# XXIII KONFERENCJA NAUKOWA MŁODYCH BADACZY

## Bezpieczeństwo i jakość żywności

**27 października 2026, Olsztyn**

**ORGANIZATORZY**

InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności
Polskiej Akademii Nauk

Wydział Nauki o Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości.**

**Funded by the Minister of Science under the Regional Initiative of Excellence Program.**

## PATRONAT HONOROWY

MARSZAŁEK
WOJEWÓDZTWA WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO
Marcin Kuchciński

REKTOR UNIWERSYTETU
WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO W OLSZTYNIE
**Jerzy A. Przyborowski**

PAN
POLSKA AKADEMIA NAUK

Komitet
Nauk o Żywności
i Żywieniu

**Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu**
**Polskiej Akademii Nauk**

## KOMITET NAUKOWY

Prof. dr hab. inż. Barbara Wróblewska, InLife
Prof. dr hab. inż. Małgorzata Darewicz, UWM
Prof. dr hab. inż. Anna Iwaniak, UWM
dr Lidia Markiewicz, InLife

## KOMITET ORGANIZACYJNY I REDAKCJA

dr Anna Ogrodowczyk, InLife
dr inż. Justyna Borawska-Dziadkiewicz, UWM
dr Joanna Fotschki, InLife
dr inż. Damir Mogut, UWM

## WSPARCIE ORGANIZACYJNE KÓŁ NAUKOWYCH

KOŁO NAUKOWE TECHNOLOGÓW
PRZETWÓRSTWA
SUROWCÓW ROŚLINNYCH

**Szanowni Państwo,**

Witamy na XXIII Konferencji Naukowej Młodych Badaczy, organizowanej przez Zespół Immunologii i Mikrobiologii InLife Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk oraz Wydział Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Tegoroczna konferencja jest platformą wymiany wiedzy i doświadczeń w zakresie technologii żywności, dietetyki i zdrowia oraz bezpieczeństwa i jakości żywności. Różnorodność prezentowanych zagadnień o interdyscyplinarnym charakterze dowodzi dynamicznego rozwoju nauk związanych z żywnością i żywieniem i wskazuje na możliwość potencjalnego zastosowania ich w praktyce.

Składamy serdeczne podziękowania Komitetowi Naukowemu za zapewnienie wysokiego poziomu merytorycznego, Komitetowi Organizacyjnemu za zaangażowanie w przygotowanie wydarzenia, Kołu Naukowemu Technologów Przetwórstwa Surowców Roślinnych za wsparcie techniczne, Patronom za wsparcie instytucjonalne oraz Autorom za wkład naukowy i wartościowe prelekcje.

Mamy nadzieję, że tegoroczna konferencja stanie się inspiracją do dalszych badań, nawiązania współpracy naukowej oraz rozwijania nowych kierunków badawczych.

Życzymy wszystkim owocnych obrad oraz gorącej dyskusji.

Z wyrazami szacunku,



Prof. dr hab. inż. Barbara Wróblewska



Prof. dr hab. inż. Małgorzata Darewicz

InLife Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk

Wydział Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

# PROGRAM KONFERENCJI

**8:30** Rejestracja

**9:00 OTWARCIE KONFERENCJI**

**9:10** Wykład inauguracyjny: Nauka, która działa – jak badania przekładają się na innowacje w przemyśle
Dr inż. Anna Kaliszewska-Suchodoła

**9:30 SEKCJA I. Technologia żywności**

Wpływ pH i udziału polisacharydu z *Gracilaria* sp. na agregację i strukturę układów kazeiny micelarnej
Agata Dąbkowska

Wpływ suplementacji polifenolami na jakość miodu pitnego
Mateusz Szydłowski

Wpływ zastosowania kolagenu rybiego na właściwości lipidowe proszków
Marta Wachowicz

Wpływ częściowego zastąpienia mięsa proszkiem z nasion Sacha Inchi na jakość hybrydowych kotletów mięsno-roślinnych
Oskar Nowak

Polskie nasiona sosny jako źródło oleju funkcjonalnego
Ewelina Kobus

Fermentacja i prefermentacja jako strategie kształtowania właściwości funkcjonalnych formulacji mleczno-owocowych
Aleksandra Maria Kuliga

**11:10 - 11:25** PRZERWA KAWOWA

**11:25 SEKCJA II. Dietetyka i zdrowie**

Lipidy jako czynnik kształtujący regulatorowe działanie białek bakterii jogurtowych
Jakub Kasar

Wpływ rodzaju tłuszczu w diecie zachodniej na metabolizm lipidów oraz transport kwasów tłuszczowych i magazynowanie lipidów w skórze myszy
Agnieszka Bachmura

Wpływ izolatów białek roślinnych w porównaniu z koncentratem białka serwatkowego na homeostazę aminokwasów w osoczu i moczu u profesjonalnych piłkarzy nożnych: 8-tygodniowe badanie interwencyjne

Bartosz Kroplewski

Płeć, wiek i dieta wysokotłuszczowa kształtują metabolizm oraz równowagę redoks skóry
Katarzyna Walendzik

Wpływ oleju z nasion lnianki w porównaniu z olejem lnianym na status metaboliczny otyłych szczurów Zucker
Sandra Mirończuk

Wpływ stężenia glukozy na fibroblasty skóry myszy w zależności od wieku
Marta Kopcewicz

Czekolady wzbogacane lipofilnymi związkami bioaktywnymi
Patrycja Topka

**13:00 - 13.40** LUNCH

**13:40 SEKCJA III. Bezpieczeństwo i jakość żywności**

Ocena aktywności przeciwdrobnoustrojowej ekstraktu z owoców tarniny (*Prunus spinosa L*.) oraz jego skuteczności w fotodynamicznej inaktywacji drobnoustrojów w modelu mięsnym
Aleksandra Zimińska

Wpływ luteoliny na ekspresję genów i inaktywację *L. monocytogenes*
Izabela Lipska

Postrzeganie bezpieczeństwa dań sous vide przez konsumentów – wyniki wstępne
Szymon Andrzejewski

Wiktymologiczne ujęcie przestępczości żywnościowej
Łukasz Lenartowicz

Wpływ stresu osmotycznego na ekspresję genów wirulencji i zdolność tworzenia biofilmu przez *Listeria monocytogenes*
Patryk Adamski

**14:40 - 14:55** PODSUMOWANIE - Wyróżnienie laureatów

## OKŁADKA

dr Joanna Fotschki – projekt okładki

Zamieszczono zdjęcie wygenerowane przy użyciu AI.

Wydano z materiałów powierzonych.

## DRUK I OPRAWA

PRINTWEB, www.printweb.pl, tel. 089 300-00-44

**ISBN: 978-83-972213-3-8**

# NAUKA, KTÓRA DZIAŁA – JAK BADANIA PRZEKŁADAJĄ SIĘ NA INNOWACJE W PRZEMYŚLE

Dr inż. Anna Kaliszewska-Suchodoła [1]

[1] Instytut Innowacji Przemysłu Mleczarskiego Sp. z o.o.
Centrum Badawczo-Rozwojowe
Zespół ds. Projektów, Innowacji i Komercjalizacji Badań
ul. Kormoranów 1
11-700 Mrągowo, Polska

Starszy Pracownik Naukowy, e-mail: anna.suchodola@iipm.pl

Treść wystąpienia objęta prawami autorskimi.

# WPŁYW PH I UDZIAŁU POLISACHARYDU Z *GRACILARIA SP*. NA AGREGACJĘ I STRUKTURĘ UKŁADÓW KAZEINY MICELARNEJ

Agata Dąbkowska [1], Michał Załęcki [2], Marek Aljewicz [1]

[1] Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska
[2] Katedra Anatomii Zwierząt, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych sprzyja rozwojowi układów hybrydowych, w których polisacharydy, m.in. pozyskiwane z alg *Gracilaria* sp., mogą stabilizować matryce produktów opartych na białkach mleka. W układach polisacharyd-kazeina zachodzą interakcje zależne m.in. od pH środowiska oraz ładunku elektrycznego biopolimerów. Z tego względu projektowanie stabilnych matryc białkowo-polisacharydowych nadal stanowi wyzwanie technologiczne.

Celem badań była ocena wpływu pH oraz udziału preparatu z alg *Gracilaria* sp. na agregację i mikrostrukturę układów zawierających kazeinę micelarną. Analizie poddano mieszaniny o stosunku białka do polisacharydu 95:5, 75:25 oraz 50:50, w zakresie pH 2,0-8,0. Właściwości elektrokinetyczne i stopień agregacji oceniano na podstawie potencjału zeta oraz rozkładu wielkości cząstek. Stabilność makroskopową określano na podstawie podatności na sedymentację i rozdziału faz, natomiast mikrostrukturę analizowano z wykorzystaniem konfokalnej laserowej mikroskopii skaningowej. Charakterystykę uzupełniono pomiarami właściwości reologicznych.

Przy pH 2-3 układy z przewagą kazeiny micelarnej charakteryzowały się dodatnim potencjałem zeta. Anionowy charakter preparatu polisacharydowego powodował przesunięcie jego wartości w kierunku ujemnym wraz ze wzrostem pH oraz udziału polisacharydu. W pobliżu punktu izoelektrycznego kazeiny zmniejszenie ładunku powierzchniowego ograniczało odpychanie elektrostatyczne między cząstkami, sprzyjając ich aglomeracji. W wariantach 50:50, w środowisku kwaśnym, obserwowano wyraźne rozwarstwienie układu, związane z powstawaniem nierozpuszczalnych kompleksów białkowo-polisacharydowych. W zakresie pH 6-8 mętność zwiększała się wraz ze wzrostem udziału białka, natomiast preparat polisacharydowy wykazywał niską i względnie stałą mętność. Obserwacje mikroskopowe potwierdziły zróżnicowanie organizacji fazy białkowej w zależności od pH i składu mieszanin. Zwiększenie udziału polisacharydu prowadziło ponadto do wzrostu lepkości fazy ciągłej i ograniczenia ruchliwości cząstek.

Uzyskane wyniki wskazują, że pH oraz udział polisacharydu z *Gracilaria* sp. determinują stopień agregacji, organizację strukturalną i właściwości reologiczne

układów z kazeiną micelarną. Odpowiedni dobór tych parametrów pozwala zatem kształtować właściwości dyspersji białkowo-polisacharydowych.

Literatura:

1. Aljewicz M., Keklik M., Recio I., Martínez-Sanz M. (2024). Effect of polysaccharide-protein interactions on the multi-scale structure of hybrid micellar casein-xanthan gum systems. Food Hydrocolloids, 109833. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.109833.
2. Khandwal D., Patel S., Pandey A.K., Mishra A. (2025). A Comprehensive, Analytical Narrative Review of Polysaccharides from the Red Seaweed Gracilaria: Pharmaceutical Applications and Mechanistic Insights for Human Health. Nutrients, 17(5), 744. doi: 10.3390/nu17050744.
3. Li F., Liu K. (2022). Research progress in the preparation, structural characterization, bioactivities, and potential applications of sulfated agarans from the genus Gracilaria. Journal of Food Biochemistry, e14401. doi: 10.1111/jfbc.14401.
4. Li X., Yao W., Hu C., Lin C., You L., Mao J. (2024). Comparative Analysis of Gracilaria chouae Polysaccharides Derived from Different Geographical Regions: Focusing on Their Chemical Composition, Rheological Properties, and Gel Characteristics. Gels, 10(7), 454. doi: 10.3390/gels10070454.
5. Menaka U., Wijesekara I. (2025). Physico-chemical properties of agar extracted from Gracilariopsis longissima (formerly Gracilaria verrucosa) and development of plant-based food jellies. Food Chemistry Advances, 6, 100938. doi: 10.1016/j.focha.2025.100938.
6. Noorain R., Jahim N.A., Azni M.E., Hitam S.M.S., Mohamad R., Shoiful A., Alam J.F., Nafisyah A.L. (2026). Characterization of Agar Extracted from Farmed Gracilaria sp. via Different Alkaline and Temperature Treatments. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 18(1):260-271.
7. Vinagre F., Alegria M.J., Ferreira A.S., Nunes C., Nunes M.C., Raymundo A. (2025). Characterization and Gelling Potential of Macroalgae Extracts Obtained Through Eco-Friendly Technologies for Food-Grade Gelled Matrices. Gels, 11(4), 290. doi: 10.3390/gels11040290.

