzacji niskotemperaturowej długoterminowej LTLT i polega na przetrzymywaniu mleka w temperaturze 62,5°C przez 30 minut. Znacząca degradacja składników bioaktywnych następująca w jej wyniku generuje konieczność poszukiwania innych technik utrwalania mleka kobiecego. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie zastosowaniem do utrwalania produktów spożywczych technik nietermicznych takich jak działanie wysokiego ciśnienia.

W pracy pt. *The effect of high pressure and sub-zero temperature on total antioxidant capacity and the content of vitamin C, fatty acids and secondary products of lipid oxidation in human milk* [H4] przedstawiłam możliwość zastosowania do utrwalenia mleka ludzkiego wysokiego ciśnienia (193 MPa) wspomaganego ujemną temperaturą -20°C. Celem pracy było określenie wpływu wysokiego ciśnienia (HP) na profil KT oraz postęp reakcji ich utlenienia na podstawie zmiany zawartości wtórnych produktów utlenienia lipidów. Sprawdzone również efekt działania wysokiego ciśnienia w temperaturze ujemnej na całkowitą zdolność przeciwutleniającą TAC i zawartość witaminy C w mleku ludzkim w porównaniu do efektu wywoływanego przez pasteryzację LTLT.

W przemyśle spożywczym do utrwalania żywności stosuje się ciśnienie rzędu 600 MPa, co zapewnia efekt bakterioobójczy w odniesieniu do wielu drobnoustrojów. Z danych literaturowych wynika jednak, że tak wysokie ciśnienie powoduje istotne obniżenie zawartości PUFA w mleku ludzkim, co może negować racjonalność podawania takiego mleka niemowlęciu i sugeruje stosowanie do utrwalania mleka ludzkiego niższych ciśnień. Traktowanie mleka kobiecego ciśnieniu 600 MPa powoduje ponadto degradację tokoferoli na poziomie porównywalnym z pasteryzacją holder, podczas gdy działanie ciśnienia 400 MPa nie wpływa na ilość alfa- i gamma- tokoferolu [Delgado i in. 2014]. Utrwalanie mleka z zastosowaniem ciśnienia niższego niż 600 MPa w przedziale temperatur 20-35°C może być jednak mało efektywne w odniesieniu do inaktywacji mikroorganizmów. Zwiększenie efektu letalnego można uzyskać stosując temperatury wyższe niż 35°C lub niższe niż 20°C [Reyns i in. 2000].

Materiał do badań stanowiła reprezentatywna próbka mleka ludzkiego uzyskana z połączenia dojrzałego mleka siedmiu kobiet spełniających wszystkie kryteria naboru przyjęte na potrzeby badań. Postęp degradacji lipidów mleka ludzkiego na drodze ich utlenienia określiłam na podstawie zawartość wtórnych produktów utlenienia lipidów reagujących z kwasem tiobarbiturowym TBARS (ang. tiobarbituric acid reactive substances) oznaczonych metodą spektrofotometryczną, którą opracowałam w oparciu o procedurę zaproponowaną przez Tuoli [Tuoli i in. 2004]. Przedstawicielem TBARS jest dialdehyd malonowy MDA, mutagenny czynnik, który jest markerem zarówno procesów utleniania lipidów w produktach spożywczych jak i stresu oksydacyjnego żywych komórek. MDA występuje w mleku ludzkim na poziomie 9.20 - 27.10 µg/100 mL mleka w zależności od diety matki oraz stanu jej organizmu [Martysiak-Żurowska, Stołyhwo 2006]. Do oznaczenia całkowitej zdolności przeciwutleniającej

TAC mleka ludzkiego posłużyłam się zoptymalizowaną i poddaną walidacji metodą z wykorzystaniem kationorodnika ABTS [Martysiak-Żurowska i Wenta 2012].

Na podstawie wyników pracy stwierdziłam brak wpływu działania ciśnienia 193 MPa w temperaturze -20°C na skład i zawartość KT tłuszczu mleka ludzkiego. W tych warunkach zmiany proporcji poszczególnych grup KT (SFA:MUFA:PUFA) w tłuszczu mleka poddanego ciśnieniu były niewielkie i statystycznie nieistotne ($p > 0,05$). **Ani ogrzewanie LTLT ani działanie ciśnienia 193 MPa w -20°C nie inicjuje powstawania wtórnych produktów utlenienia LC-PUFA,** pomimo stosunkowo wysokiej zawartości tych KT w tłuszczu mleka ludzkiego. Pasteryzacja LTLT powoduje znaczący ubytek ogólnej zawartości witaminy C (suma kwasu askorbinowego AsA i kwasu dehydroaskorbinowego DHsA) w mleku kobiecym, podczas gdy **wpływ ciśnienia 193 MPa w temperaturze -20 °C na tę witaminę jest statystycznie nieistotny.** Obie techniki prowadzą do znaczącej degradacji zawartości kwasu askorbinowego AsA w mleku, choć efekt ciśnieniowania w stosowanych warunkach jest znacznie słabszy niż działanie podwyższonej temperatury. **Pasteryzacja LTLT powoduje niewielkie obniżenie wartości TAC podczas gdy użycie wysokiego ciśnienia pozwala na całkowite zachowanie właściwości przeciwutleniających mleka kobiecego.** Wpływ ciśnieniowania na zawartość AsA przy jednoczesnej stabilności TAC wskazuje na odporność pozostałych obecnych w mleku składników przeciwutleniających na działanie wysokiego rzędu 190 MPa. **Uzyskane wyniki wskazują na możliwość wykorzystania wysokiego ciśnienia do utrwalania mleka ludzkiego na potrzeby BMK.** Przedmiotem kolejnych zadań naukowych będzie optymalizacja metody, prowadząca do zwiększenia efektu letalnego względem drobnoustrojów, bez dodatkowej ingerencji w poziom zawartości składników bioaktywnych.

