

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Wybrane zagadnienia z zakresu bromatologii

Tom 3

Środowisko - Roślina - Zwierzę - Produkt

WUP

Wybrane zagadnienia
z zakresu bromatologii

Tom 3

Środowisko – Roślina – Zwierzę – Produkt

Wybrane zagadnienia z zakresu bromatologii

Tom 3

pod redakcją
Marka Babicza
Kingi Kropiwek-Domańskiej

Lublin 2023

Recenzenci

dr inż. Anna Bogacka
prof. dr hab. inż. Anna Iwaniak
dr n. farm. Martyna Kasela
prof. dr hab. inż. Bogumiła Pilarczyk
dr Urszula Szymanowska
dr inż. Grzegorz Tokarczyk, prof. uczelni

Redaktor prowadzący
Magdalena Marcewicz

Skład i łamanie
Małgorzata Grzesiak

Opracowanie redakcyjne
Agnieszka Brach

Projekt okładki
Jacek Pałyszka



Ten utwór jest dostępny na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa –
Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe.

ISBN 978-83-7259-401-3 on-line
<https://doi.org/10.24326/mon.2023.1>



Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

<https://up.lublin.pl/nauka/wydawnictwo/>

7,3 ark. wyd.

Spis treści

Karolina Dębek, Maciej Kalinowski, Julia Kalinowska, Sylwia Mroszczyk	
Berberyna w terapii cukrzycy typu 2 – przegląd literatury	7
Berberine in the treatment of type 2 diabetes – a review	
Gabriela Gutowska, Anna Jakubczyk	
Bioaktywne związki pochodzące z żywności zmniejszające objawy insulinooporności	14
Bioactive compounds from food to reduce insulin resistance symptoms	
Jakub Iskra, Klaudia Ręclawowicz, Agnieszka Woźniak, Kacper Pofelski, Paweł Żółkiewski	
Kuchnia śródziemnomorska – przepis na długowieczność i zdrowe życie	21
Mediterranean cuisine – a recipe for longevity and healthy life	
Milena Kaczmarczyk, Magdalena Kowalska, Gabriela Tomulik, Agata Szabat, Marlena Kokoszka, Dominika Pietrasik, Magdalena Walasek-Janusz, Robert Gruszecki	
Dzika róża – właściwości prozdrowotne a zawartość substancji aktywnych w zależności od terminu zbioru	30
Dog rose-health-promotion properties and the content of active substances in rose hips depending on the date of harvest	
Michał Mazur, Monika Kędzierska-Matysek	
Żywnienie dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu	40
Nutrition of children with autism spectrum disorders	
Michał Mazur, Monika Kędzierska-Matysek	
Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów	47
Probiotic and prebiotic properties of honey	
Katarzyna Mazurek, Paulina Kęska	
Rola antyoksydantów w (po)żywieniu	54
The role of antioxidants in food and nutrition	
Magdalena Piszcz, Julia Wrona, Kamila Węglowska, Jakub Soja, Karol Kupryaniuk, Piotr Lewko, Agnieszka Wójtowicz	
Charakterystyka wyróżników tekstury bezglutenowych przekąsek z dodatkiem wybranych suszów owocowych	61
Characteristics of texture properties of gluten-free snacks supplemented with selected dried fruits	
Marta Stępnik, Magdalena Walasek-Janusz	
Zioła medycyny indyjskiej wykorzystywane we wspomaganiu chorób tarczycy	69
Indian medicine herbs used in support of thyroid issues	

Klaudia Wiaterek, Agnieszka Michalska

Suplementy diety – charakterystyka, bezpieczeństwo i zagrożenia, analiza rynku	76
Dietary supplements – characteristics, safety and risks, market analysis	

Mikołaj Wiśniewski, Agnieszka Grzebalska, Weronika Buczek, Rafał Oleszczuk

Zastosowanie probiotyków w nefrologii – przegląd aktualnych publikacji	86
The use of probiotics in nephrology – a review of current publications	

**Agnieszka Woźniak, Kacper Pofelski, Klaudia Ręclawowicz, Jakub Iskra,
Paweł Żółkiewski**

Wpływ Instagrama na rozpowszechnianie wiedzy o zdrowym stylu życia	93
The impact of Instagram on disseminating knowledge about a healthy lifestyle	

Berberyna w terapii cukrzycy typu 2 – przegląd literatury

Berberine in the treatment of type 2 diabetes – a review

Cukrzyca typu 2 (ang. diabetes mellitus type 2, T2DM) jest rozpowszechniona w społeczeństwie. Według raportu Narodowego Funduszu Zdrowia w 2018 r. w Polsce na cukrzycę chorowało 2,9 mln dorosłych, co stanowiło 9,1% populacji, przy czym diagnoza częściej dotyczyła kobiet [Narodowy Fundusz Zdrowia 2019]. W raporcie zwrócono uwagę na trend wzrostowy chorobowości w latach 2013–2018. Cukrzyca jest też chorobą śmiertelną, na co uwagę zwraca Główny Urząd Statystyczny [2017] – w 2016 r. odnotowano ponad 8 tysięcy zgonów z jej powodu. Chociaż na T2DM przeznaczają się obecnie 10% globalnych wydatków na zdrowie, pozostaje ona w pierwszej czwórce przyczyn zgonów z powodu chorób niezakaźnych [Balakumar i in. 2016].

Berberyna jest alkaloidem izochinolinowym, należącym do klasy protoberberyn. Tyrozyna lub fenyloalanina są prekursorami jej biosyntezy [Singh i Sharma 2018], a wzór chemiczny to $C_{20}H_{18}NO_4^+$ [National Center for Biotechnology Information 2023]. W przypadku doustnej drogi podania biodostępność jest bardzo niska. Około 56% spożytej berberyny nie wchłania się w przewodzie pokarmowym, a 43,5% jest wydalane w wyniku metabolizmu w jelicie cienkim i wątrobie, przez co mniej niż 0,5% dostaje się do krążenia [Liu i in. 2016]. Mimo niskiej przyswajalności po podaniu w formie doustnej dowiedziono, że dodanie witaminy E lub ekstraktu z *Quillaia* (E999) zwiększa osiągnięte maksymalne stężenie we krwi [Yagiz i in. 2022]. Berberyna występuje w różnych roślinach, w tym w: *Annonaceae*, *Menispermaceae*, *Berberidaceae*, *Papaveraceae*, *Rutaceae* i *Ranunculaceae* [Bahar i in. 2011]. Głównym jej źródłem jest berberys, który powszechnie występuje w stanie dzikim w Europie [Činčura i in. 1990]. Szerokie rozpowszechnienie roślin zawierających berberynę spowodowało częste jej wykorzystanie w medycynie ludowej wielu kultur.

Celem pracy jest zwrócenie uwagi na problem zdrowotny, jakim jest cukrzyca, i wskazanie możliwości terapii wspomnianej choroby również poprzez wprowadzenie do diety (np. w formie suplementów) berberyny – naturalnie występującej substancji.

¹ Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Wydział Lekarski, Katedra i Zakład Chemii Medycznej, Studenckie Koło Naukowe ISOMERS, kpdebek@gmail.com

Cukrzyca typu 2

Cukrzyca typu 2 różni się symptomami od cukrzycy typu 1. Klasyczne objawy, takie jak polidypsja, polifagia, poliuria i utrata masy ciała, rzadziej występują u chorych na cukrzycę typu 2. Nawet 44% pacjentów z T2DM nie prezentuje charakterystycznych objawów rok przed postawieniem diagnozy [Clark i in. 2007], co wraz z brakiem dolegliwości bólowych stwarza trudności diagnostyczne. Diagnoza cukrzycy opiera się na spełnieniu kryteriów określonych w zaleceniach Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego [2023].

Kryteria rozpoznania cukrzycy [Polskie Towarzystwo Diabetologiczne 2023]:

- glikemia przygodna ≥ 200 mg/dl przy współwystępowaniu objawów cukrzycy – jednokrotne oznaczenie,
- glikemia na czczo ≥ 126 mg/dl – dwukrotne oznaczenie,
- glikemia w 120. minucie doustnego testu tolerancji glukozy ≥ 200 mg/dl,
- wartość HbA1c $\geq 6,5\%$.

W patofizjologii T2DM dochodzi do dysfunkcji komórek β trzustki, co zmniejsza wydzielanie insuliny, a przy współistniejącej insulinooporności tkanek obwodowych zwiększa glukoneogenezę wątrobową, powodując hiperglikemię [Galicia-Garcia i in. 2020]. U pacjentów chorych na cukrzycę zwiększa się populacja bakterii patogennych, jak *Escherichia coli*, *Clostridium* i *Carbella* itd., a zubożeniu ulegają populacje bakterii produkujących krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (ang. short-chain fatty acids, SFCA), jak *Enterobacter*, *Clostridium*, *Pseudomonas* i *Rosmarinus* [Qin i in. 2012]. Wspomniane kwasy zmniejszają stres oksydacyjny komórek β wysp trzustkowych i ekspresję cytokin prozapalnych, dzięki czemu zwiększają wydzielanie insuliny [Mandaliya i Seshadri 2019].

Istotnym aspektem cukrzycy typu 2 jest współwystępowanie z nią innych jednostek chorobowych, takich jak nadciśnienie, choroby okulistyczne, cukrzycowa choroba nerek czy choroba niedokrwienna serca [Lee i in. 2021]. Do przewidywania śmiertelności oraz powikłań naczyniowych można wykorzystać wartości glikemii lub lipidogramu, co stanowi o istotności ich normalizacji [Wan i in. 2020].

Efekty stosowania berberyny

Wpływ na gospodarkę węglowodanową

Doustne przyjmowanie ekstraktu z *Berberis integerrima* powoduje efekty zbliżone do metforminy w zakresie spadku masy ciała, ciśnienia tętniczego krwi, a także wartości glikemii 2 godziny po posiłku oraz stężenia fruktozaminy i HbA1C [Sanjari i in. 2020]. Doustnie przyjmowana berberyna oraz berberyna w połączeniu z probiotykami wykazują podobny wpływ na obniżanie średniego stężenia HbA1C wśród pacjentów z T2DM [Zhang i in. 2020, Harrison i in. 2021]. Tahmasebi i in. [2019] wykazali, że po terapii doustnej berberyną poziom glukozy na czczo znacząco się obniżył, podobnie jak stężenie fruktozaminy [Yu i in. 2010]. Ponadto udowodniono, że berberyna zmniejsza poziom glukozy na czczo oraz HbA1C w przypadku niecałkowitego wyrównania T2DM podczas terapii metforminą [Sartore i in. 2021]. Berberyna zmniejsza stężenia insuliny na czczo,

poprawiając wrażliwość na ten hormon [Zhong i in. 2020, Yue i in. 2019, Yao i in. 2020]. Działa ona insulinotropowo podczas poposiłkowego wzrostu poziomu glukozy, kiedy zwiększa wydzielanie insuliny [Zhao i in. 2021]. Efekt stymulacji komórek β wysp trzustkowych przez berberynę jest niezależny od kanałów K^+ wrażliwych na ATP, natomiast zależny od kanałów wapniowych [Zhao i in. 2021]. Berberyna zwiększa stężenie glukagonopodobnego peptydu 1 przez stymulację komórek L, co pobudza komórki β do syntezy insuliny. Odbywa się to poprzez indukcję ekspresji genów [Cui i in. 2018, Yu i in. 2010]. Stosowanie berberyny w formie doustnej tabletki zwiększa wydzielanie insuliny i peptydu C w okresie hiperglikemii, jednak nie zmienia stężenia glukozy, insuliny oraz peptydu C mierzonych na czczo [Zhao i in. 2021]. Może ona działać także synergistycznie z klasycznymi lekami przeciwcukrzycowymi, jak pochodne sulfonilomocznika, w zakresie stymulacji wydzielania insuliny i działania hipoglikemizującego [Zhao i in. 2021]. Innymi mechanizmami oddziaływania berberyny na stężenie glukozy jest zmniejszanie wątrobowej glukoneogenezy poprzez osłabianie ekspresji odpowiednich genów – karboksykinazy fosfenolopirogronianowej i glukozy-6-fosfatazy – oraz hamowanie ścieżki sygnałowej aktywowanej przez glukagon poprzez zmniejszanie stężenia cAMP [Zhong i in. 2020]. Całokształt efektu działania berberyny na gospodarkę węglowodanową można ocenić poprzez współczynnik HOMA-IR mówiący o istniejącej insulinooporności. Berberyna powoduje spadek jego wartości nawet o 34%, co świadczy o zmniejszeniu nasilenia tego stanu [Yao i in. 2020, Cui i in. 2018].

Wpływ na gospodarkę lipidową

Berberyna wpływa także na profil lipidowy pacjentów. Doustne przyjmowanie wysuszonego koncentratu z korzenia *Berberis vulgaris* istotnie obniża stężenie trójglicerydów i frakcji LDL (ang. low density lipoprotein) cholesterolu, a także zwiększa stężenie frakcji HDL (ang. high density lipoprotein) [Cui i in. 2018, Pei i in. 2019, Tahmasebi i in. 2019, Yao i in. 2020, Harrison i in. 2021, Martinez-Martini i in. 2022, Wu i in. 2022]. Podobne działanie obserwuje się także po podaniu berberyny w połączeniu z probiotykami [Zhang i in. 2020] oraz innymi substancjami aktywnymi występującymi w roślinach [Zhu i in. 2018, Xia i in. 2022]. Efekt ten utrzymuje się nawet przy braku wsparcia w postaci farmakoterapii hipolipemizującej [Wang i in. 2022]. Mimo że przyjmowanie samej berberyny może nie wpłynąć znacząco na poposiłkowe stężenia trójglicerydów i LDL, połączenie berberyny z probiotykami wykazuje już istotną redukcję ich wartości [Wang i in. 2022]. Ponadto w badaniach wykazano, że berberyna tłumi akumulację lipidów w makrofagach indukowaną przez oksydowane LDL [Pei i in. 2019].

Wpływ na mikroflorę jelitową

W przypadku T2DM dochodzi do zmian w mikroflorze jelitowej. Dominującymi szczepami bakterii w przewodzie pokarmowym człowieka są *Clostridia*, *Bacteroidia* i *Bacilli*. W porównaniu z osobami zdrowymi u osób z T2DM liczebność *Clostridia* jest niższa, a *Bacteroidia* wyższa, jednak berberyna powoduje zanikanie tych różnic [Cui i in. 2018]. Sepp i in. [2014] wykazali, że w patogenezie hiperglikemii w T2DM może brać udział zmniejszenie liczebności bakterii beztlenowych w jelitach. Według Cui i in. [2018] liczebność *Clostridia* i *Bacillales* jest ujemnie skorelowana z poziomem glikemii na czczo. Co ciekawe, berberyna wywiera wpływ na gospodarkę lipidową poprzez

oddziaływanie na populację *Bifidobacterium breve*, co poprawia kontrolę wartości poposiłkowego lipidogramu [Wang i in. 2022]. Związek berberyny z efektem zmniejszenia stężenia cholesterolu jest silniejszy niż ze spadkiem stężenia trójglicerydów [Wu i in. 2022]. W badaniu Cui i in. [2018] wykazano, że berberyna zmniejsza liczebność bakterii *Roseburia* spp., *Ruminococcus bromii*, *Faecalibacterium prausnitzii* i *Bifidobacterium* spp., które produkują głównie cukry proste oraz SFCA, a zwiększa populację dwóch gatunków *Bacteroides* spp., które mają znaczenie przy terapii metforminą. Według Yao i in. [2020] berberyna oddziałuje na mikrobiom jelitowy przez zwiększenie ekspresji genów związanych z transportem i metabolizmem substancji energetycznych. Z kolei Zhang i in. [2020] wskazują na to, że berberyna poprzez zmniejszenie ekspresji genów zaangażowanych w metabolizm kwasów żółciowych, takich jak *BaiI*, *BaiA*, *BaiN*, *BaiE*, w mikrobiomie jelitowym prowadzi do wzrostu stężenia kwasu chenodeoksycholowego i spadku pochodnych kwasu deoksycholowego, przyczyniając się do obniżenia stosunku ilości wolnych kwasów żółciowych do skoniugowanych.

Wpływ na powikłania cukrzycy typu 2

Berberyna może też przejawiać działanie ochronne wobec powikłań naczyniowych cukrzycy, takich jak cukrzycowa choroba nerek. Przyjmowanie berberyny zmniejsza atrofię kanalików i naciek komórek zapalenia, a także zmniejsza depozyty kolagenu [Ma i in. 2022]. Zmniejszenie stanu zapalnego przez berberynę ma charakter ogólnoustrojowy: obniża się stężenie białka C-reaktywnego [Pei i in. 2019] i spada ekspresja markerów zapalnych wywołanych przez oksydowane LDL [Pei i in. 2019, Zhu i in. 2018]. Wpływ berberyny na zmniejszanie nasilenia insulinooporności u pacjentów z T2DM przejawia się też na poziomie komórkowym przez wpływ na szlaki sygnałowe JNK i PIK3, których dysfunkcja upośledza wydzielanie insuliny oraz wrażliwość komórek na ten hormon [Cui i in. 2018]. Wykazuje ona również działanie ochronne na tkanki, powoduje uporządkowanie i zwiększenie liczebności uszkodzonych kosmków jelitowych [Cui i in. 2018]. Ponadto dochodzi do zwiększenia liczby komórek kubkowych w jelicie i odtworzenia grubości błony śluzowej [Zhu i in. 2018].

Doustna terapia berberyną może pozytywnie wpłynąć na powikłania metaboliczne związane z cukrzycą, takie jak niealkoholowa stłuszczeniowa choroba wątroby (ang. metabolic-associated fatty liver disease, MAFLD). Przyjmowanie berberyny skutkuje zmniejszeniem zawartości procentowej tłuszczu w wątrobie, znaczącym obniżeniem stężenia aminotransferazy alaninowej (ALT) i gamma-glutamylotransferazy (GGT) w surowicy [Harrison i in. 2021, Cossiga i in. 2021, Li i in. 2022]. Berberyna wywiera ochronny wpływ na stłuszczenie wątroby poprzez ingerencję w skład mikroflory jelitowej i ekspresję miRNA odpowiadającego za odkładanie lipidów w wątrobie [Cossiga i in. 2021, Wu i in. 2022], dochodzi do zmniejszenia nasilenia stanu zapalnego, stłuszczenia i zwyrodnienia balonowego hepatocytów [Li i in. 2022].

Podsumowanie

Berberyna może poprawić stan zdrowia pacjentów chorych na cukrzycę typu 2. Ochronny mechanizm działania jest związany z jej wpływem nie tylko na wyrównanie

gospodarki węglowodanowej, ale także lipidowej, zmiany składu mikrobioty jelitowej i wpływ na nasilenie stanu zapalnego. Ponadto berberyna prezentuje potencjał prewencyjny wobec licznych powikłań cukrzycy. Niemniej jednak konieczne są dalsze badania dotyczące różnorodnych mechanizmów jej działania i kolejnych korzyści ze stosowania wraz z oceną bezpieczeństwa długotrwałych terapii.

Bibliografia

- Bahar M., Deng Y., Zhu X. i in., 2011. Potent antiprotozoal activity of a novel semi-synthetic berberine derivative. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 21(9), 2606–2610, <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2011.01.101>
- Balakumar P, Maung-U K., Jagadeesh G., 2016. Prevalence and prevention of cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Pharm. Res.* 113(A), 600–609, <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.09.040>
- Činčura F., Feráková V., Májovský J. i in., 1990. Pospolite konstrukcje jednolite Europy. PWRiL, Warszawa.
- Clark N.G., Fox K.M., Grandy S., 2007. Symptoms of diabetes and their association with the risk and presence of diabetes. *Diabet. Care* 30(11), 2868–2873, <https://doi.org/10.2337/dc07-0816>
- Cossiga V., Lembo V., Nigro C. i in., 2021. The combination of berberine, tocotrienols and coffee extracts improves metabolic profile and liver steatosis by the modulation of gut microbiota and hepatic miR-122 and miR-34a expression in mice. *Nutrients* 13(4), 1281, <https://doi.org/10.3390/nu13041281>
- Cui H.X., Hu Y.N., Li J.W. i in., 2018. Hypoglycemic mechanism of the berberine organic acid salt under the synergistic effect of intestinal flora and oxidative stress. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2018, 8930374, <https://doi.org/10.1155/2018/8930374>
- Galicia-Garcia U., Benito-Vicente A., Jebari S. i in., 2020. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *Int. J. Mol. Sci.* 21(17), 6275, <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>
- Główny Urząd Statystyczny, 2017. Infografika – Światowy Dzień Walki z Cukrzycą (14 listopada), <https://stat.gov.pl/infografiki-widzety/infografiki/infografika-swiatowy-dzien-walki-z-cukrzyca-14-listopada,46,3.html> [dostęp: 14.02.2023].
- Harrison S.A., Gunn N., Neff G.W. i in., 2021. A phase 2, proof of concept, randomised controlled trial of berberine ursodeoxycholate in patients with presumed non-alcoholic steatohepatitis and type 2 diabetes. *Nat. Commun.* 12(1), 5503, <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25701-5>
- Lee S., Zhou J., Wong W.T. i in., 2021. Glycemic and lipid variability for predicting complications and mortality in diabetes mellitus using machine learning. *BMC Endocr Disord.* 21(1), 94, <https://doi.org/10.1186/s12902-021-00751-4>
- Li H., Liu N.N., Li J.R. i in., 2022. Combined use of bicyclol and berberine alleviates mouse nonalcoholic fatty liver disease. *Front. Pharmacol.* 13, 843872, <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.843872>
- Liu C.S., Zheng Y.R., Zhang Y.F. i in., 2016. Research progress on berberine with a special focus on its oral bioavailability. *Fitoterapia* 109, 274–282, <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.02.001>
- Ma Z., Zhu L., Wang S. i in., 2022. Berberine protects diabetic nephropathy by suppressing epithelial-to-mesenchymal transition involving the inactivation of the NLRP3 inflammasome. *Ren. Fail.* 44(1), 923–932, <https://doi.org/10.1080/0886022X.2022.2079525>
- Mandaliya D.K., Seshadri S., 2019. Short chain fatty acids, pancreatic dysfunction and type 2 diabetes. *Pancreatol.* 19(2), 280–284, <https://doi.org/10.1016/j.pan.2019.01.021>
- Martinez-Martin F., Corbella E., Sarasa I. i in., 2022. Effects of treatment with monacolin K, berberine and coenzyme Q10 on lipid metabolism in patients with moderate cardiovascular risk. *Semergen.* 48(6), 403–410, <https://doi.org/10.1016/j.semern.2022.04.005>
- National Center for Biotechnology Information, 2023. Berberine, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Berberine> [dostęp: 14.02.2023].

- Narodowy Fundusz Zdrowia, 2019. NFZ o zdrowiu. Cukrzyca, <https://ezdrowie.gov.pl/portal/home/badania-i-dane/zdrowe-dane/raporty/nfz-o-zdrowiu-cukrzyca> [dostęp: 14.02.2023].
- Pei C., Zhang Y., Wang P. i in., 2019. Berberine alleviates oxidized low-density lipoprotein-induced macrophage activation by downregulating galectin-3 via the NF- κ B and AMPK signaling pathways. *Phytother. Res.* 33(2), 294–308, <https://doi.org/10.1002/ptr.6217>
- Polskie Towarzystwo Diabetologiczne, 2022. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2022. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego, <https://ptdiab.pl/zalecenia-ptd/ctid> [dostęp: 15.02.2023].
- Qin J., Li Y., Cai Z. i in., 2012. A metagenome-wide association study of gut microbiota in type 2 diabetes. *Nature* 490(7418), 55–60, <https://doi.org/10.1038/nature11450>
- Sanjari M., Shamsinejad B., Khazaeli P. i in., 2020. Safety and efficacy of *Berberis integerrima* root extract in patients with type 2 diabetes. A parallel intervention based triple blind clinical trial. *J. Diabetes Metab. Disord.* 19(1), 71–80, <https://doi.org/10.1007/s40200-019-00478-z>
- Sartore G., Ragazzi E., Antonello G. i in., 2021. Effect of a new formulation of nutraceuticals as an addition to metformin monotherapy for patients with type 2 diabetes and suboptimal glycemic control, a randomized controlled trial. *Nutrients* 13(7), 2373, <https://doi.org/10.3390/nu13072373>
- Sepp E., Kolk H., Lõivukene K. i in., 2014. Higher blood glucose level associated with body mass index and gut microbiota in elderly people. *Microb. Ecol. Health. Dis.* 25(1), <https://doi.org/10.3402/mehd.v25.22857>
- Singh N., Sharma B., 2018. Toxicological effects of berberine and sanguinarine. *Front. Mol. Biosci.* 5, 21, <https://doi.org/10.3389/fmolb.2018.00021>
- Tahmasebi L., Zakerkish M., Golfakhrabadi F. i in., 2019. Randomised clinical trial of *Berberis vulgaris* root extract on glycemic and lipid parameters in type 2 diabetes mellitus patients. *Europ. J. Int. Med.* 32, 100998, <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2019.100998>
- Wan E.Y.F., Yu E.Y.T., Chin W.Y. i in., 2020. Greater variability in lipid measurements associated with cardiovascular disease and mortality, a 10-year diabetes cohort study. *Diabet. Obes. Metab.* 22(10), 1777–1788, <https://doi.org/10.1111/dom.14093>
- Wang S., Ren H., Zhong H. i in., 2022. Combined berberine and probiotic treatment as an effective regimen for improving postprandial hyperlipidemia in type 2 diabetes patients, a double blinded placebo controlled randomized study. *Gut Microbes* 14(1), 2003176, <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.2003176>
- Wu C., Zhao Y., Zhang Y. i in., 2022. Gut microbiota specifically mediates the anti-hypercholesterolemic effect of berberine (BBR) and facilitates to predict BBR's cholesterol-decreasing efficacy in patients. *J. Adv. Res.* 37, 197–208, <https://doi.org/10.1016/j.jare.2021.07.011>
- Xia T., Xu W.J., Hu Y.N. i in., 2022. Simiao Wan and its ingredients alleviate type 2 diabetes mellitus via IRS1/AKT2/FOXO1/GLUT2 signaling. *Front. Nutr.* 9, 1012961, <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1012961>
- Yagiz Y., Wang G.P., Gu L., 2022. Emulsification by vitamin E TPGS or Quillaja extract enhanced absorption of berberine without affecting its metabolism in humans. *Food Funct.* 13(23), 12135–12143, <https://doi.org/10.1039/d2fo02288e>
- Yao Y., Chen H., Yan L. i in., 2020. Berberine alleviates type 2 diabetic symptoms by altering gut microbiota and reducing aromatic amino acids. *Biomed Pharmacother.* 131, 110669, <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110669>
- Yu Y., Liu L., Wang X. i in., 2010. Modulation of glucagon-like peptide-1 release by berberine, in vivo and in vitro studies. *Biochem. Pharmacol.* 79(7), 1000–1006, <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2009.11.017>
- Yue S.J., Liu J., Wang A.T. i in., 2019. Berberine alleviates insulin resistance by reducing peripheral branched-chain amino acids. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 316(1), E73–E85, <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00256.2018>

- Zhang Y., Gu Y., Ren H. i in., 2020. Gut microbiome-related effects of berberine and probiotics on type 2 diabetes (the PREMOTe study). *Nat. Commun.* 11(1), 5015, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18414-8>
- Zhao M.M., Lu J., Li S. i in., 2021. Berberine is an insulin secretagogue targeting the KCNH6 potassium channel. *Nat. Commun.* 12(1), 5616, <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25952-2>
- Zhong Y., Jin J., Liu P. i in., 2020. Berberine attenuates hyperglycemia by inhibiting the hepatic glucagon pathway in diabetic mice. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2020, 1–8, <https://doi.org/10.1155/2020/6210526>
- Zhu L., Zhang D., Zhu H. i in., 2018. Berberine treatment increases *Akkermansia* in the gut and improves high-fat diet-induced atherosclerosis in Apoe^{-/-} mice. *Atherosclerosis* 268, 117–126, <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2017.11.023>

Bioaktywne związki pochodzące z żywności zmniejszające objawy insulinooporności

Bioactive compounds from food to reduce insulin resistance symptoms

W ciągu ostatnich lat zaobserwowano wzrost liczby chorych na cukrzycę typu 2. W 1980 roku było to około 108 mln osób, natomiast do roku 2014 liczba ta wzrosła do 422 mln ludzi. Wzrost zachorowań na cukrzycę typu 2 jest ujemnie skorelowany z dochodem danego kraju – im mniej zamożny kraj, tym więcej chorych. W przypadku Polski, w której aktualnie mieszka 37 mln ludzi, liczba chorych na cukrzycę typu 2 wynosiła ok. 2,9 mln (dane za rok 2018) [Worldometers 2023, Centrum e-Zdrowia 2019]. Te statystyki pokazują globalną skalę problemu, stąd zainteresowanie naukowców tematyką insulinooporności oraz związków z nią konsekwencji, m.in. cukrzycy typu 2 [World Health Organization 2023, Worldometers 2023, Centrum e-Zdrowia 2019].

Insulinooporność jest definiowana jako stan zmniejszonej reaktywności tkanek na działanie insuliny. Choroba ta niesie powikłania w postaci chorób metabolicznych, jak cukrzyca typu 2 czy niealkoholowe stłuszczenie wątroby (ang. non alcoholic fatty liver disease, NAFLD) oraz miażdżyca [Lee i in. 2022, Kahn 2003, Zimmet i in. 2001].

Insulinooporność poprzedza niefizjologiczne podwyższone stężenie glukozy w osoczu, co jest jednocześnie podstawowym objawem klinicznym cukrzycy typu 2. W uproszczeniu: gdy stężenie glukozy wzrasta, z wysepek Langerhansa – komórek β -trzustki, wydzielana jest insulina. Prowadzi to do hiperinsulinemii oraz wywołanej przez nią niewydolności komórek β , a w rezultacie do cukrzycy typu 2 [Lee i in. 2022, Kahn 2003, Zimmet i in. 2001].

Pomimo niepełnej wiedzy na temat mechanizmu powstawania insulinooporności znanych jest kilka przyczyn tej dysfunkcji organizmu, np. stres retikulum endoplazmatycznego, stany zapalne czy ektopowe gromadzenie lipidów w wątrobie oraz mięśniach szkieletowych [Lee i in. 2022]. Jednym z lepiej poznanych mechanizmów jest tzw. efekt inkretynowy. W skrócie – w przewodzie pokarmowym wydzielane są hormony inkretynowe, czyli glukagonopodobny peptyd 1 (ang. glucagon-like peptide-1, GLP-1) oraz glukozależny peptyd insulinotropowy (ang. gastric inhibitory polypeptide, GIP). Ich działanie polega na pobudzaniu trzustki do wydzielania insuliny, opóźnianiu opróżniania

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Studenckie Koło Naukowe Biochemików Żywności i Żywnienia, gutowskagabriela2020@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Katedra Biochemii

żołądka oraz aktywacji ośrodka sytości w mózgu. W przypadku zaburzonej gospodarki węglowodanowej dochodzi do zaburzeń w funkcjonowaniu GLP-1 oraz GIP.