* Badania finansowane w ramach dotacji celowej Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego RP, zadanie pt.: Sieć Badawcza Uczelni Przyrodniczych dla Rozwoju Polskiego Przemysłu Mleczarskiego – Projekt Badawczy.

# WPŁYW SUPLEMENTACJI POLIFENOLAMI NA JAKOŚĆ MIODU PITNEGO

Mateusz Szydłowski [1,2], Małgorzata Starowicz [1], Henryk Zieliński [1]

[1] Zespół Chemii i Biodynamiki Żywności, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, Polska

[2] Mazurskie Miody Bogdan Piasecki, Tomaszkowo, Polska

Miód pitny to jeden z najstarszych napojów fermentowanych, uzyskiwany w procesie fermentacji roztworu miodu z udziałem drożdży [1]; w swojej najprostszej postaci składa się z miodu, wody i drożdży, a zawartość alkoholu w nim wynosi od 8 do 18 % [2]. Miód pitny posiada długą historię albowiem jego pozostałości zidentyfikowano ok. 9000 lat temu w naczyniach ceramicznych pochodzących z neolitycznego stanowiska Jiahu w prowincji Henan (północne Chiny) [3]. Dzięki zastosowaniu różnorodnych dodatków, takich jak przyprawy czy soki, możliwe jest wytworzenie szerokiej gamy interesujących miodów pitnych o atrakcyjnych walorach sensorycznych [4]. Miody pitne mogą być wytrawne lub słodkie, przy czym zawartość cukru resztkowego waha się od 2,5 do 28 % (m/m).

Polifenole stanowią liczną grupę naturalnych związków bioaktywnych pochodzenia roślinnego występujących w znaczących ilościach w owocach, warzywach, herbacie, kawie, kakao oraz produktach zbożowych. Związki te wykazują szereg właściwości biologicznych, w tym działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne, a ich obecność w diecie jest przedmiotem badań dotyczących potencjalnego wpływu na ograniczenie ryzyka chorób przewlekłych [5].

Miód pitny zawiera przede wszystkim miód naturalny i jest napojem o właściwościach antyoksydacyjnych kształtowanych przez szerokie spektrum związków fenolowych. Zawartość tych związków można zwiększyć poprzez dodatek składników takich jak owoce, soki i przyprawy [6]. Socha i in. [7] zidentyfikowali dwie grupy związków fenolowych. Wysoki ich poziom stwierdzono w miodzie pitnym z dodatkiem soku z jarzębiny i wzbogaconym przyprawami oraz korzeniami. Wśród analizowanych próbek dominowały kwasy: kawowy, chlorogenowy, ferulowy i p-kumarowy (z grupy kwasów hydroksycynamonowych) oraz galusowy, protokatechowy i wanilinowy (z grupy kwasów hydroksybenzoesowych). W innym badaniu stwierdzono, że dodatek 10 % soku z derenia do miodów pitnych może nawet stukrotnie zwiększyć potencjał antyoksydacyjny tradycyjnych miodów pitnych pozbawionych dodatków [8].

W ramach prowadzonych badań opracowano 18 wariantów napojów fermentowanych na bazie miodu wielokwiatowego z udziałem wybranych szczepów drożdży fermentacyjnych i dodatkiem soków owocowych: truskawkowego, dereniowego i winogronowego w ilości 10, 20, 30 %. Proces fermentacji

przeprowadzono w jednakowych warunkach temperaturowych do momentu przefermentowania całej zawartości cukru w nastawie i uzyskania ok. 5 % obj. alkoholu etylowego. Wszystkie uzyskane napoje po fermentacji zostały poddane analizie na zawartość alkoholu i cukrów, po uprzedniej destylacji, wykorzystując areometry: cukromierz oraz termo-alkoholomierz. Oprócz podstawowych parametrów fizykochemicznych przeprowadzono ocenę zawartości związków fenolowych ogółem w celu selekcji dwóch typów soku i ich optymalnego procentowego udziału w wyjściowej recepturze. Obecnie prowadzona jest ekstrakcja związków fenolowych ukierunkowana na oznaczanie wolnych oraz związanych związków polifenolowych techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC). Jednocześnie jest prowadzona mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej (z ang. Solid Phase Microextraction SPME) niezbędna do analizy związków lotnych metodą GC-MS.

Literatura:

1. Pereira A.P., Mendes-Ferreira A., Dias L.G., Oliveira J.M., Estevinho L.M., Mendes-Faia A. (2019). Volatile Composition and Sensory Properties of Mead. Microorganisms, 7(10), 404.
2. Navrátil M., Šturdík E., Gemeiner P. (2001). Batch and continuous mead production with pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. Biotechnology Letters, 23, 977–982.
3. McGovern P.E., Zhang J., Tang J., Zhang Z., Hall G.R., Moreau R.A., Nunez A., Butrym E.D., *et.al* (2004). Fermented beverages of pre- and proto-historic China. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(51), 17593–17598.
4. Reitenbach A.F., Lorenzi A.S., Ghesti G.F., Santos P.C.M.D., Rodrigues I.M.T., Barbosa A.D.S., Burin V.M. (2025). Advances in mead aroma research: A comprehensive bibliometric review and insights into key factors and trends. Fermentation, 11(4), 226.
5. Di Lorenzo C., Colombo F., Biella S., Stockley C., Restani P. (2021). Polyphenols and human health: The role of bioavailability. Nutrients, 13(1), 273.
6. Starowicz M., Granvogl M. (2020). Trends in food science & technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. Trends in Food Science & Technology, 106, 402–416.
7. Socha R., Pająk P., Fortuna T., Buksa K. (2015). Phenolic profile and antioxidant activity of Polish meads. International Journal of Food Properties, 18, 2713–2725.
8. Adamenko K., Kawa-Rygielska J., Kucharska A.Z., Głowacki A., Piórecki N. (2021). Changes in the Antioxidative Activity and the Content of Phenolics and Iridoids during Fermentation and Ageing of Natural Fruit Meads. Biomolecules, 11(8), 1113.

---

*Badania finansowane z programu Doktorat wdrożeniowy edycja VIII „Opracowanie receptury i technologii otrzymywania niskoalkoholowych napojów fermentowanych na bazie miodu o bogatych walorach smakowo-zapachowych i wysokiej akceptowalności konsumenckiej przy wsparciu zaawansowanej platformy chromatograficznej”, MNiSW (umowa nr DWD/8/0150/2024).

# WPŁYW ZASTOSOWANIA KOLAGENU RYBIEGO NA WŁAŚCIWOŚCI LIPIDOWYCH PROSZKÓW SPOŻYWCZYCH

Marta Wachowicz [1], Dorota Ogrodowska [1], Małgorzata Tańska [1], Waldemar Brandt [2]

[1] Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska
[2] Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Olej lniany jest bogatym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które są pożądane w diecie człowieka. Jednocześnie charakteryzuje się wysoką podatnością na procesy oksydacyjne, co ogranicza jego trwałość i możliwości wykorzystania w żywności. Zastosowanie mikrokapsułkowania umożliwia ochronę lipidów przed niekorzystnymi zmianami oraz otrzymanie tłuszczu w formie stabilnego proszku. Kolagen rybi, pozyskiwany z produktów ubocznych przemysłu rybnego, stanowi interesujący surowiec ze względu na możliwość jego zagospodarowania. Wykazuje korzystne właściwości zdrowotne i potencjał wykorzystania w technologii żywności. Jego zastosowanie jako komponentu materiału ściennego może łączyć ochronę lipidów z wykorzystaniem surowców pochodzących z gospodarki o obiegu zamkniętym.

Celem badań była ocena wpływu zastosowania kolagenu rybiego na właściwości lipidowych proszków otrzymanych metodą suszenia rozpyłowego. Jako powłokę zastosowano różne mieszaniny materiałów powłokowych na bazie kolagenu rybiego z dodatkiem maltodekstryny, skrobi roślinnych, białek roślinnych lub koncentratu białek serwatkowych (WPC). Oceniono efektywność kapsułkowania, zawartość oleju powierzchniowego, wilgotność, rozpuszczalność oraz stabilność oksydacyjną otrzymanych proszków. Dodatkowo oceniono możliwość wykorzystania otrzymanych mikrokapsułek do wzbogacenia jogurtu naturalnego poprzez przeprowadzoną ocenę sensoryczną i ankietę konsumencką.

Wyniki badań wykazały, że najwyższą skuteczność kapsułkowania oleju lnianego (powyżej 86%) uzyskano przy zastosowaniu materiałów powłokowych na bazie kolagenu rybiego z dodatkiem WPC oraz kolagenu i skrobi ziemniaczanej. Dodatek koncentratu białek serwatkowych lub białka grochu w połączeniu z kolagenem rybim

korzystnie wpływał na stabilność oksydacyjną otrzymanych proszków. Otrzymane jogurty z dodatkiem lipidowych proszków spożywczych spotkały się z wysoką akceptacją konsumentów. Uzyskane wyniki wskazują na potencjał wykorzystania kolagenu rybiego jako komponentu materiału ściennego do mikrokapsułkowania oleju lnianego, łączącego poprawę właściwości otrzymanych proszków z możliwością zagospodarowania surowców będących produktem ubocznym przemysłu rybnego.

# WPŁYW CZĘŚCIOWEGO ZASTĄPIENIA MIĘSA PROSZKIEM Z NASION SACHA INCHI NA JAKOŚĆ HYBRYDOWYCH KOTLETÓW MIĘSNO-ROŚLINNYCH

Oskar Nowak [1], Monika Modzelewska-Kapituła [1], Tomasz Sawicki [2]

[1] Katedra Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska
[2] Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Rosnące zainteresowanie dietami roślinnymi oraz większa świadomość konsumentów dotycząca żywności sprzyjają rozwojowi mięsno-roślinnych produktów hybrydowych, łączących surowce pochodzenia zwierzęcego i roślinnego [1]. Produkty te pozwalają ograniczyć udział mięsa przy zachowaniu cech charakterystycznych dla tradycyjnych wyrobów mięsnych [2]. Wprowadzenie składnika roślinnego może jednak wpływać na skład chemiczny i właściwości technologiczne, a także zmieniać smak i teksturę produktu końcowego [1,2]. Dlatego istotne jest określenie poziomu zastąpienia mięsa, który pozwoli zwiększyć zawartość składników odżywczych przy zachowaniu wysokiej akceptowalności sensorycznej.

Jednym z obiecujących surowców roślinnych jest Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*), roślina z rodziny Euphorbiaceae pochodząca z Amazonii [3]. Jej nasiona zawierają białko, błonnik pokarmowy oraz olej bogaty w kwasy tłuszczowe omega-3 i omega-6. Obecne są w nich także tokoferole, fitosterole i związki fenolowe o właściwościach przeciwutleniających [3]. Dodatek takiego proszku może wpływać na skład chemiczny, smak i teksturę produktów.