Inną techniką, którą wykorzystałam w ramach badań nad niekonwencjonalnymi metodami utrwalania mleka ludzkiego było naświetlanie promieniowaniem z zakresu UV. Naświetlanie promieniowaniem UV zaliczane jest do nietermicznych metod przedłużających trwałość żywności [Pattersoni in. 2006]. Największe zastosowanie, zarówno w przemyśle żywnościowym jak i w medycynie znalazło promieniowanie UV-C, zwłaszcza z zakresu 250-270 nm, ze względu na najsilniejsze działanie bakteriobójcze. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie tą metodą w kontekście utrwalania płynnych produktów spożywczych, w tym mleka ludzkiego [Christen i in. 2013].

Celem pracy pt. *The effect of UV-C irradiation on lipids and selected biologically active compounds in human milk [H5]* było określenie wpływu promieniowania UV-C, w dawkach zapewniających analogiczną do pasteryzacji holder inaktywację bakterii, na powstawanie pierwotnych i wtórnych produktów utleniania lipidów mleka ludzkiego. Określono ponadto wpływ różnych dawek promieniowania UV-C w porównaniu do pasteryzacji holder na zawartość obecnych w mleku kobiecym składników biologicznie aktywnych, takich jak lizozym, składników o działaniu przeciwutleniającym (katalaza, witamina C), oraz na całkowitą zdolność przeciwutleniająca mleka (TAC) oznaczoną testem ABTS. Próbkę do badań stanowiło dojrzałe mleko uzyskane od pięciu zdrowych kobiet rodzących o czasie bez powikłań zdrowe noworodki. Mleko uzyskane od kobiet połączono w próbkę reprezentatywną, która po podzieleniu na mniejsze porcje posłużyła do wszystkich wykonanych w pracy badań i

oznaczeń. Podobnie jak w poprzednich pracach zawartość wtórnych produktów utleniania lipidów wykonano na podstawie pomiaru TBARS [Martysiak-Żurowska i Stołyhwo, 2006]. Do oznaczenia zawartości nadtlenu – pierwotnych produktów utleniania lipidów użyto metody spektrofotometrycznej opisanej przez Turola i in. [2004]. Do oznaczenia zawartości lizozymu i aktywności katalazy posłużono się komercyjnie dostępnymi zestawami testowymi i ELISA.

Próbki mleka, uzyskane od kobiet spełniających wszystkie kryteria naboru, naświetlano dawką promieniowania UV-C w zakresie od 85 do 740 J/L mleka. Zastosowanie nawet maksymalnej dawki promieniowania nie powodowało znaczącego wzrostu temperatury mleka. **Dlatego można przyjąć, że wszelkie zmiany następujące w efekcie naświetlania mleka promieniowaniem UV-C mają związek z dawką promieniowania, a nie z działaniem procesów termicznych.** Efekt bakteriobójczy sprawdzono względem drobnoustrojów *Staphylococcus aureus* (PCM 2054), *Escherichia coli* (K-12), *Enterococcus faecalis* (PCM 896), *Enterococcus faecium* (ATCC 6057) wprowadzonych do próbek mleka w takiej ilości, aby ich końcowe stężenie wynosiło 10^5 jtk/mL. Bakterie z rodzaju *Enterococcus* okazały się stosunkowo odporne na działanie promieniowania UV-C w zakresie stosowanych dawek promieniowania. **Maksymalna dawka promieniowania (740 J/L) powodowała obniżenie ilości drobnoustrojów *E. faecium* o 4 rzędy logarytmiczne, natomiast bakterii *E. faecalis* o 3 rzędy wielkości w stosunku do wyjściowej populacji. Natomiast zastosowanie dawki 400 i 700 J/L spowodowało całkowitą dezaktywację, odpowiednio *S. aureus* i *E. coli*.** Badania pozwoliły na stwierdzenie, że aby uzyskać efekt bakteriobójczy porównywalny z pasteryzacją holder, czyli całkowitą inaktywacją bakterii *E. coli* i z rodzaju *Staphylococcus* oraz częściową dezaktywacją bakterii z rodzaju *Enterococcus*, należy zastosować dawkę promieniowania UV-C rzędu 740 J/L. Pasteryzacja cieplna LTLT spowodowała degradację zawartości witaminy C o 40%, 47% obniżenie zawartości lizozymu, nieistotną statystycznie zmianę poziomu TAC oraz 60% degradację aktywności katalazy. Spośród badanych składników bioaktywnych najbardziej wrażliwą na naświetlanie promieniowaniem UV-C okazała się witamina C oraz lizozym. **Stwierdzałam, że poddanie mleka działaniu promieniowania UV-C w dawce 740 J/L powoduje 35% obniżenie stężenia witaminy C oraz około 40% obniżenie stężenia lizozymu w mleku ludzkim. Całkowita zdolność przeciwutleniająca TAC mleka, oznaczona metodą ABTS, nie ulega znaczącej zmianie podobnie jak aktywność katalazy.** Efekt działania promieniowania UV-C w dawce 740 J/L na degradację witaminy C, lizozymu oraz wartość TAC jest podobny do wpływu pasteryzacji typu LTLT. Katalaza natomiast jest bardziej odporna na działanie promieniowania UV-C niż na długotrwałe ogrzewanie w temperaturze 62,5°C.