Jednym z czynników wspomagających profilaktykę insulinooporności i związanych z nią powikłań jest styl życia. Obejmuje on m.in. aktywność fizyczną, odpowiednią higienę snu, modyfikację nawyków żywieniowych oraz redukcję masy ciała. Modele żywieniowe mające zastosowanie w terapii insulinooporności dotyczą diety o niskim indeksie glikemicznym, jak np. dieta śródziemnomorska [Suliburska i Kuśnierek 2010]. Dodatkowo dietę mogą wzbogacać suplementy diety lub składniki żywności, tj. witaminy, polifenole czy flawonoidy.

Celem niniejszej pracy jest przegląd badań na temat roli wybranych składników bioaktywnych pochodzących z żywności w terapii insulinooporności.

Witaminy

Ze względu na rozpuszczalność witaminy można podzielić na 2 grupy: rozpuszczalne w wodzie (witaminy z grupy B i witamina C) oraz w tłuszczach (A, D, E, K) [Czarnowska-Misztal i in. 2007, Grajek 2007].

Insulinooporność może współwystępować z niedoborem witamin, zwłaszcza wit. B₁₂ (w czasie przyjmowania metforminy) czy wit. D. Według danych 33% pacjentów przyjmujących metforminę może być narażonych na spadek witaminy B₁₂ poniżej progu referencyjnego, wynoszącego 2,4 µg/dobę dla dorosłych kobiet i mężczyzn. Sytuacja ta nasila się szczególnie u chorych poddanych operacji bariatrycznej [Jarosz i in. 2020, Infante i in. 2021]. Głównym źródłem witaminy B₁₂ są produkty pochodzenia zwierzęcego, w tym mięso, mleko, ryby, jaja i skorupiaki. Jednakże istnieją również alternatywy dla wegan w postaci fortyfikowanej żywności, do której można zaliczyć płatki śniadaniowe czy napoje roślinne [Watanabe 2007].

W przypadku witaminy D zaobserwowano występowanie jej niedoborów u osób z cukrzycą, co może być następstwem insulinooporności. Po wpływie promieniowania ultrafioletowego typu B (UVB) w skórze człowieka następuje endogenna synteza cholekalcyferolu. Proces ten rozpoczyna się od 7-dehydrocholesterolu, który ulega przemianom w naskórku. Następnie w wątrobie, pod wpływem enzymów zależnych od cytochromu P-450, zachodzą kolejne przemiany. Ostateczna, aktywna forma 1,25-dihydroksycholekalcyferolu powstaje w nerkach w wyniku kolejnych przemian [Benedik 2022]. Poza tym procesem, który stanowi główne źródło witaminy D, należy wspomnieć o żywności bogatej w tę substancję. Zaliczamy do niej: ryby (w zależności od gatunku: 5–25 µg/100 g), grzyby (21,1–58,7 µg/100 g), oleje z wątroby ryb (250 µg/100 g). Dodatkowe źródła witaminy D to ser żółty, wątroba wołowa i jaja, które dostarczają (1,3–2,9 µg/100 g), oraz ciemna czekolada, w której zawarte jest 4 µg/100 g tej witaminy. Zalecane spożycie, które wynosi 15 µg/dzień, ustalone przez Europejski Urząd do spraw Bezpieczeństwa Żywności (ang. European Food Safety Authority, EFSA), może być jednak trudne do spełnienia, w związku z tym zalecana jest suplementacja dostosowana do wieku oraz płci oparta na wcześniejszych badaniach morfologicznych i konsultacji z lekarzem [Benedik 2022]. Autorzy Norm Żywienia z 2020 r. wspominają o 2000 IU na dobę, jednakże również podkreślają istotę konsultacji badania z lekarzem [Jarosz i in. 2020].

Cynamon

Pojawia się coraz więcej badań dotyczących dobroczynnego wpływu cynamonu na pracę serca, wspomaganie leczenia cukrzycy, a także związanych z jego działaniem przeciwnowotworowym. Z cynamonu można pozyskać olejek eteryczny, który składa się w 92% z aldehydu cynamonowego, wykazującego działanie przeciwzapalne, przeciwdrobnoustrojowe oraz przeciwutleniające [Hajimonfarednejad i in. 2018].

Farrell i Antoni [2010] podają, że 70% kobiet z zespołem jajników policystycznych (ang. polycystic ovary syndrome, PCOS) cierpi na insulinooporność. Zbadano wpływ podaży cynamonu na stężenie insuliny, poziom wskaźnika insulinooporności HOMA-IR (homeostasis model assessment of insulin resistance) oraz hemoglobiny glikowanej (HbA1C) u kobiet z PCOS. Wyniki eksperymentu przedstawiono w tabeli 1 [Hajimonfarednejad i in. 2018].

Przez 12 tygodni 59 pacjentek (początkowo 66) podzielono na 2 grupy: pierwsza z nich (29 kobiet) przyjmowała 3 razy dziennie po 500 mg cynamonu w kapsułce, a druga (30 kobiet) otrzymywała placebo. Wykazano statystycznie istotne obniżenie stężenia insuliny oraz wskaźnika HOMA-IR. Wyniki dotyczące wskaźnika masy ciała (ang. body mass index, BMI) oraz HbA1C nie były statystycznie istotne. Niemniej uzyskane wyniki sugerują, że suplementacja diety cynamonem może przynieść w dłuższej perspektywie znaczące efekty w terapii insulinooporności.

Tabela 1. Wyniki badania wpływu cynamonu vs. placebo na wskaźniki insuliny, HOMA-IR, HbA1C i BMI, Hajimonfarednejad i in. [2018]

Wskaźniki	Grupy	Grupa badawcza (cynamon)	Placebo
Insulina (nIU/ml)	przed	12,41 ±13,81	9,92 ± 7,13
	po	2,91 ±3,94	6,07 ± 6,21
HOMA-IR	przed	2,64 ±2,80	2,09 ±1,55
	po	0,61 ±0,82	1,34 ±1,31
HbA1C	przed	4,95 ±0,48	4,97 ±0,54
	po	5,04 ±0,46	5,00 ±0,48
BMI (kg/m ²)	przed	27,63 ±4,30	26,09 ±4,56
	po	27,44 ±4,32	26,61 ±5,16

Morwa biała

Morwa biała (*Morus alba* L.) należy do rodziny *Moraceae* i jest powszechnie stosowana w tradycyjnej medycynie chińskiej oraz jako składnik żywności funkcjonalnej w leczeniu cukrzycy i jej powikłań [Lown i in. 2017, Riche i in. 2017]. Właściwości

terapeutyczne morwy wynikają ze składu biochemicznego tej rośliny – charakteryzuje się ona wysoką zawartością polisacharydów, flawonoidów i polifenoli [Meng i in. 2020, Zhao i in. 2019].

Przeciwutleniacze i alkaloidy (oksyresweratrol, kwercetyna i 1-deoksynojirimycyna – DNJ), które występują w morwie, wpływają pozytywnie na stan komórek β wyspepek Langerhansa, na enzymy biorące udział w metabolizmie węglowodanów oraz na tempo wchłaniania glukozy. Głównym celem dotychczasowych badań było zrozumienie sposobu, w jaki liście morwy białej wpływają na metabolizm węglowodanów, szczególnie w łagodzeniu hiperinsulinemii oraz hiperglikemii. Wnioski wskazują na potencjalne zmniejszenie ryzyka rozwoju cukrzycy typu 2 w wyniku spożycia tej rośliny. W roku 2020 przeprowadzono kolejne badanie, którego celem było znalezienie optymalnej dawki 1-deoksynojirimycyny w liściach morwy, a także ocena ich skuteczności w obniżaniu poziomu glukozy u otyłych osób z graniczną cukrzycą. Wyniki wykazały, że 12 mg DNJ było efektywną dawką w redukcji poziomu glukozy po posiłku. Sproszkowane liście morwy spożywane w postaci roztworu wodnego wykazywały korzystny wpływ na poziom glukozy na czczo i HbA1c, z niewielkimi efektami ubocznymi. Ostateczne wnioski na temat skuteczności i bezpieczeństwa wymagają jednak dalszych badań w większej populacji [Thaipitakwong i in. 2020].

Zbadano także wpływ preparatu morwowego, w tym wzbogaconego białą fasolą, na poposiłkową kontrolę glikemii u 66 osób ze stanem przedcukrzycowym; badani byli podzieleni na grupę badawczą oraz placebo. Wykazano, że spożycie 4,5 g mieszanki morwy i fasoli białej miało korzystny wpływ na kontrolę poziomu glukozy u osób z prediabetycznym stanem. W grupie spożywającej mieszankę preparat zmniejszał odpowiedź po posiłku na poziomy glukozy, insuliny i peptydu C w porównaniu z grupą kontrolną. Jednakże długoterminowe parametry biochemiczne HOMA-IR oraz HbA1c nie zmieniły się znacząco, być może ze względu na krótki czas trwania eksperymentu (do 12 tygodni). Dlatego potrzebne są dalsze, długoterminowe badania w celu stwierdzenia, czy suplementacja preparatami morwy może istotnie zmniejszyć insulinooporność [Thaipitakwong i in. 2020, Liu i in. 2020].

Berberyna

Berberyna to czwartorzędowy alkaloid benzylochinolinowy obecny w korzeniu, kłączu, łodydze, owocach i korze różnych gatunków roślin, takich jak berberys europejski (*Berberis vulgaris*) oraz gorknik kanadyjski (*Hydrastis canadensis*) [Liu i in. 2016].

Badano wpływ suplementacji berberyny z sylimaryną na stężenie glukozy u pacjentów na czczo. Pacjentom podawano 1176 mg berberyny oraz 210 mg sylimaryny na dzień przez 3 miesiące. Po przeprowadzonym doświadczeniu zauważono poprawę wrażliwości na insulinę oraz obniżenie glukozy na czczo w porównaniu z grupą przyjmującą placebo, ze wskazaniem, że suplementacja powinna trwać co najmniej 3 miesiące [Derosa i in. 2013].

Redukcja masy ciała może się przyczynić do zmniejszenia prawdopodobieństwa rozwoju insulinooporności, a w efekcie cukrzycy typu 2 [Ye i in. 2021, Fogacci i in. 2019]. Badania wykazały, że berberyna wpływa na zmniejszenie nadwagi średnio o 2,07 kg przy obniżeniu BMI o 0,47 kg/m² oraz redukcji obwodu talii o 1,08 cm. Było

to efektem suplementacji berberyną (od 300 do 1000 mg/dzień), trwającej 12–14 tygodni. Niemniej nie uzyskano jednoznacznych dowodów do rekomendacji takich zaleceń pacjentom [Asbaghi i in. 2020].

Resweratrol

Resweratrol jest polifenolem występującym w wielu roślinach, w tym w winogronach, orzechach, a także w czerwonym winie. Jest znany ze swoich właściwości przeciwutleniających, przeciwzapalnych i przeciwnowotworowych. W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań na temat wpływu resweratrolu na zmniejszenie insulinooporności [Timmers i in. 2011]

Jednym mechanizmem, dzięki któremu resweratrol wpływa na insulinooporność, jest aktywacja białka sirtuiny 1 (SIRT1). Białko to reguluje wiele procesów metabolicznych, w tym przemianę glukozy i tłuszczów. Badania wykazały, że resweratrol poprawia wrażliwość na insulinę poprzez zwiększenie ekspresji SIRT1, co prowadzi do zwiększenia wychwytu glukozy oraz przyspieszenia metabolizmu tłuszczowców [Ghanim i in. 2010, Stefanowicz i in. 2015].

Zhang i in. [2021] wykazali, że resweratrol może wpływać na poprawę parametrów biochemicznych u osób chorych na cukrzycę typu 2, wyrównując stężenie glukozy oraz insuliny na czczo. Czas trwania badań wynosił 8 tygodni, a przyjmowana dawka resweratrolu to 500 mg na dzień w formie suplementu. Zaobserwowano także zmniejszenie stężenia wskaźników HbA1c oraz HOMA-IR [Zhang i in. 2021].

Podsumowanie

Reasumując, insulinooporność to choroba, która nieleczone może nieść ze sobą powikłania, począwszy od cukrzycy, a skończywszy na chorobach układu krążenia. Dieta ograniczająca spożycie węglowodanów prostych z niskim ładunkiem glikemicznym oraz umiarkowana aktywność fizyczna mogą być pomocne w profilaktyce tego schorzenia. Nie bez znaczenia są omówione wyżej składniki bioaktywne. Niemniej suplementacja diety tymi składnikami powinna być prowadzona pod nadzorem lekarza i dietetyka.

Bibliografia

- Asbaghi O., Ghanbari N., Shekari M. i in., 2020. The effect of berberine supplementation on obesity parameters, inflammation and liver function enzymes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin. Nutr. ESPEN* 38, 43–49, <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.04.010>
- Benedik E., 2022. Sources of vitamin D for humans. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 92(2), 118–125, <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000733>
- Centrum e-Zdrowia, 2019. Cukrzyca w liczbach, <https://pacjent.gov.pl/arttykul/cukrzyca-w-liczbach/> [dostęp: 6.07.2023].
- Czarnowska-Misztal E., Kunachowicz H., Turlejska H., 2007. *Zasady żywienia człowieka*. WSiP, Warszawa.

- Derosa G., Bonaventura A., Bianchi L. i in., 2013. *Berberis aristata/Silybum marianum* fixed combination on lipid profile and insulin secretion in dyslipidemic patients. *Expert Opin. Biol. Ther.* 13(11), 1495–506, <https://doi.org/10.1517/14712598.2013.832751>
- Farrell K., Antoni M.H., 2010. Insulin resistance, obesity, inflammation, and depression in polycystic ovary syndrome: biobehavioral mechanisms and interventions. *Fertil. Steril.* 94(5), 1565–1574, <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2010.03.081>
- Fogacci F., Grassi D., Rizzo M. i in., 2019. Metabolic effect of berberine-silymarin association: a meta-analysis of randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trials. *Phytother. Res.* 33(4), 862–870, <https://doi.org/10.1002/ptr.6282>
- Ghanim H., Sia C.L., Abuaysheh S. i in., 2010. An antiinflammatory and reactive oxygen species suppressive effects of an extract of *Polygonum cuspidatum* containing resveratrol. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 95(9), E1–8, <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0482>
- Grajek W., 2007. Przeciwnutleniające w żywności. Aspekty technologiczne, molekularne i analityczne. Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa.
- Hajimonfarednejad M., Nimrouzi M., Heydari M. i in., 2018. Insulin resistance improvement by cinnamon powder in polycystic ovary syndrome: a randomized double-blind placebo controlled clinical trial. *Phytother. Res.* 32(2), 276–283, <https://doi.org/10.1002/ptr.5970>
- Infante M., Leoni M., Caprio M. i in., 2021. Long-term metformin therapy and vitamin B12 deficiency: An association to bear in mind. *World J. Diabet.* 12(7), 916–931, <https://doi.org/10.4239/wjd.v12.i7.916>
- Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J. (red.), 2020. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. NIZP–PZH, Warszawa.
- Kahn S.E., 2003. The relative contributions of insulin resistance and beta-cell dysfunction to the pathophysiology of type 2 diabetes. *Diabetologia* 46(1), 3–19, <https://doi.org/10.1007/s00125-002-1009-0>
- Lee S.H., Park S.Y., Choi C.S., 2022. Insulin resistance: from mechanisms to therapeutic strategies. *Diabetes Metab. J.* 46(1), 15–37, <https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0280>
- Liu C.S., Zheng Y.R., Zhang Y.F. i in., 2016. Research progress on berberine with a special focus on its oral bioavailability. *Fitoterapia* 109, 274–282, <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.02.001>
- Liu Y., Zhang J., Guo H. i in., 2020. Effects of mulberry leaf and white kidney bean extract mix on postprandial glycaemic control in pre-diabetic subjects aged 45–65 years: a randomized controlled trial. *J. Function. Foods* 73, 104117, <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104117>
- Lown M., Fuller R., Lightowler H. i in., 2017. Mulberry-extract improves glucose tolerance and decreases insulin concentrations in normoglycaemic adults: results of a randomised double-blind placebo-controlled study. *PLoS One* 12(2), e0172239, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172239>
- Meng Q., Qi X., Fu Y. i in., 2020. Flavonoids extracted from mulberry (*Morus alba* L.) leaf improve skeletal muscle mitochondrial function by activating AMPK in type 2 diabetes. *J. Ethnopharmacol.* 248, 112326, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112326>
- Riche D.M., Riche K.D., East H.E. i in., 2017. Impact of mulberry leaf extract on type 2 diabetes (Mul-DM): a randomized, placebo-controlled pilot study. *Complement. Ther. Med.* 32, 105–108, <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.04.006>
- Stefanowicz M., Strączkowski M., Karczewska-Kupczewska M., 2015. Rola SIRT1 w patogenezie insulinooporności mięśni szkieletowych. *Post. Hig. Med. Dośw.* 69, 63–68.
- Suliburska J., Kuśnierek J., 2010. Czynniki żywieniowe i pozażywieniowe w rozwoju insulinooporności. *Forum Zab. Metab.* 1(3), 177–183.
- Thaipitakwong T., Supasyndh O., Rasmi Y. i in., 2020. A randomized controlled study of dose-finding, efficacy, and safety of mulberry leaves on glycemic profiles in obese persons with borderline diabetes. *Complement. Ther. Med.* 49, 102292, <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102292>

- Timmers S., Konings E., Bilet L. i in., 2011. Calorie restriction-like effects of 30 days of resveratrol supplementation on energy metabolism and metabolic profile in obese humans. *Cell Metab.* 14(5), 612–622, <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2011.10.002>
- World Health Organization, 2023. Diabetes. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes> [dostęp: 6.07.2023].
- Worldometers, 2023. <https://www.worldometers.info/world-population/> [dostęp: 6.07.2023].
- Watanabe F., 2007. Vitamin B12 sources and bioavailability. *Exp. Biol. Med. (Maywood)* 232(10), 1266–1274, <https://doi.org/10.3181/0703-MR-67>
- Ye Y., Liu X., Wu N. i in., 2021. Efficacy and safety of berberine alone for several metabolic disorders: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Front. Pharmacol.* 12, 653887, <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.653887>
- Zhang T., He Q., Liu Y. i in., 2021. Efficacy and safety of resveratrol supplements on blood lipid and blood glucose control in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Evid. Based. Complement. Alternat. Med.* 2021, 5644171, <https://doi.org/10.1155/2021/5644171>
- Zhao X., Yang R., Bi Y. i in., 2019. Effects of dietary supplementation with mulberry (*morus alba* l.) leaf polysaccharides on immune parameters of weanling pigs. *Animals (Basel)* 10(1), 35, <https://doi.org/10.3390/ani10010035>
- Zimmet P., Alberti K.G., Shaw J., 2001. Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature* 414(6865), 782–787, <https://doi.org/10.1038/414782a>

Jakub Iskra¹, Klaudia Ręclawowicz¹, Agnieszka Woźniak¹,
Kacper Pofelski¹, Paweł Żółkiewski²

Kuchnia śródziemnomorska – przepis na długowieczność i zdrowe życie

Mediterranean cuisine – a recipe for longevity and healthy life

Dieta to ogólny termin oznaczający zestaw pokarmów spożywanych przez człowieka w celu utrzymania zdrowia, redukcji masy ciała czy poprawy stanu zdrowia. W ostatnim czasie powstało kilka diet, które zyskały na popularności, np. dieta paleo, która opiera się na produktach spożywanych przez naszych paleolitycznych przodków, czy dieta wegetariańska, w której eliminuje się mięso lub ogranicza je do poszczególnych gatunków. W ostatnim czasie bardzo dużym zainteresowaniem może poszczycić się dieta śródziemnomorska, powszechnie uważana za jedną z najzdrowszych diet na świecie. Z jej stosowania wynika wiele korzyści zdrowotnych. Ma ona wpływ na zwiększenie odporności oraz obniża ryzyko zachorowania na choroby cywilizacyjne, takie jak otyłość, cukrzyca, choroby wieńcowe oraz nowotwory [Castro-Quezada i in. 2014, García-Fernández i in. 2014, Davis i in. 2015, D’Innocenzo i in. 2019, Mentella i in. 2019]. Dieta śródziemnomorska opiera się głównie na produktach sezonowych i lokalnych, a w największej mierze jest uwarunkowana przez panujący klimat oraz lokalną kulturę. Swoje korzenie ma w czasach starożytnej Grecji i Rzymu oraz w Jordanii i Egipcie. Ale dieta to nie wszystko, ponieważ w osiągnięciu długowieczności (średnia wieku w krajach śródziemnomorskich waha się w granicach 83–85 lat) i pielęgnowaniu zdrowego życia mieszkańców terenu basenu Morza Śródziemnego bardzo dużą rolę odgrywają aktywność fizyczna oraz kontakty towarzyskie, które w dużym stopniu wpływają na późniejsze świadome wybory produktów i pokarmów oraz edukację żywieniową. Głównym celem pracy jest ukazanie kuchni śródziemnomorskiej jako środka przyczyniającego się do przedłużenia życia oraz poprawienia zdrowia człowieka.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Studenckie Koło Naukowe NOZiB, Sekcja Ekologicznej Produkcji Żywności, jan38477@gmail.com

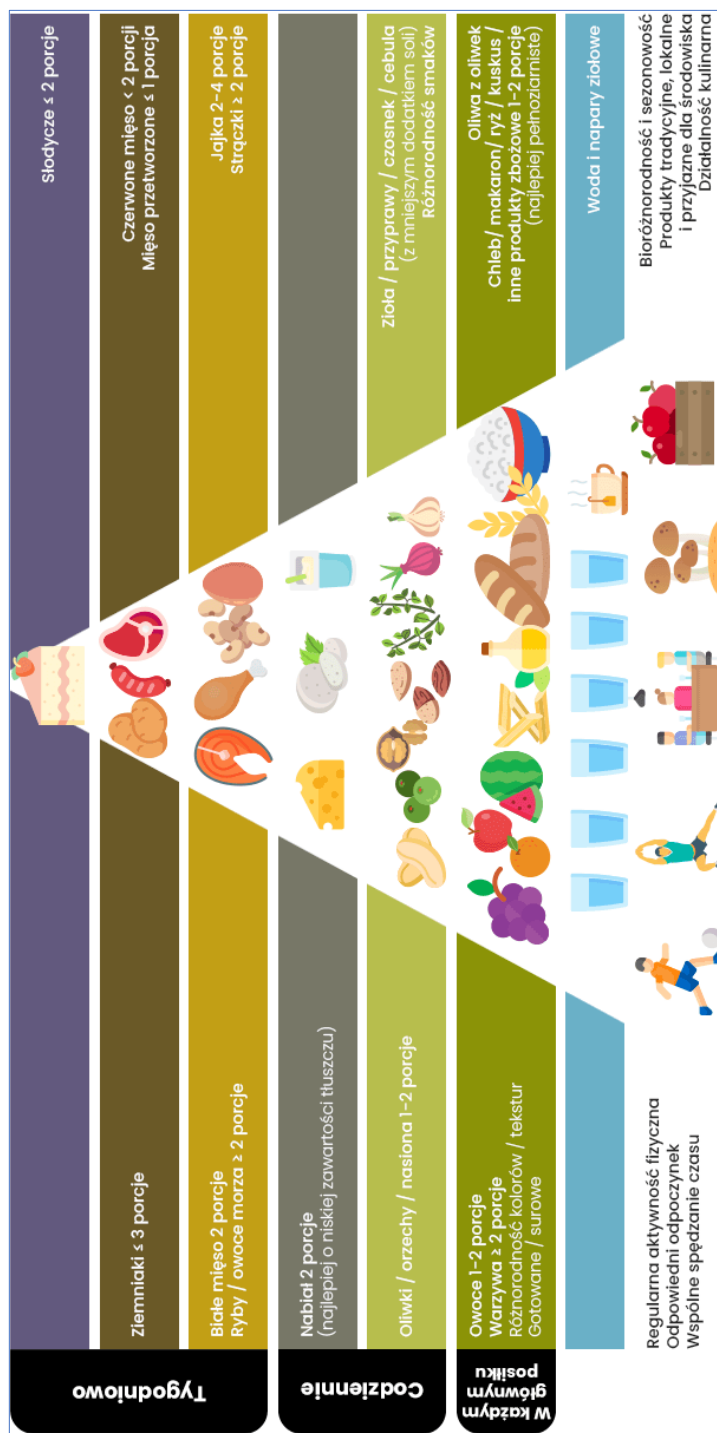
² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

Piramida żywienia diety śródziemnomorskiej

Dieta śródziemnomorska stała się szeroko znana światowej opinii publicznej po konferencji w Cambridge (Massachusetts, USA) w 1993 roku, kiedy jej współczesne zalecenia zostały przedstawione wizualnie za pomocą piramidy MedDiet. Trzeba jednak podkreślić istotne zdanie Martínez-González i in. [2017], mówiące o tym, że dieta w stylu śródziemnomorskim to raczej zbiór nawyków żywieniowych tradycyjnie stosowanych przez mieszkańców różnych krajów leżących nad Morzem Śródziemnym. Nie ulega wątpliwości, że nie istnieje jeden schemat diety – zwyczaje żywieniowe w krajach leżących nad Morzem Śródziemnym znacznie się różnią, nawet w obrębie tego samego kraju. Dlatego też dieta śródziemnomorska powinna być traktowana zarówno jako wzór żywieniowy, jak i zintegrowany sposób życia, w którym żywność stanowi tylko jeden z istotnych elementów wraz z kulturą, wierzeniami i przyjemnością [Davis i in. 2015].

Na początku lat 60. charakterystyczne dla diety śródziemnomorskiej były m.in.: obfitość pokarmu roślinnego (owoce, warzywa, pieczywo, zboża, ziemniaki, fasola, orzechy i nasiona); żywność minimalnie przetworzona, sezonowa i lokalnie uprawiana; świeże owoce jako typowy codzienny deser, a komercyjne słodczyki kilka razy w tygodniu; oliwa z oliwek jako główne źródło tłuszczu; produkty mleczne (głównie sery i jogurty) jedzone codziennie w małych lub umiarkowanych ilościach; drobne porcje ryb i drobiu; do 4 jaj tygodniowo; czerwone mięso oraz wino jako nieczęste dodatki, zwykle z posiłkami [Russo i in. 2021, Trichopoulou 2001]. Cechą charakterystyczną, którą warto podkreślić, jest niska podaż nasyconych kwasów tłuszczowych (mniej niż 7–8%), podczas gdy całkowite spożycie tłuszczu wahało się w szerokim zakresie od mniej niż 20% do ponad 35% całkowitego spożycia kalorii, w zależności od regionu geograficznego.

Współczesną piramidę diety śródziemnomorskiej przedstawiono na rycinie 1. Została podzielona na grupy pokarmów wraz z rekomendacją co do częstotliwości spożycia. Na samym dole piramidy znajdują się warzywa, owoce, warzywa strączkowe i zboża – pokarmy, na których powinien opierać się każdy posiłek i które zaleca się spożywać w 4–5 porcjach w ciągu dnia. Ryby i owoce morza należy jeść często, przynajmniej 2 razy w tygodniu. Drób, jajka, sery oraz jogurty powinny być spożywane w umiarkowanych porcjach, codziennie lub co tydzień. Rzadziej zjada się mięso czerwone i tłuste wędliny oraz słodczyki. Piramida kładzie nacisk na zrównoważenie spożycia energii z żywieniem z energią wydawaną poprzez codzienną aktywność fizyczną. Wielkości porcji, czyli ilość każdego pokarmu, należy dostosować do indywidualnych potrzeb. Nie jest to restrykcyjna dieta, w której podkreśla się lub pomija niektóre składniki odżywcze bądź pokarmy. W diecie tej zwraca się uwagę na wysoką jakość, a nie ilość składników odżywczych, na ich różnorodność, a smak oraz sytość są głównymi cechami tego sposobu żywienia. Podkreśla się harmonię i równowagę pomiędzy tłuszczami nienasyconymi i nasyconymi, węglowodanami złożonymi oraz cukrami prostymi. Wreszcie koncepcja diety śródziemnomorskiej obejmuje aktywność fizyczną poprzez wykonywanie codziennych obowiązków i silne poczucie wspólnoty. Te aspekty nie są bezpośrednio związane z samą dietą, ale uzupełniają śródziemnomorską teorię żywienia jako styl życia promujący zdrowie w sposób całościowy i powszechny [Diolintzi i in. 2019].



Ryc. 1. Piramida żywienia w diecie śródziemnomorskiej [Drożdż 2022]

Kluczowe składniki diety

Pomimo istniejących regionalnych różnic w podejściu społeczeństwa do diety śródziemnomorskiej istnieje jednocześnie kilka kluczowych składników charakterystycznych dla tego sposobu odżywiania, bez których trudno byłoby uzyskać efekty zdrowotne.

Oliwa z oliwek

Kuchnia i dieta śródziemnomorska są ściśle związane z wyjątkowym klimatem występującym na tym terenie. Łagodne zimy oraz ciepłe lata zmuszają ludność do spożywania posiłków o małej zawartości tłuszczów nasyconych oraz ograniczenia wysokoenergetycznych dań. Głównym źródłem tłuszczu powinna być wysokiej jakości oliwa z oliwek. Prozdrowotne właściwości oliwy sprawiają, że dieta mieszkańców basenu Morza Śródziemnego jest polecana przez lekarzy oraz dietetyków. Zaleca się spożywanie oliwy zarówno na surowo, jak i do przygotowywania dań na ciepło, należy jednak pamiętać, żeby nie przekraczać temperatury 180°C. Najwartościowszą oliwę uzyskuje się w wyniku pierwszego tłoczenia dojrzałych owoców na zimno, tzw. extra virgin. Dietę śródziemnomorską charakteryzuje konsumpcja jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, które w oliwie z oliwek sięgają nawet 85% zawartości [Jimenez-Lopez i in. 2020]. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe są mniej podatne na utlenianie niż trans lub wielonienasycone kwasy tłuszczowe ze względu na swoją strukturę chemiczną, w której tylko jedno wiązanie podwójne jest uważane za podatne na uszkodzenia spowodowane przez wolne rodniki. Oliwa z oliwek jest również bogata w przeciwutleniacze, w tym tokoferol, hydroksytyrozol czy oleuropeinę, oraz sterole obniżające poziom LDL (ang. low-density lipoprotein) na korzyść poziomu HDL (ang. high-density lipoprotein) oraz mogą korzystnie wpływać na ekspresję genów związanych z rozwojem miażdżycy. Jednocześnie jest cennym źródłem naturalnej witaminy E oraz prowitaminy A. Powinna być stosowana przez osoby chore na cukrzycę – doskonale asymiluje cukry i wyrównuje ich poziom we krwi oraz chroni je przed zachorowaniem na zaćmę [Viruso i in. 2014, Gambino i in. 2017, Nocella i in. 2017, Flori i in. 2020, 2019, Cuffaro i in. 2023].

Kluczowe składniki diety

Pomimo istniejących regionalnych różnic w podejściu społeczeństwa do diety śródziemnomorskiej istnieje jednocześnie kilka kluczowych składników charakterystycznych dla tego sposobu odżywiania, bez których trudno byłoby uzyskać efekty zdrowotne.