Celem badań była ocena wpływu częściowego zastąpienia mięsa proszkiem z Sacha Inchi na podstawowy skład chemiczny i jakość sensoryczną hybrydowych kotletów mięsno-roślinnych typu burger. Przygotowano próbę kontrolną z mięsa drobiowo-wieprzowego (w proporcji 3:2) oraz trzy warianty, w których składnikiem roślinnym zastąpiono 20%, 30% i 40% frakcji mięsnej (SI20, SI30 i SI40). Odtłuszczony proszek uwodniono i wprowadzono do receptury w postaci pasty. Dla każdego wariantu wykonano dwie partie produkcyjne, po trzy powtórzenia w każdej. Zawartość wody oznaczono zgodnie z PN-ISO 1442:2000, tłuszczu z PN-ISO 1444:2000, popiołu z PN-ISO 936:2000, a białka metodą Kjeldahla; określono także aktywność wody (LabMaster-aw neo, Novasina AG, Lachen, Szwajcaria). Panel sensoryczny przeprowadził ocenę sensoryczną obejmującą soczystość, smak mięsny i roślinny, pożądalność smaku i tekstury, akceptowalność ogólną oraz gotowość do ponownego spożycia w skali numeryczno-interwałowej od 1 do 9 pkt. Wyniki podstawowego składu chemicznego oraz aktywności wody poddano analizie statystycznej przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ (Statistica 13.3, Tibco, Software Inc., Palo Alto, CA, USA).

We wszystkich wariantach z Sacha Inchi zawartość białka była istotnie wyższa niż w próbie kontrolnej (19,67%), przy czym najwyższą wartość stwierdzono w SI20 (25,28%). Warianty SI30 i SI40 zawierały odpowiednio 22,20% i 22,51% białka. Zawartość wody w produktach SI mieściła się w zakresie 51,39-60,83%, tłuszczu 7,68-10,49%, a popiołu 2,36-2,51%. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości wody, tłuszczu i popiołu ani w aktywności wody pomiędzy produktami z Sacha Inchi i próbą kontrolną. Analizując wyniki oceny sensorycznej stwierdzono, że wariant SI20 został oceniony wyżej pod względem pożądalności smaku i gotowości do ponownego spożycia od wersji kontrolnej. Nie stwierdzono jednocześnie istotnych różnic między tymi wersjami pod względem ogólnej akceptowalności. Wraz ze wzrostem udziału składnika roślinnego obniżały się oceny akceptowalności ogólnej, soczystości, intensywności smaku mięsnego i pożądalności tekstury, natomiast smak roślinny stawał się wyraźniejszy. Najniższe oceny soczystości, smaku mięsnego i gotowości do ponownego spożycia uzyskał wariant SI40.

W badanej recepturze zastąpienie 20% mięsa pastą z proszku Sacha Inchi zwiększyło zawartość białka w porównaniu do próby kontrolnej. Zwiększenie poziomu substytucji do 30% i 40% nie przyniosło dalszego wzrostu zawartości białka i wiązało się z niższymi ocenami sensorycznymi. Wyniki wskazują, że przy zastosowanym sposobie przygotowania proszku wariant SI20 był najkorzystniejszy spośród badanych: zwiększał zawartość białka przy zachowaniu wysokiej akceptowalności sensorycznej produktu.

Literatura:

1. Mercês Z.C., Salvadori N.M., Evangelista S.M., Cochlar T.B., Rios A.O., Oliveira V.R. 2024. Hybrid and plant-based burgers: trends, challenges, and physicochemical and sensory qualities. Foods 13(23): 3855.
2. Grasso S., Goksen G. 2023. The best of both worlds? Challenges and opportunities in the development of hybrid meat products from the last 3 years. LWT – Food Sci. Technol. 173: 114235.
3. Alejandro Ruiz F.E., Ortega Jácome J.F., Mora J.R., Landázuri A.C., Vásconez Duchicela P., Vásconez Espinoza J., Beltrán-Ayala P., Andrade-Cuvi M.J., Alvarez-Suarez J.M. 2025. Comprehensive characterization and valorization potential of Amazonian Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) seeds, oil, and oilcake by-products for sustainable food applications. Front. Nutr. 12: 1597300.

---

*Sfinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości.

# POLSKIE NASIONA SOSNY JAKO ŹRÓDŁO OLEJU FUNKCJONALNEGO

Ewelina Kobus [1], Dominik Wiśniewski [1]

[1] Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Nasiona drzew iglastych stanowią cenne, lecz wciąż niedostatecznie zbadane źródło bioaktywnych związków lipofilowych. Celem niniejszych badań była charakterystyka lipidowa oraz ocena właściwości fizykochemicznych i potencjału prozdrowotnego olejów pozyskanych różnymi metodami z nasion sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris) i sosny czarnej (Pinus nigra) pochodzących z polskich lasów. W badaniach uwzględniono takie metody wydobywania oleju jak tłoczenie na zimno, tłoczenie na gorąco, ekstrakcja płynem nadkrytycznym (SFE) oraz ekstrakcja tradycyjna z użyciem heksanu. Na podstawie masy nasion i wydobytego z nich oleju oszacowano uzysk oleju. W otrzymanych olejach zbadano profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość steroli z użyciem chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC-MS), zawartość tokoferoli z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), oraz zawartość karotenoidów i polifenoli metodami spektrofotometrycznymi. Ponadto porównano oleje pod względem cech organoleptycznych, w tym barwy, konsystencji, zapachu.

Uzyskane wyniki wykazały istotne zróżnicowanie profilu lipidowego oraz cech jakościowych w zależności od zastosowanej metody pozyskiwania oleju oraz gatunku sosny. Nasiona sosny czarnej charakteryzowały się wyraźnie wyższą wydajnością procesu tłoczenia, co czyni ten gatunek bardziej obiecującym pod kątem ekonomiczno-przetwórczym. Różnice w uzysku oleju w zależności od gatunku stwierdzono także w przypadku innych metod wydobywania. Olej z nasion sosny zwyczajnej wykazywał szybszą tendencję do zestalania się w obniżonej temperaturze (zjawisko wynikające ze specyficznego układu triacylogliceroli i krystalizacji frakcji lipidowych) oraz wyraźnie ciemniejszą barwę, co wskazuje na intensywniejsze przechodzenie barwników naturalnych (karotenoidów, chlorofili) oraz związków polifenolowych do fazy olejowej. Gatunek sosny wyraźnie determinował także profil kwasów tłuszczowych, natomiast zawartość składników bioaktywnych (tokoferoli, steroli, karotenoidów i polifenoli) była silnie związana nie tylko z gatunkiem sosny, ale także metodą wydobywania oleju.

*Badania dofinansowano ze środków Ministra Nauki w ramach Programu Regionalna Inicjatywa doskonałości.

# FERMENTACJA I PREFERMENTACJA JAKO STRATEGIE KSZTAŁTOWANIA WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNYCH FORMULACJI MLECZNO-OWOCOWYCH

Aleksandra Maria Kuliga [1], Barbara Wróblewska [1], Anna Maria Ogrodowczyk [1]

[1] Zespół Immunologii i Mikrobiologii Żywności, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk, Olsztyn, Polska

Fermentowane produkty mleczne są powszechnie uznawane za żywność funkcjonalną ze względu na ich korzystny profil odżywczy i potencjał zdrowotny. Zwiększenie bioaktywności i wartości odżywczej żywności przy jednoczesnych cechach umożliwiających wzmocnienie odporności organizmu stanowią kluczowe wyzwania w procesach opracowywania tego typu produktów. Ponieważ na właściwości produktu duży wpływ ma dobór surowców i kultur starterowych, stosowanie niekonwencjonalnych składników oraz nowatorskich strategii fermentacji może stanowić obiecujące podejście pozwalające na zwiększenie ich potencjału prozdrowotnego.

W niniejszym badaniu oceniano różnice jakościowe nowej formulacji wytworzonej na bazie serwatki, kolostrum i aronii (SKA) w wyniku zastosowania procesu pełnej fermentacji i prefermentacji. Analizie poddano przeżywalność bakterii, immunoreaktywność głównych białek serwatki oraz potencjał antyoksydacyjny wynikający z biokonwersji polifenoli. Podstawę wszystkich badanych formulacji stanowiła serwatka fermentowana szczepami jogurtowymi (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* BK i *Streptococcus thermophilus* 2K). Prefermentację przeprowadzono z wykorzystaniem szczepów odpowiednich dla poszczególnych składników tj. kolostrum i aronii, odpowiednio *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* Bi30 oraz *Lactiplantibacillus plantarum* 2142. Składniki prefermentowane były łączone z fermentowaną serwatką na dalszym etapie procesu. W przygotowanych formulacjach oraz po 14 dniach przechowywania w temperaturze 4°C określono żywotność bakterii. Oceniono również zdolność przeciwutleniającą (FRAP, ABTS), stopień hydrolizy białek (OPA) oraz immunoreaktywność IgE/IgG *ex vivo* przy użyciu surowicy od osób z alergią na mleko (n=8). Dane analizowano za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) oraz liniowych modeli mieszanych (Statistica, STATSOFT, Polska).

W wyniku zastosowania prefermentacji zaobserwowano ~400-krotny wzrost przeżywalności szczepu Bi30 (4,0→6,6 log CFU/mL; $p<0,0001$) oraz wzmocnienie właściwości przeciwutleniających o ~11%. Wariant poddany procesowi pełnej fermentacji wykazywał wprawdzie ~47% wyższy poziom proteolizy (1,40 mg Leu/mL; $p < 0,01$), jednak to formuła poddana prefermentacji charakteryzowała się niższą

reaktywność β-laktoglobuliny wobec IgE i IgG (spadek o 8,5% i 23%; $p<0,05$), podczas gdy reaktywność IgG wobec innych immunoreaktywnych białek siary i serwatki pozostała niezmieniona.

Wprowadzenie prefermentacji pozwoliło na uzyskanie korzystniejszych właściwości końcowej formulacji. Zastosowany proces sprzyjał zachowaniu żywotności probiotyków oraz miał korzystny wpływ na właściwości przeciwutleniające, jednocześnie ograniczając reaktywność białek alergennych. Stanowi to o zasadności wykorzystania tego typu strategii do tworzenia nowych, bioaktywnych napojów fermentowanych.

* Badanie zostało sfinansowane z projektu Preludium Bis (2021/43/O/NZ9/00957).

# LIPIDY JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY REGULATOROWE DZIAŁANIE BIAŁEK BAKTERII JOGURTOWYCH

Jakub Kasar [1,2], Anna Maria Ogrodowczyk [1]

[1] Zespół Immunologii i Mikrobiologii Żywności, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk, Olsztyn, Polska

[2] Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Białka bakterii fermentacji mlekowej, poza funkcjami metabolicznymi i strukturalnymi, mogą regulować odpowiedź immunologiczną gospodarza. Szczególne znaczenie mają peptydy o właściwościach immunomodulujących, w tym zdolności do indukowania interleukiny 10 (IL-10), cytokiny ograniczającej stan zapalny i wspierającej homeostazę immunologiczną. Profil białek bakteryjnych zależy zarówno od gatunku, jak i warunków wzrostu. Ważną rolę może odgrywać skład lipidowy podłoża, wpływający na metabolizm, produkcję i ekspresję białek, a tym samym ich potencjał immunoregulacyjny. Celem badań była ocena wpływu triglicerydów i fosfolipidów mlecznych na ilość, profil ekspresji i przewidywaną aktywność immunomodulacyjną białek bakterii jogurtowej *Lactobacillus delbrueckii* subsp*. bulgaricus* 151, ze szczególnym uwzględnieniem indukcji IL-10.