W przeprowadzonych badaniach wykazałam jednoznacznie, że promieniowanie UV-C, w przeciwieństwie do pasteryzacji konwekcyjnej, generuje powstawanie w mleku ludzkim pierwotnych (nadtlenu KT) i wtórnych (TBARS) produktów utleniania lipidów. Powstający pod wpływem UV-C tlen singletowy, jest około 1000-krotnie bardziej reaktywny niż tlen w podstawowej formie tripletowej. Tlen singletowy nie tylko reaguje bezpośrednio z podwójnym wiązaniem w nienasyconych KT tworząc wodoronadtlenki bez pośrednictwa reakcji wolnorodnikowej, ale powoduje również uszkodzenia kwasów nukleinowych i aminokwasów oraz degradację lipidów i białek mleka ludzkiego.

Zastosowanie promieniowania UV-C do utrwalania mleka ludzkiego powoduje degradację związków bioaktywnych w porównywalnym lub mniejszym stopniu niż klasyczna pasteryzacja cieplna. Niewątpliwie generuje jednak procesy utleniania fotosensybilizowanego o trudnych do przewidzenia skutkach względem związków występujących w mleku ludzkim. **Przed zastosowaniem tej techniki do utrwalania żywności przeznaczonej dla szczególnie wymagającego konsumenta jakim jest dziecko urodzone przedwcześnie należy dokładniej zbadać te niepożądane efekty.**

4.2.5. Podsumowanie

Mleko ludzkie stanowi mieszaninę wielkoskładnikową szeregu substancji o wielorakich funkcjach. W czasie dojrzewania skład mleka ludzkiego ulega przemianom charakterystycznym gatunkowo, które mają na celu zapewnienie dziecku optymalny poziom odżywienia i ochrony na każdym etapie jego rozwoju. Przedstawione wyniki wskazują, że zmiany te dotyczą również zawartości w mleku ludzkim alfa- i gamma-tokoferolu. Duża zawartość witamin przeciwutleniających w sianie stanowi biologiczną barierę ochronną noworodków. Jest to niezwykle ważne w początkowych etapach życia, gdy układ enzymatyczny i immunologiczny dziecka nie jest jeszcze w pełni sprawny.

Poziom witamin w mleku ludzkim jest fizjologicznie kontrolowany przez organizm matki. Zawartość witamin rozpuszczalnych w tłuszczach obniża się wraz z długością karmienia, niezależnie od dziennego spożycia witaminy przez matkę. W codziennej diecie spożywamy zazwyczaj większe ilości gamma-tokoferolu, ze względu na większą zawartość tego związku w naturalnych źródłach witaminy E. Jednak w mleku ludzkim to alfa-tokoferol, związek wykazujący 100% wartość biologiczną witaminy E, występuje w przeważającej ilości. Z kolei poziom witaminy C w mleku ludzkim nie zależy od etapu laktacji, natomiast wielkość spożycia tej witaminy przez matki, zwłaszcza jeśli pochodzi z produktów spożywczych a nie suplementów, ma pewien wpływ na jej poziom w mleku. Zmienność wynikająca ze spożycia witaminy przez matkę jest jednak ograniczona. Nawet w przypadkach przyjmowania bardzo dużych dawek witaminy C jej poziom w mleku kobiet nie był większy niż 80 mg/L.

Poziom spożycia tłuszczów w diecie matek również nie ma wpływu na zawartość tłuszczu w mleku, który zmienia się wraz z fazą laktacji. Najwyższy udział w lipidach mleka ludzkiego mają kwasy nasycone. Głównymi KT mleka ludzkiego jest kwas oleinowy, palmitynowy, linolowy i stearynowy co jest charakterystyczne dla lipidów mleka ludzkiego. Wraz z fazą laktacji zmienia się również profil wysokonienasyconych KT. Ma to prawdopodobnie związek z dojrzewaniem układów trawiennych i enzymatycznych dziecka. Kolejnym czynnikiem, który modeluje skład KT mleka ludzkiego jest palenie tytoniu przez matki karmiące.

Naturalna zmienność składu mleka ludzkiego jest niezwykle istotna dla rozwijającego się organizmu dziecka. Żaden dotychczas wytworzony preparat mlekozastępczy nie zapewnia takiego optymalnego działania. Tym samym dążyć należy aby dzieci, które z różnych przyczyn nie mogą być karmione mlekiem własnej matki mogły otrzymywać pokarm innej kobiety, najlepiej pochodzący z fazy laktacji adekwatnej do wieku dziecka. Stosowana obecnie termiczna metoda utrwalania mleka ludzkiego w BMK nie jest doskonała. Należy jednak

podkreślić, że pomimo tego nawet pasteryzowane mleko ludzkie jest pokarmem odpowiedniejszym dla dziecka niż preparat do żywienia niemowląt.