Oliwa z oliwek

Kuchnia i dieta śródziemnomorska są ściśle związane z wyjątkowym klimatem występującym na tym terenie. Łagodne zimy oraz ciepłe lata zmuszają ludność do spożywania posiłków o małej zawartości tłuszczów nasyconych oraz ograniczenia wysokoenergetycznych dań. Głównym źródłem tłuszczu powinna być wysokiej jakości oliwa z oliwek. Prozdrowotne właściwości oliwy sprawiają, że dieta mieszkańców basenu Morza Śródziemnego jest polecana przez lekarzy oraz dietetyków. Zaleca się spożywanie oliwy zarówno na surowo, jak i do przygotowywania dań na ciepło, należy jednak pamiętać, żeby nie przekraczać temperatury 180°C. Najwartościowszą oliwę uzyskuje się w wyniku pierwszego tłoczenia dojrzałych owoców na zimno, tzw. extra virgin. Dietę śródziemnomorską charakteryzuje konsumpcja jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, które w oliwie z oliwek sięgają nawet 85% zawartości [Jimenez-Lopez i in. 2020]. Jednonienasycone kwasy tłuszczowe są mniej podatne na utlenianie niż trans lub wielonienasycone kwasy tłuszczowe ze względu na swoją strukturę chemiczną, w której tylko jedno wiązanie podwójne jest uważane za podatne na uszkodzenia spowodowane przez wolne rodniki. Oliwa z oliwek jest również bogata w przeciwutleniacze, w tym tokoferol, hydroksytyrozol czy oleuropeinę, oraz sterole obniżające poziom LDL (ang. low-density lipoprotein) na korzyść poziomu HDL (ang. high-density lipoprotein) oraz mogą korzystnie wpływać na ekspresję genów związanych z rozwojem miażdżycy. Jednocześnie jest



Ryc. 2. Schemat korzystnych i zdrowotnych efektów włączenia oliwy z oliwek do diety śródziemnomorskiej [Jimenez-Lopez i in. 2020]

cennym źródłem naturalnej witaminy E oraz prowitaminy A. Powinna być stosowana przez osoby chore na cukrzycę – doskonale asymiluje cukry i wyrównuje ich poziom we krwi oraz chroni je przed zachorowaniem na zaćmę [Viruso i in. 2014, Gambino i in. 2017, Nocella i in. 2017, Flori i in. 2020, 2019, Cuffaro i in. 2023].

Warzywa i owoce

Podstawowym elementem diety są również warzywa i owoce, zwłaszcza te sezonowe, świeże, pochodzące z lokalnej uprawy. W regionie śródziemnomorskim codziennymi elementami diety są warzywa duszone na oliwie, świeże sałatki oraz owoce, które często podawane są jako naturalny deser. Warzywa i owoce dostarczają antyoksydantów, znacznych ilości błonnika oraz witamin i minerałów. Błonnik jest niezbędny dla zdrowia jelit, a jednocześnie pomaga zwiększyć uczucie sytości po posiłku i opóźnia uczucie głodu. Większość warzyw zawiera nierozpuszczalny błonnik, podczas gdy owoce mają błonnik rozpuszczalny. Oba związki są kluczowe dla funkcjonowania mikrobioty jelitowej człowieka – przyspieszają perystaltykę jelit, przyczyniają się do rozwoju korzystnych bakterii jelitowych, zmniejszają wchłanianie cholesterolu i trójglicerydów. Według badań Aune i in. [2011] błonnik może zapobiegać wielu chorobom, w tym nowotworom przewodu pokarmowego, a w największym stopniu nowotworom jelita grubego. Dodatkowo owoce i warzywa obfitują w fitoskładniki, takie jak fenole, flawonoidy i antocyjany zapewniające ochronę przed stresem oksydacyjnym, oraz przeciwdziałają powstawaniu stanów zapalnych.

Ryby i owoce morza

Ryby i owoce morza są nieodłączną częścią diety śródziemnomorskiej ze względu na łatwy dostęp do darów morza. Ich mięso jest bogate w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe omega-3, których pozytywne działanie potwierdzono w wielu badaniach. Według badań Roche i Gibneya [2000] spożycie kwasów tłuszczowych omega-3 pomaga obniżyć poziom trójglicerydów we krwi, a regularne przyjmowanie ich z pożywieniem zmniejsza ryzyko zawałów serca. Wykazano, że możliwe jest ich działanie przeciwnowotworowe [Caygill i Hill 1995]. Badanie epidemiologiczne Cardio2000 wykazało, że spożycie ryb w ilości około 150 g tygodniowo wiązało się z niższym o 38% prawdopodobieństwem wystąpienia ostrego zespołu wieńcowego w porównaniu z brakiem spożycia ryb [Panagiotakos i in. 2005]. Ryby morskie są również bogatym źródłem jodu, który pomaga ludziom zmagającym się z niedoczynnością tarczycy [Qi i in. 2008].

Wino

Wino odgrywa dużą rolę społeczno-kulturową w regionie śródziemnomorskim. Jeśli jest spożywane z umiarem, wykazuje działanie prozdrowotne. Europejskie Towarzystwo Kardiologiczne (ESC) oraz Narodowy Instytut ds. Alkoholizmu i Nadużywania Alkoholu (NIAAA) w Stanach Zjednoczonych zalecają codzienne spożycie jednej lampki

wina przez kobiety i dwóch przez mężczyzn. W krajach śródziemnomorskich ze starożytności znany jest rytuał rozcieńczania wina z wodą. Wino z dodatkiem owoców cytrusowych lub zmieszane z wodą pozwala lepiej nawodnić organizm. W diecie śródziemnomorskiej zdecydowanie częściej sięga się po zdrowsze od białego wino czerwone, gdyż do jego produkcji wykorzystuje się całe grona winogron, razem ze skórką, pestkami i szypułkami. Wino czerwone bogate jest w antyoksydanty, polifenole oraz flawonoidy. Antyoksydanty przeciwdziałają starzeniu się skóry oraz zapobiegają chorobom cywilizacyjnym, takim jak otyłość czy depresja. Badania wykazały, że umiarkowane spożycie wina – od 2 do 7 kieliszków tygodniowo – było istotnie związane z niższym o 32% ryzykiem depresji, jednak intensywne picie mogło ją nasilać [Gea i in. 2013]. Szereg badań epidemiologicznych, klinicznych i doświadczeń na zwierzętach wykazał, że polifenole zawarte w winie przyczyniają się do zapobiegania różnym chorobom zwyrodnieniowym, w tym chorobom układu krążenia. Wiele badań klinicznych wykazało, że umiarkowane spożycie czerwonego wina skutkuje zmniejszonym ryzykiem chorób sercowo-naczyniowych poprzez redukcję stresu oksydacyjnego [Renaud i de Lorgeril 1992, German i Walzem 2000, Morton i in. 2000, Micalef i in. 2007, Grønbaek 2008]. W winie znajdziemy też flawonoidy chroniące przed chorobą niedokrwienną serca, a ich ważnym działaniem jest wychwytywanie wolnych rodników [Formica i Regelson 1995, Hertog i in. 1995, Rice-evans i in. 1995, Korkina i Afanas'Ev 1996, Nijveldt i in. 2001].

Ogólne korzyści zdrowotne wynikające ze stosowania diety śródziemnomorskiej opisuje wiele badań naukowych. Seven Countries Study, kierowane przez Ancelę Keysa, to pierwsze na świecie badanie epidemiologiczne, w którym badano związki pomiędzy dietą, stylem życia, chorobą niedokrwienną serca i udarem mózgu [Trichopoulou i Vasilopoulou 2000]. W niniejszym badaniu udowodniono, że istnieje silna dodatnia korelacja między występowaniem chorób wieńcowych i związaną z nimi śmiertelnością a stężeniem cholesterolu we krwi oraz spożyciem nasyconych kwasów tłuszczowych. Ujemną natomiast korelację obserwowano między spożyciem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych a tymi schorzeniami. Wykazano również, że najwyższą długością życia i najrzadszym występowaniem chorób układu sercowo-naczyniowego charakteryzują się mieszkańcy basenu Morza Śródziemnego i Japonii. W kontekście omawianego tematu podkreślono znaczenie regularnej aktywności fizycznej, która w znacznym stopniu wpływa na ogólne samopoczucie organizmu oraz redukuje ryzyko występowania chorób. Mnogość bodźców dostarczanych do organizmu podczas aktywności fizycznej stymuluje mózg oraz zwiększa ilość połączeń nerwowych. Ludzie uprawiający sport rzadziej zmagają się z demencją oraz chorobą Alzheimera [Diolintzi i in. 2019, Trichopoulou i Vasilopoulou 2000].

Podsumowanie



Dieta śródziemnomorska od długiego czasu zajmuje czołowe miejsca w rankingu najzdrowszych diet na świecie. Doceniana przez badaczy za swoje korzystne właściwości zdrowotne, wyróżnia się tym, że nie jest restrykcyjna i pozwala na różnorodność produktów spożywczych. Czy jest to prawdziwa rewolucja oraz tajemnica zdrowego i długiego życia? Bez wątpienia tak, jednak prawdziwy sekret kryje się w stylu życia mieszkańców regionu Morza Śródziemnego. Ważna jest rodzina i przekazywana z pokolenia na poko-

lenie wiedza o zdrowym odżywianiu. To właśnie te czynniki sprawiają, że dieta śródziemnomorska wyróżnia się spośród innych popularnych diet. Jest odpowiednio zrównoważona i zapewnia wszystkie niezbędne składniki odżywcze, co przyczynia się do zdrowego i pełnego życia.

Bibliografia

- Aune D., Chan D.S.M., Lau R. i in., 2011. Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: Systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 343(7833), <https://doi.org/10.1136/bmj.d6617>
- Castro-Quezada I., Román-Viñas B., Serra-Majem L., 2014. The mediterranean diet and nutritional adequacy: a review. *Nutrients* 6(1), 231–248, <https://doi.org/10.3390/nu6010231>
- Caygill C.P.J., Hill M.J., 1995. Fish, n-3 fatty acids and human colorectal and breast cancer mortality. *Eur. J. Cancer Prev.* 4(4), 329–332, <https://doi.org/10.1097/00008469-199508000-00008>
- Cuffaro D., Bertini S., Macchia M. i in., 2023. Enhanced nutraceutical properties of extra virgin olive oil extract by olive leaf enrichment. *Nutrients* 15(5), 1073, <https://doi.org/10.3390/nu15051073>
- Davis C., Bryan J., Hodgson J. i in., 2015. Definition of the mediterranean diet: a literature review. *Nutrients* 7(11), 9139–9153, <https://doi.org/10.3390/nu7115459>
- D’Innocenzo S., Biagi C., Lanari M., 2019. Obesity and the mediterranean diet: a review of evidence of the role and sustainability of the mediterranean diet. *Nutrients* 11(6), e95, <https://doi.org/10.3390/nu11061306>
- Diolintzi A., Panagiotakos D.B., Sidossis L.S., 2019. From Mediterranean diet to Mediterranean lifestyle: a narrative review. *Publ. Health Nutr.* 22(14), 2703–2713, <https://doi.org/10.1017/S1368980019000612>
- Drożdż P., 2022. Dieta śródziemnomorska – jadłospis, produkty zalecane, zasady i efekty. <https://dietetykanienazarty.pl/b/dieta-sroziemnomorska-jadlospis-produkty-zalecane-zasady-efekty> [dostęp:17.02.2022].
- Flori L., Donnini S., Calderone V. i in., 2019. The nutraceutical value of olive oil and its bioactive constituents on the cardiovascular system. Focusing on main strategies to slow down its quality decay during production and storage. *Nutrients* 11(9), 1962, <https://doi.org/10.3390/nu11091962>
- Flori L., Macaluso M., Taglieri I. i in., 2020. Development of fortified citrus olive oils: from their production to their nutraceutical properties on the cardiovascular system. *Nutrients* 12(6), 1557, <https://doi.org/10.3390/nu12061557>
- Formica J.V., Regelson W., 1995. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food Chem. Toxicol.* 33(12), 1061–1080, [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(95\)00077-1](https://doi.org/10.1016/0278-6915(95)00077-1)
- Gambino C.M., Accardi G., Aiello A. i in., 2017. Effect of extra virgin olive oil and table olives on the immune inflammatory responses: potential clinical applications. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets* 18(1), 14–22, <https://doi.org/10.2174/1871530317666171114113822>
- García-Fernández E., Rico-Cabanas L., Estruch R. i in., 2014. Mediterranean diet and cardiometabolicity: a review. *Nutrients* 6(9), 3474–3500, <https://doi.org/10.3390/nu6093474>
- Gea A., Beunza J.J., Estruch R. i in., 2013. Alcohol intake, wine consumption and the development of depression: the PREDIMED study. *BMC Med* 11(1), 192, <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-192>
- German J.B., Walzem R.L., 2000. The health benefits of wine. *Ann. Rev. Nutr.* 20, 561–593, <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.20.1.561>
- Grønbaek M., 2008. Factors influencing the relation between alcohol and mortality – with focus on wine. *J. Int. Med.* 250(4), 291–308, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2001.00885.x>

- Hertog M.G.L., Kromhout D., Aravanis C. i in., 1995. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch. Int. Med.* 155(4), 381–386, <https://doi.org/10.1001/archinte.1995.00430040053006>
- Jimenez-Lopez C., Carpena M., Lourenço-Lopes C. i in., 2020. Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil. *Foods* 9(8), 1014, <https://doi.org/10.3390/foods9081014>
- Korkina L.G., Afanas'Ev I.B., 1996. Antioxidant and chelating properties of flavonoids. *Adv. Pharm.* 38(C), 151–163, [https://doi.org/10.1016/S1054-3589\(08\)60983-7](https://doi.org/10.1016/S1054-3589(08)60983-7)
- Martínez-González M.Á., Hershey M.S., Zazpe I. i in., 2017. Transferability of the Mediterranean diet to non-Mediterranean countries. What is and what is not the Mediterranean diet. *Nutrients* 9(11), 1226, <https://doi.org/10.3390/nu9111226>
- Mentella M.C., Scadaferri F., Ricci C. i in., 2019. Cancer and mediterranean diet: a review. *Nutrients* 11(9), 2059, <https://doi.org/10.3390/nu11092059>
- Micallef M., Lexis L., Lewandowski P., 2007. Red wine consumption increases antioxidant status and decreases oxidative stress in the circulation of both young and old humans. *Nutr. J.* 6, 27, <https://doi.org/10.1186/1475-2891-6-27>
- Morton L.W., Caccetta R.A.A., Puddey I.B. i in., 2000. Chemistry and biological effects of dietary phenolic compounds: relevance to cardiovascular disease. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* (3), 152–159, <https://doi.org/10.1046/j.1440-1681.2000.03214.x>
- Nijveldt R.J., Van Nood E., Van Hoorn D.E.C. i in., 2001. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am. J. Clin. Nutr.* 74(4), 418–425, <https://doi.org/10.1093/ajcn/74.4.418>
- Nocella C., Cammisotto V., Fianchini L. i in., 2017. Extra virgin olive oil and cardiovascular diseases: benefits for human health. *Endocrine Metab. Immune Disord. Drug Targets* 18(1), 4–13, <https://doi.org/10.2174/1871530317666171114121533>
- Panagiotakos D.B., Pitsavos C., Zampelas A. i in., 2005. The relationship between fish consumption and the risk of developing acute coronary syndromes among smokers: the CARDIO2000 case-control study. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.* 15(6), 402–409, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2005.04.003>
- Qi K., Fan C., Jiang J. i in., 2008. Omega-3 fatty acid containing diets decrease plasma triglyceride concentrations in mice by reducing endogenous triglyceride synthesis and enhancing the blood clearance of triglyceride-rich particles. *Clin. Nutr.* 27(3), 424–430, <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2008.02.001>
- Renaud S., de Lorgeril M., 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet* 339(8808), 1523–1526, [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)91277-F](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)91277-F)
- Rice-evans C.A., Miller N.J., Bolwell P.G. i in., 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic. Res.* 22(4), <https://doi.org/10.3109/10715769509145649>
- Roche H.M., Gibney M.J., 2000. Effect of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids on fasting and postprandial triacylglycerol metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 71(1), 232S–237S, <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.1.232s>
- Russo G.L., Siani A., Fogliano V. i in., 2021. The Mediterranean diet from past to future: Key concepts from the second „Ancel Keys” International Seminar. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.* 31(3), 717–732, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.12.020>
- Trichopoulou A., 2001. Mediterranean diet: the past and the present. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.* 11(4 Suppl.), 1–4.
- Trichopoulou A., Vasilopoulou E., 2000. Mediterranean diet and longevity. *Brit. J. Nutr.* 84(S2), 205–209, <https://doi.org/10.1079/09658219738855>
- Virruso C., Accardi G., Colonna-Romano G. i in., 2014. Nutraceutical properties of extra-virgin olive oil: a natural remedy for age-related disease? *Rejuvenation Res.* 17(2), 217–220, <https://doi.org/10.1089/rej.2013.1532>

Milena Kaczmarczyk¹, Magdalena Kowalska¹, Gabriela Tomulik¹, Agata Szabat¹,
Marlena Kokoszka¹, Dominika Pietrasik¹, Magdalena Walasek-Janusz¹²,
Robert Gruszecki¹²

Dzika róża – właściwości prozdrowotne a zawartość substancji aktywnych w zależności od terminu zbioru

Dog rose-health-promotion properties and the content of active substances
in rose hips depending on the date of harvest

Dzika róża (*Rosa canina* L.) to roślina należąca do rodziny różowatych (*Rosaceae*), występująca pospolicie na terenie całej Polski. Surowcem zielarskim jest owoc nazywany owocem pozornym (szupinka). Orzeszki znajdujące się we wnętrzu owocu pozornego stanowią owoce właściwe [Cendrowski i in. 2012]. Szupinki dzikiej róży charakteryzują się działaniem immunosupresyjnym, antyoksydacyjnym, przeciwzapalnym, przeciwartretycznym, przeciwbólowym, przeciwcukrzycowym, kardioprotekcyjnym, moczopędnym, gastroprotekcyjnym, w tym rozkurczającym i żółciopędnym [Orhan i in. 2009, Senderski 2017]. Liczne właściwości prozdrowotne związane są z zawartością wielu związków biologicznie czynnych, w tym polifenoli, karotenoidów, fenolokwasów i witaminy C [Selahvarzian i in. 2018]. Związki te odpowiadają też za potencjał antyoksydacyjny surowca. Wiążą one wolne rodniki, a tym samym działają jak tarcza ochronna na wrażliwe składniki, chroniąc je przed utlenianiem [Kalisz i Mitek 2007].

Powszechnie uważa się, że zbiór owoców należy wykonywać przed wystąpieniem przymrozków [Halarewicz 2015, Senderski 2017]. Świeże owoce dzikiej róży są nietrwałe, więc w celu dłuższego korzystania z surowca konieczne jest jego utrwalenie, co pozwala zachować zawarte w nim substancje bioaktywne [Klimek i in. 2020, Rutkowska i in. 2012, Erenturk i in. 2005, Kalisz i Mitek 2007, Popović-Djordjević i in. 2022]. Owoce róży jednak często nie opadają jesienią i pozostają na krzewach [Ozay 2023]. Taka specyfika tej rośliny umożliwia zbiór owoców przez znacznie dłuższy okres, niż jest to praktykowane obecnie. Owoce takie są oczywiście poddawane działaniu czynników zewnętrznych, zwłaszcza niskiej temperatury, ale dotychczasowe doświadczenia wskazują, że mrożenie owoców róży nie wiąże się z utratą znacznych ilości związków biologicznie aktywnych [Gherghina i in. 2018]. Wydłużenie okresu zbiorów czy też przeniesienie ich na okres późniejszy – zimowy, może zmniejszyć zapotrzebowanie na siłę

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Międzywydziałowe Koło Naukowe Herba Medica, mkaczmarczyk725@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Katedra Warzywnictwa i Zielarstwa

roboczą jesienią, ale też wydłużyć okres pracy suszarni i przetworni, poprawiając ich wydajność. Jednak przed wprowadzeniem tego do praktyki konieczne jest określenie, czy owoce uzyskane z późniejszych zimowych zbiorów charakteryzują się zadowalającą zawartością składników biologicznie aktywnych. Ogromne znaczenie dla prozdrowotnych właściwości owoców róży mają polifenole charakteryzujące się bardzo istotną przy profilaktyce wielu chorób aktywnością przeciwutleniającą [Szajdek i in. 2004.] Najpowszechniej występującymi w roślinach polifenolami są antocyjany, kwasy fenolowe i flawonoidy. Antocyjany to barwniki wykorzystywane w przemyśle spożywczym, a także farmaceutycznym i kosmetycznym. Dzięki swojej budowie mają najwyższą zdolność do wyłapywania wolnych rodników wśród flawonoidów [Szaniawska i in. 2015]. Obniżają ryzyko wystąpienia choroby wieńcowej, wzmacniają naczynia krwionośne, wykazują działanie przeciwnowotworowe i przeciwzapalne [Gliszczyńska-Świąto 2010]. Flawonoidy, oprócz nadawania barwy roślinom, pełnią rolę ochronną. Ich zadaniem jest zabezpieczać roślinę przed szkodliwym działaniem promieniowania nadfioletowego, grzybów, a także owadów. Flawonoidy w organizmie człowieka cechują się zdolnością wychwytywania reaktywnych form tlenu, jak również chelatowania metali przejściowych. Mogą wspomagać leczenie stanów zapalnych, miażdżycy, cukrzycy, chorób neurodegeneracyjnych oraz nowotworów, którym towarzyszy stres oksydacyjny [Majewska i in. 2009].

Fenolokwasy natomiast występują głównie w formie związanej jako składowe lignin i tanin hydrolizujących [Gawlik-Dziki 2004]. Działanie antyoksydacyjne kwasów fenolowych w głównej mierze opiera się na hamowaniu powstawania reaktywnych form tlenu (ROS) lub azotu (RNS), na neutralizacji wolnych rodników oraz chelatowaniu jonów metali o charakterze prooksydacyjnym, a także obniżaniu aktywności enzymów katalizujących reakcje utleniania. Związki te wykazują ponadto właściwości: przeciwzapalne, przeciwgorączkowe, przeciwrheumatyczne, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwgrybicze (kwas galusowy, kwas gentyzynowy) [Mróz i in. 2012].

Celem pracy było porównanie zawartości wybranych związków biologicznie aktywnych (antocyjanów, flawonoidów, fenolokwasów) w owocach róży zbieranych w terminie tradycyjnym z zawartością tych związków w owocach zbieranych w okresie zimowym oraz określenie ich potencjału antyoksydacyjnego.

Materiał i metody

Materiał roślinny stanowiły owoce dzikiej róży (*Rosa canina* L.) zebrane ze stanu naturalnego we wrześniu i lutym na terenie Lubelszczyzny. W każdym z analizowanych terminów z zebranych owoców przygotowano po trzy próbki o masie 200 g. Najniższa temperatura do momentu zbioru surowca w lutym wynosiła $-15,8^{\circ}\text{C}$. W ramach badań wykonano analizy w celu oznaczenia zawartości antocyjanów, flawonoidów i fenolokwasów oraz przeprowadzono ocenę aktywności antyoksydacyjnej surowca roślinnego. Wszystkie analizy przeprowadzono w trzech powtórzeniach, a surowiec został rozdrobniony poprzez roztarcie w moździerzu.

Oznaczenie suchej masy

Podstawowym sposobem utrwalania surowców zielarskich jest suszenie. Wydajność tego procesu, przedstawiana jako stosunek masy surowca świeżego do surowca wysuszonego, nazywana jest usychalnością i może być wyrażana w formie współczynnika lub udziału procentowego. Znajomość wielkości współczynnika usychalności jest ważna, gdyż umożliwia dokładniejsze określenie zapotrzebowania na świeży surowiec zielarski. Usychalność surowca jest pochodną jego suchej masy, ale wpływ na tę wielkość mają również np. warunki suszenia surowca [Gruszecki i in. 2020].

Oznaczenie suchej masy przeprowadzono, odważając na wadze analitycznej (z dokładnością 0,0001 g) surowiec, który poddano suszeniu w suszarce w temperaturze 105°C. Próbkę suszono do momentu otrzymania stałej masy. Suchą masę obliczono z różnicy między ciężarem badanej próby przed wysuszeniem i po nim, a następnie wynik wyrażono w procentach [Charłampowicz 1966].

Oznaczenie zawartości antocyjanów

Analizę zawartości antocyjanów przeprowadzono w próbkach zawierających 2 g owoców róży rozdrobnionych poprzez roztarcie w moździerzu. Do analiz pobierano próbę uśrednioną. Analizę wykonano z wykorzystaniem mieszaniny metanolu i 0,1% roztworu kwasu solnego. Oznaczenie przygotowano zgodnie z metodą podaną w Farmakopei Polskiej VIII [2008], mierząc absorbancję przy długości fali 528 nm, używając roztworu 0,1% (v/v) kwasu solnego w metanolu jako odnośnika. Absorbancję mierzono przy użyciu spektrofotometru model UV-Vis Hitachi U-2900. Całkowitą zawartość antocyjanów (mg/100 g ś.m.) wyrażono w przeliczeniu na chlorek 3-O-glukozydu cyjanidyny według wzoru:

$$X = \frac{A * 5000}{718 * m}$$

gdzie:

718 – absorbancja właściwa chlorku 3-O-glukozydu cyjanidyny przy długości fali $\lambda = 528$ nm,

A – absorbancja badanego roztworu,

m – masa badanej substancji roślinnej (g).

Oznaczenie zawartości flawonoidów

Oznaczenie zawartości flawonoidów przeprowadzono, przygotowując próbki o masie około 5 g. rozdrobnionego surowca, które ekstrahowano mieszaniną rozpuszczalników (acetonu, kwasu kwasu solnego 25%, wodnego roztworu metenaminy). Analizę przeprowadzono metodą spektrofotometryczną [Farmakopea Polska V 1990]. Absorbancję

mierzone przy długości fali 425 nm, używając jako roztworu odniesienia mieszaniny odczynników niezawierającej chlorku glinu. Zawartość flawonoidów (mg/g ś.m.) wyrażono w przeliczeniu na kwercetynę, stosując poniższy wzór:

$$X = A \times k / m$$

gdzie:

A – absorbancja badanego roztworu,

k – przelicznik dla kwercetyny $k = 8,75$,

m – masa odważki surowca (g).

Oznaczenie zawartości fenolokwasów

Zawartość fenolokwasów oznaczono w roztworze uzyskanym po trzykrotnej ekstrakcji metanolem rozdrobnionego materiału roślinnego. W tym celu przygotowano próby o masie około 5 g, które poddano ekstrakcji. Uzyskany wyciąg analizowano metodą spektrofotometryczną zgodnie z metodyką podaną w Farmakopei Polskiej VI [2003]. Absorbancję mierzono przy długości fali 490 nm wobec mieszaniny odczynników bez wyciągu. Całkowita zawartość kwasów fenolowych (mg/100 g ś.m.) została wyrażona w przeliczeniu na kwas kawowy zgodnie ze wzorem:

$$X = A \times K / m$$

gdzie:

A – absorbancja badanego roztworu,

K – przelicznik dla kwasu kawowego $k = 3,5087$,

m – masa odważki surowca (g).

Oznaczanie aktywności antyoksydacyjnej metodą DPPH

Aktywność antyoksydacyjną metodą DPPH (1,1-difenylo-1-pikrylohydrazyl), polegającą na kolorymetrycznym pomiarze stopnia zredukowania wolnych rodników DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Merck, Poznań, Poland), przeprowadzono dla zebranych surowców. Absorbancję mierzono przy użyciu spektrofotometru model UV-Vis Hitachi U-2900. Pomiar absorbancji przeprowadzono przy długości fali 517 nm, stosując metanol jako odnośnik. Analizę przeprowadzono zgodnie z metodą, którą podali Yen i Chen [1995]. Wyniki wyrażono jako procent inhibicji DPPH według wzoru podanego przez Rossi i in. [2003]:

$$X\% = 100 - (At - Ar \times 100)$$

gdzie:

At – absorbancja badanej próby,

Ar – absorbancja ślepej próby.

W badaniach zastosowano metodę DPPH, ponieważ pozwala wykorzystać zdolność antyoksydantów do dezaktywacji wolnych rodników. W tym przypadku źródłem wolnych rodników był odczynnik DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl), który jest stabilnym rodnikiem. Ponadto metoda DPPH jest bardzo często stosowana do oceny potencjału przeciwutleniającego ekstraktów roślinnych oraz jest to metoda powtarzalna [Wilczyńska 2009].

Oznaczenie aktywności metodą FRAP

Aktywność antyoksydacyjną metodą FRAP [metoda oznaczania zdolności redukcji jonów żelaza (III) (ferric ion reducing antioxidant parameter)] przeprowadzono dla przygotowanych wyciągów wodnych zgodnie z metodą, którą podali Thaipong i in. [2006] oraz Mulugeta i in. [2022] z modyfikacją. W celu przeprowadzenia analiz przygotowano odczynnik FRAP składający się z 0,3 M buforu octanowego (pH = 3,6; Pol-Aura, Zabrze, Polska), 10 mM TPTZ (2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazynyl; Merck, Poznań, Polska) rozpuszczonego w kwasie solnym (Chempur, Piekary Śląskie, Polska) oraz 20 mM sześciowodnego chlorku żelaza (III) (Chempur, Piekary Śląskie, Polska). Przygotowany odczynnik FRAP dodano w ilości 3 ml do próbek, następnie dodano 50 µl wodnych ekstraktów; całość utrzymywano w temperaturze 40°C przez 10 minut. Po upływie tego czasu dokonano pomiaru absorbancji przy długości fali 593 nm, stosując próbę ślepą zawierającą wodę destylowaną, przy użyciu spektrofotometru model UV-Vis Hitachi U-2900. Wyniki odczytano z krzywej wzorcowej wykonanej dla roztworu wzorcowego – troloksu. Zdolność antyoksydacyjną próbek wyrażono jako równoważnik troloksu (mg Tr/g). Metoda FRAP polegająca na oznaczeniu całkowitej aktywności antyoksydacyjnej ekstraktów roślinnych wykorzystuje zdolność redukcji jonów Fe^{3+} do jonów Fe^{2+} . Zredukowane jony Fe^{2+} są kompleksowane przez odczynnik TPTZ (2,4,6-tris(2-pirydylo)-1,3,5-triazyn) z wytworzeniem intensywnego niebieskiego zabarwienia o maksimum absorbancji przy 593 nm. Metoda ta jest przystosowana do oznaczania aktywności antyoksydacyjnej ekstraktów roślinnych oraz jest powtarzalna, tania i szybka [Wilczyńska 2009].

Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki przedstawiono jako średnie, które poddano analizie statystycznej metodą ANOVA, a średnie porównano za pomocą testu HSD Tukeya na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$. Analizy statystyczne zostały obliczone przy użyciu oprogramowania Statistica 13.3 PL (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

Wyniki

Sucha masa owoców dzięki różnicy nie zależała od terminu zbioru i wynosiła od 44,02% w owocach zebranych w terminie jesiennym do 47,30% w owocach zebranych

w zimie (tab. 1). Pomimo podobnej suchej masy owoców zebranych w obu terminach współczynnik usychalności różnił się istotnie. W przypadku owoców zebranych w zimie (współczynnik usychalności 1,80) stwierdzono istotnie większą wydajność suszenia niż u zebranych jesienią (współczynnik usychalności 2,25).