Szczep *L. delbrueckii* subsp*. bulgaricus* 151 hodowano w podłożu kontrolnym (CTRL) oraz wzbogaconym w triglicerydy mleka krowiego (CM) lub fosfolipidy mleczne charakterystyczne dla profilu obecnego w maślance (BM). Oceniono wzrost bakterii, całkowitą ilość białka w hodowli oraz jego względną zawartość w przeliczeniu na komórkę. Profil proteomiczny analizowano metodą LC-MS/MS, określając białka o istotnie zmienionej obfitości oraz wartości fold change (FC). Aktywność biologiczną sekwencji białkowych analizowano *in silico* z wykorzystaniem bazy BIOPEP-UWM (https://biochemia.uwm.edu.pl/biopep-uwm/), identyfikując peptydy regulacyjne, immunomodulujące, immunostymulujące i przeciwzapalne. Potencjał indukowania sekrecji IL-10 prognozowano internetowym narzędziem IL-10Pred (https://webs.iiitd.edu.in/raghava/il10pred/index.html) bazującym na potencjale do wiązania peptydów z receptorami MHCII. Wyniki połączono ze zmianami obfitości białek, wyznaczając sumaryczne wskaźniki predykcyjne ważone wartościami FC.

Skład lipidowy podłoża istotnie wpływał na produkcję białek bakteryjnych. Największą ilość białka na komórkę stwierdzono w BM (ok. 6,5 pg/komórkę), następnie w CM (ok. 3,6 pg/komórkę) i CTRL (ok. 0,35 pg/komórkę). Odmienną zależność wykazano dla całkowitej ilości białka uzyskanego z hodowli, która była najwyższa w CM (ok. 4,2 mg/mL), ponad dwukrotnie większa niż w CTRL (ok. 1,8 mg/mL) i BM (ok. 2,0 mg/mL). Fosfolipidy zwiększały zatem ilość białka przypadającą na pojedynczą

komórkę, natomiast triglicerydy sprzyjały większej wydajności produkcji białka w całej hodowli.

Analiza proteomiczna objęła 984 białka. Względem kontroli istotne zmiany obfitości stwierdzono dla 194 białek w CM (63 o zwiększonej i 131 o zmniejszonej obfitości) oraz 32 w BM (odpowiednio 13 i 19). Porównanie CM z BM wykazało różnice dla 207 białek, w tym 95 o zwiększonej i 112 o zmniejszonej obfitości. Triglicerydy powodowały zatem ponad sześciokrotnie więcej zmian proteomicznych niż fosfolipidy, mimo mniejszej ilości białka na komórkę.

Analiza BIOPEP-UWM wykazała 521 wystąpień sekwencji o potencjalnej aktywności immunomodulującej, 1405 immunostymulującej, 1242 przeciwzapalnej i 5009 regulacyjnej. Dla 978 białek oceniono również potencjał indukowania IL-10. Po uwzględnieniu zmian obfitości białek sumaryczny wskaźnik zdolności białek do indukowania wydzielania IL-10 (IL-10Pred) był wyższy o 0,79% w BM i niższy o 1,48% w CM względem kontroli. Podobny kierunek zmian dotyczył aktywności immunomodulującej (+2,08% w BM i −0,82% w CM), immunostymulującej (+0,46% i −1,53%), przeciwzapalnej (+0,23% i −1,89%) oraz regulacyjnej (+0,43% i −2,21%). Wszystkie analizowane wskaźniki były więc nieznacznie wyższe w BM, a niższe w CM względem kontroli.

Wyniki wskazują na różnice między całkowitą produkcją białka, zmianami proteomu i jego przewidywanym potencjałem immunoregulacyjnym. Fosfolipidy zwiększały zawartość białka w komórkach i nieznacznie podnosiły wskaźniki aktywności immunomodulacyjnej. Triglicerydy zwiększały natomiast całkowitą wydajność białka z hodowli i zakres zmian proteomicznych, ale nie potencjał indukowania IL-10.

Podsumowując, rodzaj lipidów mlecznych wpływa zarówno na ilość, jak i profil białek bakterii jogurtowej *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 151 oraz ich przewidywane właściwości immunoregulacyjne. Większa produkcja białka i silniejsze zmiany proteomu nie muszą oznaczać wyższego względnego potencjału indukowania IL-10. Dobór lipidów w podłożu może więc służyć ukierunkowanemu kształtowaniu właściwości funkcjonalnych bakterii fermentacji mlekowej. Przewidywana aktywność immunomodulacyjna wymaga jednak potwierdzenia eksperymentalnego.

* Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu SONATA 17 (2021/43/D/NZ9/02814).

# WPŁYW RODZAJU TŁUSZCZU W DIECIE ZACHODNIEJ NA METABOLIZM LIPIDÓW ORAZ TRANSPORT KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I MAGAZYNOWANIE LIPIDÓW W SKÓRZE MYSZY

Agnieszka Bachmura [1], Marta Kopcewicz [1], Sylwia Machcińska-Zielińska [1], Katarzyna Walendzik [1], Adam Jurgoński [1], Joanna Wiśniewska [1]

[1] InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, Polska

Zaburzenia metaboliczne oraz wynikające z nich konsekwencje zdrowotne stanowią jedno z ważniejszych wyzwań zdrowia publicznego. Istotnym czynnikiem sprzyjającym ich rozwojowi jest długotrwałe spożywanie diety zachodniej (*ang.* Western Diet; WD), charakteryzującej się wysoką zawartością tłuszczów nasyconych oraz cukrów prostych. Nie tylko ilość, ale również rodzaj spożywanego tłuszczu może wpływać na funkcjonowanie organizmu. Modyfikacja składu tłuszczów w diecie może stanowić strategię ograniczania niekorzystnych skutków zdrowotnych związanych nadmiernym spożywaniem WD [1-3].

Celem badań było określenie w jaki sposób częściowe zastąpienie tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym lub palmowym w diecie WD wpływa na ogólnoustrojowy metabolizm lipidów oraz transport i magazynowanie kwasów tłuszczowych w skórze.

Badania przeprowadzono na samicach i samcach myszy C57BL/6, które przez 8 tygodni otrzymywały jedną z czterech diet: (1) standardową, niskotłuszczową (ctrl-ND), (2) WD zawierającą tłuszcz zwierzęcy (ctrl-WD) lub zmodyfikowane diety WD, w których część tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem (3) rzepakowym (WD-Ro) lub (4) palmowym (WD-Po). W zebranym materiale oznaczono: masę i obraz histologiczny wątroby, profil lipidowy osocza, grubość skóry, poziom transportera kwasów tłuszczowych CD36 w komórkach skóry oraz poziom ekspresji mRNA wewnątrzkomórkowych molekuł wiążących kwasy tłuszczowe (*Fabp4, Fabp5) oraz* związanych z magazynowaniem lipidów (*Dgat1* i *Acsl3).*

Wszystkie badane diety typu WD spowodowały wzrost masy tkanki tłuszczowej w porównaniu z grupą ctrl-ND. Zastosowanie diety WD przyczyniło się do rozwoju stłuszczenia wątroby u obu płci, jednak istotny wzrost masy tego narządu odnotowano jedynie u samic. Profil lipidowy osocza nie wykazał różnic w stężeniu triglicerydów pomiędzy badanymi grupami. Stężenie cholesterolu całkowitego było natomiast istotnie wyższe we wszystkich grupach WD w porównaniu z ctrl-ND. Stężenie HDL było istotnie wyższe w grupach WD-Ro i WD-Po w porównaniu do ctrl-ND oraz wyższe u samic w porównaniu do samców. Statystycznie istotny wzrost poziomu LDL zaobserwowano jedynie w grupach ctrl-WD i WD-Po względem ctrl-ND. Analiza

cytometryczna komórek skóry wykazała zależne od płci oraz typu komórek różnice w poziomie CD36. U samców poziom CD36 był wyższy w keratynocytach w grupie WD-Ro oraz w fibroblastach w grupach ctrl-WD i WD-Ro w porównaniu do grupy ctrl-ND. U samic wzrost poziomu CD36 w fibroblastach stwierdzono jedynie w grupie WD. Barwienie skóry metodą trichromu Massona wykazało istotny wzrost całkowitej grubości skóry, w tym warstwy śródskórnych komórek tłuszczowych (*ang*. dermal white adipose tissue; dWAT) we wszystkich grupach WD względem ctrl-ND. U samców dieta WD-Ro dodatkowo zwiększała grubość dWAT względem WD-Po. Ekspresja mRNA *Fabp4* w skórze była wyższa u samców w grupie ctrl-WD względem ctrl-ND, natomiast ekspresja mRNA *Fabp5* była wyższa u samic w grupie WD-Ro w porównaniu do ctrl-ND. Ekspresja mRNA *Dgat1* oraz *Acsl3* była istotnie wyższa w grupie WD-Ro w porównaniu z pozostałymi grupami.

Uzyskane wyniki wskazują, że rodzaj tłuszczu w diecie WD istotnie wpływa na metabolizm lipidów oraz gospodarkę kwasów tłuszczowych w skórze. Częściowe zastąpienie tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym ograniczało wzrost LDL, jednocześnie nasilając transport i magazynowanie lipidów w skórze. Obserwowane efekty były częściowo zależne od płci.

Literatura:

1. Clemente-Suárez V.J. et al. (2023). Global Impacts of Western Diet and Its Effects on Metabolism and Health: A Narrative Review. Nutrients, 15(12), 2749.
2. Herbert D. et al. (2018). High-Fat Diet Exacerbates Early Psoriatic Skin Inflammation Independent of Obesity: Saturated Fatty Acids as Key Players. J Invest Dermatol., 138(9), 1999–2009.
3. Pascual G. et al. (2021). Dietary palmitic acid promotes a prometastatic memory via Schwann cells. Nature, 599, 485–490.

***** Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu OPUS25 nr 2023/49/B/NZ9/01925.

# WPŁYW IZOLATÓW BIAŁEK ROŚLINNYCH W PORÓWNANIU Z KONCENTRATEM BIAŁKA SERWATKOWEGO NA HOMEOSTAZĘ AMINOKWASÓW W OSOCZU I MOCZU U PROFESJONALNYCH PIŁKARZY NOŻNYCH: 8-TYGODNIOWE BADANIE INTERWENCYJNE

Bartosz Kroplewski [1], Sebastian Wojciech Przemieniecki [2], Tomasz Sawicki [1], Katarzyna Przybyłowicz [1]

[1] Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

[2] Katedra Entomologii, Fitopatologii i Diagnostyki Molekularnej, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Współczesna piłka nożna generuje wysokie obciążenia metaboliczne, przyspieszone utlenianie aminokwasów i mikrourazy mięśni, wymagając precyzyjnej podaży białka. Powszechnym standardem w żywieniu sportowców pozostaje koncentrat białka serwatkowego (WPC). Z przyczyn środowiskowych rośnie zainteresowanie izolatami białek roślinnych: grochu (PPI), ryżu (RPI) oraz ich mieszanką 1:1 (MIX). Dotychczasowe doniesienia skupiały się głównie na krótkotrwałym, poposiłkowym wzroście stężenia aminokwasów we krwi w spoczynku, pomijając regulację ogólnoustrojowej puli aminokwasów w trakcie sezonu ligowego. Celem badania było porównanie długofalowych zmian w profilu wolnych aminokwasów w osoczu i moczu oraz ocena ich skumulowanej ekspozycji podczas 8-tygodniowej suplementacji czterema źródłami białka u profesjonalnych piłkarzy.