Opisane w dostępnej literaturze badania wskazują, że pasteryzacja mleka ludzkiego przy użyciu promieniowania UV-C stanowi potencjalnie alternatywną metodę w stosunku do pasteryzacji klasycznej. Prezentowane przez mnie wyniki badań po raz pierwszy wykazały, że pomimo łagodniejszego od pasteryzacji klasycznej działania na składniki bioaktywne UV-C powoduje niepożądane zmiany w składzie mleka. Naświetlanie promieniowaniem UV-C generuje postawanie wodoronadtlenków oraz wtórnych produktów utleniania lipidów w efekcie bezpośredniego działania tlenu singletowego oraz aktywuje procesy degradacji innych złożonych związków odżywczych. Należy więc z dużą ostrożnością rozpatrywać możliwość stosowania tej metody do utrwalania mleka ludzkiego. Lepszym rozwiązaniem wydaje się być stosowanie wysokiego ciśnienia wspomaganego ujemną temperaturą. Ani pasteryzacja LTLT ani działanie ciśnieniem 193 MPa w -20°C nie powoduje zmian w profilu KT i nie generuje powstawania wtórnych produktów oksydacji z LC-PUFA pomimo stosunkowo wysokiej zawartości tych KT w tłuszczu mleka ludzkiego. Działanie wysokiego ciśnieniowanie praktycznie nie powoduje degradacji witaminy C, nie ma również wpływu na właściwości przeciwutleniające mleka ludzkiego. Jednak efekt działania ciśnienia rzędu 200 MPa nawet w ujemnej temperaturze względem drobnoustrojów może nie być wystarczający, zwłaszcza przy wysokiej ich początkowej zawartości w mleku. Prowadzone są dalsze badania mające na celu udoskonalenie tej metody utrwalania mleka ludzkiego.

Bibliografia :

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Method No 905.02, Official Methods of Analysis, 19th Ed., Washington, USA, 1990, 811;
2. Christen L., Lai Ch.T., Hartmann B., Hartmann P.E., Geddes D.T.: The effect of UV-C pasteurization on bacteriostatic properties and immunological proteins of donor human milk. *Plos One* 2013, 8, 1-9.
3. Delgado F.J., Cava R., Delgado J., Ramirez R.: Tocopherols, fatty acids and cytokines content of holder pasteurized and high-pressure processed human milk. *Dairy Science & Technology* 2014, 94, 145-156;
4. EN:ISO 5509:2000 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych. 2000.
5. Gerd A.T., Bergman S., Dahlgren J., Roswall J., Alm B.: Factors associated with discontinuation of breastfeeding before 1 month of age. *Acta Paediatrica* 2012, 101, 55–60;
6. Jackson M.B., Lammi-Keefe C.J., Jensen R.G., Couch S.C., Ferris A.M.: Total lipid and fatty acid composition of milk from women with and without insulin-dependent diabetes mellitus. *American Journal of Clinical Nutrition* 1994; 60, 353–61;
7. Johansson S., Wold A.E., Sandberg A.S.: Low breast milk levels of long-chain n-3 fatty acids in allergic women, despite frequent fish intake. *Clinical & Experimental Allergy* 2011, 41, 505–515;
8. Jones L.L., Hashim A., McKeever T., Cook D.G., Britton J., Leonardi-Bee J.: Parental and household smoking and the increased risk of bronchitis, bronchiolitis and other lower respiratory infections in infancy: systematic review and meta-analysis. *Respiratory Research* 2011, 12(1), 5;
9. Koletzko B., Rodriguez-Palmero M., Demmelmair H.: Physiological aspects of human milk lipids. *Early Human Development* 2001, 65, 3-18;