Zawartość antocyjanów w owocach róży w tradycyjnym terminie zbioru wynosiła 1,01 mg/g ś.m., opóźnienie terminu zbioru do lutego (termin zimowy) wpłynęło na znaczną redukcję (0,44 mg/g świeżej masy) zawartości tych związków w owocach dzikiej róży (tab. 2). Odwrotną zależność stwierdzono w zawartości flawonoidów i fenolokwasów, w których przypadku opóźnienie terminu zbioru – i przez to wystawienie ich na działanie niskich temperatur – wpłynęło na zwiększenie zawartości tych związków w owocach róży. Opóźnienie terminu zbioru w znacznie większym stopniu wpłynęło na poziom flawonoidów niż fenolokwasów. Zawartość flawonoidów w owocach zebranych jesienią wynosiła 0,33 mg/g ś.m., a u zebranych zimą aż 0,71 mg/g ś.m. W owocach zebranych jesienią zawartość fenolokwasów wynosiła 0,48 mg/g ś.m., podczas gdy w zebranych wiosną było to 0,68 mg/g ś.m. (tab. 2).

Tabela 1. Sucha masa i usychalność owoców dzikiej róży (*Rosa canina* L.) w zależności od terminu zbioru

Czynniki	Termin zbioru	
	jesienny	zimowy
Sucha masa (%)	44,02 ±1,82a*	47,30 ±2,67a
Usychalność	2,25 ±0,05b	1,80 ±0,08a

* Średnie z tą samą literą w wierszach nie różnią się istotnie testem Tukeya z prawdopodobieństwem 5%.

Tabela 2. Zawartość związków biologicznie aktywnych w owocach dzikiej róży w zależności od terminu zbioru

Czynniki (mg/g ś.m.)	Termin zbioru	
	jesienny	zimowy
Antocyjany	1,01 ±0,10b*	0,44 ±0,01a
Flawonoidy	0,33 ±0,01a	0,71 ±0,12b
Fenolokwasy	0,48 ±0,06a	0,68 ±0,07b

* Średnie z tą samą literą w wierszach nie różnią się istotnie testem Tukeya z prawdopodobieństwem 5%.

Aktywność antyoksydacyjna badanych owoców dzikiej róży zależała od terminu zbioru, ale wyniki dla obu analizowanych metod oznaczania tej aktywności były zróżnicowane (tab. 3). Owoce ze zbioru jesiennego charakteryzowały się istotnie większą aktywnością antyoksydacyjną w przypadku jej oceny metodą DPPH: 84,06% jesienią w porównaniu z 82,43% zimą, ale istotnie niższą, jeżeli do oceny tego parametru zastosowano metodę FRAP.

Tabela 3. Aktywność antyoksydacyjna owoców dzikiej róży w zależności od terminu zbioru

Metoda	Termin zbioru	
	jesienny	zimowy
DPPH (%)	84,06 ±1,26b*	82,43 ±0,30a
FRAP (mg Tr/g)	1,50 ±0,10a	2,38 ±0,25b

* Średnie z tą samą literą w wierszach nie różnią się istotnie testem Tukeya z prawdopodobieństwem 5%.

Dyskusja

Owoce dzikiej róży są bogatym źródłem wielu cennych związków biologicznie aktywnych o dużym potencjale antyoksydacyjnym [Kalisz i Mitek 2007, Zieliński i in. 2007, Selahvarzian i in. 2018, Medveckienė i in. 2020, Popović-Djordjević i in. 2022]. Współczynnik usychalności owoców dzikiej róży, zbieranych w Polsce, wynosi od 2,2 do 3,0 [Gruszecki i in. 2020]. Podobne wyniki uzyskano dla owoców zebranych jesienią (2,25), ale owoce zebrane zimą miały ten współczynnik istotnie mniejszy (1,8). Przyczyn takiego zróżnicowania może być kilka: owoce zbierane w lutym były znacznie bardziej dojrzałe niż te zbierane we wrześniu – dojrzewały jeszcze jesienią. Inną przyczyną mogło być oddziaływanie niskich temperatur, ograniczających procesy życiowe zachodzące w owocach, intensywnie w zbieranych jesienią, i w efekcie straty masy w czasie suszenia. Wpływały one również na zmianę zawartości przynajmniej części związków występujących w owocach, na co wskazują wyniki prezentowanych badań – zapewne to też nie było bez znaczenia. Duża wydajność owoców róży przy suszeniu wynika z ich stosunkowo dużej suchej masy wynoszącej od 38,0% to 68,9% [Ercisli 2007, Turkben i in. 2010] i jest to zgodne z wynikami uzyskanymi w prezentowanej pracy.

Zawartość flawonoidów w owocach róży w przeliczeniu na kwercetynę wynosi od 0,2 do 1,5 mg QE/g [Adamczak i in. 2012, Roman i in. 2013, Elmastas i in. 2017, Klimek i in. 2020]. W doświadczeniu zawartość flawonoidów w owocach zebranych jesienią wynosiła 0,33 mg/g ś.m., a u zebranych zimą 0,71 mg/g ś.m w przeliczeniu na kwercetynę. Na zróżnicowanie zawartości flawonoidów w owocach *R. canina* zwracają uwagę Elmastas i in. [2017]. Wskazują oni na to, że owoce w późnych stadiach dojrzałości mogą zawierać nawet więcej flawonoidów niż te we wcześniejszych fazach dojrzałości, co zostało potwierdzone w prezentowanych badaniach.

W owocach zebranych jesienią zawartość fenolokwasów była niższa niż w zebranych zimą. Wyniki badań Elmasta i in. [2017] wskazują na zwiększanie się zawartości tych związków w miarę dojrzewania owoców, choć w przypadku owoców przejrzałych stwierdzili oni nieznaczne zmniejszenie się ich poziomu. Pewien stabilizujący wpływ może mieć też niska temperatura – Gałazka-Czarnecka i Krala [2007] stwierdziły brak istotnych zmian zawartości związków polifenolowych w ciągu pierwszych tygodni po zamrożeniu owoców róży.

Opóźnienie terminu zbioru wpłynęło na zmniejszenie zawartości antocyjanów w owocach dzikiej róży. Wyniki te są niezgodne z uzyskanymi przez Tabaszewską i Naj-

gebauer-Lejko [2020], które wykazały zwiększoną zawartość tych związków w nalewkach sporządzonych z owoców mrożonych niż ze świeżych. Jak donoszą Leja i in. [2007], zawartość antocyjanin w świeżym surowcu po uprzednim zamrożeniu (-20°C) wynosiła 38,99 mg/100 g ś.m. Natomiast w prezentowanym badaniu zawartość antocyjanin w świeżych owocach zebranych w październiku wynosiła 50,5 mg/100 g ś.m., a w owocach zebranych w lutym było to 22 mg/100 g ś.m. Klimek i inni [2020] zaobserwowali, że aktywność antyrodnikowa (DPPH) surowca świeżego wynosiła 62%, podobnie jak dla surowca wysuszonego. Demir i in. [2014] wykazali aktywność wychwytywania wolnych rodników wynoszącą 278,90 SC_{50} w świeżych owocach *R. canina*. Dane literaturowe wskazują, że przechowywanie surowca w temperaturze ok. 3°C prowadzi do dużego spadku zdolności przeciwutleniających [Gałązka-Czarnecka i Krala 2007]. Natomiast surowiec przechowywany w temperaturze -20°C wykazywał aktywność antyoksydacyjną wynoszącą 95,08% [Leja i in. 2007]. Badania metodą FRAP, które wykonali Demir i in. [2014] na świeżym materiale roślinnym, wykazały aktywność wychwytywania rodników na poziomie 103,56 mM równoważnika żelazawego Fe (II) na gram suchej masy (g s.m.), a w badaniach, które przeprowadzili Murathan i in. [2016], była ona na poziomie 97,95 mmol TE/g. W badaniach przeprowadzonych przez Mihaylova i in. [2015] aktywność antyoksydacyjna oznaczona metodą FRAP dla ekstraktów wodnych otrzymanych z surowca suszonego wynosiła 367,35 $\mu\text{M TE/g}$ ś.m., natomiast w prezentowanych badaniach wodne ekstrakty owoców świeżych charakteryzowały się wyższymi wartościami FRAP. Badania przeprowadzone przez Tabaszewską i Najgebauer-Lejko [2020] wykazały, że owoce róży po zamrożeniu charakteryzowały się niższą aktywnością antyoksydacyjną wyrażoną metodą FRAP niż surowiec świeży (odpowiednio: 160 i 155 $\mu\text{M Fe}^{2+}$), natomiast w prezentowanych badaniach owoce zbierane w lutym po wystąpieniu niskich temperatur wykazały wyższe wartości FRAP niż zebrane we wrześniu.

Podsumowanie

Termin zbioru owoców dzikiej róży może zostać znacznie przedłużony, ponieważ owoce zbierane zimą charakteryzują się dużą zawartością związków biologicznie czynnych i wysoką aktywnością antyoksydacyjną. Opóźnienie terminu zbioru do lutego wpłynęło korzystnie na zawartość flawonoidów i fenolokwasów oraz aktywność antyoksydacyjną oznaczaną metodą FRAP, powodowało jednak zmniejszenie zawartości antocyjanin i aktywności antyoksydacyjnej oznaczanej metodą DPPH. Uzyskane wyniki wskazują również, że owoce dzikiej róży zebrane w czasie zimy mogą być suszone, gdyż ich wydajność podczas suszenia była istotnie większa niż pozyskanych w tradycyjnym terminie zbioru.

Bibliografia

- Adamczak A., Buchwald W., Zielinski J. i in., 2012. Flavonoid and organic acid content in rose hips (*Rosa* L., sect. *Caninae* dc. Em. Christ.). Acta Biol. Cracov. Bot. 54(1), 1–8, <https://doi.org/10.2478/v10182-012-0012-0>

- Cendrowski A., Kalisz S., Mitek M., 2012. Właściwości i zastosowanie owoców róży w przetwórstwie spożywczym. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4(83), 24–31.
- Charłampowicz Z., 1966. Analiza przetworów z owoców, warzyw i grzybów. WPLS, Warszawa, 115–120.
- Demir N., Yildiz O., Alpaslan M. i in., 2014. Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT Food Sci. Technol.* 57(1), 126–133, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.038>
- Elmastaş M., Demir A., Genç N. i in., 2017. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. *Food Chem* 235, 154–159, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.004>
- Ercisli S., 2007. Chemical composition of fruits in some Rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chem.* 104(4), 1379–1384, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.053>
- Erenturk S., Gulaboglu M.S., Gultekin S., 2005. The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying. *J. Food Eng.* 68(4), 513–518, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.07.012>
- Farmakopea Polska V, 1990. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- Farmakopea Polska VI, 2003. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- Farmakopea Polska VIII, 2008. Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- Gawlik-Dziki U., 2004. Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 4(41 Spec.), 29–40.
- Gałązka-Czarnecka I., Krala L., 2007. Właściwości przeciwutleniające mrożonych owoców dzikiej róży *Rosa canina* L. *Chłódnictwo* 42(11), 54–58.
- Gherghina E., Balan D., Luta G. i in., 2018. Variation of some antioxidants content in *Rosa canina* L. fruit during storage. „Agriculture for Life Life for Agriculture” Conference Proceedings, 1, 523–528, <https://doi.org/10.2478/alife-2018-0082>
- Gliszczyńska-Świątło A., 2010. Przeciwutleniające i proutleniające właściwości wybranych składników żywności jako wyróżniki jej jakości. Wydawnictwo Uniw. Ekon. Pozn., Poznań, 53–62.
- Gruszecki R., Zawisłak G., Rybiński M. i in., 2020. Usychalność surowców zielarskich. *Ann. Hort.* 30(3–4), 5–21, <https://doi.org/10.24326/ah.2020.3.1>
- Halarewicz A., 2015. Atlas ziół. Kulinarne wykorzystanie roślin dziko rosnących. SBM, Warszawa.
- Kalisz S., Mitek M., 2007. Wpływ dodatku nektaru z dzikiej róży na właściwości przeciwutleniające i zawartość składników bioaktywnych w mieszanych sokach różano-jabłkowych. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 5(54), 194–202.
- Klimek K., Najda A., Saadatian M. i in., 2020. Wpływ metody suszenia na stabilność fitozwiązków i aktywność przeciwutleniającą owoców *Rosa canina* L. *Przem. Chem.* 99(4), 528–531, <https://doi.org/10.15199/62.2020.4.3>
- Leja M., Mareczek A., Nanaszko B., 2007. Antyoksydacyjne właściwości owoców wybranych gatunków dziko rosnących drzew i krzewów. *Rocz. Akad. Roln. Pozn., Ogrodn.* 41, 327–331.
- Majewska M., Czeczot H., 2009. Flawonoidy w profilaktyce i terapii. *Farm. Pol.* 65(5), 369–377.
- Medveckienė B., Kulaitienė J., Jarienė E. i in., 2020. Carotenoids, polyphenols, and ascorbic acid in organic rosehips (*Rosa* spp.) cultivated in Lithuania. *Appl. Sci.* 10(15), 5337, <https://doi.org/10.3390/app10155337>
- Mihaylova D., Georgieva L., Pavlov A., 2015. Antioxidant activity and bioactive compounds of *Rosa canina* L. herbal preparations. *Sci. Bull., F Biotech.* 19, 160–165.
- Mról P., Wilczek K., Żak M. i in., 2012. Chromatograficzne metody izolacji i identyfikacji fenolokwasów. *Biul. Wydz. Farm. WUM* 6, 40–48.

- Mulugeta S.M., Gosztola B., Radácsi, P., 2022. Morphological and biochemical responses of selected species under drought. *Herba Pol.* 68(4), 1–10, <https://doi.org/10.2478/hepo-2022-0019>
- Murathan Z.T., Zarifikhosroshahi M., Kafkas E. i in., 2016. Characterization of bioactive compounds in rosehip species from east anatolia region of Turkey. *Ital. J. Food Sci.*, 28, 315–322.
- Orhan N., Aslan M., Hosbas S. i in., 2009. Antidiabetic effect and antioxidant potential of *Rosa canina* fruits. *Pharmacog. Mag.* 5(20), 309–315, <https://doi.org/10.4103/0973-1296.58151>
- Ozay C., 2023. Ethnopharmacological properties of rosehip (*Rosa canina* L.) and its importance of production in Turkey. W: H. Akgül (red.), Current research in science and mathematics. Gece Publ., Ankara, 91–104.
- Popović-Djordjević J., Špirović-Trifunović B., Pećinar I. i in., 2022. Fatty acids in seed oil of wild and cultivated rosehip (*Rosa canina* L.) from different locations in Serbia. *Ind. Crops Prod.*, 191 B, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115797>
- Roman I., Stănilă A., Stănilă S., 2013. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chem. Cent. J.* 7(1), 73, <https://doi.org/10.1186/1752-153x-7-73>
- Rossi M., Giussani E., Morelli R. i in., 2003. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry juice. *Food Res. Int.*, 36(910), 999–1005, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2003.07.002>
- Rutkowska J., Adamska A., Pielat M. i in., 2012. Porównanie składu i właściwości owoców dzikiej róży (*Rosa rugosa*) utrwalanych metodami liofilizacji i suszenia konwencjonalnego. *Żywn. Nauka. Tech. Jakość* 4(83), 32–43.
- Selahvarzian, A., Alizadeh, A., Baharvand, P.A. i in., 2018. Medicinal properties of *Rosa canina* L. *Herb. Med. J.*, 77–84, <https://doi.org/10.22087/hmj.v3i2.703>
- Senderski M.E., 2017. Prawie wszystko o ziołach i ziołolecznictwie. Wyd. M.E. Senderski, Podkowa Leśna.
- Szajdek A., Borowska J., 2004. Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywn. Nauka Tech. Jakość*, 11(4 Spec).
- Szaniawska M., Taraba A., Szymczyk K., 2015. Budowa, właściwości i zastosowanie antocyjanów. *Nauki Inż. Technol.* 2(17), 63–78.
- Tabaszewska M., Najgebauer-Lejko D., 2020. The content of selected phytochemicals and in vitro antioxidant properties of rose hip (*Rosa canina* L.) tinctures. *NFS J.* 21, 50–56, <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.09.003>
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K. i in., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Compos. Anal.*, 19(6–7), 669–675, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Turkben C., Uylaser V., Incedayi B. i in., 2010. Effects of different maturity period and processes on nutritional components of Rose hip (*Rosa canina* L.). *J. Food Agric. Environ.* 8, 26–30.
- Wilczyńska, A., 2009. Metody oznaczania aktywności antyoksydacyjnej miodów pszczelich. *Bromat. Chem. Toksykol.* 62(3), 870–874.
- Yen G.C., Chen H.Y., 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relations to their anti-mutagenicity. *J. Agric. Food Chem.* 43(1), 27–32, <https://doi.org/10.1021/jf00049a007>
- Zieliński J., Mścisz A., Adamczak A. i in., 2007. Aktualny stan i perspektywy badań róż owocowych. *Herba Pol.* 53(1), 85–92.

Żywnienie dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu

Nutrition of children with autism spectrum disorders

Zaburzenie ze spektrum autyzmu (ang. autism spectrum disorder, ASD) jest złożonym stanem neurorozwojowym, charakteryzującym się wczesnym początkiem i uporczywymi trudnościami w komunikacji oraz interakcji społecznej wraz z powtarzającymi się lub stereotypowymi zachowaniami [Dittfeld i in. 2018, Veselinović i in. 2021]. Zaburzenia z objawami autystycznymi zaliczane są do grupy zaburzeń ze spektrum autyzmu. Obejmują one autyzm dziecięcy, zespół Aspergera, autyzm atypowy, dziecięce zaburzenia dezintegracyjne, całościowe zaburzenia rozwoju nieokreślone [Frej-Mądrzak i in. 2021].

Dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu wykazują również współistniejące problemy zdrowotne związane z zaburzeniami odżywiania. Przyczynami mogą być: zakłócony metabolizm, alergie i reakcje nietolerancji na składniki żywności, obniżona odporność, infekcje różnego pochodzenia. Obserwuje się również nieprawidłową pracę takich narządów, jak nerki czy wątroba. Oprócz wyżej wymienionych problemów u dzieci ze spektrum autyzmu występują zaburzenia działania zmysłów sensorycznych, a co za tym idzie, odbierania wszelkich bodźców. Dzieci te mają kłopoty z przyjmowaniem pokarmów, nasilane przez trudności związane z żuciem. W konsekwencji dochodzi do nieodpowiedniego stanu odżywienia [Prokopiak 2013]. Problem nadwagi i otyłości obserwuje się wśród dzieci zarówno z ASD, jak i zdrowych. Jedno z badań wykazało, że częstość występowania nadwagi u dzieci z ASD i tych prawidłowo się rozwijających wynosiła odpowiednio 19% i 16%, a częstość występowania otyłości – 30,4% i 23,6%. Inne badania również potwierdzają większą (13–20%) częstość występowania nadwagi wśród dzieci z ASD [Ranjan i Nasser 2015]. Wraz z wiekiem dzieci z autyzmem mają tendencję do coraz większej niedowagi [Hyman i in. 2012, Phillips i in. 2014] lub nadwagi (u dzieci w wieku 2–5 lat: 14,2% w porównaniu z 50% [Curtin i in. 2005] dzieci z autyzmem i dwukrotnie większe prawdopodobieństwo otyłości niż u dzieci bez autyzmu) [Curtin i in. 2010, Phillips i in. 2014]. Niemniej jednak nadwaga i otyłość są takim samym problemem u dzieci z autyzmem jak w populacji ogólnej i mogą być częściowo

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Oceny Jakości i Bezpieczeństwa Żywności, mazurmichal225@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych

spowodowane ich nietypowymi wzorcami żywieniowymi oraz ograniczoną możliwością podejmowania fizycznej aktywności [Curtin i in. 2005, 2010].

Celem pracy był przegląd literatury na temat wpływu stosowania diety u dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (ASD) oraz znaczenia diety zarówno z uwagi na ich rozwój behawioralny, jak i prawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego.

Czynniki ryzyka zaburzeń ze spektrum autyzmu

Zaburzenie ze spektrum autyzmu jest uważane za chorobę wieloczynnikową. Za jej rozwój odpowiedzialne są w 35–40% czynniki genetyczne, a pozostałe 60–65% przypadków autyzmu można prawdopodobnie wyjaśnić czynnikami środowiskowym (prenatalnymi, okołoporodowymi i postnatalnymi) [Wang i in. 2017]. Langauer-Lewowicka i in. [2016] wśród środowiskowych czynników zaburzeń spektrum autyzmu wyróżnili cztery główne grupy: prenatalne i perinatalne, biologiczne (zaburzenia metaboliczne, czynniki immunologiczne, infekcje, alergenry), neurochemiczne (niewłaściwy poziom hormonów i neurotransmiterów) i szczepionki (ze względu na obecność tiomersalu zawierającego etylortęć).

Czynniki środowiskowe wpływające na rozwojową neurotoksyczność związaną z ASD obejmują zanieczyszczenie powietrza, różne pestycydy neurotoksyczne, niektóre leki (talidomid, kwas walproinowy, mizoprostol). Takie działanie wykazują również zmiękczacze kształtujące w produkcji właściwości tworzyw sztucznych (ftalany, bisfenol A, tetrabromobisfenol A, polichlorowane bifenyle) oraz metale ciężkie (ołów, arsen, rtęć) [Cheng 2019, Langauer-Lewowicka i in. 2016].

Zaburzenie ze spektrum autyzmu jest związane z szeregiem czynników prenatalnych, okołoporodowych i noworodkowych. Okres prenatalny odgrywa kluczową rolę w rozwoju organizmu. Czynniki środowiskowe będą w dużej mierze wpływać na ekspresję genów, wyznaczając kierunek wzrostu wszystkich tkanek oraz narządów i układów, co w przyszłości wpłynie na kondycję zdrowotną, tzw. programowanie płodu [Jessa i Hozyasz 2015]. Narażenie okołoporodowe na toksyny środowiskowe może być czynnikiem ryzyka zaburzeń ASD, gdyż toksyny mogą łatwo przejść przez bariery łożyska, krew–mózg, a w konsekwencji wpłynąć na rozwój mózgu [Langauer-Lewowicka i in. 2016]. Wykazano, że transmisja zaburzonego składu flory bakteryjnej z pochwy matki na potomstwo w momencie narodzin predysponuje potomstwo do ryzyka rozwoju ASD [Jašarević i in. 2015]. Kilka badań udokumentowało istotny związek między zaburzeniami autoimmunologicznymi matki w czasie ciąży a zwiększonym ryzykiem ASD u ich dzieci. Przykładowo autoprzeciwciała wobec receptora folianu mogą blokować transport folianu do mózgu płodu, przyczyniając się do jego nieprawidłowego rozwoju i autyzmu [Grafodatskaya i in. 2010]. Zaobserwowano, że wśród autystycznych dzieci bardziej nasilone zaburzenia mają te, u których matek w okresie ciąży rozpoznano metaboliczne schorzenia, takie jak cukrzyca ciążowa oraz typu 2 [Rodop i in. 2021]. Hisle-Gorman i in. [2018] wykazali, że największe zwiększone ryzyko wystąpienia ASD było związane z padaczką niemowlęcą, w której przypadku iloraz szans (ang. odds ratio, OR), czyli stosunek prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia w jednej grupie

do prawdopodobieństwa wystąpienia w drugiej grupie, wynosił 7,57, oraz zdrowiem psychicznym (OR 1,80) i padaczką matki (OR 1,60).

Mikrobiota jelitowa w zaburzeniach ze spektrum autyzmu

Ludzka mikroflora jelitowa jest obecnie postrzegana jako ważny czynnik, który może sprzyjać rozwojowi zaburzeń ze spektrum autyzmu u dzieci [Averina i in. 2020]. Prowadzone są jednak badania nad związkiem przyczynowym między zmianami w składzie mikrobioty jelitowej a rozwojem ASD i nie ma jednoznacznych wniosków na ten temat (Peralta-Marzal i in. 2021). Zaburzenia jakościowe oraz ilościowe mikroflory jelitowej w krytycznym momencie rozwoju dziecka mogą wpłynąć na ośrodkowy układ nerwowy i jelitowy układ nerwowy, które stanowią właściwą oś jelitowo-mózgową [Johnson i in. 2020]. Bakterie jelitowe wytwarzają zarówno neuroprzekazniki, jak i neuromodulatory. Jednym z produktów ubocznych fermentacji bakteryjnej błonnika pokarmowego i skrobi odpornej są krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (ang. short chain fatty acid, SCFA). Stanowią one ważne mediatory osi jelitowo-mózgowej. Wykazano, że zmiana stężenia SCFA przyczynia się do zaburzeń immunologicznych i metabolicznych [Johnson i in. 2020, Scriven i in. 2018].

Niektóre badania ujawniły różnice w składzie mikrobioty jelitowej u dzieci z ASD w porównaniu z dziećmi zdrowymi. Stwierdzono zmniejszoną różnorodność mikroorganizmów, a także nieprawidłowości w występowaniu konkretnych gatunków bakterii [Iovene i in. 2017]. Zbadano, że grupa pacjentów z autyzmem miała mniejszą liczebność szczepów *Akkermansia*, *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Escherichia coli* i *Enterococcus*, natomiast wyższą liczebność *Faecalibacterium* i *Lactobacillus* oraz nieznacznie zwiększoną liczebność *Ruminococcus* i *Clostridium* w porównaniu z typowo rozwijającymi się dziećmi [Xu i in. 2019]. Dysbioza jelitowa prowadzi do licznych nieprawidłowości. Występujące problemy żołądkowo-jelitowe powodują u dzieci z ASD biegunkę, zaparcia, wymioty, ból brzucha, gazy oraz śmierdzące stolce. W zachowaniu małych pacjentów obserwuje się napady złości, agresję i zaburzenia snu [Iovene i in. 2017].

Diety i suplementy najczęściej stosowane w autyzmie

Analiza literatury przedmiotu wskazuje na liczne badania oceniające wpływ diet: bezglutenowej/bezkazeinowej, ketogenicznej, specjalnej diety węglowodanowej (ang. specific carbohydrates diet, SCD), śródziemnomorskiej, o niskiej zawartości szczawianów, oraz spożycia mleka wielbłądziego na ASD i zaburzenia rozwoju układu nerwowego [Johnson i in. 2020, Rodop i in. 2021, Ristori i in. 2019, Castro i in. 2017, Suskind i in. 2014]. Dieta bezglutenowa i bezkazeinowa (ang. gluten-free and casein-free, GFCF), opiera się na „hipotezie nadmiaru opioidów”, według której ASD jest wynikiem zaburzenia metabolicznego, w którym peptydy opioidowe wytwarzane w wyniku metabolizmu glutenu i kazeiny przechodzą przez nieprawidłowo przepuszczalną ścianę jelita do krwi i wywierają szkodliwy wpływ na procesy zachodzące w mózgu [Marí-Bauset i in. 2016]. Wysoka zawartość opioidów może doprowadzić do pojawienia się zachowań

specyficznych dla ASD, natomiast wykluczenie kazeiny i glutenu z diety łagodzi objawy. Nienaturalnie występujące wyższe stężenie egzorfin, które pochodziły z mleka lub pszenicy, wykrywano we krwi oraz w surowicy osób cierpiących na autyzm. W ramach badań, po wyodrębnieniu i oczyszczeniu egzorfin, wstrzykiwano surowicę do mózgu szczurów, następnie obserwowano ich zachowanie. Zwierzęta stały się spokojniejsze, mniej aktywne i nie reagowały na sygnał dzwonka, co porównano do głuchoty pozornej u dzieci z ASD [Dittfeld i in. 2018].

Na podstawie przeprowadzonej analizy Sadowska i Cierebiej [2011] wykazały, że całodzienna racja pokarmowa badanych dzieci z ASD, które w większości nie stosowały diety eliminacyjnej, cechowała się za małą podażą błonnika pokarmowego, wapnia, potasu, żelaza oraz witaminy D, a za dużą białka zwierzęcego, sodu, fosforu, magnezu, cynku oraz witamin rozpuszczalnych w wodzie i witaminy A. Ranjan i Nasser [2015] ocenili natomiast, że dieta dzieci z ASD nie zapewniała referencyjnych wartości spożycia dla cynku, żelaza i witamin A, D, E, B₁₂, ryboflawiny, cholicy, również spożycie błonnika było niewystarczające. Całkowita podaż energii z węglowodanów i tłuszczu w większości przypadków nie różniła się między dziećmi zdrowymi a tymi z ASD. Wielu autorów podejmowało badania porównujące wartość energetyczną i udział wybranych składników pokarmowych, mineralnych i witamin w diecie eliminacyjnej oraz zwyczajowej dzieci z ASD. W badaniach Lange i in. [2018] wartość energetyczna racji pokarmowych była zbliżona w obu grupach. Dzieci, które stosowały dietę bezglutenową lub bezmleczną, spożywały istotnie więcej błonnika, magnezu, żelaza, miedzi oraz folianów, β-karotenu i witamin C, E i B₆, a mniej białka zwierzęcego, kwasu glutaminowego, proliny, aminokwasów rozgałęzionych i aromatycznych, wapnia, witaminy B₂, nasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych niż dzieci, które nie stosowały modyfikacji dietetycznych. Oszacowano, że większa liczba dzieci z ASD na diecie zwyczajowej nie realizowała zaleceń spożycia na jod (95%), witaminę C (90%), foliany (81%), kwas linolowy (86%) oraz łącznie kwas eikozapentaenowy – EPA, i kwas dokozaheksaenowy – DHA (95%), w porównaniu z grupą dzieci na diecie eliminacyjnej, odpowiednio: 83%, 61%, 53%, 78% i 48%. Wszystkie badane dzieci pozostające na diecie eliminacyjnej i ponad 80% dzieci na diecie bez modyfikacji nie realizowało zaleconego spożycia wapnia z dietą. Korzystnym efektem stosowania diety eliminacyjnej było łagodzenie objawów ze strony przewodu pokarmowego, takich jak wzdęcia, bóle brzucha czy biegunka. Podobne porównanie przeprowadzili Mari-Bauset i in. [2016]. Autorzy wykazali, że dzieci z ASD będące na diecie GFCF przyjmowały więcej błonnika, witaminy K, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, żelaza, magnezu, a mniej sodu i nasyconych kwasów tłuszczowych niż dzieci z tym zaburzeniem nie stosujące modyfikacji diety. Przeprowadzano również badania nad wpływem diety ketogenicznej na objawy u dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. W jednym z nich wzięło udział 30 dzieci z autyzmem. Po 6 miesiącach stosowania diety ketogenicznej 2 dzieci wykazało znaczną poprawę w życiu społecznym, a pozostałych 28 dzieci wykazało umiarkowaną lub niewielką poprawę. Konieczne są jednak dalsze badania w tym kierunku [Peretti i in. 2019].

Pojawiają się doniesienia, że u pewnej grupy pacjentów autyzm może współistnieć z fenyloketonurią. Jest to genetyczna choroba metaboliczna uwarunkowana mutacją genu kodującego hydrolazę fenyloalaniny, która przekształca aminokwas fenyloalaninę w tyrozynę. Z kolei dieta śródziemnomorska korzystnie wpływa na funkcjonowanie układu sercowo-naczyniowego, metabolizm oraz łagodzi objawy chorób psychicznych.