W zrandomizowanym badaniu równoległym 39 zawodników ukończyło pełną interwencję zgodnie z protokołem (WPC: n=10, RPI: n=11, PPI: n=9, MIX: n=9), spożywając codziennie 30 g przydzielonej odżywki (~24 g białka). Stężenia 26 wolnych aminokwasów w osoczu i moczu (normalizowanym do kreatyniny) oznaczono w punktach: W0, W4 i W8 metodą ID-LC-MS/MS. Zmiany w czasie analizowano za pomocą liniowych modeli mieszanych (LMM) z korektą Benjamniego-Hochberga (BH-FDR). Skumulowaną dostępność układową i eliminację nerkową oszacowano metodą trapezów jako $AUC_{0–8}$ w skali $log_{10}$ i porównano testem Kruskala-Wallisa. Wyliczono również względny indeks retencji aminokwasów $log10_{(osocze/mocz)}$.

Analiza LMM dla osocza wykazała istotne efekty czasu ($q < 0,10$) dla poszczególnych aminokwasów (m.in. proliny, tyrozyny, metioniny, fenyloalaniny, argininy i lizyny), bez istotnego efektu suplementu ani interakcji suplement × czas ($q \geq 0,10$). Dowodzi to, że wahania stężeń aminokwasów wynikały z adaptacji do obciążeń ligowych, a nie ze źródła białka. W moczu profil wydalania aminokwasów oraz względny indeks osocze/mocz pozostały stabilne przez cały okres obserwacji ($q \geq 0,10$). Porównanie

$AUC_{0–8}$ nie wykazało różnic między grupami WPC, RPI, PPI i MIX ani dla osocza, ani dla moczu dla żadnego z 26 analitów ($q \geq 0{,}10$), a profile radarowe wykazały pełne nachodzenie krzywych ekspozycji.

W warunkach 8-tygodniowej suplementacji u profesjonalnych piłkarzy izolaty białka ryżowego, grochu oraz ich mieszanka 1:1 zapewniają identyczne utrzymanie ogólnoustrojowej homeostazy wolnych aminokwasów jak koncentrat serwatki. Obawy dotyczące gorszej biodostępności czy obciążenia nerkowego przy stosowaniu białek roślinnych u sportowców wyczynowych są bezpodstawne. Wysokiej jakości preparaty roślinne stanowią pełnowartościowy i ekologiczny zamiennik serwatki w sporcie zawodowym.

Literatura:

1. Gorissen S.H.M., Crombag J.J.R., Senden J.M.G., Waterval W.A.H., Bierau J., Verdijk L.B., van Loon L.J.C. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. Amino Acids, 50, 1685–1695.
2. Pinckaers P.J.M., Smeets J.S.J., Kouw I.W.K., Goessens J.P.B., Gijsen A.P.B., de Groot L.C.P.G.M., van Loon L.J.C. (2024). Post-prandial muscle protein synthesis rates following the ingestion of pea-derived protein do not differ from ingesting an equivalent amount of milk-derived protein in healthy, young males. Eur. J. Nutr., 63, 893–904.
3. Kusy K., Ciekot-Sołtysiak M., Matysiak J., Klupczyńska-Gabryszak A., Plewa S., Zarębska E.A., Dereziński P., Kokot Z., Zieliński J. (2024). Changes in plasma free amino acid profile in endurance athletes over a 9-month training cycle. Metabolites, 14, 353.

*Badania finansowane przez Ministra Edukacji i Nauki (MEiN2023/DPI/2875) w ramach subwencji celowej na zadanie pt. „Sieć Badawcza Uczelni Przyrodniczych na Rzecz Rozwoju Polskiego Sektora Mleczarskiego – Projekt Badawczy”.

# PŁEĆ, WIEK I DIETA WYSOKOTŁUSZCZOWA KSZTAŁTUJĄ METABOLIZM ORAZ RÓWNOWAGĘ REDOKS SKÓRY

Katarzyna Walendzik [1], Marta Kopcewicz [1], Sylwia Machcińska-Zielińska [1], Agnieszka Bachmura [1], Joanna Wiśniewska [1]

[1] Zespół Biologii Regeneracyjnej, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, Polska.

Skóra, jako największy narząd człowieka, stanowi barierę chroniącą przed czynnikami środowiskowymi. Wraz z wiekiem dochodzi w niej do zaburzeń metabolizmu lipidów, osłabienia funkcjonowania mitochondriów oraz upośledzenia mechanizmów obrony przed stresem oksydacyjnym. Zmiany te negatywnie wpływają na integralność strukturalną skóry oraz jej zdolności funkcjonalne, w tym na proces gojenia ran. Dieta wysokotłuszczowa stanowi dodatkowe obciążenie metaboliczne, które może nasilać stres oksydacyjny i zmiany związane ze starzeniem. Istotną rolę odgrywa również płeć, która wpływa na metabolizm i równowagę redoks, przy czym w wielu tkankach samice wykazują silniejszą obronę antyoksydacyjną. Nadal jednak nie wiadomo, w jaki sposób wiek, płeć i dieta wspólnie kształtują metabolizm skóry. Celem badań była zatem ocena wpływu trzech czynników: wieku, płci, diety na profil metabolitów i lipidów skóry.

Materiał do badań stanowiły fragmenty niezranionej skóry pobrane od myszy C57BL/6J. Zwierzęta podzielono na osiem grup eksperymentalnych obejmujących samice i samce w wieku 2- lub 18-miesięcy (młode *vs* stare), żywione dietą nisko- lub wysokotłuszczową (LFD *vs* HFD). Profil metabolitów i lipidów oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas (LC-MS). W analizie uwzględniono wpływ badanych czynników i ich interakcje, a różnice między płciami oceniono również osobno w obrębie każdej diety.

Płeć wyraźnie różnicowała profil metaboliczny skóry. U samic stwierdzono wyższe poziomy metabolitów związanych z glikolizą, szlakiem pentozofosforanowym oraz cyklem kwasu cytrynowego, a także kofaktorów wspierających metabolizm energetyczny. Jednocześnie zaobserwowano zwiększoną pulę zredukowanej formy glutationu (GSH) przy jednoczesnym utrzymaniu prawidłowego stosunku redoks GSH/GSSG. Uzyskane wyniki wskazują na skoordynowane różnice obejmujące zarówno mitochondrialne wytwarzanie energii, jak i utrzymanie równowagi redoks. Profil ten był częściowo zachowany u starych samic. Z kolei u starych samców na diecie HFD zaobserwowano niższe poziomy metabolitów mitochondrialnych oraz zredukowanego glutationu.

Profil lipidowy był kształtowany przede wszystkim przez dietę. HFD zwiększała zawartość triacylogliceroli, diacylogliceroli oraz fosfatydylocholiny, wskazując na zwiększone magazynowanie lipidów oraz przebudowę błon komórkowych. Zmianom tym towarzyszyły różnice w poziomach fosfatydyloetanoloamin, lipidów eterowych oraz wybranych utlenionych kwasów tłuszczowych, których kierunek zależny był od wieku i płci.

Otrzymane wyniki wskazują, że płeć jest głównym czynnikiem różnicującym metabolizm i równowagę redoks skóry, natomiast dieta w większym stopniu wpływa na jej profil lipidowy. Starzenie modyfikuje te zależności odmiennie u samic i samców, przy czym u starych samców żywionych dietą HFD obserwowano największe zmiany w poziomie metabolitów związanych z funkcjonowaniem mitochondriów i obroną antyoksydacyjną. Wyniki te wskazują, że metaboliczna odpowiedź skóry na starzenie i dietę jest zależna od płci.

* Praca została sfinansowana przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu Sonatina 6 (2022/44/C/NZ5/00129).

# OCENA PORÓWNAWCZA WPŁYWU OLEJU Z NASION LNIANKI ORAZ OLEJU LNIANEGO NA STATUS METABOLICZNY GENETYCZNIE OTYŁYCH SZCZURÓW ZUCKER

Sandra Mirończuk [1], Adam Jurgoński [1]

[1] Zespół Biologicznych Funkcji Żywności, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk, Olsztyn, Polska

Otyłość stanowi współcześnie jedno z najpoważniejszych wyzwań zdrowia publicznego na świecie. Związana jest z rozwojem licznych zaburzeń metabolicznych jak dyslipidemia, stłuszczenie wątroby czy stres oksydacyjny. Jednym z ważniejszych czynników żywieniowych modulujących te zaburzenia jest stopień nienasycenia kwasów tłuszczowych w diecie. Oleje roślinne bogate w kwas *α*-linolenowy z rodziny omega-3, jak np. olej lniany, są postrzegane jako czynniki wspomagające metabolizm lipidów. Znacznie mniej rozpoznanym pod tym względem olejem bogatym w kwas *α*-linolenowy, zawierającym jednocześnie dość duży odsetek kwasów jednonienasyconych, w tym kwas erukowy, jest olej z nasion lnianki (*Camelina sativa* (L.) Crantz).

Celem badań było porównanie efektów metabolicznych spożycia oleju lniankowego z olejem lnianym u genetycznie otyłych (*fa/fa*) szczurów Zucker. Głównym źródłem tłuszczu w dietach eksperymentalnych zwierząt był olej palmowy zawierający jedynie śladowe ilości kwasu *α*-linolenowego (grupy kontrolna szczupła i kontrolna otyła), olej lniany (grupa porównawcza otyła) lub olej lniankowy (grupa eksperymentalna otyła). Po 4 tyg. żywienia oceniono skład ciała, parametry metabolizmu wątrobowego, profil lipidowy krwi oraz wskaźniki statusu redoks.

W porównaniu ze szczupłymi zwierzętami, otyłe szczury Zucker charakteryzowały się istotnie wyższą masą ciała, znacznie większym udziałem tkanki tłuszczowej kosztem beztłuszczowej masy ciała oraz hiperlipidemią. Oba badane oleje nie wpłynęły istotnie na przyrost masy ciała, jednak zmieniły jego skład. W porównaniu z grupą kontrolną otyłą zmniejszyły udział tkanki tłuszczowej, a zwiększyły udział beztłuszczowej masy ciała, przy czym efekt spożycia oleju lniankowego był istotny, ale mniej wyraźny w tym zakresie. Olej lniany poprawił natomiast profil lipidowy krwi, obniżając stężenie cholesterolu całkowitego oraz nie-HDL, podczas gdy olej lniankowy nieznacznie obniżył stężenie cholesterolu nie-HDL. Zmiany w metabolizmie lipidów wiązały się ze zwiększoną ekspresją PPAR-*ɣ* w wątrobie. Zastosowanie obu olejów wiązało się ponadto ze zwiększoną peroksydacją lipidów w wątrobie i sercu mierzoną

obecnością dialdehydu malonowego, co było nieco bardziej widoczne w przypadku oleju lniankowego.

Olej z nasion lnianki wpłynął korzystnie na metabolizm lipidów poprawiając skład ciała i profil lipidowy genetycznie otyłych szczurów, jednakże nie był równie efektywny w tym zakresie, co olej lniany. Oba badane oleje wykazują ograniczoną skuteczność w łagodzeniu ciężkiej postaci zaburzeń uwarunkowanych genetycznie. Niosą ponadto ryzyko zaburzeń statusu redoks, dlatego należy stosować je z ostrożnością.