10. Koletzko B., Thiel I., Ablodun P.O.: The fatty acid composition of human milk in Europe and Africa. *Journal of Pediatrics* 1992, 120(4), S62-S70;
11. Lönnerdal B.: Breast milk: a truly functional food. *Nutrition* 2000, 16(7-8), 509-511;
12. **Martysiak- Żurowska D.**: Content of odd-numbered carbon fatty acids in the milk of lactating women and in infant formula and follow-on formula. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 2008, 7(2), 75-84;
13. **Martysiak-Żurowska D.**, Malinowska-Pańczyk E., Puta M.: Sposób pasteryzacji mleka, zwłaszcza mleka ludzkiego. Zgłoszenie patentowe P. 421239. 2017.
14. **Martysiak – Żurowska D.**, Stołyhwo A.: Content of malondialdehyde (MDA) in infant formulae and follow-on formulae. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2006, 56(3), 323-328.
15. **Martysiak-Żurowska D.**, Wenta W.: A comparison of ABTS and DPPH methods for assessing the total antioxidant capacity of human milk. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria* 2012, 11(1), 83-89.
16. **Martysiak-Żurowska D.**, Żórska K., Zagierski M., Szlagatys-Sidorkiewicz A.: Skład i zawartość kwasów tłuszczowych w mleku kobiet z Gdańska i okolic w różnych okresach laktacji. *Medycyna Wieku Rozwojowego* 2011, 15 (2), 167-177.
17. Mojska H., Socha P., Socha J., Soplińska E., Jaroszewska- Balicka W., Szponar L.: Trans fatty acid in human milk in Poland and their association with breastfeeding mothers' diets. *Acta Paediatrica* 2003, 92, 1381-1387;
18. Quigley M. , McGuire W.: Formula versus donor breast milk for feeding preterm or low birth weight infants. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014, 4, CD002971;
19. Patterson M. F., Ledward D. A., Rogers N. High pressure processing. *Food processing handbook*. 173-200, 2006;
20. Picciano M.F., McGuire M.K.: Use of dietary supplements by pregnant and lactating women in North America. *American Journal of Clinical Nutrition* 2009, 89, 663S-667S;
21. PN-EN ISO 5508. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej. 1996;
22. Polańska K., Hanke W.: Palenie papierosów przez kobiety ciężarne a przebieg i wynik ciąży – przegląd badań epidemiologicznych. *Przegląd Epidemiologiczny* 2004, 58, 683-691, 2004;
23. Reyns K.M.F.A., Sootjens C.C.F., Cornelis K., Weemaes C.A., Hendrickx E., Michiels Ch.W.: Kinetic analysis and modeling of combined high-pressure-temperature inactivation of the yeast *Zygosaccharomyces bailii*. *International Journal of Food Microbiology* 2000, 56, 199-210;
24. Samper M.P., Jimenez-Muro A., Nerin I., Marqueta A., Ventura P., Rodriguez G.: Maternal active smoking and newborn body composition. *Early Human Development* 2012, 88, 141-145;
25. Schanler R.J.: Evaluation of the evidence to support current recommendations to meet the needs of premature infants: the role of human milk. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007, 85(2), 625-628;
26. Szlagatys-Sidorkiewicz A.; Zagierski M.; Jankowska A., Łuczak G., Macur K., Baczek T., Korzon M., Krzykowski G., **Martysiak-Żurowska D.**, Kaminska B.: Longitudinal study of vitamins A, E and lipid oxidative damage in human milk throughout lactation. *Early Human Development* 2012, 88(6), 421-424;
27. Szponar L., Sekuła W., Rychlik E., Ołtarzewski M., Figurska K.: A study of individual food intake and the nutritional status of households (in Polish). Warsaw: National Food and Nutrition Institute 2003, 101, 444-473.

28. Turoli D., Testolin G.: Determination of oxidative status in breast and formula milk. *Acta Paediatrica* 2004, 93, 1569-1574.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

5.1 Osiągnięcia przed uzyskaniem stopnia doktora.

W 1991 roku po zakończeniu nauki w Technikum Chemicznym w Zespole Szkół Przemysłu Spożywczego i Chemicznego im. Marii Curie-Skłodowskiej w Gdańsku i uzyskaniu tytułu zawodowego technik chemik o specjalności analiza chemiczna podjęłam studia na kierunku Biotechnologia na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej. Podczas studiów magisterskich otrzymywałam stypendium naukowe. Prace magisterska pt. *Zawartość i skład kwasów tłuszczowych w wybranych produktach żywnościowych oraz w niektórych lipidach ustrojowych człowieka ze szczególnym uwzględnieniem izomerów pozycyjnych i geometrycznych cis/trans monoenowych kwasów tłuszczowych* wykonaną pod kierunkiem dr hab. inż. Andrzeja Stołyhwo obroniłam z wynikiem bardzo dobrym w 1995 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera biotechnologii w zakresie technologii utrwalania żywności.

Następnie przez rok byłam uczestnikiem Studium Doktorskiego na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej. W 1997 roku zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Pracowni Naukowo-Dydaktycznej (od 2000 roku – Zakładu) Analizy i Oceny Jakości Żywności Wydziału Chemicznego PG gdzie kontynuowałam prace naukową pod kierunkiem dr hab. inż. Andrzeja Stołyhwo. W tym czasie doskonaliłam swój warsztat rozwijając umiejętności analityczne głównie w technikach chromatograficznych. Jako **współwykonawca** brałam udział w projekcie badawczym KBN pt.: *Selektywność transportu („in vivo”) izomerów trans kwasów tłuszczowych przez łożysko matki do płodu* (Załącznik 5: poz. **II.10.A.1**). W ramach badań izolowałam lipidy z osocza oraz erytrocytów krwi matki oraz krwi pępowinowej i tętnicy pępowinowej noworodka uzyskiwanych podczas porodu. We frakcjach lipidowych oznaczałam zawartość KT, ze szczególnym uwzględnieniem KT konfiguracji *trans*. Badania wykazały, że łożysko nie stanowi bariery dla KT konfiguracji *trans*, prawdopodobnie na skutek podobieństwa ich struktury przestrzennej do nasyconych KT. Oprócz KT konfiguracji *trans* innymi unikalnymi KT, które mogą występować w tkankach ludzkich są bardzo długo łańcuchowe kwasy tłuszczowe VLCFA, zawierające od 22 do 28 atomów węgla (C22 – C28). Ich obecność często ma związek z zaburzeniami metabolicznymi lipidów, które występują np. u chorych na adrenoleukodystrofię. Z zakresu tej tematyki realizowałam projekt badawczy pt.: *Skład kwasów tłuszczowych tkanki mózgowia u mężczyzn zmarłych na zawał mózgu o etiologii miażdżycowej ze szczególnym uwzględnieniem KT o konfiguracji trans oraz zawartości bardzo długo łańcuchowych kwasów tłuszczowych VLCFA (C22 – C28)*, którego byłam **kierownikiem** (Załącznik 5: poz. **II.10.A.2**, poz. **I.2.1**). Równocześnie zajmowałam się doskonaleniem technik chromatograficznych wykorzystywanych w analizie tkankowych składników lipidowych oraz produktów oksydacji lipidów. Uzyskane wyniki badań prezentowane były na konferencjach (Załącznik 5: poz. **I.2.2**, **I.2.3**). Szereg wykonanych badań dotyczących potencjalnie szkodliwych dla zdrowia składników obecnych w mleku