Dieta o niskiej zawartości szczawianów zalecana jest przy wysokim ich stężeniu w surowicy krwi i moczu (przyczyna patogenazy ASD) osób chorych. Spożycie mleka wielbłądziego przez dzieci z ASD odgrywa rolę terapeutyczną. Brak w mleku wielbłądzim frakcji beta-laktoglobuliny i beta-kazeiny zapobiega rozwojowi objawów autyzmu [Rodop i in. 2021]. W licznych badaniach zwrócono uwagę na nadmierne spożycie białka z pożywienia przez dzieci z ASD [Levy i in. 2007]. Może się to przyczynić do obciążenia nerek oraz wątroby, zwiększenia wydalania związków azotowych i wapnia z moczem oraz sprzyjać powstawaniu nadmiernej ilości homocysteiny z metioniny [Sadowska i Cierebiej 2011].

Wśród dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu obserwuje się również nadmierne spożycie węglowodanów prostych i niskie błonnika pokarmowego. Taka dieta prowadzi często do wyparcia drobnoustrojów pożytecznych przez drożdże *Candida albicans*, które kolonizują układ pokarmowy. W kolejnym etapie drożdże wydzielają enzymy, zwiększając przepuszczalność ściany jelita [Sadowska i Cierebiej 2011]. Suplementy będące źródłem prebiotyków i probiotyków (łącznie synbiotyki), które są zdolne do kształtowania mikroflory jelitowej, mogą okazać się pomocne w zapobieganiu nieszczelności jelit [Al-Ayadhi i in. 2021, Johnson i in. 2020].

Prowadzono badania oceniające możliwy wpływ suplementacji witaminą D na objawy zaburzeń ze spektrum autyzmu. Saad i in. [2015] wykazali znacznie niższe poziomy witaminy 25(OH)D u dzieci z ciężkim ASD niż u tych z umiarkowanym lub łagodnym ASD. Celem tych badań było wykazanie efektu leczenia witaminą D. W grupie eksperymentalnej, która otrzymywała witaminę D w dawce 300 IU/kg, objawy autyzmu zostały znacznie złagodzone w porównaniu z grupą przyjmującą placebo. Jednak nie wszystkie dzieci zareagowały na leczenie, co wskazuje na to, że autyzm jest zaburzeniem wieloczynnikowym i heterogenicznym. Podobnie Meguid i in. [2010] ocenili, że dzieci z autyzmem miały istotnie niższe wartości 25(OH)D i 1,25(OH)₂D oraz wapnia w surowicy w porównaniu z grupą kontrolną. Korelacja między 25(OH)D a wapniem wyniosła $r = 0,309$ ($p < 0,01$). Feng i in. [2017] stwierdzili istotną ujemną korelację między poziomem witaminy D a całkowitym wynikiem objawów psychicznych i zaburzeń behawioralnych, które zostały mierzone wynikami Aberrant Behavior Checklist (ABC) u dzieci z ASD. Wyniki Sheppard i in. [2017] sugerują możliwą potencjalną skuteczność 3-miesięcznej suplementacji diety kwasami omega-3 i omega-6 dla rozwoju zdolności językowych u dzieci z ASD. Uważa się, że u dzieci ze spektrum autyzmu metabolizm tych kwasów jest zakłócony, a w połączeniu z niedoborami żywieniowymi omega-3 może wpływać negatywnie na mikroflorę jelitową i przyczyniać się do rozwoju choroby poprzez zaburzenie funkcjonowania osi jelitowo-mózgowej [Veselinović i in. 2021].

Podsumowanie

Opisywane w literaturze sposoby postępowania żywieniowego w zakresie leczenia autyzmu bazują głównie na dietach: hipoalergicznnej, niskofenolowej, bezglutenowej, bezkazeinowej, ketogenicznej, niskosalicylanowej oraz ze specyficznymi węglowodanami (SCD). Istotnym środkiem interwencji dietetycznej jest również przyjmowanie suplementów zawierających odpowiednie witaminy, minerały, kwasy wysokołuszczowe czy enzymy trawienne, które powinny obejmować spersonalizowaną suplementację odpowiadającą potrzebom pacjenta z ASD. Zapewnienie właściwej flory bakteryjnej jelit

poprzez stosowanie probiotyków i prebiotyków jest również elementem prewencji. Właściwa dieta dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu może przynieść wiele pozytywnych zmian w złagodzeniu typowych objawów tej jednostki chorobowej.

Bibliografia

- Al-Ayadhi L., Zayed N., Shafi Bhat R. i in., 2021. The use of biomarkers associated with leaky gut as a diagnostic tool for early intervention in autism spectrum disorder: a systematic review. *Gut Pathog.* 13(1), 54, <https://doi.org/10.1186/s13099-021-00448-y>
- Averina O.V., Kovtun A.S., Polyakova S.I. i in., 2020. The bacterial neurometabolic signature of the gut microbiota of young children with autism spectrum disorders. *J. Med. Microbiol.* 69(4), 558–571, <https://doi.org/10.3390/ijms21239234>
- Bandini G., Curtin C., Hamad C. i in., 2005. Prevalence of overweight in children with developmental disorders in the continuous national health and nutrition examination survey (NHANES) 1999–2002. *J. Pediatr.* 146(6), 738–743, <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.01.049>
- Castro K., Baronio D., Perry I.S. i in., 2017. The effect of ketogenic diet in an animal model of autism induced by prenatal exposure to valproic acid. *Nutr. Neurosci.* 20(6), 343–350, <https://doi.org/10.1080/1028415X.2015.1133029>
- Cheng J., Eskenazi B., Widjaja F. i in., 2019. Improving autism perinatal risk factors: a systematic review. *Med. Hypothes.* 127, 26–33, <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2019.03.012>
- Curtin C., Anderson E., Must A. i in., 2010. The prevalence of obesity in children with autism: a secondary data analysis using nationally representative data from the National Survey of Children's Health. *BMC Pediatr.* 10, 11, <https://doi.org/10.1186/1471-2431-10-11>
- Curtin C., Bandini L. G., Perrin E.C. i in., 2005. Prevalence of overweight in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorders: a chart review. *BMC Pediatr.* 5, 48.
- Dittfeld A., Gwizdek K., Parol D. i in., 2018. Dieta bezglutenowa – charakterystyka grup docelowych. *Post. Hig. Med. Dośw.* 72, 227–239, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0011.7376>
- Feng J., Shan L., Du L. i in., 2017. Clinical improvement following vitamin D3 supplementation in Autism Spectrum Disorder. *Nutr. Neurosci.* 20(5), 284–290, <https://doi.org/10.1080/1028415X.2015.1123847>
- Frej-Mądrzak M., Patrycja Kołodziej P., Sarowska J. i in., 2021. Wpływ mikrobioty jelitowej na występowanie zaburzeń psychicznych oraz chorób neurodegeneracyjnych. *Post. Hig. Med. Dośw.* 75(1), 620–633, <https://doi.org/10.2478/ahem-2021-0021>
- Grafodatskaya D., Chung B., Szatmari P. i in., 2010. Autism spectrum disorders and epigenetics. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psych.* 49(8), 794–809, <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2010.05.005>
- Hisle-Gorman E., Susi A., Stokes T. i in., 2018. Prenatal, perinatal, and neonatal risk factors of autism spectrum disorder. *Pediatr. Res.* 84(2), 190–198, <https://doi.org/10.1038/pr.2018.23>
- Hozyaszk K.K., 2020. Fenyloketonuria nietypowa – ponad 60 lat badań po odkryciu tetrahydrobiopertyny. *Piel. Zdr. Publ.* 10(4), 277–282. <https://doi.org/10.17219/pzp/122026>
- Hyman L., Stewart A., Foley J. i in., 2016. The gluten-free/casein-free diet: a double-blind challenge trial in children with autism. *J. Autism Dev. Disord.* 46(1), 205–220, <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2564-9>
- Iovene M.R., Bombace F., Maresca R. i in., 2017. Intestinal dysbiosis and yeast isolation in stool of subjects with autism spectrum disorders. *Mycopathologia* 182, 349–363, <https://doi.org/10.1007/s11046-016-0068-6>
- Jašarević E., Rodgers A.B., Bale T.L., 2015. A novel role for maternal stress and microbial transmission in early life programming and neurodevelopment. *Neurobiol. Stress* 1, 81–88, <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2014.10.005>

- Jessa J., Hozyasz K.K., 2015. Wpływ otyłości u matki w czasie ciąży na ryzyko rozwoju autyzmu u dziecka, *Pediatr. Pol.* 90(3), 229–235, <https://doi.org/10.1016/j.pepo.2015.03.004>
- Johnson D., Letchumanan V., Thuraijasingam S. i in., 2020. A revolutionizing approach to autism spectrum disorder using the microbiome. *Nutrients* 12(7), 1983, <https://doi.org/10.3390/nu12071983>
- Langauer-Lewowicka H., Rudkowski Z., Pawlas K., 2016. Autyzm – środowiskowe czynniki ryzyka. *Med. Środ.* 19(2), 19–23.
- Levy S., Souders M., Ittenbach R. i in., 2007. Relationship of dietary intake to gastrointestinal symptoms in children with autistic spectrum disorders. *Biol. Psych.* 61(4), 492–497, <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.07.013>
- Mari-Bauset S., Llopis-González A., Zazpe I. i in., 2016. Nutritional impact of a gluten-free casein-free diet in children with autism spectrum disorder. *J. Autism Develop. Disord.* 46(2), 673–684, <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2582-7>
- Meguid N.A., Hashish A.F., Anwar M. i in., 2010. Reduced serum levels of 25-hydroxy and 1,25-dihydroxy vitamin D in Egyptian children with autism. *J. Alt. Compl. Med.* 16(6), 641–645. <https://doi.org/10.1089/acm.2009.0349>
- Peralta-Marzal N., Prince N., Bajic D. i in., 2021. The impact of gut microbiota-derived metabolites in autism spectrum disorders. *Int. J. Mol. Sci.* 22(18), 10052. <https://doi.org/10.3390/ijms221810052>
- Peretti S., Mariano M., Mazzocchetti C. i in., 2019. Diet: the keystone of autism spectrum disorder? *Nutr. Neurosci.* 22(12), 1–15, <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1464819>
- Phillips L., Schieve A., Visser S. i in., 2014. Prevalence and impact of unhealthy weight in a national sample of US adolescents with autism and other learning and behavioral disabilities. *Matern Child Health J.* 18(8), 1964–1975, <https://doi.org/10.1007/s10995-014-1442-y>
- Ranjan S., Nasser A., 2015. Nutritional status of individuals with autism spectrum disorders: Do we know enough?. *Adv. Nutr.* 6(4), 397–407, <https://doi.org/10.3945/an.114.007914>
- Ristori M.V., Quagliariello A., Reddel S. i in., 2019. Autism, gastrointestinal symptoms and modulation of gut microbiota by nutritional interventions. *Nutrients* 11(11), 2812, <https://doi.org/10.3390/nu11112812>
- Rodop B.B., Başkaya E., Altuntaş İ. i in., 2021. Nutrition effect on autism spectrum disorders. *J. Exp. Basic Med. Sci.* 2(1), 7–17. <https://doi.org/10.5606/jebms.2021.75633>
- Saad K., Abdel-Rahman A.A., Elserogy Y.M. i in., 2016. Vitamin D status in autism spectrum disorders and the efficacy of vitamin D supplementation in autistic children. *Nutr. Neurosci.* 19(8), 346–351, <https://doi.org/10.1179/1476830515Y.0000000019>
- Sadowska J., Cierebiej M., 2011. Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia dzieci z autyzmem. *Badania wstępne. Padiatria Współcz. Gastroenterol. Hepatol. Żyw. Dziecka* 13(3), 155–160.
- Scriven M., Dinan T.G., Cryan J.F. i in., 2018. Neuropsychiatric disorders: influence of gut microbe to brain signalling. *Diseases* 6(3), 78, <https://doi.org/10.3390/diseases6030078>
- Sheppard K.W., Boone K.M., Gracious B. i in., 2017. Effect of omega-3 and-6 supplementation on language in preterm toddlers exhibiting autism spectrum disorder symptoms. *J. Autism Develop. Dis.* 47(11), 3358–3369, <https://doi.org/10.1007/s10803-017-3249-3>
- Suskind D.L., Wahbeh G., Gregory N. i in., 2014. Nutritional therapy in pediatric Crohn disease: the specific carbohydrate diet. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 58(1), 87–91, <https://doi.org/10.1097/mpg.000000000000103>
- Veselinović A., Petrović S., Žikić V. i in., 2021. Neuroinflammation in autism and supplementation based on omega-3 polyunsaturated fatty acids: a narrative review. *Medicina* 57(9), 893, <https://doi.org/10.3390/medicina57090893>
- Wang C., Geng H., Liu W. i in. 2017. Prenatal, perinatal, and postnatal factors associated with autism: a meta-analysis. *Medicine (Balt.)* 96(18), e6696, <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000006696>
- Xu M., Xu X., Li J. i in., 2019. Association between gut microbiota and autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis. *Front. Psych.* 10, 473, <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00473>

Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów

Probiotic and prebiotic properties of honey

Miód jest produktem wytwarzanym przez pszczoły *Apis mellifera* z nektaru i/lub spadzi oraz ich własnych swoistych wydzielin gruczołów ślinowych. Do wydzielin tych należą enzymy, kwasy organiczne oraz probiotyczne bakterie z rodzaju *Lactobacillus* (gatunki: *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *Lactococcus lactis*), z rodzaju *Bifidobacterium* (*B. bifidum*). Dodatkowo grzyby drożdżoidalne (*Saccharomyces cerevisiae*), przenoszone wraz z pożytkiem, wzmacniają działanie probiotyczne miodu. W trakcie dojrzewania miodu drobnoustroje probiotyczne wytwarzają kwas mlekowy, a obniżone pH zapewnia jego trwałość. Jednak w procesie dojrzewania następuje stopniowe wymieranie drobnoustrojów o charakterze probiotycznym, dlatego świeży miód charakteryzuje się ich najwyższą zawartością [Hołderna-Kędzia i Kędzia 2021].

Mikrobiom jelitowy odgrywa ważną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu człowieka. Wspiera trawienie, bierze udział w syntezie witamin (z grupy B i K) i krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (ang. short chain fatty acids, SCFA), wpływa na gospodarkę mineralną, chroni przed infekcjami enteropatogennymi oraz zapewnia homeostazę systemu immunologicznego [Rudzki i in. 2012, Singh i in. 2017]. Zaburzenia jakościowe i ilościowe mikroflory jelitowej są powiązane z zapaleniem jelit oraz rozwojem wielu chorób (m.in. raka okrężnicy, zespołu jelita drażliwego) oraz otyłością i zdrowiem psychicznym.

Z badań *in vitro* na zwierzętach i pilotażowych na ludziach wynika, że miód ma działanie probiotyczne i prebiotyczne. Zawiera on niestrawne węglowodany w postaci oligosacharydów, zaliczane do prebiotyków, które przyczyniają się do korzystnych zmian w składzie i funkcjonowaniu mikroflory jelitowej. Obecne badania wskazują, że miód może zmniejszać liczebność bakterii powodujących infekcje w jelitach, w tym *Salmonelli*, *Escherichia coli* i *Clostridioides difficile*, jednocześnie stymulując rozwój potencjalnie korzystnych gatunków, m.in. *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* [Schell i in. 2022, Luchese i in. 2017].

Praca stanowi przegląd dostępnej literatury naukowej związanej z właściwościami prebiotycznymi, probiotycznymi oraz przeciwbakteryjnymi miodu.

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Oceny Jakości i Bezpieczeństwa Żywności, mazurmichal225@gmail.com

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych

Skład chemiczny miodu

Podstawą wszechstronnego wykorzystania miodu w żywieniu i leczeniu człowieka jest jego złożony skład chemiczny, w którym dominują (70–80%) węglowodany o różnej budowie chemicznej. Obecne są również enzymy, aminokwasy, witaminy, karotenoidy, związki aromatyczne, kwasy organiczne, polifenole (kwasy fenolowe i flawonoidy), związki lotne oraz biopierwiastki. Zawartość tych związków w miodzie jest różna i zależna od odmiany, pochodzenia geograficznego, warunków miodobrania oraz przechowywania [Kędzierska-Matysek i in. 2021].

Wśród sacharydów najwyższy udział stanowią monosacharydy (fruktoza i glukoza). Oligosacharydów jest mniej (do 10%), jednak ich większość jest aktywna jako cząsteczki prebiotyczne. Są to głównie fruktooligosacharydy (FOS), z czego trójcukier – panoza, jest najbardziej czynny [Borawska i in. 2011]. Wśród innych FOS zidentyfikowano też inulobiozę, kestozę, nystozę, izomaltozę, melezytozę i rafinozę [Bemmo i in. 2016]. Wielu autorów wskazuje na duże zróżnicowanie zawartości składników mineralnych w miodach odmianowych, które zależy od takich parametrów jak kwasowość, wilgotność, skład cukru oraz elementów składowych, takich jak popiół i 5-hydroksymetylofurfural. Ponadto podkreśla się to, że miody ciemne zawierają więcej pierwiastków w porównaniu z jasnymi, jak również charakteryzują się mocniejszym smakiem. Według Denga i in. [2018] najbardziej dominującymi minerałami w miodzie gryczanym i manuka są wapń (Ca), magnez (Mg), sód (Na) i potas (K), a następnie żelazo (Fe), mangan (Mn) i cynk (Zn). Stwierdzono również, że Ca, Mg, Na i K są głównymi minerałami w innych miodach – to makroelementy niezbędne dla zdrowia człowieka. W miodzie gryczanym stężenia Fe, Mn i Zn były istotnie wyższe, a stężenie K niższe w porównaniu z miodem manuka. Poziomy zawartości Ca, Mg, Mn i Zn w miodach gryczanych były również wyższe niż w innych miodach.

Kwasowość miodu warunkują kwasy organiczne, głównie glukonowy powstający z glukozy w efekcie działania enzymatycznego oksydazy glukozowej [Minden-Birkenmaier i Bowlin 2018]. Niskie pH (wynoszące 3–5) miodu chroni produkt przed skażeniem mikrobiologicznym [Chirsanova i in. 2021]. Obecny w miodzie enzym α -amylaza (diastaza) uczestniczy w procesie hydrolitycznego rozpadu cukrów złożonych [Luchese i in. 2017]. Miód można zaliczać do żywności funkcjonalnej ze względu na jego wysoki potencjał antyoksydacyjny, który może zapobiegać niektórym chorobom. Głównymi związkami przeciwutleniającymi miodu są polifenole w postaci kwasów fenolowych i flawonoidów. Obecność enzymu glikozydazy w gruczołach ślinowych pszczoły miodnej w dużym stopniu przyczynia się do hydrolizy glikozylowanych polifenoli do aglikonów. Dlatego polifenole miodu występujące w postaci aglikonu cechują się wyższą biodostępnością [Manach i in. 2004]. Wszystkie odmiany miodu zawierają aktywne biologicznie związki, ale w różnych stężeniach. Kędzierska-Matysek i in. [2021] wykazali w badaniach, że spośród ocenianych polskich odmian miody gryczane charakteryzowały się największą ogólną koncentracją związków fenolowych (567,9 mg GAE/kg) i flawonoidów (27,6 mg QE/kg), przez co uzyskiwały również najwyższy potencjał antyoksydacyjny wyrażony 2,2'-azobis(3-etylobenzotiazolino-6-sulfonianu) – ABTS (6,5 mM TE/100 g). Pozostałe odmiany wykazywały zdecydowanie niższą (co najmniej 2–3-krotnie) zawartość związków fenolowych i flawonoidów. Pod względem aktywności antyoksydacyjnej

oceniane odmiany miodów uszeregowano w następującym porządku: gryczany, spadziowy, wielokwiatowy, lipowy, rzepakowy, akacjowy.

Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów

Probiotyki są żywymi mikroorganizmami, które muszą być odpowiednio liczne. Prebiotyk to natomiast substrat, który jest selektywnie wykorzystywany przez mikroorganizmy gospodarza. Zarówno probiotyk, jak i prebiotyk przynoszą gospodarzowi korzyści zdrowotne. Termin „synbiotyki” obejmuje mieszaninę zawierającą żywe mikroorganizmy i substrat/substraty selektywnie wykorzystywane przez mikroorganizmy żywiciela, a jego działanie ma na celu regulowanie odporności gospodarza [Salminen i in. 2021]. Probiotyki mogą selektywnie oddziaływać na mikrobiotę jelitową, co z kolei wpływa na metabolizm i wchłanianie jelitowe, hamuje rozwój drobnoustrojów chorobotwórczych, moduluje układ odpornościowy człowieka i sprawia, że miejsca infekcji są niedostępne dla organizmów szkodliwych [Schell i in. 2022, Hołderna-Kędzia i Kędzia 2021].

W jelitach pszczoły znajduje się wiele mikroorganizmów, z czego większość to probiotyki składające się z bakterii kwasu mlekowego (ang. lactic acid bacteria, LAB) i *Bifidobacterium* [Ramos i in. 2019, Borges i in. 2021].

Liczne badania wykazały, że miód wspiera i promuje wzrost probiotycznych gatunków *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*, w tym *Bifidobacterium longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. bifidum* i *B. infantis* oraz *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *L. reuteri* i *L. rhamnosus* [Schell i in. 2022]. Właściwości prebiotyczne miodu wynikają głównie z obecności oligosacharydów i polisacharydów niskocząsteczkowych połączonych wiązaniami glikozydowymi [Mustar i Ibrahim 2022, Riaz i Ziar 2012]. W warunkach *in vitro* zawarte w miodzie składniki prebiotyczne (tj. inulina, oligofruktoza i oligosacharydy) przyczyniły się do 10-krotnego, a nawet 100-krotnego wzrostu liczby *L. acidophilus* i *L. plantarum*, korzystnych dla mikroflory jelitowej [Cardarelli i in. 2008].

Funkcjonalne oligosacharydy wykazują działanie terapeutyczne, zmniejszając ryzyko rozwoju chorób jelit. Oligosacharydy wpływają na homeostazę mikroflory jelitowej, przyczyniając się do wzrostu i kolonizacji probiotyków jelitowych oraz wzrostu produkcji metabolitów (m.in. SCFA). Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe hamują proliferację i różnicowanie komórek nowotworowych okrężnicy i regulują egzogenne enzymy metaboliczne, które stymulują aktywację i metabolizm czynników rakotwórczych. Ponadto funkcjonalne oligosacharydy wpływają na poziomy ekspresji genów w komórkach nowotworowych i promują ich apoptozę [Xu i in. 2022].

Interakcja związków fenolowych z mikrobiomem jelitowym, w tym dobroczynnymi drobnoustrojami (probiotykami), jest czynnikiem sprzyjającym osiągnięciu korzystnych efektów zdrowotnych. Miody w swoim składzie zawierają związki fenolowe, probiotyki i dobrze wchodzą w interakcje z probiotykami, mogą być wykorzystywane w przemyśle spożywczym ze względu na rozpuszczalność i związane z ich stosowaniem korzyści zdrowotne [Leite de Souza i in. 2019]. Wyniki licznych badań naukowych dotyczących wpływu dodatku miodu lub wydzielonej frakcji fruktooligosacharydów do napojów fermentowanych na przeżywalność szczepów *Bifidobacterium* podkreślały ich stymulujące działanie na wzrost drobnoustrojów i produkcję kwasu mlekowego. Miód może

być używany jako środek słodzący i prebiotyk jednocześnie w celu poprawy zdolności fermentacyjnych bifidobakterii. W jednym z badań dodatek miodu akacjowego (1%, 2,5%, 4%) do kefiru nie wpłynął istotnie na wzrost i przeżywalność bakterii *Lactococcus*, natomiast zwiększył gęstość mikrobiologiczną pałeczek kwasu mlekowego w produkcji [Paucean i in. 2011]. Według Riaziego i Ziar [2012] optymalny dodatek miodu do jogurtów na mleku odtłuszczonym zawierających szczep *Bifidobacterium* oraz startery jogurtowe (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) wynosi 5%. Sanz i in. [2005] badali (*in vitro*) wpływ oligosacharydów miodowych na wzrost bakterii kałowych. Frakcje oligosacharydów uzyskane z trzech różnych metod izolacji, próbek miodu spadziowego, próbek fruktooligosacharydów (FOS) oraz mieszaniny glukozy i fruktozy w takich samych proporcjach jak miód inkubowano z bakteriami kałowymi przez 12 godzin. Nie zaobserwowano znaczących różnic w całkowitej liczbie bakterii i *Clostridium* w przypadku żadnego ze źródeł węglowodanów. Zauważono jednak znaczny wzrost liczby bifidobakterii, bakteroidów i pałeczek kwasu mlekowego w przypadku większości węglowodanów. Oligosacharydy miodu wykazały aktywność prebiotyczną (indeks prebiotyczny wyniósł od 3,38 do 4,24), zwiększając populację bifidobakterii i pałeczek kwasu mlekowego. Indeks prebiotyczny to wskaźnik, który pokazuje porównawczy związek między wzrostem korzystnych bakterii kałowych (takich jak *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* i *Eubacterium*) i niepożądanych bakterii (takich jak *Clostridium* i *Bacteroides*) a zmianami całkowitej liczby bakterii. Według Silalahi i in. [2021] podawanie paszy powlekanej miodem w dawce 0,6% poprawia współczynnik wykorzystania paszy, zwiększa jej wykorzystanie, tempo przyrostów dobowych, przyrosty masy ciała oraz zmniejsza ilość pobieranej paszy przez rybę słodkowodną *Colossoma macropomum* (paku czarnopłetwy).

Działanie przeciwbakteryjne i właściwości lecznicze miodów

Miód nie jest tylko produktem energetycznym oraz źródłem wielu korzystnych dla organizmu substancji odżywczych, ale również wykazuje działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, antyoksydacyjne, regeneracyjne i przeciwzapalne. Pochodzenie botaniczne i geograficzne miodu oraz gatunek pszczoły (*Apis mellifera*) warunkują różnorodność tego produktu pod względem zarówno właściwości fizykochemicznych, organoleptycznych, jak i biologicznych [Yupanqui Mieleś i in. 2022].

Dobroczynną rolę miodu przypisuje się jego właściwościom antybakteryjnym. Do czynników chroniących ten produkt przed rozwojem mikroorganizmów zalicza się jego wysokie ciśnienie osmotyczne spowodowane dużym stężeniem cukrów, niskie pH oraz obecność nadtlenu wodoru i składników fitochemicznych, tj. metylogliksalu (MGO) oraz peptydu defensyny 1. Ze znormalizowanymi poziomami działania przeciwbakteryjnego sprzedawany jest obecnie miód manuka (*Leptospermum*), który jest najbardziej znany spośród miodów – działa on hamująco na około 60 gatunków bakterii, w tym bakterie tlenowe, beztlenowe, Gram-dodatnie i Gram-ujemne – oraz miód tualang (*Koombassia excelsa*), który jest skuteczny w zwalczaniu bakterii *E. coli*, *Salmonella typhi* i *Streptococcus pyogenes*, dlatego przyjmowany doustnie w czystej, nierozcieńczonej postaci może przyspieszyć powrót do zdrowia po takich infekcjach. Miód klasy

medycznej (Revamil[®], Medihoney[®]) może przeciwdziałać infekcjom lub być stosowany w leczeniu miejscowych infekcji wywołanych przez bakterie oporne i wrażliwe na antybiotyki. Ten organiczny, wolny od zanieczyszczeń i toksyn miód jest sterylizowany promieniami gamma w znormalizowanych warunkach, wolny od niebezpiecznych mikroorganizmów, spełnia ważne dla miodu kryteria fizykochemiczne oraz surowe normy dotyczące produkcji i przechowywania, a także przepisy prawne i bezpieczeństwa.

Jednym z zastosowań miodu jest pielęgnacja ran [Mandal i Mandal 2011, Hermanns i in. 2019]. Działanie antybakteryjne tego środka związane jest z obecnością w nim bakterii kwasu mlekowego (LAB). Produktami metabolizmu bakterii kwasu mlekowego są kwasy organiczne oraz bakteriocyiny (białka, kompleksy białkowe) wykazujące aktywność inhibitującą działanie inhibitorów zwalniające lub zatrzymujące reakcję chemiczną wobec bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych. Ponadto LAB produkują związki bioaktywne, tj. wolne kwasy tłuszczowe, etanol, benzoesan, enzymy, peptydy, antybiotyki [Rosiak i Jaworska 2019]. Od wartości pH środowiska zależy to, czy polifenole wykazują właściwości antyoksydacyjne czy antybakteryjne. W warunkach lekko zasadowych (pH 7,0–8,0) kwasy fenolowe i flawonoidy miodowe wykazują działanie utleniające. Prooksydacyjny fenol wzmacnia przeciwbakteryjne i przeciwzapalne działanie miodu poprzez sprzyjanie tworzeniu się rodników hydroksylowych i produkcji H₂O₂ [Yupanqui Mielles i in. 2022]. Miód jest również skuteczny wobec bakterii i biofilmów opornych na antybiotyki, zapobiegając tworzeniu się i wzrostowi biofilmów, zmniejszając aktywność metaboliczną tych już utworzonych lub zmieniając ekspresję różnych genów zaangażowanych w tworzenie i rozwój biofilmu [Scepankova i in. 2021].

Zawarte w miodzie flawonoidy poprawiają rozszerzenie naczyń wieńcowych, zmniejszają zdolność płytek krwi do tworzenia skrzepów, zapobiegają utlenianiu lipoprotein o małej gęstości (ang. low density lipoprotein, LDL), zwiększają poziom lipoprotein o dużej gęstości (ang. high density lipoprotein, HDL) i poprawiają funkcję śródbłonna [Khalil i in. 2010]. Wykazano, że spożycie miodu znacznie zmniejsza czynniki ryzyka chorób metabolicznych i sercowo-naczyniowych. Miód wykazuje działanie kardioprotekcyjne, rozszerzające naczynia krwionośne, równoważące homeostazę naczyniową i poprawiające profil lipidowy. Miód jest przydatny w leczeniu wielu chorób, w tym: chorób jamy ustnej, zapalenia gardła i kaszlu, nieżytu żołądka i jelit, zaparć i biegunki, choroby refluksowej przełyku, zaburzeń żołądkowo-jelitowych, owrzodzenia stopy cukrzycowej, ran, chorób wątroby i trzustki. Ponadto miód wykazuje potencjalny wpływ na komórki nowotworowe poprzez modulację białek, genów i cytokin [Pasupuleti i in. 2017, Samarghandian i in. 2017, Afroz i in. 2016, Brandt i in. 2005].

Podsumowanie

Liczne badania wykazały, że miód jest środkiem spożywczym, który oprócz wartości odżywczych ma również właściwości lecznicze. Badania wykazały, że jest on źródłem prebiotyków, które mogą wpływać na bakterie probiotyczne naturalnie obecne w przewodzie pokarmowym człowieka. Miód może zmniejszyć liczbę bakterii powodujących infekcje w jelitach, jednocześnie stymulując wzrost potencjalnie korzystnych gatunków. Wielu autorów opisuje jego skuteczność jako prebiotyku dla probiotyków w produktach

mlecznych. Dobroczynne działanie miodu wynika również z jego właściwości antybakteryjnych. Miód, zwłaszcza świeży, powinien znaleźć się w codziennej diecie ze względu na zawartość żywych probiotyków i prebiotyków, które mogą przynieść wymierne korzyści dla naszego zdrowia.