# ODPOWIEDŹ FIBROBLASTÓW SKÓRY MŁODYCH I STARYCH MYSZY C57BL/6 NA WYSOKIE STĘŻENIE GLUKOZY

Marta Kopcewicz [1], Sylwia Machcińska-Zielińska [1], Katarzyna Walendzik [1], Agnieszka Bachmura [1], Joanna Wiśniewska [1]

[1] Zespół Biologii Regeneracyjnej, InLife Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Olsztyn, Polska

Gojenie ran skóry to złożony proces prowadzący do przywrócenia ciągłości i funkcji ochronnej skóry oraz powstania blizny w miejscu urazu. Prawidłowy przebieg gojenia ran zależy od wielu czynników lokalnych i ogólnoustrojowych oraz wymaga skoordynowanego działania różnych typów komórek. Wraz z wiekiem skóra traci zdolność do sprawnego zamykania rany, co sprzyja powstawaniu trudno gojących się ran przewlekłych [1,2]. W obliczu postępującego starzenia się populacji zaburzenia gojenia ran stają się coraz poważniejszym problemem klinicznym i społecznym. U osób starszych częściej występują również otyłość i cukrzyca, dodatkowo zwiększające ryzyko rozwoju ran przewlekłych, w tym odleżyn oraz owrzodzeń w przebiegu zespołu stopy cukrzycowej [3,4]. Zasadne jest zatem ustalenie, jaka zależność występuje między wiekiem organizmu a odpowiedzią fibroblastów skóry właściwej na podwyższone stężenie glukozy. Celem badań było zbadanie, czy wiek organizmu wpływa na funkcjonowanie fibroblastów- komórek skóry właściwej uczestniczących w procesie gojenia ran, szczególnie w warunkach podwyższonego stężenia glukozy. Analizowane parametry obejmowały (a) zdolność migracji fibroblastów skóry, która jest jednym z kluczowych procesów biorących udział w gojeniu ran, (b) poziomy ekspresji mRNA wybranych genów związanych z procesem gojenia oraz stanem zapalnym.

Fibroblasty skóry właściwej (DFs) pochodzące od młodych (2-6 miesięcy) i starych (20-24 miesiące) myszy C57BL/6 (B6) hodowano w pożywce DMEM/F12 zawierającej wysokie (4,5 g/l) lub standardowe (3,15 g/l) stężenie glukozy, a następnie przeprowadzono test zarysowania monowarstwy, pozwalający ocenić tempo migracji komórek. Wykazano, że niezależnie od stężenia glukozy fibroblasty pozyskane od młodych myszy wykazywały istotnie większą zdolność migracji niż komórki wyizolowane ze skóry starych zwierząt. Wysokie stężenie glukozy najsilniej ograniczało migrację fibroblastów pochodzących od starych myszy, uniemożliwiając całkowite zamknięcie rysy. Wyniki te wskazują, że fibroblasty starzejącej się skóry są szczególnie podatne na niekorzystne warunki metaboliczne, a osłabienie ich zdolności

migracyjnych pod wpływem wysokiego stężenia glukozy może przyczyniać się do zaburzeń gojenia ran.

W fibroblastach eksponowanych na wysokie stężenie glukozy zaobserwowano tendencję do zwiększonej ekspresji mRNA aktyny mięśni gładkich α (αSMA) i czynnika wzrostu fibroblastów 2 (Fgf2) oraz obniżonej ekspresji metaloproteinazy macierzy 9 (Mmp9). Chociaż różnice te nie osiągnęły istotności statystycznej, mogą wskazywać na wczesne zmiany zachodzące w fibroblastach pod wpływem wysokiego stężenia glukozy. Zmiany te mogą sprzyjać procesom włóknienia, na co wskazuje zwiększona ekspresja αSMA przy jednoczesnym obniżeniu ekspresji Mmp9. Wysokiemu stężeniu glukozy towarzyszyła również tendencja do podwyższonej ekspresji interleukiny 6 (IL-6) i czynnika martwicy nowotworów α (TNFα).

Podsumowując, uzyskane wyniki wskazują, że wysokie stężenie glukozy ogranicza zdolności migracyjne fibroblastów skóry właściwej, przy czym komórki pochodzące od starych myszy są szczególnie wrażliwe na jego działanie. Zaobserwowane tendencje do zmian ekspresji genów związanych z odpowiedzią zapalną i przebudową tkanek sugerują ponadto, że wysokie stężenie glukozy może zaburzać funkcje fibroblastów niezbędne do prawidłowego przebiegu gojenia ran.

Literatura:

1. López-Otín C. et al. (2013). The hallmarks of aging. Cell, 153(6), 1194–1217.
2. Furman D. et al. (2025). Skin health and biological aging. Nat Aging, 5(7), 1195–1206.
3. Wilson J.A., Clark J.J. (2004). Obesity: impediment to postsurgical wound healing. Adv Skin Wound Care, 17(8), 426–435.
4. Seitz O., Schürmann C., Hermes N., Müller E., Pfeilschifter J., Frank S., Goren I. (2010). Wound healing in mice with high-fat diet or ob gene-induced diabetes-obesity syndromes: a comparative study. Exp Diabetes Res., 2010, 476969.

* Badania finansowane ze środków Funduszu Badań Własnych InLife Zespołu Biologii Regeneracyjnej przyznanych na 2025 rok.

# CZEKOLADY WZBOGACANE LIPOFILNYMI ZWIĄZKAMI BIOAKTYWNYMI

Patrycja Topka [1]

[1] Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Rosnące zainteresowanie żywnością funkcjonalną sprzyja poszukiwaniu matryc spożywczych umożliwiających skuteczne dostarczanie związków bioaktywnych. Czekolada, szczególnie gorzka, jest w tym kontekście produktem o dużym potencjale, wynikającym zarówno z naturalnej obecności polifenoli kakaowych, jak i znacznego udziału fazy lipidowej. Ta ostatnia stwarza możliwość wprowadzania substancji lipofilnych, których zastosowanie w produktach o wysokiej zawartości wody może być ograniczone przez niską rozpuszczalność, podatność na degradację lub niekorzystne cechy sensoryczne [1,2].

Do grupy lipofilnych składników bioaktywnych, które mogą być wykorzystywane do wzbogacania czekolady, należą przede wszystkim fitosterole i fitostanole, tokoferole, karotenoidy, witaminy rozpuszczalne w tłuszczach oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym kwasy z rodzin n-3 i n-6. W literaturze opisano m.in. czekolady wzbogacane w kwas eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA), oleje roślinne bogate w kwas α-linolenowy, mikroenkapsulowane fitosterole oraz witaminę $D_3$ [2–5]. Wykazano jednocześnie, że efektywność takiej fortyfikacji zależy nie tylko od rodzaju związku, lecz również od jego formy fizycznej, stężenia oraz sposobu i etapu wprowadzenia do masy czekoladowej. Przykładowo, zastosowanie mikroenkapsulowanych EPA i DHA może ograniczać ich degradację oksydacyjną oraz poprawiać akceptowalność sensoryczną produktu [2].

Szczególnie interesującą grupę stanowią fitosterole, których hydrofobowy charakter sprzyja ich inkorporacji do fazy tłuszczowej czekolady. W badaniach dotyczących wzbogacania gorzkiej czekolady preparatem estrów fitosteroli wykazano istotny wzrost zawartości sitosterolu, kampesterolu i sitostanolu, zależny od poziomu dodatku. Etap technologiczny miał przy tym istotne znaczenie dla retencji związków bioaktywnych. Dodatek estrów fitosteroli podczas temperowania był korzystniejszy niż ich wprowadzenie podczas konszowania, co wskazuje na znaczenie czasu oraz intensywności oddziaływania temperatury podczas projektowania produktów wzbogacanych [1]. Podobną przydatność czekolady jako nośnika fitosteroli potwierdzono w badaniach z zastosowaniem form mikroenkapsulowanych [3].

Inną strategią jest wykorzystanie naturalnych surowców oleistych dostarczających jednocześnie kilku bioaktywnych składników frakcji lipidowej. Przykładem są nasiona wiesiołka dwuletniego (Oenothera biennis L.), olej tłoczony na zimno oraz odtłuszczona pozostałość po tłoczeniu. Ich zastosowanie umożliwia modyfikację profilu kwasów tłuszczowych czekolady oraz wprowadzenie m.in. kwasu γ-linolenowego (GLA), α-linolenowego (ALA) i tokoferoli. Wzbogacanie gorzkiej czekolady składnikami pochodzącymi z wiesiołka prowadziło do zwiększenia udziału PUFA i zawartości tokoferoli, przy czym najsilniejszy efekt obserwowano po zastosowaniu oleju [6].

Fortyfikacja czekolady związkami lipofilnymi stanowi jednak wyzwanie technologiczne. Zmiana składu fazy tłuszczowej może wpływać na krystalizację masła kakaowego, właściwości reologiczne i teksturalne, a wzrost udziału PUFA może zwiększać podatność produktu na autooksydację. Dlatego projektowanie czekolad funkcjonalnych wymaga równoczesnego uwzględnienia retencji związku bioaktywnego, stabilności oksydacyjnej, właściwości fizycznych oraz akceptowalności sensorycznej. W tym ujęciu czekolada może być traktowana nie tylko jako produkt spożywczy, lecz również jako złożona matryca lipidowa umożliwiająca efektywne dostarczanie szerokiego spektrum lipofilnych związków bioaktywnych.

Literatura:

1. Topka P., Rudzińska M., Poliński S., Szydłowska-Czerniak A., Tańska M. (2024). Enhancing Antioxidant Activity and Nutritional Profile of Dark Chocolate Through Enrichment with Plant Sterols: A Study on Phytosterol Concentrations and Functional Properties. Foods, 13, 3578. doi: 10.3390/foods13223578.
2. Toker O.S. et al. (2018). Formulation of dark chocolate as a carrier to deliver eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids: Effects on product quality. Food Chemistry, 254, 224–231. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.02.019.
3. Tolve R., Condelli N., Caruso M.C., Barletta D., Favati F., Galgano F. (2018). Fortification of dark chocolate with microencapsulated phytosterols: chemical and sensory evaluation. Food & Function, 9, 1265–1273. doi: 10.1039/C7FO01822C.
4. Razavizadeh B.M., Tabrizi P. (2021). Characterization of fortified compound milk chocolate with microcapsulated chia seed oil. LWT, 150, 111993. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111993.
5. Didar Z. (2021). Enrichment of dark chocolate with vitamin D3 (free or liposome) and assessment quality parameters. Journal of Food Science and Technology, 58, 3065–3072. doi: 10.1007/s13197-020-04810-x.
6. Topka P., Tańska M. (2026). Effect of Evening Primrose-Derived Ingredients on the Fatty Acid Profile, Tocopherol Content, and Quality Attributes of Dark Chocolate. Applied Sciences, 16, 6791. doi: 10.3390/app16136791.

# OCENA AKTYWNOŚCI PRZECIWDROBNOUSTROJOWEJ EKSTRAKTU Z OWOCÓW TARNINY (*PRUNUS SPINOSA L.*) ORAZ JEGO SKUTECZNOŚCI W FOTODYNAMICZNEJ INAKTYWACJI DROBNOUSTROJÓW W MODELU MIĘSNYM

Aleksandra Zimińska [1], Anna Draszanowska [2], Magdalena A. Olszewska [1]

[1] Katedra Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

[2] Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Patogeny przenoszone przez żywność, takie jak *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*, stanowią istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności pochodzenia zwierzęcego. Ekstrakty z owoców, bogate w związki bioaktywne, wykazują aktywność przeciwdrobnoustrojową, jednak ich aktywność fotodynamiczna wobec patogenów przenoszonych przez żywność pozostaje słabo poznana. W niniejszym badaniu analizowano wpływ ekstraktu z owoców tarniny (*Prunus spinosa L*.) na trzy gatunki patogenów przenoszonych przez żywność oraz jego skuteczność w ich eliminacji w modelu matrycy mięsnej przy użyciu inaktywacji fotodynamicznej.