modyfikowanym w efekcie niedoskonałej technologii produkcji tych preparatów przeznaczonym dla niemowląt zaowocowało publikacją pt. *Szkodliwe dla zdrowia izomery trienowych kwasów tłuszczowych w mleku początkowym i następnym do żywienia niemowląt* (Załącznik 5: poz. **I.1.1**). Od 2003 roku realizowałam projekt promotorski pt.: *Furozyna i produkty oksydacji lipidów powstające w mleku modyfikowanym dla niemowląt skutkiem oksydacji niedoskonałych technologii. Problemy tolerancji ich zawartości*, którego byłam **głównym wykonawcą** (Załącznik 5: poz. **II.10.A.3**).

Wynikiem działalności naukowej była praca doktorska pt.: *Wybrane problemy bezpieczeństwa zdrowotnego i jakości zdrowotnej preparatów do żywienia niemowląt*, którą obroniłam w 2005 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej.

5.2. Badania prowadzone po doktoracie

Wyniki stanowiące efekt promotorskiego projektu badawczego oraz uzyskane w trakcie badań w ramach pracy doktorskiej, dotyczące obecności w preparatach do żywienia niemowląt produktów reakcji Maillarda i szkodliwych dla zdrowia produktów oksydacji lipidów zostały opublikowane (Załącznik 5: poz. **II.2.A.11**, poz. **II.2.A.12**) i były prezentowane na konferencjach (Załącznik 5: poz. **II.5.A.1**, poz. **II.5.A.2**).

Jeszcze podczas pracy nad doktoratem nawiązałam współpracę naukowo-badawczą z prof. Kazimierzem Zalewskim z Katedry Biochemii Wydziału Biologii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego dotyczącą analizy składu frakcji lipidowej tkanki tłuszczowej pochodzącej z różnych partii ciała zwierząt żyjących na swobodzie (bóbr europejski, borsuk eurazjatycki, jenot). Scharakteryzowałam skład KT i frakcji lipidowych tkanek tłuszczowych badanych zwierząt (Załącznik 5: poz. **II.3.1**, poz. **II.3.2**). Wykazano różnice w profilach lipidowych tkanek samic i samców bobrów (Załącznik 5: poz. **II.3.3**) oraz oznaczono poziom metali ciężkich i PCB w mięśniach i organach wewnętrznych bobrów zamieszkujących tereny o znaczącym zanieczyszczeniu (Załącznik 5: poz. **II.3.6**). Po raz pierwszy wskazałam na występowanie w tkankach bobrów, borsuków i jenotów nieparzystowęglowych kwasów tłuszczowych KT oraz KT konfiguracji *trans*, których naturalne występowanie dotychczas przypisywano lipidom tkankowym i lipidom mleka zwierząt przeżuwających (Załącznik 5: poz. **II.3.4**).

Równoległe z badaniami dotyczącymi frakcji lipidowych tkanek zwierząt dziko żyjących kontynuowałam prace badawczą dotyczącą występowania w żywności związków powstających w efekcie przetwarzania produktów spożywczych oraz analitycznych metod ich oznaczania. Wykonałam analizę porównawczą techniki HPLC i spektrofotometrycznej metody Winklera oznaczania 5-hydroksymetylo-furfuralu (HMF) w miodach naturalnych pod względem odzysku, precyzji i czułości. Porównanie parametrów walidacyjnych obu metod wraz z oceną jakości miodów dostępnych w sprzedaży przedstawiłam w publikacji (Załącznik 5: poz. **II.3.5**). Zajmowałam się ponadto poszukiwaniem nowych źródeł wartościowych, bioaktywnych lipidów oraz metod ich izolacji i oczyszczania. Wyniki opisujące profile KT olejów z nasion owoców jadalnych takich jak truskawka, malina i czarna porzeczka wraz z określeniem struktury stereospecyficznej triacylogliceroli przedstawiłam w publikacji (Załącznik 5: poz.

II.4.1) oraz prezentowałam na konferencyjnych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (Załącznik 5: poz. **II.5.A.3** poz. **II.5.A.4**, poz. **II.5.A.5**).

Brałam również udział w opracowaniu nowych technologii dotyczących otrzymywania oleju z opadów poprodukcyjnych ryb tłustych, które stanowią poważne obciążenie dla środowiska. Opracowana technologia pozwala na uzyskanie wysokiej jakości oleju z opadów łososi (skóry, kręgosłupy, głowy) ekonomiczną metodą „na zimno”, bez stosowania rozpuszczalników organicznych. Opracowana technologia została doceniona wyróżnieniem Rektora PG dla zespołu badawczego: *Wynalazca dla wynalazku, 2011*. Wymiernym efektem uzyskanych technologii jest przyznany patent pt: *Sposób otrzymywania oleju rybiego z odpadów ryb tłustych, zwłaszcza łososi* (Załącznik 5: poz. **II.8.1**) oraz publikacja naukowa przedstawiająca porównanie jakości oleju z produktów ubocznych przetwarzania łososia uzyskiwanego za pomocą różnych procedur ekstrakcji (Załącznik 5: poz. **II.3.7**).