Bibliografia

- Afroz R., Tanvir E.M., Karim N. i in., 2016. Sundarban honey confers protection against isoproterenol-induced myocardial infarction in wistar rats. *BioMed Res. Int.*, 6437641, <https://doi.org/10.1155/2016/6437641>
- Bemmo K.U.L., Kamdem B., Sahoo M. i in., 2016. Honey, probiotics and prebiotics: review. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.* 7(5), 2428.
- Borawska J., Bednarski W., Gołembiewska J., 2011. Charakterystyka sacharydów miodu oraz możliwości zastosowania *Bifidobacterium* do modyfikacji ich składu i właściwości. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 3, 29–39.
- Brandt L.J., Prather C.M., Quigley E.M. i in., 2005. Systematic review on the management of chronic constipation in North America. *Am. J. Gastroenterol.* 2005, 100(1), S5–S21, https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2005.50613_2.x
- Cardarelli H.R., Buriti F.C., Castro I.A. i in., 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. *LWT – Food Sci. Technol.* 41(6), 1037–1046, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.001>
- Chirsanova A., Capcanari T., Boistean A. i in., 2021. Physico-chemical profile of four types of honey from the south of the Republic of Moldova. *Food Nutr. Sci.* 12(9), 874–888, <https://doi.org/10.4236/fns.2021.129065>
- Deng J., Liu R., Lu Q. i in., 2018. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey. *Food Chem.*, 252, 243–249, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.115>
- Hermanns R., Mateescu C., Thrasyvoulou A. i in., 2019. Defining the standards for medical grade honey. *J. Apic. Res.* 59(2), 125–135, <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1693713>
- Holderna-Kędzia E., Kędzia B., 2021. Synbiotyczne działanie produktów pszczelich wytwarzanych ze źródeł roślinnych. *Post. Fitoter.* 3, 189–195. <https://doi.org/10.25121/PF.2021.22.3.189>
- Kędzierska-Matysek M., Stryjecka M., Teter A. i in., 2021. Relationships between the content of phenolic compounds and the antioxidant activity of Polish honey varieties as a tool for botanical discrimination. *Molecules* 26(6), 1810. <https://doi.org/10.3390/molecules26061810>
- Khalil M.I., Sulaiman S.A., Boukraa L., 2010. Antioxidant properties of honey and its role in preventing health disorder. *Open Nutraceut. J.* 3, 6–16.
- Leite de Souza E., Rodrigues de Albuquerque T., Dos Santos A. i in., 2019. Potential interactions among phenolic compounds and probiotics for mutual boosting of their health-promoting properties and food functionalities – a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 59(10), 1645–1659, <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1425285>
- Luchese R.H., Prudêncio E.R., Guerra A.F., 2017. Honey as a functional food. *Honey Analysis* 287–307. <https://doi.org/10.5772/67020>
- Manach C., Scalbert A., Morand C. i in., 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 79(5), 727–747, <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Mandal M.D., Mandal S., 2011. Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 1(2), 154–160. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60016-6](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60016-6)
- Minden-Birkenmaier B., Bowlin L., 2018. Honey-based templates in wound healing and tissue engineering. *Bioengineering* 5(2), 46, <https://doi.org/10.3390/bioengineering5020046>

- Mustar S., Ibrahim N., 2022. A sweeter pill to swallow: a review of honey bees and honey as a source of probiotic and prebiotic products. *Foods* 11(14), 2102, <https://doi.org/10.3390/foods11142102>
- Pasupuleti V., Sammugam L., Ramesh N. i in., 2017. Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017, 125910, <https://doi.org/10.1155/2017/1259510>
- Paucean A., Mudura E., Jimborean M.A. i in., 2011. The influence of honey addition on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of a kefir-type product during shelf-life. *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca Agric.* 68(2).
- Ramos Y., Basualdo M., Libonatti C. i in., 2019. Current status and application of lactic acid bacteria in animal production systems with a focus on bacteria from honey bee colonies. *J. Appl. Microbiol.* 128(5), 1248–1260, <https://doi.org/10.1111/jam.14469>
- Riazi A., Ziar A., 2012. Effect of honey and starter culture on growth, acidification, sensory properties and bifidobacteria cell counts in fermented skimmed milk. *Afr. J. Microbiol. Res.* 6(3), 486–498, <https://doi.org/10.5897/AJMR10.819>
- Rosiak E., Jaworska D., 2019. Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów pszczelich w aspekcie ich jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 26, 3(120), 36–48, <https://doi.org/10.15193/zntj/2019/120/295>
- Rudzi L., Frank M., Szulc A. i in., 2012. Od jelit do depresji – rola zaburzeń ciągłości bariery jelitowej i następstwa aktywacji układu immunologicznego w zapalnej hipotezie depresji. *Neuropsychiatr. Neuropsychol.* 7(2), 76–84.
- Salminen S., Collado M.C., Endo A. i in., 2021. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 18, 649–667, <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
- Samarghandian S., Farkhondeh T., Samini T., 2017. Honey and health: a review of recent clinical research. *Pharmacognosy Res.* 9(2), 121–127, <https://doi.org/10.4103/0974-8490.204647>
- Sanz M.L., Polemis N., Morales V. i in., 2005. In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosaccharides. *J. Agric. Food Chem.* 53(8), 2914–2921, <https://doi.org/10.1021/jf0500684>
- Scepankova H., Combarros-Fuertes P., Fresno J. i in., 2021. Role of honey in advanced wound care. *Molecules* 26(16), 4784, <https://doi.org/10.3390/molecules26164784>
- Schell K., Fernandes K., Shanahan E. i in., 2022. The potential of honey as a prebiotic food to re-engineer the gut microbiome toward a healthy state. *Front. Nutr.* 9, 957932, <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957932>
- Silalahi H., Djauhari R., Monalisa S.S., 2021. Growth performance of tambaqui (*Colossoma macropomum*) supplemented with honey prebiotic in stagnant peat ponds. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 679, 012007, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012007>
- Singh S., Jadaun J., Narnoliya L. i in., 2017. Prebiotic oligosaccharides: special focus on fructooligosaccharides, its biosynthesis and bioactivity. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 183(2), 613–635, <https://doi.org/10.1007/s12010017-2605-2>
- Xu T., Sun R., Zhang Y. i in., 2022. Recent research and application prospect of functional oligosaccharides on intestinal disease treatment. *Molecules* 27(21), 7622, <https://doi.org/10.3390/molecules27217622>
- Yupanqui Mieses J., Vyas C., Aslan E. i in., 2022. Honey: an advanced antimicrobial and wound healing biomaterial for tissue engineering applications. *Pharmaceutics* 14(8), 1663, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14081663>

Rola antyoksydantów w (po)żywieniu

The role of antioxidants in food and nutrition

Antyoksydanty stanowią ważną grupę związków aktywnych biologicznie. Mogą być spożywane jako składnik bezpośrednio konsumowanej żywności (np. świeże owoce bądź warzywa) lub potraw. Dzięki ich regularnemu spożyciu wspomaga się naturalne systemy organizmu ludzkiego w zapewnianiu równowagi oksydacyjno-redukcyjnej. Wiąże się to z szeregiem korzyści zdrowotnych, spośród których najważniejsze jest zapobieganie chorobom niezakaźnym, takim jak zawał serca, cukrzyca czy otyłość. Oprócz suplementacji przeciwutleniaczy wraz z produktami pochodzenia roślinnego antyoksydanty z powodzeniem mogą być także stosowane w produkcji żywności opartej na surowcach odzwierzęcych, np. w przetwórstwie mięsa, wpływając korzystnie na jego jakość.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie roli wybranych antyoksydantów w żywieniu człowieka, wskazując na ich pozytywną rolę w utrzymaniu dobrego stanu zdrowia. Zwrócono uwagę także na możliwości wykorzystania tych związków podczas procesów przetwórczych mięsa, ze szczególnym uwzględnieniem ich działania antyoksydacyjnego na produkt końcowy.

Przegląd literatury

Organizm ludzki jest narażony w coraz większym stopniu na działanie skutków tzw. stresu oksydacyjnego, powodowanego powstawaniem wolnych rodników w organizmie. Wolne rodniki są szkodliwą formą tlenu (posiadają jeden elektron zamiast dwóch), wolnymi atomami, cząsteczkami bądź jonami. W wyniku ich działania dochodzi do uszkodzenia komórek, białek (DNA) oraz oksydacji lipidów znajdujących się m.in. w błonach komórkowych. Wolne rodniki przyczyniają się także do zwiększenia ryzyka zachorowania na poważne choroby, takie jak: miażdżyca, cukrzyca, otyłość i nowotwory. Aby zapobiegać tym procesom, organizm wytwarza antyoksydanty, które mają za zadanie neutralizować wolne rodniki i zapobiegać ich powstawaniu. Niestety, nie zawsze naturalne mechanizmy obronne organizmu są w stanie neutralizować działanie reaktywnych form tlenu. Z tego względu kluczowa jest dbałość o dietę i włączanie w nią produktów

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego, Studenckie Koło Naukowe Zarządzania Jakością i Bezpieczeństwem Żywności, paulina.keska@up.lublin.pl

zasobnych w naturalne przeciwutleniacze o potwierdzonym działaniu biologicznym. Rosnące zainteresowanie konsumentów dietoterapią wiąże się z trendem projektowania zdrowszych produktów zwierzęcych zasobnych w przeciwutleniacze. Oprócz tego, że pełnią rolę w utrzymaniu dobrego stanu zdrowia, mają one nieocenioną moc w hamowaniu działania wolnych rodników w produktach o dużej zawartości tłuszczów (jak mięso), narażonych na procesy lipoperoksydacji. Z tego względu stosowanie związków hamujących procesy związane z utlenianiem białek bądź tłuszczu w produktach spożywczych jest uzasadnione technologicznie.

Rola antyoksydantów w żywieniu

Witamina E jest uznawana za czynnik odpowiedzialny za młody wygląd. Uważa się, że wpływa na opóźnienie pojawienia się oznak starzenia [Milanovic 2016]. Na witaminę E składa się osiem związków (tokochromanoli), które zostały podzielone na dwie grupy: tokotrienole i tokoferole [Milanovic 2016, Witkowski 2016, Lee i Han 2018]. Najczęściej występujący w przyrodzie oraz najbardziej aktywny biologicznie jest α -tokoferol i to on zazwyczaj jest utożsamiany z nazwą „witamina E”. Jest on także jedyną formą zatrzymywaną w organizmie, gdyż wszystkie pozostałe są metabolizowane i usuwane [Milanovic 2016, Witkowski 2016]. Witamina E zapobiega procesom utleniania takich związków, jak białka (w tym DNA) i tłuszcze, dzięki czemu przeciwdziała ich zniszczeniu. Odpowiada za to grupa hydroksylowa połączona z pierścieniem chromanowym, która wchodzi w reakcję z zawartymi w naszym organizmie wolnymi rodnikami. Witamina E wpływa także na stymulację regeneracji uszkodzeń ciała oraz chroni przed podrażnieniami wynikającymi z wystawienia organizmu na działanie słońca [Milanovic 2016]. Dostarczanie do organizmu tokoferoli zapobiega chorobom sercowo-naczyniowym, zmniejsza ryzyko zachorowania m.in. na miażdżycę (zapobiega łączeniu się płytek krwi w agregaty), chorobę Alzheimera i chorobę Parkinsona, wpływa także na poprawę odporności [Milanovic 2016, Lee i Han 2018]. Istotność stosowania witaminy E w codziennej diecie pokazują skutki jej niedoboru, do których możemy zaliczyć: pogorszenie płodności, degenerację mózgu, zmniejszenie zdolności koncentracji, osłabienie wzroku oraz zwyrodnienie nerwów [Milanovic 2016]. Wystarczające dzienne spożycie (ang. adequate intake, AI) witaminy E wynosi 10 mg dla mężczyzn i 8 mg dla kobiet, 10 mg dla kobiet w ciąży oraz 4–7 mg dla noworodków i dzieci [Jarosz i in. 2020].

Kolejną witaminą pełniącą rolę przeciwutleniacza jest witamina C (zwana inaczej kwasem L-askorbinowym, askorbowym lub askorbinowym) [Dobosz 2016]. W przyrodzie występuje jako forma zredukowana (kwas L-askorbinowy) i forma utleniona (kwas L-dehydroaskorbinowy) [Guz i Oliński 2017]. Jest rozpuszczalna w rozpuszczalnikach polarnych [Musiał i in. 2019]. Większość żywych organizmów posiada zdolność syntezy tego związku, z wyjątkiem świnek morskich i ludzi [Dobosz 2016, Guz i Oliński 2017, Musiał i in. 2019]. Ze względu na powyższe w przypadku ludzi występuje konieczność systematycznego dostarczania witaminy C do organizmu drogą pokarmową [Guz i Oliński 2017]. Witamina C jest kofaktorem wielu bardzo ważnych enzymów, które odpowiadają w naszym ciele m.in. za biosyntezę kolagenu (dzięki temu przyspiesza proces gojenia ran) oraz wspieranie prawidłowego funkcjonowania tkanki łącznej [Dobosz 2016,

Guz i Oliński 2017, Musiał i in. 2019]. Zapewnia całkowitą aktywność katalityczną jonów metali z centrów aktywnych poprzez dostarczanie elektronów, co utrzymuje wspomniane jony w formie zredukowanej [Guz i Oliński 2017]. Pełni funkcję antyoksydacyjną, neutralizuje wolne rodniki, dzięki czemu białka (w tym DNA) i lipidy nie ulegają szkodliwym procesom oksydacyjnym [Dobosz 2016, Musiał i in. 2019, Knypl 2020]. Uczestniczy w usuwaniu toksyn z organizmu oraz hamuje powstawanie nitrozwiązków [Musiał i in. 2019]. Powoduje obniżenie złośliwości komórek nowotworowych czerniaka oraz pomaga zwalczyć stany zapalne. Warunkuje także prawidłowe działanie układów: nerwowego (uczestniczy w procesach dojrzewania neuronów, poprawia ich funkcjonowanie, wpływa na działanie neuroprzekaźników) i odpornościowego [Dobosz 2016, Musiał i in. 2019]. Uczestniczy w tworzeniu katecholamin i L-karnityny [Guz i Oliński 2017]. Bierze udział w odpowiedzi organizmu na hipoksję [Guz i Oliński 2017]. Pomaga utrzymać ciśnienie krwi na właściwym poziomie. Zwiększa przyswajalność żelaza niehemowego, zawartego w produktach roślinnych [Knypl 2020]. Chroni przed skutkami działania promieniowania UVA i UVB, do których należą przebarwienia oraz przyspieszony proces starzenia, a także bierze udział w zmniejszaniu stresu oksydacyjnego spowodowanego wpływem promieniowania UVA. Jest szczególnie ważna w przypadku osób starszych, ponieważ zmniejsza ryzyko zachorowania na zaćmę [Knypl 2020].

Niedobór witaminy C może prowadzić m.in. do skorbutu, którego główne objawy to: występowanie krwawień, wypadanie zębów, powolne gojenie ran oraz bóle stawów i mięśni [Dobosz 2016, Guz i Oliński 2017]. Niewystarczająca ilość witaminy C w diecie prowadzi także do rozwoju innych poważnych chorób, takich jak choroba Alzheimera i choroba Parkinsona. Prawdopodobnie niedobór omawianej witaminy przyczynia się do rozwoju zmęczenia, stanów lękowych oraz depresji (regulowanie działania receptorów serotoninowych). Witaminę C możemy znaleźć w produktach roślinnych. Należy pamiętać, że obróbka termiczna wpływa na straty tej witaminy, dlatego w miarę możliwości powinno się spożywać owoce i warzywa w postaci surowej [Kozuszek 2014]. Witamina C jest przyswajana w około 70–80%, jednak jednorazowo organizm jest w stanie przyjąć tylko 200 mg. Dawki większe wywołują reakcje obronne organizmu i są wchłaniane w coraz mniejszych ilościach. Zalecane dzienne spożycie (ang. recommended dietary allowances, RDA) witaminy C wynosi 90 mg dla mężczyzn i 75 mg dla kobiet, 80–85 mg dla kobiet w ciąży oraz 40–50 mg dla dzieci [Jarosz i in. 2020].

Kolejną grupą przeciwutleniaczy są flawonoidy – związki pochodzenia roślinnego charakteryzujące się strukturą związków polifenolowych. Z powodu złożonej budowy dokonano podziału flawonoidów na: flawony, flawan-3-ole (oligo- i polimeryczne), antocyjany, flawonole, izoflawony oraz flawanony. Każda z tych grup wykazuje różną biodostępność i aktywność biologiczną. Flawonoidy są metabolizowane w organizmie człowieka głównie w jelitach i wątrobie. Ze względu na znaczącą masę cząsteczkową są syntetyzowane dopiero w jelicie grubym, po uprzedniej hydrolizie do aglikonu i cukrów w końcowych odcinkach jelita cienkiego. Część produktów hydrolizy flawonoidów trafia do krwi, natomiast część zostaje wydalona z organizmu. Do flawonoidów zaliczamy np. kwercetynę, apigeninę i luteolinę [Kałwa 2019].

Flawonoidy charakteryzują się działaniem przeciwutleniającym zależnym od położenia grup funkcyjnych (im więcej cząsteczka zawiera grup hydroksylowych, tym związek ma mocniejsze właściwości antyoksydacyjne) [Sadowska i in. 2011, Kałwa 2019, Karak 2019]. Biorą udział w usuwaniu wolnych rodników z organizmu oraz zapobiegają

ich powstawaniu. Wykazują działanie antynowotworowe m.in. poprzez zatrzymywanie replikacji DNA, cyklu komórkowego, a także przez indukcję zniszczenia komórek nowotworowych oraz hamowanie procesu tworzenia naczyń krwionośnych guza nowotworowego, które dostarczają mu substancje odżywcze. Wykazują korzystny wpływ na układ sercowy i krwionośny poprzez zapobieganie utlenianiu frakcji LDL cholesterolu i zwiększanie ilości frakcji HDL cholesterolu we krwi [Sadowska i in. 2011, Pal i Verma 2013, Kałwa 2019]. Obniżają poziom cukru we krwi, zapobiegają wystąpieniu miażdżycy, poprawiają krążenie, obniżają ciśnienie krwi, chronią przed agregacją płytek krwi, a także wzmacniają naczynia krwionośne [Sadowska i in. 2011, Kałwa 2019, Karak 2019]. Flawonoidy są wykorzystywane w terapii hormonalnej jako bezpieczny zamiennik tradycyjnych rozwiązań dla kobiet w okresie menopauzalnym. Polifenole (do których zaliczamy flawonoidy) neutralizują negatywny wpływ związków azotowych na organizm człowieka, dlatego zaleca się ich udział w diecie z peklowanym mięsem [Sadowska i in. 2011]. Są także przydatne w leczeniu bielactwa ze względu na pobudzanie procesów produkcji melaniny i tyrozinazy przez melanocyty [Skibska i in. 2021]. Flawonoidy wykazują działanie moczopędne – tym silniejsze, im więcej w cząsteczce znajduje się grup hydroksylowych. Badania wykazały prawdopodobny wpływ flawonoidów na redukcję masy ciała w wyniku pobudzenia komórek tkanki tłuszczowej do apoptozy. Flawonoidy spowalniają proces starzenia, zapobiegają zachorowaniu na chorobę Alzheimera i chorobę Parkinsona [Pal i Verma 2013, Kałwa 2019]. Poprzez regulowanie napięcia w ścianach naczyń włosowatych wykazują działanie przeciwzapalne [Kobylińska i Janas 2015]. Flawonoidy zmniejszają także ryzyko powstania wrzodów [Pal i Verma 2013, Karak 2019].

Rola antyoksydantów w żywieniu

Utlenianie lipidów jest główną przyczyną pogorszenia jakości żywności i może bezpośrednio wpływać na wiele jej cech, takich jak smak, kolor, tekstura, wartość odżywcza i bezpieczeństwo pokarmu. Utlenianie lipidów w układach mięśniowych jest inicjowane na poziomie błon wewnątrzkomórkowych frakcji fosfolipidowych. Jedno z najważniejszych wyzwań technologicznych w przetwórstwie produktów pochodzenia zwierzęcego dotyczy opracowania metod stosowanych do opóźnienia inicjacji utleniania składników żywności i utraty finalnej jakości wyrobu. Jedną z nich może być stosowanie przeciwutleniaczy. Efekt ten zależy od koncentracji antyoksydantów w surowcu, którą można zwiększyć poprzez ich suplementację podczas skarmiania zwierząt rzeźnych.

Witamina E jest składnikiem rozpuszczalnym w tłuszczach. Jej rolą jest utrzymanie i ochrona błon biologicznych przed peroksydacją lipidów. W produkcji przemysłowej przetworów mięsnych nie praktykuje się stosowania witaminy E, natomiast z powodzeniem może ona stanowić składnik pasz dla zwierząt, kształtując jakość mięsa i jego wartość odżywczą jeszcze na poziomie hodowli. Należy jednak podkreślić, że stosowanie witaminy E w diecie zwierząt wpływa na wydajność wzrostu oraz cechy jakościowe tuszy jedynie wtedy, gdy minimalne wymagania dla prawidłowego wzrostu i zdrowia są już spełnione (wymagane jest pokrycie minimalnego zapotrzebowania organizmu). Na przykład Bellés i in. [2019] zauważyli, że zwiększenie zawartości tokoferolu w mięśniach zwierząt rzeźnych jest skutecznym sposobem ochrony PUFA (ang. polyunsaturated fatty

acid) i białek przed utlenianiem, zmniejszając tym samym blaknięcie kolorów i powstawanie nieprzyjemnego zapachu w mięsie jagnięcym. Z kolei wpływ witaminy E na jakość mięsa wieprzowego badali Macit i in. [2003]; autorzy wykazali, że suplementacja żywieniowa jagniąt witaminą E wpłynęła na poprawę efektywności wykorzystania paszy, co wiązało się ze wzrostem dziennego przyrostu masy ciała zwierząt. Określono również cechy rzeźne i tuszowe jagniąt, a także wpływ witaminy E na takie cechy mięsa, jak: barwa, zawartość substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (ang. thiobarbituric acid reactive substances, TBARS), wielkość wycieku i pH. Autorzy potwierdzili istotny statystycznie wpływ witaminy E na zmniejszenie utleniania lipidów, wyciek i tendencję do zacierwienia mięsa zwierząt z dietą suplementowaną witaminą E.

W przetwarzaniu mięsa stosuje się z powodzeniem witaminę C, zaś doniesienia literatury wielokrotnie wskazywały na pozytywne jej działanie na jakość mięsa. Przykładowo witamina C dodana do mięsa wołowego poprawia stabilność oksydacyjną w przypadku pakowania w atmosferze modyfikowanej [Velasco i Williams 2011, Castillo i in. 2013]. Ponadto chroni przed utlenieniem oksymyoglobiny o barwie czerwonej do metmyoglobiny o barwie brązowej, dzięki czemu wyroby mięsne są dłużej atrakcyjne wizualnie dla konsumentów (mają jaśniejszą barwę) [Velasco i Williams 2011]. Badania wykazały, że dodatek witaminy C do mielonego mięsa wołowego opóźnia zmianę barwy [Castillo i in. 2013]. Podsumowując, zawartość naturalnych przeciwutleniaczy można zwiększyć, dodając je do diety zwierząt, stosując jako dodatek do wyrobów mięsnych (np. spryskanie powierzchni mięsa roztworem witaminy C) lub wykorzystując aktywne opakowania do przechowywania wyrobów mięsnych [Castillo i in. 2013]. Pełnią one rolę zapobiegającą procesowi utleniania lipidów, polepszającą stabilność koloru oraz spowalniającą powstawanie nieprzyjemnych posmaków [Kumar i in. 2015].

Kumar i in. [2013] zauważyli, że zdolność antyoksydacyjna mięsa jest niska i można ją zwiększyć, dodając do mięsa właśnie flawonoidy podczas przetwarzania żywności w postaci części roślin bogatych w te związki, takich jak nasiona, skórki owoców, kora i kwiaty w postaci surowej lub ekstraktu, bez negatywnych zmian cech sensorycznych i jakościowych produktów mięsnych. Doniesienia literatury wskazują na możliwości stosowania flawonoidów jako składnika diety zwierząt, choć naukowcy nie są jednoznaczni co do efektów ich wykorzystywania wpływających na jakość mięsa. O'Grady i in. [2008] stwierdzili, że ekstrakt z pestek winogron (zasobny w flawonoidy) dodawany w ilości 0,1; 0,3 lub 0,7 g/kg paszy nie miał wpływu ani na pH, ani na barwę surowego schabu wieprzowego, jak również barwę i cechy sensoryczne gotowanej wieprzowiny. Do podobnych wniosków doszli Augustin i in. [2008], stosując dodatek ekstraktu z zielonej herbaty (0,01 lub 0,1 g/kg masy ciała) do pasz. Dodatek flawonoidów podczas skarmiania wieprzy również nie poprawił stabilności oksydacyjnej mięsa wieprzowego. Ani ekstrakt z zielonej herbaty [Augustin i in. 2008], ani z pestek winogron [O'Grady et al. 2008, Augustin et al. 2008] nie zmniejszył stopnia utleniania lipidów. Natomiast z powodzeniem stosowano flawonoidy podczas procesów przetwórczych mięsa. Zagadnieniu temu poświęcono w literaturze dużo uwagi. Jako przykład stosowano ekstrakt z winogron bezpośrednio podczas produkcji surowego baleronu dojrzewającego [Libera i Stasiak 2015, Libera i in. 2018] oraz karkówki wieprzowej inokulowanej szczepem bakterii kwasu mlekowego *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 [Libera i in. 2020]. Autorzy wykazali, że dodatek ekstraktu z pestek winogron do surowych wieprzowych wyrobów dojrzewających korzystnie wpływa na barwę produktu, nadając bardziej intensywny odcień

czerwony. Ponadto dodatek ten skutecznie hamował procesy hydrolizy tłuszczów zachodzące w produktach, obniżając zawartość wolnych kwasów tłuszczowych podczas chłodniczego przechowywania w odniesieniu do kontroli.

Podsumowanie

Przedstawione w niniejszej pracy przykłady działania i zastosowania wybranych związków antyoksydacyjnych stanowią preludium do szerokiej wiedzy na temat ich wpływu na zdrowie konsumentów. Niezależnie od tego, czy są spożywane bezpośrednio, czy jako składnik żywności, wykorzystanie tych związków stanowi jedno z działań mających na celu poprawę zdrowia konsumentów. Jest to ważne w kontekście coraz większej skali występowania chorób cywilizacyjnych, w których dietoterapia może być istotnym czynnikiem zapobiegawczym bądź wspomagającym leczenie.

Bibliografia

- Augustin K., Blank R., Boesch-Saadatmandi C. i in., 2008. Dietary green tea polyphenols do not affect vitamin E status, antioxidant capacity and meat quality of growing pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 92(6), 705–711. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00768.x>
- Bellés M., del Mar Campo M., Roncalés P. i in., 2019. Supranutritional doses of vitamin E to improve lamb meat quality. *Meat Sci.* 149, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.002>
- Castillo C., Pereira V., Abuelo A. i in., 2013. Effect of supplementation with antioxidants on the quality of bovine milk and meat production. *Sci. World J.* 2013, 616098. <https://doi.org/10.1155/2013/616098>
- Dobosz A., 2016. Witamina C – fakty i mity. *Świat Przem. Farm.* 1, 76–80.
- Guz J., Oliński R., 2017. Rola witaminy C w regulacji epigenetycznej. *Post. Hig. Med. Dośw.* 71, 747–760. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.3853>
- Jarosz M., Rychlik E., Stoś K. i in. (red.), 2020. Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Wyd. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa.
- Kałwa K., 2019. Właściwości antyoksydacyjne flawonoidów oraz ich wpływ na zdrowie człowieka. *Kosmos* 68(1), 153–159. https://doi.org/10.36921/kos.2019_2490
- Karak P., 2019. Biological activities of flavonoids: an overview. *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 10(4), 1567–1574. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(4\).1567-74](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(4).1567-74)
- Knypl K., 2020. Witamina C jako istotny element prewencyjny w sezonie infekcyjnym. *Med. Życie*, 7(1–2), 5–9.
- Kobylińska A., Janas K.M., 2015. Prozdrowotna rola kwercetyny obecnej w diecie człowieka. *Post. Hig. Med. Dośw.* 69, 51–62.
- Kozuszek R., 2014. Gotowanie na parze – by zachować witaminy. *Por. Gosp.* 11, 40–41.
- Kumar P., Kumar S., Tripathi M.K. i in., 2013. Flavonoids in the development of functional meat products: a review. *Vet. World* 6(8), 573–578. <https://doi.org/10.5455/vetworld.2013.573-578>
- Kumar Y., Yadav D.N., Ahmad T. i in., 2015. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 14(6), 796–812. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156>
- Lee G.Y., Han S.N., 2018. The role of vitamin E in immunity. *Nutrients* 10(11), 1614. <https://doi.org/10.3390/nu10111614>

- Libera J., Latoch A., Wójciak K.M., 2020. Utilization of grape seed extract as a natural antioxidant in the technology of meat products inoculated with a probiotic strain of LAB. *Foods* 9(1), 103, <https://doi.org/10.3390/foods9010103>
- Libera J., Kononiuk A., Kęska P. i in., 2018. Use of grape seed extract as a natural antioxidant additive in dry-cured pork neck technology. *Biotechnol. Food Sci.* 82(2), 141–150. <https://doi.org/10.34658/bfs.2018.82.2.141-150>
- Libera J., Stasiak D.M., 2015. Wpływ ekstraktu z pestek *Vitis vinifera* L. na barwę i stabilność oksydacyjną dojrzewającego baleronu. W: K.M. Wójciak, Z.J. Dolatowski (red.), *Technologiczne kształtowanie jakości żywności*, Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków, 161–170.
- Macit M., Aksakal V., Emsen E. i in., 2003. Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. *Meat Sci.* 63(1), 51–55. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00052-9)
- Milanovic B., 2016. Witamina E – co kryje świat tokoferoli? *Świat Przem. Farm.* 3, 112–116.
- Musiał C., Sawczuk W., Gawdzik B. i in., 2019. Witamina C w medycynie i kosmetologii. *Wiad. Chem.* 73(9–10), 503–522.
- O’Grady M.N., Carpenter R., Lynch P.B. i in., 2008. Addition of grape seed extract and bearberry to porcine diets: influence on quality attributes of raw and cooked pork. *Meat Sci.* 78(4), 438–446. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.011>
- Pal D., Verma P., 2013. Flavonoids: a powerful and abundant source of antioxidants. *Int. J. Pharm. Pharmaceut. Sci.* 5(3), 95–98.
- Sadowska A., Świderski F., Kromołowska R., 2011. Polifenole – źródło naturalnych przeciwutleniaczy. *Post. Technol. Przetw. Spoż.* 1, 108–111.
- Skibska B., Gorąca A., Bujnicka K., 2021. Udział antyoksydantów w terapii bielactwa. *Farm. Pol.* 77(11), 662–669, <https://doi.org/10.32383/farmpol/145403>
- Velasco V., Williams P., 2011. Improving meat quality through natural antioxidants. *Chil. J. Agric. Res.* 71(2) 313–322. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392011000200017>
- Witkowski S., 2016. Tokotrienole – mniej znana strona witaminy E. *Herbalism* 2(1), 7–21, <https://doi.org/10.12775/HERB.2016.001>

Charakterystyka wyróżników tekstury bezglutenowych przekąsek z dodatkiem wybranych suszów owocowych

Characteristics of texture properties of gluten-free snacks supplemented with selected dried fruits

Celiakia jest chorobą autoimmunologiczną, dającą objawy po zjedzeniu produktów zawierających gluten. Głównym sposobem jej leczenia jest dieta bezglutenowa, która musi być przestrzegana przez całe życie pacjenta. Charakteryzuje się ona unikaniem produktów, które wytwarzane są z pszenicy, żyta lub jęczmienia. Dopuszczane do spożycia przez osoby chore na celiakię to produkty bazujące na kukurydzy, ryżu, soi, ziemniakach, tapioce, sorgo, amarantusie lub proso [Artykiewicz i in. 2022]. Gama tych produktów cały czas się zwiększa, poprawia się także ich dostępność dla osób będących na diecie bezglutenowej. Chrupki kukurydziane, szczególnie wzbogacone w owoce i warzywa, mogą stać się grupą produktów określaną jako żywność funkcjonalna [Amer i Rizk 2022, Poliszko i in. 2019]. Kukurydza charakteryzuje się dużą zawartością skrobi, ale jest uboga we flawonoidy, w kwas foliowy, błonnik i mikroelementy. Produkty przemiału kukurydzy są wykorzystywane do produkcji nowej generacji żywności specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Surowcem bezglutenowym jest też ryż. Neutralny smak i zapach oraz właściwości hypoalergiczne powodują, że ryż ma uniwersalne zastosowanie w produktach bezglutenowych. Mikroelementy z ryżu, tj. potas, wapń, fosfor, żelazo, magnez, oraz witamina B pozwalają na uzupełnienie tych składników u osób stosujących dietę bezglutenową [Przetaczek-Rożnowska i Bubis 2016].