Ekstrakt z całych owoców tarniny bez pestek przygotowano metodą ekstrakcji ultradźwiękowej, który poddano oznaczeniu MIC i MBC wobec *L. monocytogenes* ATCC 15313, *S. aureus* ATCC 25923 i *E. coli* ATCC 25922 w zakresie 1-33 mg/mL. Ekstrakt dodano w najmniejszym stężeniu do zawiesin tych bakterii i inkubowano w ciemności przez 60 minut w celu sprawdzenia interakcji ekstraktu jako potencjalnego fotouczulacza z komórkami bakteryjnymi, bez udziału światła, a następnie z jego udziałem. Przeżywalność bakterii oceniono standardowymi metodami mikrobiologicznymi oraz stopień uszkodzenia komórek metodą cytometrii przepływowej z użyciem SYTO9 i PI. Następnie przeprowadzono analizy w modelu mięsnym po fotoinaktywacji ekstraktem i napromieniowaniu systemem Honle® LED Cube 100 HP IC przy dawce 50 J/cm².

Badania wykazały, że aktywność ekstraktu zależy od gatunku bakterii. Największą aktywność wykazał on wobec *L. monocytogenes* (MIC/MBC: 8/16,7 mg/mL), dla którego przy stężeniu 1 mg/mL uzyskano redukcję liczby żywych komórek o 1,3 log jtk/mL bez udziału światła oraz o 4,6 log jtk/mL po aktywacji ekstraktu światłem. Ekstrakt wykazał mniejszą aktywność wobec *S. aureus* (MIC/MBC: 16,7/33 mg/mL) i *E. coli* (MIC/MBC: >33 mg/mL), dając odpowiednio redukcję o 0,49 i 0,29 log jtk/mL po inkubacji z ekstraktem. Test integralności błony komórkowej potwierdził subletalne uszkodzenie komórek w stopniu odpowiadającym utracie ich żywotności. Analiza przeżywalności w modelu mięsnym po zabiegu inaktywacji fotodynamicznej z wykorzystaniem ekstraktu z tarniny jako fotouczulacza wykazała wzmocnione działanie bakteriobójcze, szczególnie wobec *E. coli*, dla której osiągnięto redukcję o 0,8 log jtk/g.

Badania wykazały, że ekstrakt z owoców tarniny wykazuje aktywność przeciwdrobnoustrojową *in vitro*, najsilniejszą wobec *L. monocytogenes*. Jego działanie bakteriobójcze ulega wzmocnieniu w połączeniu z inaktywacją fotodynamiczną, co zaobserwowano w modelu mięsnym, szczególnie wobec *E. coli*. W połączeniu z inaktywacją fotodynamiczną ekstrakt ten może w przyszłości stanowić obiecujące rozwiązanie wspierające zapewnienie bezpieczeństwa mikrobiologicznego żywności pochodzenia zwierzęcego.

* Badania zostały w całości sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, numer projektu: 2022/45/B/NZ9/00299 (OPUS-23).

# WPŁYW LUTEOLINY NA EKSPRESJĘ GENÓW I INAKTYWACJĘ *L. MONOCYTOGENES*

Izabela Lipska [1], Joanna Gajewska [1], Magdalena A. Olszewska [1]

[1] Katedra Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

*Listeria monocytogenes* jest ważnym patogenem przenoszonym przez żywność, zdolnym do tworzenia trudnego do usunięcia biofilmu na powierzchniach kontaktujących się z żywnością. Wiele fitozwiązków to substancje biologicznie aktywne o działaniu przeciwbakteryjnym. Spośród nich flawonoidy są intensywnie badane, jednak ich potencjał w ograniczaniu wirulencji i biofilmu *L. monocytogenes* pozostaje słabo poznany. Celem pracy była ocena wpływu związków pochodzenia roślinnego na ekspresję genów związanych z wirulencją, ruchliwością, adhezją i tworzeniem biofilmu oraz na inaktywację biofilmu *L. monocytogenes*. W tym celu porównano poziomy ekspresji czterech flawonoidów, w tym kwercetyny, epikatechiny, mirycetyny i luteoliny. Poziomy inaktywacji biofilmu luteoliną porównano z działaniem kurkuminy (polifenolu) i aldehydu trans-cynamonowego (fenylopropanoidu) o znanych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych.

24-h hodowle *L. monocytogenes* ATCC 15313 inkubowano przez 6 h w obecności flawonoidów w stężeniu subinhibicyjnym (1/8MIC). Następnie z komórek izolowano całkowite RNA, które poddano odwrotnejtranskrypcji, a poziom ekspresji wybranych genów oznaczono metodą RT-qPCR. 48 oraz 72-godzinne biofilmy hodowano stacjonarnie w 24-dołkowych płytkach mikrotitracyjnych, w których umieszczono sterylne kupony z silikonu (SI), stali nierdzewnej (SS) oraz politereftalanu etylenu (PET). Następnie kupony z wytworzonym biofilmem inkubowano przez 1 h w roztworze luteoliny w stężeniu 1 i 2×MIC, a komórki biofilmu pozyskano z powierzchni metodą worteksowania/sonikacji. Wykonano szereg rozcieńczeń i posiewy na podłoże TSA. Po inkubacji przez 24 h w 37℃ kolonie zliczono, a wyniki wyrażano w log10 jtk/cm2.

Spośród czterech flawonoidów, luteolina jako jedyna wyciszała ekspresję genów. Subinhibicyjne stężenie luteoliny (16 µg/mL) obniżało ekspresję genów odpowiedzialnych za regulację motoryki (degU), kodujących flagelinę (flaA) oraz produkcję listeriozyny O (hly) odpowiednio o 9,78, 7,18 i 4,41 log2-krotnie. Luteolina wykazała również znacząco wyższą skuteczność inaktywacji biofilmu niż kurkumina, dla której redukcja wynosiła odpowiednio 0,06, 0,03 i 0,18 log10 jtk/cm2 na powierzchniach SS, SI i PET. Jednocześnie jej aktywność była zbliżona do aktywności

aldehydu trans-cynamonowego, który powodował redukcję biofilmu wynoszącą odpowiednio 1,83, 1,29 i 1,39 log10 jtk/cm2. Ekspozycja 48-h biofilmu na luteolinę w stężeniu 1×MIC obniżyła liczbę komórek biofilmu na SS o 1,38 log jtk/cm2, na SI o 1,28 log10 jtk/cm2 i na PET o 1,02 log10 jtk/cm2. Najwyższą inaktywacje uzyskano na kuponach PET z dodatkiem 2×MIC, 2,57 log jtk/cm2. Skuteczność luteoliny przeciwko 72-h biofilmom była ograniczona i nie przekroczyła 0,26 log10 jtk/cm2 na kuponach PET.

Luteolina może obniżać ekspresję genów związanych z wirulencją i tworzeniem biofilmu oraz zmniejszać liczbę komórek biofilmu *L. monocytogenes* a powierzchniach istotnych dla przemysłu spożywczego. Ze względu na zróżnicowaną skuteczność tego związku, zależną od rodzaju powierzchni i stopnia dojrzałości biofilmu, konieczne są dalsze badania nad wykorzystaniem flawonoidów, takich jak luteolina, jako naturalnych substancji przeciwdrobnoustrojowych do zastosowania w przemyśle spożywczym.

*Badania zostały w części sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki [2022/45/B/NZ9/00299].

# POSTRZEGANIE BEZPIECZEŃSTWA DAŃ SOUS VIDE PRZEZ KONSUMENTÓW - WYNIKI WSTĘPNE

Szymon Andrzejewski [1], Anna Sylwia Tarczyńska [1]

[1] Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

Dania sous vide przygotowuje się poprzez obróbkę cieplną surowców lub półproduktów zamkniętych w specjalnych workach, najczęściej w kąpieli wodnej o ściśle kontrolowanej temperaturze. W porównaniu z tradycyjnymi metodami obróbka ta jest zwykle prowadzona w niższej temperaturze i przez dłuższy czas. Ze względu na możliwość uzyskania powtarzalnej jakości potraw, zachowania ich pożądanych cech sensorycznych oraz usprawnienia organizacji produkcji, metoda sous vide znajduje coraz szersze zastosowanie w gastronomii. Jednocześnie stosowanie relatywnie niskiej temperatury obróbki cieplnej i pakowania próżniowego powoduje, że bezpieczeństwo potraw zależy od właściwego doboru parametrów procesu, przestrzegania zasad higieny oraz prawidłowego chłodzenia i przechowywania wyrobów gotowych. Ograniczona wiedza konsumentów na temat tej technologii może wpływać na sposób postrzegania jej bezpieczeństwa i powodować obawy dotyczące poszczególnych etapów przygotowania potraw.

Celem badania była ocena postrzegania bezpieczeństwa dań sous vide przez konsumentów, obaw związanych z bezpieczeństwem i higieną oraz znaczenia informacji zamieszczanych w kartach menu.

Badanie zrealizowano metodą CAWI z wykorzystaniem autorskiego, ustrukturyzowanego kwestionariusza ankiety przygotowanego w Google Forms (Google LLC). Link do ankiety rozpowszechniano drogą elektroniczną od sierpnia 2025 r. do lipca 2026 r. Zarejestrowano łącznie 408 formularzy, z których 4 wykluczono: 2 z powodu braku zgody na udział w badaniu oraz 2 z powodu niespełnienia kryterium wieku. Pytanie filtrujące dotyczące wcześniejszego zamawiania dań sous vide przeanalizowano dla 404 respondentów. Odpowiedź „nie" stanowiła kryterium zakończenia ankiety. Analizę postrzegania bezpieczeństwa przeprowadzono na podstawie odpowiedzi 268 osób, które zadeklarowały wcześniejsze zamawianie dań sous vide (n = 180) lub nie były tego pewne (n = 88). W analizowanej grupie 60,1% stanowiły kobiety, 57,1% osoby od 18 do 34 roku życia, a 57,8% stanowili respondenci z wykształceniem wyższym.

Wśród 404 respondentów 44,6% zadeklarowało wcześniejsze zamawianie dań sous vide w lokalach gastronomicznych, 33,7% nie zamawiało takich dań, a 21,8% nie było tego pewnych. W grupie objętej dalszą analizą 66,8% badanych zgadzało się ze stwierdzeniem, że sous vide jest bezpieczną metodą przygotowywania żywności,

natomiast 24,6% deklarowało ogólne obawy dotyczące bezpieczeństwa dań przygotowywanych tą metodą. Największe zaniepokojenie wzbudzały: zbyt długi czas przechowywania wyrobów po ugotowaniu (48,1%), nieodpowiednie przechowywanie przed restytucją lub podaniem (46,3%), wykorzystanie składników niskiej jakości (44,8%) oraz zanieczyszczenie krzyżowe podczas przygotowania posiłków (43,3%). Niewłaściwa temperatura gotowania prowadząca do niedogotowania niepokoiła 41,0% respondentów, a nieodpowiedni sposób restytucji (odgrzania) przed podaniem - 40,7%. Najmniejszy odsetek respondentów wskazał obawy dotyczące ryzyka zatrucia pokarmowego (33,6%). Jednocześnie 83,2% badanych wskazało, że ważne jest zamieszczanie w karcie dań informacji o zastosowanej metodzie przygotowania, a 76,9% oczekiwało wyraźnego oznaczenia potraw przygotowanych metodą sous vide.