W latach 2010-2013 jako **współwykonawca** brałam udział w projekcie badawczym finansowanym przez MNiSW pt.: *Potencjalne wyróżniki i biowyróżniki do oceny technologii produkcji żywności prozdrowotnej pod względem zachowania bioaktywnych fitozwiązków – weryfikacja przy użyciu ekstraktów z dziko rosnących owoców jadalnych i uzyskanych z nich wyrobów* (Załącznik 5: poz. **II.10.B.1**). W projekcie zajmowałam się metodami izolacji lipidów z tkanek owoców dzikorosnących roślin jadalnych, charakterystyką uzyskiwanych frakcji lipidowych oraz oceną uzyskiwanych olejów jako potencjalnego źródła składników o działaniu prozdrowotnym. Tematyka moich badań obejmowała również ocenę wpływu upraw roślin chronionych poprzez stosowanie mikroorganizmów efektywnych na składniki lipidowe owoców. Uzyskane wyniki zaprezentowano w publikacji (Załącznik 5: poz. **II.3.8**) oraz przedstawiono na konferencyjnych o zasięgu krajowym i międzynarodowym (Załącznik 5: poz. **II.5.A.7**, poz. **II.5.A.10**; poz. **II.5.B.1**).

Głównym tematem moich zainteresowań naukowych jest jednak żywność dla szczególnie wymagającego konsumenta, czyli małego dziecka. W mojej pracy badawczej zajęłam się analizą zmienności składu mleka ludzkiego wynikająca z czynników fizjologicznych, czyli dojrzewania mleka ludzkiego oraz pod wpływem diety matek. Nawiązanie współpracy naukowo-badawczej z Kliniką Pediatrii, Gastroenterologii i Hepatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego umożliwiło mi uzyskanie kontaktu z ponad 200 matkami karmiącymi, które zgodziły się na udział w badaniach. Dzięki temu mogłam monitorować przebieg laktacji u pacjentek, uzyskałam szereg drobiazgowych spisów diet i wiele cennych informacji dotyczących stanu zdrowia oraz stanu fizjologicznego matek i ich dzieci. Opracowałam i zoptymalizowałam metody analityczne służące ocenie aktywności przeciwutleniającej mleka ludzkiego (Załącznik 5: poz. **II.2.B.18**). Powstały prace, które przedstawiłam jako osiągnięcie [**H1 – H3**] oraz szereg innych publikacji, które ukazały się w recenzowanych czasopismach (Załącznik 5: poz. **II.2.A.13**, poz. **II.2.A.14**, poz. **II.2.A.15**, poz. **II.2.B.16**, poz. **II.2.B.17**, poz. **II.2.B.110**).

Nawiązanie współpracy z innymi jednostkami badawczymi zajmującymi się mlekiem ludzkim tj. Bankiem Mleka Kobiecego przy Szpitalu Zespolonym im. Rydygiera w Toruniu, Fundacją Bank Mleka Kobiecego z siedzibą w Warszawie, oraz Uniwersyteckim Centrum

Klinicznym Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego ukazało mi istniejący problem zubożania mleka ludzkiego podczas procesu pasteryzacji prowadzonego w BMK. Ostatnie lata poświęciłam badaniom nad wpływem utrwalających czynników zewnętrznych na wartość odżywcza i biologiczną mleka kobiecego – w kontekście poszukiwania nowych metod utrwalania mleka na potrzeby BMK. Moje zainteresowanie tą kwestią przełożyło się na opracowanie projektu badawczego, pt.: *Wpływ warunków pasteryzacji, wysokiego ciśnienia w temperaturze poniżej 0 °C i ogrzewania mikrofalowego na wartość odżywczą i biologiczną oraz jakość mikrobiologiczną mleka ludzkiego*, który uzyskał dofinansowanie NCN a którego byłam **głównym wykonawcą**, a przez kilka ostatnich miesięcy (po śmierci prof. dr hab. inż. Ilony Kołodziejkiej) **kierownikiem** (Załącznik 5: poz. **II.10.B.2**).

Wyniki badań prowadzonych w ramach projektu badawczego, dotyczące utrwalania mleka ludzkiego metodami nietermicznymi takimi jak promieniowanie UV-C i wysokie ciśnienie oraz termiczną metodą z użyciem pola mikrofalowego stanowią temat publikacji wchodzących w zakres przedstawionego osiągnięcia [**H4, H5**], zgłoszenia patentowego pt.: *Sposób pasteryzacji mleka, zwłaszcza mleka ludzkiego* (Załącznik 5: poz. **II.2.C.I11**) oraz wielu prac prezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych (Załącznik 5: poz. **II.5.A.8**, poz. **II.5.A.9**, poz. **II.5.A.11**, poz. **II.5.A.12**, poz. **II.5.A.13**, poz. **II.5.B.2**, poz. **II.5.B.3**, poz. **II.5.B.7**). Wyniki badań wskazujące na możliwość termicznego utrwalania mleka ludzkiego z wykorzystaniem pola mikrofalowego przedstawione zostaną w kilku kolejnych publikacjach (aktualnie w recenzji).