Owoce powinny być istotnym składnikiem codziennej diety człowieka, ponieważ zawierają substancje bioaktywne, pierwiastki śladowe i witaminy. Mogą stanowić wartościowy dodatek poprawiający wartość odżywczą żywności, ale także wpływający na barwę czy teksturę wyrobów. Jabłka są bogate w przeciwutleniacze, fenole, sacharydy i inne składniki odżywcze, które odgrywają dużą rolę w żywieniu człowieka. Korzyści zdrowotne, wynikające z obecności związków fenolowych i antyoksydacyjnego działania kwasu askorbinowego, związane są z wychwytywaniem wolnych rodników przez te substancje. Spożywanie jabłek może nieść korzyści zdrowotne w profilaktyce wielu chorób, takich jak przewlekłe choroby układu sercowo-naczyniowego czy niektóre nowotwory [Çetin i Sağlam 2022]. Owoce morwy białej zawierają substancje bioaktywne o pozytywnym działaniu terapeutycznym oraz podstawowe składniki odżywcze, takie jak

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Koło Naukowe Inżynierii Spożywczej, mpiszcz5@gmail.com

węglowodany, białka, lipidy, minerały i witaminy. Polifenole z owoców morwy białej to flawonoidy (antocyjany i flawonole) oraz kwasy fenolowe (kwas benzoesowy) o właściwościach przeciwutleniających, które mogą być pomocne w zapobieganiu chorobom przewlekłym, takim jak choroby serca i nowotwory. Owoce te są również dobrym źródłem aminokwasów egzogennych, które muszą być dostarczane wraz z pożywieniem [Bhattacharjya i in. 2021]. Jagody goji są bogatym źródłem mikroelementów oraz substancji bioaktywnych, takich jak kwasy organiczne, karotenoidy i związki fenolowe o działaniu przeciwutleniającym, przeciwnowotworowym i przeciwzapalnym. Zeaksantynę, karotenoid z jagód goji, wykorzystywano w leczeniu zwyrodnienia plamki żółtej związanej z wiekiem [Poggioni i in. 2022]. Czarny bez jest uważany za roślinę leczniczą o dużej zawartości składników odżywczych, witamin C i A, żelaza i potasu oraz przeciwutleniaczy: flawonoidów, kwasów fenolowych, antocyjanów i alkaloidów. Czarny bez ma właściwości przeciwutleniające, przeciwzapalne, neuroprotektoryjne i przeciwnowotworowe. Jego owoce są stosowane jako składnik suplementów diety [Mocanu i Amariei 2022]. Jeżyny zawierają antocyjany wykazujące silne właściwości antyoksydacyjne, działanie przeciwnowotworowe i zapobiegające neurodegeneracjom związanym z wiekiem. Są dobrym źródłem witamin C i E oraz minerałów, zawierają rozpuszczalny i nierozpuszczalny błonnik, który przyspiesza pracę jelit. Mają też w swoim składzie duże ilości związków fenolowych, szczególnie flawonoidów i kwasów fenolowych, charakteryzujących się wysoką zdolnością przeciwutleniającą i przeciwnowotworową [Zia-Ul-Haq i in. 2014].

Ekstruzja to wysokotemperaturowy proces, który wykorzystuje krótki czas przetwarzania surowców pochodzenia roślinnego i/lub zwierzęcego. Dobór warunków procesu pozwala na zachowanie wartości odżywczych produktów oraz może zwiększyć biodostępność niektórych składników bioaktywnych. Potwierdzeniem tego są badania Amer i Rizk [2022], które wykazały wzrost zawartości związków fenolowych w produktach ekstrudowanych z dodatkami roślinnymi. Technika ekstruzji umożliwia uzyskanie nowych produktów o specyficznych cechach z różnych surowców i dodatków. Wzbogacanie ich w owoce, warzywa, nasiona czy produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego ma na celu podwyższenie wartości odżywczej żywności ekstrudowanej o antyoksydanty, polifenole, witaminy i minerały [Prabha i in. 2021].

Celem pracy było wyznaczenie wybranych cech tekstury, w tym siły cięcia, twardości, kruchości i łamliwości, bezglutenowych chrupek kukurydzianych wzbogaconych różnym dodatkiem suszonych lub liofilizowanych owoców (jabłek, morwy białej, jagody goji, czarnego bzu i jeżyny) wytwarzanych przy zmiennych warunkach procesu ekstruzji.

Materiał i metody

Chrupki przygotowano z kaszki kukurydzianej, zmielonego ryżu i ksylitolu (w proporcjach 77 : 20 : 3). Liofilizowane plastry jabłek i całe owoce jeżyn oraz suszone owoce morwy białej, bzu czarnego i jagody goji (zakupione od RAFEX, Ciecierzyn, Polska), rozdrabniano przy użyciu młynka nożowego LMN-100 (TestChem, Radlin, Polska) do granulacji poniżej 1 mm. Owoce dodawano w ilości 5%, 10%, 15% i 20% udziałów masowych. Mieszanki poddawano ekstruzji przy użyciu ekstrudera jednoślismakowego TS-45 (ZMCh Metalchem, Gliwice, Polska) w wersji L/D = 12 z matrycą o średnicy

3 mm przy prędkości ślimaka 80, 100 i 120 obr./min. Proces ekstruzji chrupek wzbogaconych owocami prowadzono w temperaturze 80/120/135°C w poszczególnych strefach ekstrudera.

Profil tekstury ekstrudatów wyznaczano z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell typ BDO-FBO.5TH (Zwick GmbH & Co., Niemcy). Pomiar siły cięcia prowadzono przystawką Warner-Bratzlera, umieszczając chrupkę o długości ok. 2,5–3,0 cm na stoliku aparatu, z prędkością przesuwu głowicy 500 mm/min do całkowitego przecięcia próby. Jako siłę cięcia wyznaczono najwyższą siłę podczas badania. Teksturę badano w pięcioostrzowej komorze Kramera, układając po 5 sztuk w jednej warstwie na dnie komory w kierunku prostym do ostrzy i poddawano ścisnaniu z wytłaczaniem przy prędkości przesuwu głowicy 500 mm/min. Podczas badania wyznaczano twardość, kruchość oraz łamliwość. Pomiarów wykonano w 5 powtórzeniach, wyniki wyrażono jako średnie i odchylenia standardowe z pomiarów każdej cechy [Wójtowicz i in. 2013].

Wyniki i dyskusja

Wyróżniki tekstury bezglutenowych przekąsek odgrywają ważną rolę jakościową oraz przekładają się na stopień ich akceptacji przez konsumentów. Zawartość owoców, ich rodzaj oraz warunki prowadzenia procesu wpłynęły na zmianę badanych wyróżników tekstury.

W badaniu siły cięcia określana jest maksymalna siła potrzebna do trwałego odkształcenia próbki. Wyniki pomiarów siły cięcia przedstawiono w tabeli 1. Najmniejszą siłę cięcia wyznaczono podczas testów chrupek z najniższym dodatkiem suszu owocowego (5%) przy prędkości obrotowej ślimaka wynoszącej 100 obr./min, przy czym najmniejsze wartości odnotowano przy użyciu suszu z jabłek i z owocu czarnego bzu, odpowiednio: 6,21 N oraz 7,79 N, co świadczy o dobrym ekspandowaniu przekąski bezglutenowej. Chrupki kukurydziane z dodatkiem jagody goji i jeżyny charakteryzowały się wyższymi wartościami siły cięcia, odpowiednio: 9,18 N i 11,03 N, również przy prędkości 100 obr./min. Przy dodatku suszu z jabłka w ilości 20% wykazano najwyższe wartości siły cięcia. Wysokie wartości wyznaczono także dla przekąsek z dodatkiem suszonego owocu jeżyny przy 5% i 20% dodatku, wytwarzane przy 80 i 100 obr./min.

W badaniach Wójtowicz i in. [2018] przy zastosowaniu dodatku pomidora do kukurydzianych przekąsek ekstrudowanych wykazano, że wraz ze zwiększeniem ilości dodatku warzywa zwiększała się wartość siły cięcia. Maksymalną wartość siły cięcia odnotowano przy 20% dodatku pomidora. W naszych badaniach podobne wyniki odnotowano jedynie przy zastosowaniu dodatku suszu z jabłek do bezglutenowych przekąsek.

Pomiar wyróżników tekstury bezglutenowych przekąsek z dodatkiem suszu owocowego przeprowadzony z użyciem komory Kramera wykazał, że twardość, kruchość i łamliwość zmieniały się w różny sposób w zależności od rodzaju owocu i jego zawartości procentowej.

Twardość produktów to siła niezbędna do trwałego zdeformowania produktu i jest wyznaczana jako najwyższy pik siły podczas badania tekstury. Wyniki pomiarów twardości przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Średnie wartości siły cięcia bezglutenowych przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przy zastosowaniu różnych prędkości obrotowych ślimaka

Udział [%]	Obroty [obr./min]	Siła cięcia [N]				
		jabłko	morwa biała	jagoda goji	czarny bez	jeżyna
5	80	7,02 ±0,87	11,18 ±1,61	10,88 ±1,87	9,14 ±0,27	13,54 ±1,48
	100	6,21 ±0,79	8,77 ±0,67	9,18 ±1,28	7,79 ±0,46	11,03 ±1,16
	120	7,40 ±0,74	8,91 ±0,58	9,56 ±0,68	8,32 ±0,94	8,37 ±1,25
10	80	14,54 ±1,73	12,48 ±1,97	8,55 ±1,79	7,49 ±1,05	8,83 ±0,96
	100	12,32 ±1,53	10,28 ±1,04	10,22 ±1,09	10,10 ±0,85	8,61 ±0,57
	120	14,70 ±3,48	8,27 ±1,06	11,47 ±1,80	12,34 ±1,07	6,89 ±0,80
15	80	10,76 ±2,14	7,08 ±2,85	11,58 ±1,19	9,15 ±1,03	8,88 ±0,93
	100	14,22 ±2,26	6,20 ±2,12	11,24 ±2,43	7,75 ±1,50	8,08 ±0,71
	120	10,24 ±2,33	8,49 ±2,44	7,79 ±3,29	7,98 ±0,85	8,46 ±0,97
20	80	20,52 ±3,85	10,24 ±3,44	6,27 ±1,44	7,91 ±1,40	10,59 ±1,77
	100	14,50 ±1,75	4,22 ±1,33	5,23 ±0,79	10,01 ±0,53	13,44 ±2,08
	120	12,88 ±2,42	6,18 ±2,30	5,72 ±1,94	9,41 ±1,37	9,01 ±2,94

Tabela 2. Średnie wartości twardości bezglutenowych przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przy zastosowaniu różnych prędkości obrotowych ślimaka

Udział [%]	Obroty [obr./min]	Twardość [N]				
		jabłko	morwa biała	jagoda goji	czarny bez	jeżyna
5	80	61,93 ±8,05	79,01 ±6,91	119,19 ±6,63	93,29 ±5,95	120,14 ±12,90
	100	70,97 ±6,21	84,18 ±8,01	103,58 ±20,62	100,13 ±6,65	123,38 ±12,47
	120	88,87 ±7,25	92,18 ±4,14	115,89 ±7,82	92,62 ±4,20	119,25 ±7,83
10	80	141,14 ±18,90	114,43 ±5,08	95,88 ±6,31	115,51 ±5,90	100,99 ±4,46
	100	143,08 ±18,10	129,32 ±17,06	115,26 ±10,24	144,72 ±10,59	100,56 ±10,56
	120	135,23 ±5,24	109,95 ±6,41	140,84 ±7,84	136,34 ±4,98	92,48 ±8,22
15	80	232,64 ±29,28	187,20 ±21,47	155,24 ±14,74	116,01 ±12,73	107,14 ±6,13
	100	354,39 ±37,41	348,44 ±40,70	146,35 ±11,18	165,06 ±11,89	107,12 ±3,92
	120	353,85 ±43,04	259,89 ±18,22	149,36 ±25,81	88,13 ±4,06	107,65 ±11,20
20	80	165,96 ±30,99	273,40 ±34,37	208,54 ±27,00	131,94 ±12,65	149,91 ±16,75
	100	196,99 ±44,30	256,04 ±14,76	308,52 ±36,44	171,75 ±10,07	220,50 ±20,00
	120	242,26 ±41,55	273,08 ±17,29	315,98 ±34,45	153,30 ±12,04	263,29 ±18,04

Najniższe wartości twardości zaobserwowano podczas badania chrupek z 5-procentowym dodatkiem suszu z jabłek i morwy białej. Wynosiły one odpowiednio 61,93 N oraz 79,01 N, przy czym obie wartości zanotowano w przekąskach ekstrudowanych przy 80 obr./min. Zwiększenie procentowego udziału dodatków owocowych wpłynęło na wzrost twardości przekąsek. Maksymalny pik wartości siły odnotowano podczas oceny chrupek z dodatkiem 15% suszu z jabłka oraz owocu morwy białej, ekstrudowanych przy 100 obr./min, odpowiednio: 354,39 N oraz 348,44 N.

W badaniach prowadzonych przez Lisiecką i in. [2021], bazujących na dodatku świeżych pulp warzywnych do bezglutenowych przekąsek, nie wykazano zależności między wartością twardości a procentowym dodatkiem pulpy warzywnej czy też prędkością obrotową ślimaka podczas ich wytwarzania. W badaniach tekstury chrupek z dodatkami owocowymi również nie odnotowano zależności twardości od zastosowanych obrotów, a uzyskane dane nie są jednoznacznie uzależnione od prędkości wytłaczania przekąsek. W badaniu Wójtowicz i in. [2013] zastosowano dodatek gryki do przekąsek bezglutenowych i wykazano, że wraz ze zwiększeniem procentowego udziału gryki zmniejsza się twardość chrupek kukurydźnianych z tym dodatkiem.

Kolejną ocenianą cechą przekąsek była kruchość jako odpowiedź na siłę zewnętrzną, której przyłożenie spowoduje kruszenie bezglutenowej przekąski. Wyniki pomiarów kruchości przekąsek z dodatkiem suszonych owoców przedstawiono w tabeli 3. Najniższe wartości kruchości wyznaczono podczas badania chrupek z 5-procentowym dodatkiem suszu z owoców czarnego bzu, jagody goji i morwy białej. Wynosiły one odpowiednio 3,02 N, 2,37 N oraz 3,07 N. Wartości te zanotowano dla wyrobów ekstrudowanych przy 100 obr./min przy dodatku suszu z owoców czarnego bzu i jagody goji oraz 120 obr./min. w przypadku owocu morwy białej. Zwiększenie ilości dodatku z 10% do 15% suszu z jabłek oraz morwy białej spowodowało gwałtowny wzrost siły niszczącej, co świadczy o obniżaniu kruchości przekąsek. Wartości te wzrosły z 94,26 N do 324,35 N przy dodatku suszu z jabłek i z poziomu 8,62 N do 324,37 N w przypadku suszu z owoców morwy białej. Najniższe wartości kruchości w przedziale od 5% do 10% udziału suszów owocowych odnotowano w bezglutenowych przekąskach z dodatkiem jeżyny. Wartości te wahały się od 2,25 N (10%, 80 obr./min) do 5,79 N (5%, 120 obr./min). W badaniach Lisieckiej i in. [2021] z użyciem świeżych pulp warzywnych do ekstrudowanych przekąsek na bazie ryżu najniższą kruchość odnotowano przy 7,5% dodatku pulpy z cebuli oraz marchwi, przy czym większa ilość dodatków obniżała kruchość przekąsek. Podobne zależności odnotowano w prezentowanych w niniejszej pracy badaniach pomiarów kruchości chrupek z dodatkiem suszonych owoców.

W produkcji ekstrudowanych przekąsek bezglutenowych ilość zastosowanego surowca bazowego i dodatków może znacznie zmieniać teksturę. Wójtowicz i in. [2019] stosowali dodatek owoców do bezglutenowych chrupek i wykazali niskie wartości kruchości dla badanych przekąsek bezglutenowych z dodatkiem aronii, czarnego bzu i truskawki. Zauważono zbliżone wartości kruchości przekąsek z dodatkiem aronii oraz truskawki do wyników prezentowanych w tej pracy, uzyskanych przy zastosowaniu dodatku jeżyny, szczególnie przy 5- oraz 10-procentowym jej udziale. Może to być spowodowane tym, że wszystkie te owoce wywodzą się z jednej rodziny systematycznej, przez co charakteryzują się podobnymi cechami.

Tabela 3. Średnie wartości kruchości bezglutenowych przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przy zastosowaniu różnych prędkości obrotowych ślimaka

Udział [%]	Obroty [obr./min]	Kruchość [N]				
		jabłko	morwa biała	jagoda goji	czarny bez	jeżyna
5	80	4,41 ±2,84	4,93 ±2,69	9,13 ±6,78	6,65 ±5,43	4,20 ±3,13
	100	8,37 ±6,22	4,93 ±4,12	2,37 ±1,35	3,02 ±1,19	3,21 ±1,09
	120	6,18 ±4,12	3,07 ±0,49	3,41 ±1,29	4,89 ±3,20	5,79 ±0,98
10	80	107,65 ±21,52	15,99 ±5,18	7,07 ±6,05	16,07 ±10,54	2,25 ±0,19
	100	110,57 ±12,44	76,43 ±4,14	2,44 ±1,84	11,15 ±9,68	2,79 ±2,23
	120	94,26 ±8,24	8,62 ±8,39	11,90 ±2,83	4,85 ±1,84	3,36 ±2,62
15	80	206,08 ±17,27	176,21 ±22,06	125,12 ±14,52	67,55 ±33,22	2,82 ±0,60
	100	324,35 ±23,40	324,37 ±33,50	116,70 ±9,34	94,74 ±62,88	81,38 ±6,30
	120	324,34 ±40,44	238,25 ±19,45	120,82 ±22,31	8,37 ±7,47	4,27 ±1,81
20	80	175,05 ±27,38	271,70 ±30,02	207,58 ±23,31	108,54 ±10,53	135,84 ±18,51
	100	215,85 ±17,60	246,73 ±12,47	298,43 ±40,37	141,44 ±16,37	204,74 ±17,09
	120	201,70 ±31,36	248,63 ±11,53	311,73 ±27,53	122,00 ±18,30	225,86 ±17,79

Łamliwość to siła, której występowanie zaczyna powodować pękanie przekąski. Im wyższa siła, tym łamliwość produktów jest mniejsza, a co z tym związane – produkty są mniej podatne na zniszczenie. Wyniki pomiarów łamliwości przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przedstawiono w tabeli 4. Najniższe wartości łamliwości zaobserwowano w przekąskach ekstrudowanych z najmniejszym udziałem suszów owocowych, szczególnie przy zastosowaniu dodatku suszu z jabłek, morwy białej i czarnego bzu. Wynosiły one odpowiednio 59,45 N, 77,09 N oraz 73,12 N i zostały odnotowane przy 80 obr./min w przypadku dodatku suszu z owoców jabłek i morwy białej oraz 120 obr./min w przypadku owoców czarnego bzu. Największe siły niezbędne do trwałego uszkodzenia struktury wyznaczono w chrupkach kukurydzianych z dodatkiem suszu z jabłek i owocu morwy białej wynoszącym 15% oraz przy 20-procentowym udziale suszonych jagód goji. Wynosiły one odpowiednio 354,39 N, 348,44 N oraz 315,98 N, przy czym wartości te odnotowano przy prędkości obrotowej ślimaka wynoszącej 100 obr./min w przypadku dodatku suszu z owoców jabłek i morwy białej oraz 120 obr./min w przypadku owoców jagody goji. W tych przypadkach łamliwość odpowiadała twardości ekstrudatów, była jednocześnie najwyższą siłą konieczną do trwałego zniszczenia struktury wyrobów.

Tabela 4. Średnie wartości łamliwości bezglutenowych przekąsek z dodatkiem suszów owocowych przy zastosowaniu różnych prędkości obrotowych ślimaka

Udział [%]	Obroty [obr./min]	Łamliwość [N]				
		jabłko	morwa biała	jagoda goji	czarny bez	jeżyna
5	80	59,45 ±8,24	77,09 ±7,39	117,11 ±7,92	74,29 ±31,71	119,78 ±13,44
	100	68,54 ±3,92	83,32 ±8,84	95,64 ±26,70	97,86 ±8,10	114,61 ±19,58
	120	85,20 ±11,15	92,18 ±4,14	114,03 ±8,60	73,12 ±35,96	118,02 ±9,09
10	80	141,14 ±18,90	114,43 ±5,08	93,84 ±7,76	114,01 ±4,81	100,60 ±4,62
	100	143,08 ±18,10	129,32 ±17,06	112,41 ±11,74	144,14 ±11,39	97,77 ±11,66
	120	135,23 ±5,24	91,57 ±35,95	140,84 ±7,84	108,65 ±51,33	75,16 ±35,18
15	80	232,64 ±29,28	187,20 ±21,47	155,24 ±14,74	116,01 ±12,73	65,46 ±49,75
	100	354,39 ±37,41	348,44 ±40,70	146,35 ±11,18	136,00 ±64,68	107,12 ±3,92
	120	353,85 ±43,04	259,89 ±18,22	149,36 ±25,81	86,23 ±5,69	104,32 ±10,85
20	80	165,96 ±30,99	273,40 ±34,37	208,54 ±27,00	131,94 ±12,65	149,91 ±16,75
	100	196,99 ±44,30	256,04 ±14,76	308,52 ±36,44	171,75 ±10,07	220,50 ±20,00
	120	242,26 ±41,55	273,08 ± 17,29	315,98 ±34,45	153,30 ±12,04	263,29 ±18,04

Lisiecka i in. [2021] wykazali, że przy dodatku świeżych pulp warzywnych do ekstrudowanych przekąsek na bazie ryżu najwyższe wartości siły świadczącej o małej łamliwości przypadają na największą badaną ilość dodatku, czyli 20%, szczególnie przy dodatku z pora oraz buraka. W badaniach prezentowanych przez Wójtowicz i in. [2019] dodatki owocowe do bezglutenowych przekąsek charakteryzowały się o wiele niższymi wartościami łamliwości w porównaniu z bezglutenowymi przekąskami z dodatkiem innych owoców wywodzących się z jednej rodziny systematycznej, tj. jeżyn, aronii oraz truskawki.

Podsumowanie i wnioski

Badania wykonane w niniejszej pracy wykazały, że można zastosować susze owocowe w ilości od 5% do 20% jako dodatki do chrupek bezglutenowych. Wyróżniki tekstury wzbogacanych chrupek w różny sposób zależały od rodzaju i procentowej zawartości zastosowanego suszu owocowego. Niewielkie zmiany siły cięcia, twardości, kruchości i łamliwości obserwowano w zależności od zastosowanej w badaniach prędkości obrotowej ślimaka podczas ekstruzji chrupek. Najniższą siłę cięcia i twardość wykazano przy najmniejszym udziale suszu z jabłek i owocu czarnego bzu. Dodatek suszów owocowych na poziomie 15% i 20% powodował znaczny wzrost wartości twardości i spadek kruchości wzbogacanych chrupek.



Bibliografia

- Amer S.A., Rizk A.E., 2022. Production and evaluation of novel functional extruded corn snacks fortified with ginger, bay leaves and turmeric powder. *Food Prod. Process. Nutr.* 4(1), 4, <https://doi.org/10.1186/s43014-022-00083-3>
- Artykiewicz K., Czarkowski M., Gorczyca K. i in., 2022. Celiac disease – a review on recent advances in characteristics, diagnostic and treatments. *J. Educ. Health Sport.* 13(1), 11–17, <https://doi.org/10.12775/JEHS.2023.13.01.001>
- Bhattacharjya D., Sadat A., Dam P. i in., 2021. Current concepts and prospects of mulberry fruits for nutraceutical and medicinal benefits. *Curr. Opin. Food Sci.* 40, 121–135, <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.03.009>
- Çetin N., Sağlam C., 2022. Rapid detection of total phenolics, antioxidant activity and ascorbic acid of dried apples by chemometric algorithms. *Food Biosci.* 47, 101670, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101670>
- Lisiecka K., Wójtowicz A., Bouasla A. i in., 2021. Design of new gluten-free extruded rice snack products supplemented with fresh vegetable pulps: the effect on processing and functional properties. *Int. Agrophys.* 35(1), 41–60, <https://doi.org/10.31545/intagr/132121>
- Mocanu M.L., Amariei S., 2022. Elderberries – a source of bioactive compounds with antiviral action. *Plants* 11(6), 740, <https://doi.org/10.3390/plants11060740>
- Poggioni L., Romi M., Guarnieri M. i in., 2022. Nutraceutical profile of goji (*Lycium barbarum* L.) berries in relation to environmental conditions and harvesting period. *Food Biosci.* 49, 101954, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101954>
- Poliszko N., Kowalczewski P.Ł., Rybicka I. i in., 2019. The effect of pumpkin flour on quality and acoustic properties of extruded corn snacks. *J. Consum. Prot. Food Saf.* 14, 121–129, <https://doi.org/10.1007/s00003-019-01216-6>
- Prabha K., Ghosh P., Abdullah S. i in., 2021. Recent development, challenges, and prospects of extrusion technology. *Future Foods*, 3, 100019. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100019>
- Przetaczek-Rożnowska I., Bubis E., 2016. Zboża bezglutenowe alternatywą dla osób chorych na celiakię. *Kosmos* 65(1), 127–140.
- Wójtowicz A., Kolasa A., Mościcki L., 2013. Influence of buckwheat addition on physical properties, texture and sensory characteristics of extruded corn snacks. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 63(4), 239–244, <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0076-2>
- Wójtowicz A., Lisiecka K., Mitrus M. i in., 2019. Physical properties and texture of gluten-free snacks supplemented with selected fruit additions. *Int. Agrophys.* 4(33), 407–416, <https://doi.org/10.31545/intagr/112563>
- Wójtowicz A., Zalewska-Korona M., Jabłońska-Ryś E. i in., 2018. Chemical characteristics and physical properties of functional snacks enriched with powdered tomato. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 68(3), 251–261, <https://doi.org/10.1515/pjfn-2017-0028>
- Zia-Ul-Haq M., Riaz M., De Feo V. i in., 2014. *Rubus Fruticosus* L.: constituents, biological activities and health related uses. *Molecules* 19(8), 10998–11029, <https://doi.org/10.3390/molecules190810998>

Zioła medycyny indyjskiej wykorzystywane we wspomaganiu chorób tarczycy

Indian medicine herbs used in support of thyroid issues

Ajurweda jest systemem tradycyjnej medycyny indyjskiej, przypominającym współczesną medycynę zintegrowaną [Joshi i in. 2010]. Opiera się na dwóch filarach – medycznym i filozoficznym, przy których pomocy uczy, jak uzdrawiać i utrzymać zdrowie. Jest traktowana jako instrukcja zdrowego życia obejmująca aspekt nie tylko fizyczny, ale również psychiczny i duchowy [Pole 2006, Ven Murthy i in. 2010]. Stosują ją lekarze uniwersyteccy z tytułem BAMS (Bachelor of Ayurvedic Medicine & Surgery) oraz konsultanci i terapeuci ajurwedyjscy, którzy przy jej pomocy przepisują pacjentom środki lecznicze (m.in. zioła i minerały) oraz zalecają terapeutyczne sposoby postępowania (np. masaże, odpowiednia dieta, ćwiczenia oddechowe, medytacja, joga i wiele innych) [Chaudhary 2011, Samarakoon i in. 2011]. Praktykowana jest głównie na subkontynencie indyjskim i w Azji Południowo-Wschodniej, jednak obecnie zdobywa coraz większą popularność również w krajach Zachodu. Również Światowa Organizacja Zdrowia określiła wzorce kształcenia osób zajmujących się tą dziedziną. Dotyczą one specjalizacji w dietetyce ajurwedyjskiej lub w Panchakarmie, czyli programie oczyszczającym służącym do odtruwania organizmu i wzmacniania układu odpornościowego. Została ustalona liczba godzin poświęconych nauce oraz praktyce pozwalająca uzyskać tytuł konsultanta, terapeuty lub lekarza ajurwedyjskiego dla osób z wykształceniem medycznym lub bez niego [World Health Organization 2010]. Gdy w organizmie człowieka dochodzi do choroby, praktyk ajurwedę zgodnie ze sprawdzonymi recepturami i metodami skupia się na usuwaniu źródła, a nie tylko objawów schorzenia. Łączy on sposoby leczenia sprawdzone przez tysiące lat w system terapii holistycznej [Walczak 2013]. System ten obejmuje diagnozę, zasady terapii, zrównoważenie nadmiarów i niedoborów, zrozumienie procesu chorobowego, strategię leczenia, zbudowanie formuły leczenia opartej na ajurwedzie oraz rozpoznawanie oznak zdrowienia i dobrego zdrowia [Pole 2006]. Ziołolecznictwo jest podstawą w krajach rozwijających się w zakresie podstawowej opieki zdrowotnej, w szczególności z powodu powszechnego zaufania, że naturalne środki lecznicze nie mają skutków ubocznych [Achinewu i in. 1995]. Należy jednak pamiętać

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Architektury Krajobrazu i Ogrodnictwa, Międzywydziałowe Koło Naukowe „Herba Medica”, marta.stepnik@o2.pl

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Architektury Krajobrazu i Ogrodnictwa, Katedra Warzywnictwa i Zielařstwa

o możliwych interakcjach składników aktywnych znajdujących się w ziołach z farmaceutykami. W odpowiednim i bezpiecznym doborze roślin leczniczych asystować powinien specjalista, czyli lekarz pierwszego kontaktu, farmaceuta, specjalista terapii naturalnych, konsultant/terapeuta/lekarz ajurwedyjski.