Uzyskane wyniki wskazują, że ogólna ocena bezpieczeństwa metody sous vide jest przeważnie pozytywna, jednak nie wyklucza obaw dotyczących konkretnych aspektów procesu technologicznego. Duże znaczenie przypisywane informacjom w karcie menu wskazuje na potrzebę przejrzystego komunikowania konsumentom sposobu przygotowania potraw. Informacje te mogą mieć znaczenie dla podejmowania świadomych decyzji przez konsumentów oraz budowania ich zaufania do dań sous vide.

# WIKTYMOLOGICZNE UJĘCIE PRZESTĘPCZOŚCI ŻYWNOŚCIOWEJ

Łukasz Lenartowicz [1]

[1] Katedra Kryminologii i Kryminalistyki, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

W sektorze żywności mechanizm wiktymizacji tworzy się zwykle na styku trzech elementów: produktu podatnego na wykorzystanie, ograniczonych możliwości kontroli oraz motywacji sprawcy. Żywność jest dobrem codziennego użytku, nabywanym masowo, często rutynowo, ale również pod presją ceny. Konsument może ocenić opakowanie, zapach, wygląd lub koszt danego produktu, lecz co do zasady nie jest w stanie samodzielnie sprawdzić składu chemicznego, autentyczności pochodzenia, warunków przechowywania, realnego przebiegu łańcucha dostaw ani wiarygodności certyfikatu. W tradycyjnych badaniach wiktymologicznych istotne miejsce zajmuje analiza interakcji na linii sprawca-ofiara. W przestępczości żywnościowej interakcja ta ma najczęściej postać pośrednią. Sprawca komunikuje się z ofiarą poprzez etykietę, dokumentację, reklamę, cenę, opakowanie, platformę sprzedażową lub reputację pośrednika. Ofiara podejmuje decyzję zakupową w warunkach ograniczonej informacji i zaufania do systemu. Nie eliminuje to relacji sprawca-ofiara, lecz zmienia jej strukturę.

# WPŁYW STRESU OSMOTYCZNEGO NA EKSPRESJĘ GENÓW WIRULENCJI I ZDOLNOŚĆ TWORZENIA BIOFILMU PRZEZ *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Patryk Adamski [1]

[1] Katedra Mikrobiologii Żywności, Technologii i Chemii Mięsa, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Polska

*Listeria monocytogenes* może przez długi czas utrzymywać się w środowisku produkcji żywności, m.in. dzięki tolerancji na stres i zdolności tworzenia biofilmu. Obecność NaCl w żywności i środowisku przetwórczym stwarza warunki stresu osmotycznego, które mogą zmieniać właściwości komórek związanych z powierzchnią. Wcześniejsze badania wykazały zależną od szczepu i rodzaju powierzchni odpowiedź fenotypową *L. monocytogenes* na działanie soli (Wiśniewski i wsp., 2025). Celem niniejszej pracy była ocena wpływu subletalnego stresu osmotycznego na liczbę żywych komórek biofilmu, jego biomasę oraz ekspresję genów związanych z wirulencją, regulacją biofilmu, komunikacją międzykomórkową i ogólną odpowiedzią stresową.

Badano sześć szczepów *L. monocytogenes* należących do serogrup IIa i IVb. Zastosowano 6% i 8% NaCl, odpowiadające odpowiednio 1/2 i 3/4 minimalnego stężenia hamującego (MIC) NaCl; uwzględniono również kontrolę bez dodatku soli. Ekspresję ośmiu genów związanych z wirulencją, odpowiedzią stresową i tworzeniem biofilmów (sigB, actA, agrA, agrC, degU, hly, inlB i prfA) oznaczono metodą RT-qPCR, wykorzystując 16S rRNA do normalizacji. Biofilmy tworzono w temperaturze 25°C na stali nierdzewnej 304, politereftalanie etylenu (PET) i polipropylenie (PP). Po 72 i 168 godzinach określono liczbę żywych komórek związanych z biofilmem, natomiast po 24 godzinach oceniono jego biomasę metodą kolorymetryczną przy OD 595 nm.

Stężenie NaCl istotnie wpływało na liczbę żywych komórek biofilmu ($p = 0,0108$), a wielkość tego efektu zależała od rodzaju powierzchni (interakcja: $p = 0,0007$). Największy spadek stwierdzono na PP przy 8% NaCl; na tym materiale liczba żywych komórek była mniejsza niż przy 6% NaCl zarówno po 72, jak i po 168 godzinach. Z kolei w biofilmach na stali nierdzewnej po 168 godzinach liczebność przy 8% NaCl była nieco większa niż przy 6% NaCl.

Na biomasę biofilmu istotnie wpływały rodzaj powierzchni ($p = 0,0001$), warunki osmotyczne ($p = 0,0008$) oraz ich interakcja ($p = 0,0001$). W warunkach kontrolnych największą biomasę odnotowano na stali nierdzewnej. Wpływ NaCl na biomasę był istotny na stali nierdzewnej i PP, ale nie na PET.

Zwiększenie stężenia NaCl z 6% do 8% istotnie zmieniło ekspresję wszystkich badanych genów. Wzrosła ekspresja sigB, związanego z ogólną odpowiedzią stresową, natomiast zmalała ekspresja actA, agrA, agrC, degU, hly, inlB i prfA. Wskazuje to na odmienny kierunek zmian transkrypcyjnych genów odpowiedzi stresowej oraz wybranych genów związanych z wirulencją i regulacją biofilmu.

Wyniki pokazują, że odpowiedź *L. monocytogenes* na subletalny stres osmotyczny zależy zarówno od stężenia NaCl, jak i materiału kontaktowego.

Literatura:

1. Wiśniewski P., Adamski P., Chajęcka-Wierzchowska W., Zadernowska A. (2025). Role of osmotic stress in modulating antibiotic resistance and adhesion properties of *Listeria monocytogenes* in a dairy factory environment. Journal of Dairy Science, 108, 11961–11976.

## Spis treści

**NAUKA, KTÓRA DZIAŁA – JAK BADANIA PRZEKŁADAJĄ SIĘ NA INNOWACJE W PRZEMYŚLE .. 7**
Dr inż. Anna Kaliszewska-Suchodoła

**WPŁYW PH I UDZIAŁU POLISACHARYDU Z *GRACILARIA SP*. NA AGREGACJĘ I STRUKTURĘ UKŁADÓW KAZEINY MICELARNEJ ..... 8**
Agata Dąbkowska , Michał Załęcki , Marek Aljewicz

**WPŁYW SUPLEMENTACJI POLIFENOLAMI NA JAKOŚĆ MIODU PITNEGO ..... 10**
Mateusz Szydłowski , Małgorzata Starowicz , Henryk Zieliński

**WPŁYW ZASTOSOWANIA KOLAGENU RYBIEGO NA WŁAŚCIWOŚCI LIPIDOWYCH PROSZKÓW SPOŻYWCZYCH ..... 12**

Marta Wachowicz , Dorota Ogrodowska , Małgorzata Tańska , Waldemar Brandt

**WPŁYW CZĘŚCIOWEGO ZASTĄPIENIA MIĘSA PROSZKIEM Z NASION SACHA INCHI NA JAKOŚĆ HYBRYDOWYCH KOTLETÓW MIĘSNO-ROŚLINNYCH ..... 14**

Oskar Nowak , Monika Modzelewska-Kapituła , Tomasz Sawicki

**POLSKIE NASIONA SOSNY JAKO ŹRÓDŁO OLEJU FUNKCJONALNEGO ..... 16**

Ewelina Kobus , Dominik Wiśniewski

**FERMENTACJA I PREFERMENTACJA JAKO STRATEGIE KSZTAŁTOWANIA WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNYCH FORMULACJI MLECZNO-OWOCOWYCH ..... 17**

Aleksandra Maria Kuliga , Barbara Wróblewska , Anna Maria Ogrodowczyk

**LIPIDY JAKO CZYNNIK KSZTAŁTUJĄCY REGULATOROWE DZIAŁANIE BIAŁEK BAKTERII JOGURTOWYCH ..... 19**
Jakub Kasar , Anna Maria Ogrodowczyk

**WPŁYW RODZAJU TŁUSZCZU W DIECIE ZACHODNIEJ NA METABOLIZM LIPIDÓW ORAZ TRANSPORT KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I MAGAZYNOWANIE LIPIDÓW W SKÓRZE MYSZY ..... 21**
Agnieszka Bachmura , Marta Kopcewicz , Sylwia Machcińska-Zielińska, Katarzyna Walendzik, Adam Jurgoński , Joanna Wiśniewska

**WPŁYW IZOLATÓW BIAŁEK ROŚLINNYCH W PORÓWNANIU Z KONCENTRATEM BIAŁKA SERWATKOWEGO NA HOMEOSTAZĘ AMINOKWASÓW W OSOCZU I MOCZU U PROFESJONALNYCH PIŁKARZY NOŻNYCH: 8-TYGODNIOWE BADANIE INTERWENCYJNE .. 23**
Bartosz Kroplewski , Sebastian Wojciech Przemieniecki, Tomasz Sawicki , Katarzyna Przybyłowicz

**PŁEĆ, WIEK I DIETA WYSOKOTŁUSZCZOWA KSZTAŁTUJĄ METABOLIZM ORAZ RÓWNOWAGĘ REDOKS SKÓRY** ..... **25**

Katarzyna Walendzik, Marta Kopcewicz , Sylwia Machcińska-Zielińska , Agnieszka Bachmura, Joanna Wiśniewska

**OCENA PORÓWNAWCZA WPŁYWU OLEJU Z NASION LNIANKI ORAZ OLEJU LNIANEGO NA STATUS METABOLICZNY GENETYCZNIE OTYŁYCH SZCZURÓW ZUCKER**..... **27**

Sandra Mirończuk , Adam Jurgoński

**ODPOWIEDŹ FIBROBLASTÓW SKÓRY MŁODYCH I STARYCH MYSZY C57BL/6 NA WYSOKIE STĘŻENIE GLUKOZY**..... **29**

Marta Kopcewicz , Sylwia Machcińska-Zielińska, Katarzyna Walendzik , Agnieszka Bachmura, Joanna Wiśniewska

**CZEKOLADY WZBOGACANE LIPOFILNYMI ZWIĄZKAMI BIOAKTYWNYMI**..... **31**
Patrycja Topka

**OCENA AKTYWNOŚCI PRZECIWDROBNOUSTROJOWEJ EKSTRAKTU Z OWOCÓW TARNINY (*PRUNUS SPINOSA L.*) ORAZ JEGO SKUTECZNOŚCI W FOTODYNAMICZNEJ INAKTYWACJI DROBNOUSTROJÓW W MODELU MIĘSNYM** ..... **33**

Aleksandra Zimińska, Anna Draszanowska, Magdalena A. Olszewska

**WPŁYW LUTEOLINY NA EKSPRESJĘ GENÓW I INAKTYWACJĘ *L. MONOCYTOGENES***..... 35

Izabela Lipska, Joanna Gajewska, Magdalena A. Olszewska

**POSTRZEGANIE BEZPIECZEŃSTWA DAŃ SOUS VIDE PRZEZ KONSUMENTÓW -WYNIKI WSTĘPNE**..... **37**
Szymon Andrzejewski, Anna Sylwia Tarczyńska

**WIKTYMOLOGICZNE UJĘCIE PRZESTĘPCZOŚCI ŻYWNOŚCIOWEJ**..... **39**
Łukasz Lenartowicz

**WPŁYW STRESU OSMOTYCZNEGO NA EKSPRESJĘ GENÓW WIRULENCJI I ZDOLNOŚĆ TWORZENIA BIOFILMU PRZEZ *LISTERIA MONOCYTOGENES***..... 40

Patryk Adamski