Bardzo interesującym zagadnieniem, nad którym wciąż prowadzę badania, jest możliwość przedłużenia trwałości mleka kobiecego poprzez jego liofilizowanie. Wstępne wyniki badań dotyczące wpływu procesu liofilizacji na zawartość wybranych związków biologicznie aktywnych i utlenienie lipidów mleka przedstawiłam w publikacji (Załącznik 5: poz. **II.2.B.19**).

Tematyka prowadzonych przeze mnie badań spotkała się z zainteresowaniem środowiska naukowego. Byłam kilkakrotnie zapraszana do wygłoszenia referatów prezentujących wyniki moich badań na konferencjach tematycznych (Załącznik 5: poz. **II.6.1** poz. **II.6.2**, poz. **II.6.3**, poz. **II.6.4**). Zaproponowano mi również wykonanie recenzji monografii pt.: *Banki mleka w Polsce. Funkcjonowanie w podmiotach leczniczych- idea i praktyka*, będącej efektem pracy Zespołu Ekspertów powołanych przez Głównego Inspektora Sanitarnego celem uregulowania funkcjonowania laktariów w podmiotach leczniczych.

Aktualnie we współpracy z Bankiem Mleka Kobiecego przy Szpitalu Zespolonym im. Rydygiera w Toruniu zajmuje się tematyka składu mleka ludzkiego matek długo karmiących (powyżej jednego roku). Moim zadaniem jest ocena zawartości w mleku tych matek związków biologicznie aktywnych takich jak enzymy przeciwutleniające, lizozym i laktoferyna oraz określenie profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka. Uzyskane wyniki zaprezentowano już na międzynarodowych konferencjach (Załącznik 5: poz. **II.5.B.4**, poz. **II.5.B.5**, poz. **II.5.B.6**), gdzie spotkały się z dużym zainteresowaniem uczestników.

6. Zestawienie liczbowe dorobku naukowego po doktoracie (Załącznik nr 5)

Nazwa osiągnięcia	Ilość	IF* rok publikacji	Punkty MNiSW**	Cytowania wg WoS / S***
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)	18	25,274	405	78/70
Publikacje w czasopismach recenzowanych międzynarodowych i krajowych nie znajdujące się na liście JCR	7	-	61	36/44
Monografie i skrypty	3	-	25	-
Przyznane patenty	1	-	25	-
Suma dla publikacji	25	25,274	516	114 /114
Index Hirscha opublikowanych publikacji wg WoS				7
Komunikaty naukowe w formie plakatów				
konferencje krajowe i krajowe międzynarodowe				13
Konferencje zagraniczne				7
Wykłady na zaproszenie				5
Suma komunikatów				20
Zgłoszenia patentowe				2
Raporty, sprawozdania				3
Projekty badawcze				
Kierowanie				1
Udział				1
Recenzja publikacji i monografii naukowych				7

1 Impact factor (IF)

* Artykułom z roku 2017 przypisano IF z roku 2016.

**Punktację MNiSW podano zgodnie z wykazem z dnia 26.01.2017 r. (Dz. U. 2016 r. poz. 2154),

***liczba cytowań wg Web of Science (WoS), Scopus (S) z dnia 19.02.2018 r.

7. Zestawienie czasopism, w których opublikowano prace naukowe

Czasopismo	Punkty MNiSW*	Punkty MNiSW**	Liczba prac		Suma punktów*	Suma punktów**
			Przed doktoratem	Po doktoracie		
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR)						
<i>Polish Journal of Environmental Study</i> 2007/2008/2009	13/13/13	15	-	3	39	45
<i>Comparative Biochemistry and Physiology Part B</i>	27	25	-	1	27	25
<i>Chemical Analysis</i>	10	-	-	1	10	-
<i>European Journal of Wildlife Research</i>	25	25	-	1	25	25
<i>European Journal of Lipid Science And Technology</i>	25	25	-	1	25	25
<i>Early Human Development</i>	30	35	-	1	30	35
<i>Acta Paediatrica</i>	30	30	-	1	30	30
<i>Journal of Paediatric Gastroenterology & Nutrition</i>	25	30	-	1	25	30
<i>Pteridines</i>	15	15	-	1	15	15
<i>Polish Journal of Food and Nutrition Sciences</i> 2006/2007/2017	9/9/15	15	-	3	33	45
<i>Maternal and Child Nutrition</i>	30	35	-	1	30	35
<i>International Journal for Vitamin and Nutrition Research</i>	15	15	-	1	15	15
<i>International Dairy Journal</i>	35	35	-	1	35	35
<i>Journal of the Science of Food and Agriculture</i>	35	35	-	1	35	35
Publikacje w czasopismach recenzowanych międzynarodowych i krajowych nie znajdujące się na liście JCR						
<i>Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.</i> 2005/2017	15/15	15	1	1	30	30
<i>Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria</i> 2008/2012	9/9	15	-	2	18	30
<i>Medycyna wieku rozwojowego</i>	9	-	-	1	9	-
<i>Tłuszcze jadalne</i>	2	-	-	1	2	-
<i>Camera Separatoria</i>	5	5	-	1	5	5

*Punktacja MNiSW zgodnie z wykazem z roku publikacji

**Punktacja MNiSW zgodnie z wykazem z dnia 26.01.2017 r. (Dz. U. 2016 r. poz. 2154)

24.02.2018
Dorota Martysiak-Żurowska