Choroby tarczycy, takie jak nadczynność i niedoczynność oraz autoimmunologiczne zapalenie, czyli choroba Hashimoto, występują coraz częściej w społeczeństwach, szczególnie tych wysoko rozwiniętych. W Polsce dotyczą one około 22% populacji – liczba ta nie obejmuje przypadków niezdiagnozowanych, których może być dużo więcej [Ponichtera i Borowiak 2008]. Objawy zaburzeń tego gruczołu znacząco obniżają jakość życia osób z dysfunkcją tarczycy. Z tego względu niezwykle ważna jest diagnostyka [Croker i in. 2021]. W celu rozpoznawania chorób tego narządu określa się stężenie hormonów tarczycy, przede wszystkim hormonu tyreotropowego (ang. thyroid stimulating hormone, TSH) [Kolasa 2022]. Dobrostan osób borykających się z chorobami tarczycy można poprawić, stosując się do zaleceń tradycyjnej medycyny indyjskiej oraz wspierając terapię przez zastosowanie ziół.

Celem pracy było zebranie informacji o wybranych ziołach ajurwedyjskich, które mogą przyczynić się do remisji chorób tarczycy, jako środkach wspomagających przy zastosowaniu innych metod, zmianie trybu życia oraz konsultacji z lekarzem.

Ajurweda w schorzeniach tarczycy

Tarczyca to nieparzysty gruczoł w ciele człowieka, umiejscowiony w przedniej części klatki piersiowej, w dolnej części szyi. Wytwarza on hormony: trójiodotyroninę (T3), tyroksynę (T4), a także kalcytoninę. Hormony T3 i T4 odpowiadają m.in. za regulację metabolizmu, natomiast kalcytonina zmniejsza poziom wapnia we krwi i usprawnia jego odkładanie w kościach [Kolasa 2022]. Hormony te pełnią ważną rolę we wzroście i rozwoju organizmu. Wiele czynników może wpływać na stężenie hormonów tarczycy, a tym samym zaburzać ogólną przemianę materii w ciele człowieka [Hameed i in. 2020]. Jeśli stężenie hormonów T3 i T4 jest poniżej normy, a stężenie TSH powyżej – wskazuje to na niedoczynność tarczycy. W odwrotnej sytuacji występuje nadczynność tarczycy. Inną zależnością jest stężenie hormonu T4, które bezpośrednio wpływa na stężenie hormonu T3. Wynika to z faktu, że T4 jest prohormonem, który ulega konwersji do T3.

Chorobom gruczołu tarczowego sprzyja określony tryb życia, na który składają się: przewlekły stres, niedobór składników odżywczych, stany zapalne wewnątrz organizmu, brak snu i odpoczynku, nieodpowiedni sposób odżywiania się, zaburzenia równowagi w mikrobiocie bakteryjnej jelit oraz zanieczyszczone środowisko [Teitelbaum 2021]. Tradycyjna medycyna indyjska proponuje holistyczny system terapeutyczny mający na celu przywrócenie prawidłowego funkcjonowania organizmu, ograniczenie dysfunkcji tego gruczołu i poprawę stanu chorych w trakcie wystąpienia choroby Hashimoto (autoimmunologiczne zapalenie tarczycy), niedoczynności i nadczynności [Teitelbaum 2021]. Podstawowe metody wsparcia tarczycy według ajurwedy to: dieta (w tym unormowanie składu mikroflory jelitowej, uzupełnienie niedoborów składników odżywczych i wprowadzenie antyoksydantów), ograniczenie kontaktu z czynnikami wyzwalającymi chorobę (zarówno bezpośrednio wpływającymi na gruczoł tarczowy, jak i pośrednio, np.

wyzwalającymi reakcje autoimmunologiczne), usprawnienie funkcjonowania pęcherzyka żółciowego, oczyszczenie organizmu z nagromadzonych toksyn (wsparcie nerek i wątroby), redukcja stresu, wzmocnienie nadnerczy i sen [Teitelbaum 2021]. Plan zastosowania wyżej wymienionych metod oraz ich uzupełniania suplementami i ziołami dobierane jest indywidualnie do każdego pacjenta przez lekarza, terapeutę lub konsultanta ajurwedy. Opiera się on na typie konstytucyjnym danego człowieka [Joshi i in. 2010]. Typ ten jest proporcją trzech stanów psychofizycznych – tzw. dosz – klasyfikowanych jako: Vata, Pitta i Kapha. Poznanie konstytucji, jaka reprezentuje pacjenta, i występującego pozwala najlepiej dobrać metody i środki, które doprowadzą zdrowie tej osoby do stanu optymalnego [Hankey 2005, Patwardhan i Bodeker 2008]. Aby wesprzeć gruczoł tarczowy w medycynie ajurwedyjskiej, wykorzystywane są zioła, takie jak: ashwagandha (*Withania somnifera*), kurkuma (*Curcuma*), moringa (*Moringa oleifera*), bhumi amla (*Phyllanthus niruri*), manakanda (*Alocasia indica*) czy guduchi (*Tinospora cordifolia*). Mają one za zadanie przede wszystkim przywrócić do normy funkcjonowanie układu immunologicznego, zregenerować wątrobę, odżywić i oczyścić organizm, wzmocnić odporność i tym samym doprowadzić tarczycę do możliwie najlepszego stanu [Teitelbaum 2021].

Ashwagandha (*Withania somnifera*)

Withania somnifera, inaczej ashwagandha, to roślina z rodziny psiankowatych (*Solanaceae*) [Dar i in. 2015]. Nazywana jest również indyjskim żeńszeniem. To jedna z niewielu roślin leczniczych niezawierających jodu, które są znane z pobudzania funkcji hormonów tarczycy. Poprawia również jakość snu, co jest istotne dla funkcjonowania układu hormonalnego człowieka – tym samym dla tarczycy jako jego części [Teitelbaum 2021]. Wykazano, że roślina ta zwiększa ilość hormonów tarczycy. Jest ona skuteczniejsza w przypadku granicznej niedoczynności tarczycy niż zaawansowanej [Verma i Kumar 2011]. Wzmacnia również układ odpornościowy, łagodzi stany lękowe i depresje będące jednymi z objawów zaburzeń tarczycy. Działanie uspokajające układ nerwowy i hormonalny łagodzi reakcję organizmu na stres i wspomaga nadnercza (nadmierny poziom kortyzolu zmniejsza konwersję T4 w T3) [Teitelbaum 2021].

Ashwagandha zawiera alkaloidy steroidowe i saponiny, czyli związki chemiczne, które biorą udział w zwiększaniu produkcji m.in. hormonu T4 poprzez konwersję T4 do T3 [Verma i Jameel 2014]. Znaczący wzrost poziomu ilości hormonu T4 wskazuje na działanie stymulujące na poziomie gruczołowym. *Withania somnifera* może również pośrednio stymulować aktywność tarczycy poprzez działanie na komórkowy system antyoksydacyjny [Tiwari i in. 2014]. Roślina ta – jako podstawowe zioło adaptogenne stosowane w ajurwedzie – znajduje tam szerokie zastosowanie we wspomaganiu leczenia nadczynności i niedoczynności tarczycy. Zaleca się jednak stosowanie transdermalne, gdyż według naturalnej medycyny indyjskiej ashwagandha wzmaga pracę wątroby, co może zwiększyć kryzys autoimmunologiczny w przypadku choroby Hashimoto. Aby tego uniknąć, należy przygotować ją jako słaby napar i spożyć małymi łykami w ciągu 4 godzin od przyrządzenia [Teitelbaum 2021].

Kurkuma (*Curcuma longa* L.)

Ostryż długi (*Curcuma longa* L.) to roślina z rodziny imbirowatych (*Zingiberaceae*), znana również pod nazwą kurkuma [Teitelbaum 2021]. Zawiera kurkuminę, która jest głównie gromadzona w kłączach i uważana za antyoksydant przeciwdziałający oksydacyjnemu uszkodzeniu tkanek [Biswas i in. 2005]. Ponadto kurkumina usuwa lub neutralizuje wolne rodniki poprzez wygaszanie tlenu, czyniąc go mniej dostępnym dla reakcji oksydacyjnych [Unnikrishnan i Rao 1995]. Właściwości antyoksydacyjne kurkumy wspomagają funkcjonowanie tarczycy. Wyniki badań przeprowadzonych na szczurach wykazały, że wodne ekstrakty z *C. longa* są jednymi z najbardziej skutecznych fitoproduktów w walce z niedoczynnością tarczycy, gdyż po ich zastosowaniu poziom TSH obniżył się, natomiast poziom T3 i T4 wzrósł. Najbardziej optymalne zmiany odnotowano dla dawki 5 mg/kg masy ciała szczura [Hameed i in. 2020]. Kurkuma działa również przeciwnowotworowo i przeciwzapalnie. Ze względu na to jest stosowana nie tylko w ajurwedzie, ale również w tradycyjnej medycynie chińskiej. Jej głównym aktywnym składnikiem jest kurkumin. Zbyt duża dawka może jednak podrażnić wątrobę. By uniknąć tego efektu, warto dodawać tę roślinę do mieszanki ziół nazywanej masalą (ziarna kolendry, nasiona kopru włoskiego, mielony kumin i sproszkowany korzeń kurkumy) lub ugotować ją w postaci dodatku do dania. Nie zaleca się stosowania na surowo [Teitelbaum 2021].

Moringa (*Moringa oleifera*)

Moringa pochodzi prawdopodobnie z północnych Indii, a w medycynie ajurwedyjskiej wykorzystywana jest od ponad pięciu tysięcy lat [Teitelbaum 2021]. Przynależy do rodziny *Moringaceae* [Gowrishankar i in. 2010] i jest bardzo dobrym źródłem składników odżywczych i antyoksydantów [Farooq i in. 2012]. Zawiera kwercetynę, duże ilości żelaza, wapnia, białka i potasu [Saini et al. 2016]. Może być wykorzystana do produkcji żywności, która ograniczałaby niedożywienie. Liście moringi wspomagają pracę tarczycy, regulując poziom hormonów wytwarzanych przez ten gruczoł. Podczas leczenia tarczycy mogą jednak wystąpić niepożądane interakcje moringi z innymi lekami [Islam i in. 2021], warto zatem stosować ją pojedynczo, a nie w terapii skojarzonej, oraz w porozumieniu ze specjalistą.

Bhumi amla (*Phyllanthus niruri*)

Phyllanthus niruri jest rośliną leczniczą z rodziny wilczomleczowatych (*Euphorbiaceae*), często stosowaną w tradycyjnej medycynie indyjskiej. Potoczne nazwy tej rośliny to: bhoomi amalaki, bhui-amla i bhumi amla. Charakteryzuje się działaniem przeciwbólowym, diuretycznym i przeciwskurczowym. Stosuje się ją w chorobach wątroby, zapaleniu pęcherza moczowego, prostaty oraz infekcjach dróg moczowych; dodatkowo zmniejsza anemię, cukrzycę i nadciśnienie [Gowrishankar i in. 2010]. Wodny ekstrakt z całej rośliny zawiera wysokie stężenia mikroelementów: Fe – 253,4 ± 6,5, Cu – 137,2 ± 7,7, Zn – 16,3 ± 4,7 µg/g [Gowrishankar i in. 2010]. Podobną zawartość tych pierwiastków można znaleźć w morindze oraz guduchi. Cynk jest ważny dla prawidłowej

homeostazy tarczycy. Jego rola jest złożona i może obejmować wpływ zarówno na syntezę, jak i sposób działania hormonów tego gruczołu [Civitareale i in. 1994]. Niski poziom cynku w surowicy wiąże się z podwyższonym stężeniem TSH w osoczu i podwyższonym stężeniem przeciwciała przeciwko tyreoglobulinie. Uzupełnienie poziomu cynku w organizmie sprawiło, że poziom TSH w osoczu obniżył się do wartości normy, a osoczowa odwrotna (nieaktywna forma) T3 została zwiększona względem normy. Badania wykazały, że poziomy żelaza i miedzi również mogą być związane z obniżonym stężeniem T3 u zwierząt i ludzi [Zhou i in. 2022]. Uzupełnienie cynku, żelaza i miedzi pozwala unormować pracę tarczycy, na co wskazują dane literaturowe. *Phyllanthus niruri* sprzyja usuwaniu stanów zapalnych w organizmie i zmniejszaniu autoimmunologicznego zapalenia tarczycy. Pozwala przywrócić do normy działanie układu odpornościowego, a tym samym wyeliminować lub ograniczyć chorobę Hashimoto [Teitelbaum 2021].

Manakanda (*Alocasia indica* (Lour.) Spach)

Alocasia indica (Lour.) Spach to roślina należąca do rodziny obrazkowatych (*Araceae*), która w języku angielskim nazywana jest „giant taro”. Roślina ta rośnie przez cały rok i może być zbierana w każdej chwili, kiedy jest potrzebna. Uważa się, że *Alocasia* pochodzi ze Sri Lanki lub Indii, gdzie obecnie również jest uprawiana. Uprawy tej rośliny występują także w Bangladeszu [Nauheimer i in. 2012]. *Alocasia* jest uprawiana zarówno dla liści, jak i dla łodyg. Łodygi mogą być krojone w kostkę i doprawione curry, a młode liście używane są jako dodatek w zupach. Stanowi ona podstawę diety mieszkańców krajów, w których rośnie. Według literatury ajurwedyjskiej różne części tej rośliny są tradycyjnie używane jako hepatoprotekcyjne, antyoksydacyjne, przeciwbólowe, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i przeciwgorączkowe [Patil i in. 2012]. Alkoholowy ekstrakt z liści w badaniach wykazał działanie przeciwbakteryjne, przeciwbiegunkowe, antyoksydacyjne, przeciwzapalne i przeciwrakowe [Mulla i in. 2010]. W kontekście wspomagania pracy tarczycy znaczenie ma jej oczyszczające działanie na wątrobę. Sprowadza się ono wyłącznie do poprawy jej funkcjonowania i regeneracji, ponieważ obciążenie wątroby spowodowane m.in. nadmiarem toksyn, uniemożliwia narządowi pełnienie funkcji przekształcania T4 w T3 [Teitelbaum 2021].

Guduchi (*Tinospora cordifolia* (Willd.) Hook. F. & Thomson)

Guduchi jest rośliną należąca do rodziny miesięcznikowate (*Menispermaceae*). Działa m.in. moczopędnie, hipoglikemicznie, przeciwbakteryjnie, przeciwgorączkowo, przeciwzapalnie, przeciwreumatycznie, antyalergicznie, przeciwbólowo, hepatoprotekcyjnie i wspomaga usuwanie kamieni moczowych [Gowrishankar i in. 2010]. *Tinospora cordifolia* w sanskrycie określana jest mianem świętej rośliny (*divya aushadhi*) jako posiadająca najlepsze właściwości odżywcze (*rasayana*). Jest bardzo skuteczna w leczeniu zaburzeń autoimmunologicznych. Wzmacnia odporność i oczyszcza organizm. W tym celu stosowane są łodygi, by uniknąć zbyt dużego obciążenia wątroby, jak dzieje się przy użyciu liści. Wyciśnięty sok suszy się i proszkuje (*guduchi satwa*). Środek ten

ma silne działanie oczyszczające, więc należy stosować go z rozwagą, by nie uwolnić zbyt dużej ilości toksyn na raz [Teitelbaum 2021].

Wyżej opisane rośliny są dostępne najczęściej w postaci suplementów diety. Ze względu na niewystarczające regulacje prawne dotyczące dystrybucji suplementów diety na rynku polskim należy wybierać tylko sprawdzonych producentów, by móc korzystać z właściwości leczniczych ziół w bezpieczny sposób. Ponadto należy je przyjmować pod kontrolą specjalisty ze względu na istotność hormonów tarczycy w funkcjonowaniu całego organizmu. Samodzielna ingerencja może prowadzić do poważnych zaburzeń gospodarki hormonalnej.

Podsumowanie

Wykorzystanie wymienionych roślin ma pozytywny wpływ na regenerację tarczycy, należy jednak pamiętać o ich właściwym zastosowaniu. Niezbędnym elementem w drodze do wyleczenia chorób tego gruczołu lub poprawienia jego funkcjonowania jest zastosowanie zmian w trybie życia zgodnie z ajurwedą oraz indywidualną konstytucją, a także prowadzenie aktywnego, zrównoważonego stylu życia. Zioła, nie tylko ajurwedyjskie, zawierają szereg substancji aktywnych, które wspomagają funkcjonowanie organizmu człowieka.

Bibliografia

- Achinewu S.C., Aniena A.I., Obomanu F.G., 1995. Studies of spices of food value in the south Eastern states of Nigeria. *J. Afr. Med. Plants* 18, 135–139.
- Biswas S.K., McClure D., Jimenez L.A. i in., 2005. Curcumin induces glutathione biosynthesis and inhibits NF- κ B activation and interleukin-8 release in alveolar epithelial cell: mechanism of free radical scavenging activity. *Antioxid. Redox Signal.* 7(1–2), 32–41. <https://doi.org/10.1089/ars.2005.7.32>
- Chaudhary A., 2011. Ayurvedic bhasma: nanomedicine of ancient India – its global contemporary perspective. *J. Biomed. Nanotechnol.* 7(1), 68–69. <https://doi.org/10.1166/jbn.2011.1205>
- Civitareale D., Saiardi A., Falasca P., 1994. Purification and characterization of thyroid transcription factor 2. *Biochem. J.* 304(3), 981–985. <https://doi.org/10.1042/bj3040981>
- Croker E.E., McGrath S.A., Rowe C.W., 2021. Thyroid disease: using diagnostic tools effectively. *Aust. J. Gen. Pract.* 50(1–2), 16–21. <https://doi.org/10.31128/AJGP-10-20-5693>
- Dar N.J., Hamid A., Ahmad M., 2015. Pharmacologic overview of *Withania somnifera*, the Indian Ginseng. *Cell. Mol. Life Sci.* 72(23), 4445–4460. <https://doi.org/10.1007/s00018-015-2012-1>
- Farooq F., Rai M., Tiwari A. i in., 2012. Medicinal properties of *Moringa oleifera*: an overview of promising healer. *J. Med. Plants Res.* 6(27), 4368–4374. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.279>
- Gowrishankar R., Kumar M., Menon V. i in., 2010. Trace element studies on *Tinospora cordifolia* (Menispermaceae), *Ocimum sanctum* (Lamiaceae), *Moringa oleifera* (Moringaceae), and *Phyllanthus niruri* (Euphorbiaceae) using PIXE. *Biol. Trace Elem. Res.* 133(3), 357–363. <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8439-1>
- Hameed S.I., Al-Shahwany A.W., Salih S.J., 2020. Evaluation of the activity of some plants extracts on thyroid gland regulation in female albino rats. *Iraqi J. Sci.* 61(2), 254–265. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2020.61.2.3>

- Hankey A., 2005. A test of the systems analysis underlying the scientific theory of Ayurveda's tridosha. *J. Altern. Complement. Med.* 11(3), 385–390. <https://doi.org/10.1089/acm.2005.11.385>
- Islam Z., Islam S.M.R., Hossen F. i in., 2021. *Moringa oleifera* is a prominent source of nutrients with potential health benefits. *Int. J. Food. Sci.* 10, 6627265. <https://doi.org/10.1155/2021/6627265>
- Joshi K., Ghodke Y., Shintre P., 2010. Traditional medicine and genomics. *J. Ayurveda Integr. Med.* 1(1), 26–32. <https://doi.org/10.4103/0975-9476.59824>
- Kolasa K., 2022. Niedoczynność tarczycy – opis zaburzenia i dietoterapia. W: M. Babicz, K. Kropiwek-Domańska, U. Szymanowska (red.), *Wybrane zagadnienia z zakresu bromatologii*. Tom 2. Seria Środowisko – Roślina – Zwierzę – Produkt. Wyd. UP, Lublin, 63–69, <https://doi.org/10.24326/mon.2022.6>
- Mulla W.A., Kuchekar S.B., Thorat V.S. i in., 2010. Antioxidant, antinociceptive and anti-inflammatory activities of ethanolic extract of leaves of *Alocasia indica* (Schott.). *J. Young Pharm.* 2(2), 137–143. <https://doi.org/10.4103/0975-1483.63152>
- Nauheimer L., Boyce P.C., Renner S.S., 2012. Giant taro and its relatives: a phylogeny of the large genus *Alocasia* (*Araceae*) sheds light on Miocene floristic exchange in the Malesian region. *Mol. Phylogenet. Evol.* 63(1), 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.12.011>
- Patil S.H., Sreenivas S.A., Deshmukh P.V. i in., 2012. Anthelmintic activity of *Alocasia indica* Schott. rootstocks. *Int. J. Drug Dev. Res.* 4(4), 211–214.
- Patwardhan B.K., Bodeker G., 2008. Ayurvedic genomics: establishing a genetic basis for mindbody typologies. *J. Altern. Complement. Med.* 14, 571–576. <https://doi.org/10.1089/acm.2007.0515>
- Pole S., 2006. *Ayurvedic medicine: the principles of traditional practice*. Churchill Livingstone, London, 87–110.
- Ponichtera A., Borowiak E., 2008. Choroby tarczycy jako poważny problem medyczny w Polsce. *Probl. Pielęg.* 16(1–2), 192–198.
- Samarakoon S.M., Chandola H.M., Shukla V.J., 2011. Evaluation of antioxidant potential of *Amlakaya Rasayana*: a polyherbal Ayurvedic formulation. *Int. J. Ayurveda Res.* 2(1), 23–28. <https://doi.org/10.4103/0974-7788.83186>
- Saini R.K., Sivanesan I., Keum Y.S., 2016. Phytochemicals of *Moringa oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *3 Biotech* 6, 203. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3>
- Teitelbaum M., 2021. Skuteczne uzdrawianie tarczycy zgodnie z ajurwedą. Vital, Białystok.
- Tiwari R., Chakraborty S., Saminathan M. i in., 2014. *Ashwagandha* (*Withania somnifera*): role in safeguarding health, immunomodulatory effects, combating infections and therapeutic applications: a review. *J. Biol. Sci.* 14(2), 77–94. <https://doi.org/10.3923/jbs.2014.77.94>
- Unnikrishnan M.K., Rao M.N., 1995. Inhibition of nitrite oxide-induced oxidation of hemoglobin by curcuminoids. *Pharmazie* 50(7), 490–492.
- Ven Murthy M.R., Ranjekar P.K., Ramassamy C. i in., 2010. Scientific basis for the use of Indian ayurvedic medicinal plants in the treatment of neurodegenerative disorders: ashwagandha. *Cent. Nerv. Syst. Agents Med. Chem.* 10(3), 238–246. <https://doi.org/10.2174/1871524911006030238>
- Verma P., Jameel K., 2014. Studies on traditional treatment of thyroid by the tribals of Chitrakoot district, Uttar Pradesh. *Int. J. Sci. Res.* 3(10), 1370–1373.
- Verma S.K., Kumar A., 2011. Therapeutic uses of *Withania somnifera* (Ashwagandha) with a note on withanolides and its pharmacological actions. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 4(1), 1–4.
- Walczak A., 2013. Korzenie i współczesna medycyna ajurwedyjska – wybrane zagadnienia. *Hygeia Public Health* 48(3), 255–261.
- World Health Organization, 2010. *Benchmarks for training in traditional/complementary and alternative medicine: benchmarks for training in Ayurveda*. WHO Press, Geneva, Switzerland.
- Zhou Q., Xue S., Zhang L. i in., 2022. Trace elements and the thyroid. *Front. Endocrinol.*, 13, <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.904889>

Suplementy diety – charakterystyka, bezpieczeństwo i zagrożenia, analiza rynku

Dietary supplements – characteristics, safety and risks, market analysis

Suplementami diety nazywa się skoncentrowane źródło witamin, składników mineralnych i innych substancji wyprodukowane i wprowadzone na rynek w formie kapsułek, tabletek, płynów lub proszku [Stępień i in. 2019]. Współcześnie człowiek narażony jest na działanie wielu szkodliwych czynników zewnętrznych. Dodatkowo szybki tryb życia, pełen stresu, pośpiechu, zmniejszona aktywność fizyczna oraz zła dieta prowadzą do nieodpowiedniej podaży witamin i składników mineralnych. W następstwie tych działań konsumenci uznają suplementy diety za niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Warto zaznaczyć, że są to jedynie preparaty uzupełniające, a nie stanowiące podstawę diety lub leczenia [Mieszkowska i Michota-Katulska 2008].

Na przestrzeni ostatnich 10 lat zauważalny jest systematyczny wzrost wartości światowego rynku suplementów diety, a jego wartość w 2018 roku wyniosła 100 mld dol. Prognozuje się, że do 2025 roku wartość ta będzie stale rosła o około 7% w skali roku. Na rynku polskim również obserwuje się tendencję wzrostową. Wartość sprzedaży suplementów w 2017 roku wyniosła ponad 4 mln zł i od 2008 roku do 2017 zwiększyła się ponad trzykrotnie. Prognozy wskazują na wzrost sprzedaży w niedalekiej przyszłości o około 5% rocznie suplementów diety na krajowym rynku [Bsoul-Kopowska 2022].

Celem pracy była analiza dostępnych danych literaturowych na temat suplementów diety. Przedstawiono w niej charakterystykę suplementów diety, pełnioną przez nie funkcję, a ponadto dokonano analizy rynku suplementów diety w Polsce oraz na świecie. Omówiono zagrożenia związane ze spożyciem suplementów diety, stosunek konsumentów do tej grupy środków spożywczych, a także fenomen rynkowy tych produktów w Polsce.

Suplementy diety – definicja i ich istota

Na terenie Unii Europejskiej (UE) wiążącym dokumentem definiującym suplementy diety pozostaje Dyrektywa 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 10 czerwca 2002 r. opracowana w celu zbliżenia odnoszących się do suplementów żywnościowych ustawodawstw państw członkowskich. Wskazany powyżej dokument

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Studenckie Koło Naukowe Towaroznawczej Oceny Sensorycznej, agnieszkamichalska125@wp.pl

dokładnie określa ich definicję, zgodnie z którą suplementy diety to: „środki spożywcze, których celem jest uzupełnienie normalnej diety i które są skoncentrowanym źródłem substancji odżywczych lub innych substancji wykazujących efekt odżywczy lub fizjologiczny, pojedynczych lub złożonych, sprzedawanych w postaci dawek, a mianowicie w postaci kapsułek, pastylek, tabletek, pigułek i w innych podobnych formach, jak również w postaci saszetek z proszkiem, ampulek z płynem, butelek z kroplomierzem i w tym podobnych postaciach płynów lub proszków przeznaczonych do przyjmowania w niewielkich odmierzanych ilościach jednostkowych” [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011... 2011, Czerwiński i Liebers 2019].

Na terenie Polski w zakresie suplementów diety obowiązują ponadto: Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 r. oraz Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety [Ustawa o bezpieczeństwie... 2006, Rozporządzenie Ministra Zdrowia... 2007]. Pierwsza pozycja również określa definicję suplementu diety, która w zasadzie jest identyczna z podaną w Dyrektywie UE. Jedyna różnica dotyczy tego, że polski ustawodawca kończy pojęcie słowami: „z wyłączeniem produktów posiadających właściwości produktu leczniczego w rozumieniu przepisów prawa farmaceutycznego” [Czerwiński i Liebers 2019].

Bez względu na to, z którym prawodawcą mamy do czynienia, można podsumować, że suplementy diety są to środki spożywcze, a ich nadrzędną rolą jest minimalizowanie niedoborów diety poprzez dostarczenie substancji odżywczych o udowodnionym działaniu biologicznym. Rolą suplementów nie jest zastępowanie prawidłowej i zbilansowanej diety, a jedynie bycie środkiem pomocniczym. Za ich pośrednictwem konsument nie może się leczyć, a jedynie może je wykorzystać w celach profilaktyki. Ewentualnie ich aplikacja może służyć zapobieganiu dolegliwościom związanym z niewłaściwą dietą [Stępień i in. 2019].

Analiza rynku suplementów diety w Polsce i na świecie

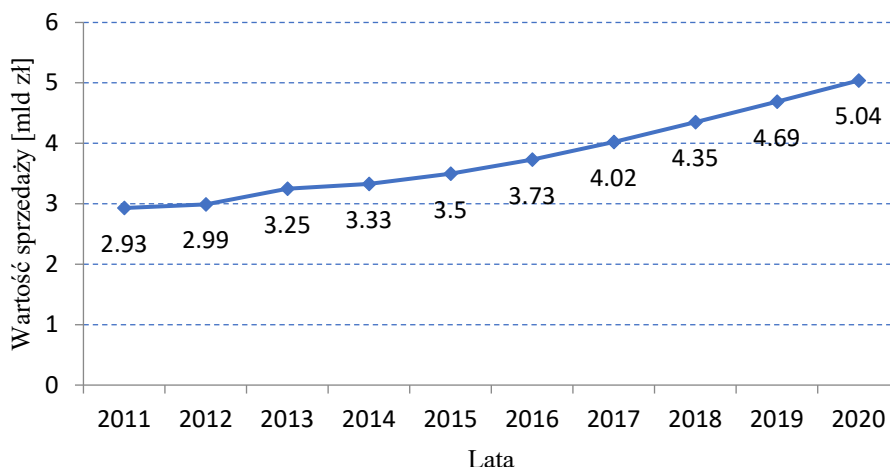
Rynek suplementów diety w Polsce

Rynek suplementów diety jest najszybciej rozwijającym się podzespołem sektora farmaceutycznego w Polsce. Dane zebrane przez firmę badawczą PMR [PMR Market Experts 2019] w roku 2019 ukazały, że w 2018 roku wartość rynku suplementów diety w Polsce wyniosła 5,4 mld zł. Prognozuje się, że do 2023 roku nastąpi średnioroczny wzrost wartości rynku o 3–5%. Agencja Badań Rynku i Opinii po przeprowadzonych badaniach na temat stosowania suplementów diety ujawniła, że aż 72% dorosłych Polaków stosuje suplementy diety, przy czym jedynie 17% z nich konsultuje potrzebę ich stosowania z lekarzem [Hrydziuszko i Chodak 2020].

Prawo pozwala na wprowadzenie nowych suplementów diety na rynek w stosunkowo łatwy sposób – wystarczy zadeklarować ich skład urzędом sanitarnym poprzez tzw. notyfikację [Hrydziuszko i Chodak 2020]. W Polsce notyfikacja produktu jest darmowa, w odróżnieniu od wybranych krajów Unii Europejskiej, np. Belgii, Włoch, Hiszpanii czy Grecji. Wiąże się to z dużą liczbą zgłoszeń nowych produktów do Głównego Inspektoratu Sanitarnego (GIS), często w celu poznania opinii, bez rzeczywistego

wprowadzenia produktu na rynek. W 2019 roku GIS przyjął zgłoszenia prawie 14,5 tys. powiadomień (1,2 tys. zgłoszeń miesięcznie) o wprowadzeniu lub zamiarze wprowadzenia suplementów diety po raz pierwszy na rynek. Dla porównania – w roku poprzednim (2018 r.) podobnych zgłoszeń odnotowano 12,5 tys. w ciągu roku, czyli ok. 1 tys. zgłoszeń miesięcznie [Brzezińska i Grembecka 2021]. W 2020 roku producenci zgłosili 25 019 suplementów diety, rok później było 22 389 propozycji takich produktów. W 2022 roku zgłoszono 10 965 suplementów diety, z kolei w roku 2023, do 17 lutego – 796 [Główny Inspektorat Sanitarny]. To jedynie powiadomienia; nie wiadomo, ile z tych zgłoszonych produktów zostało faktycznie wprowadzonych lub czy nadal są one dostępne w sprzedaży na rynku.

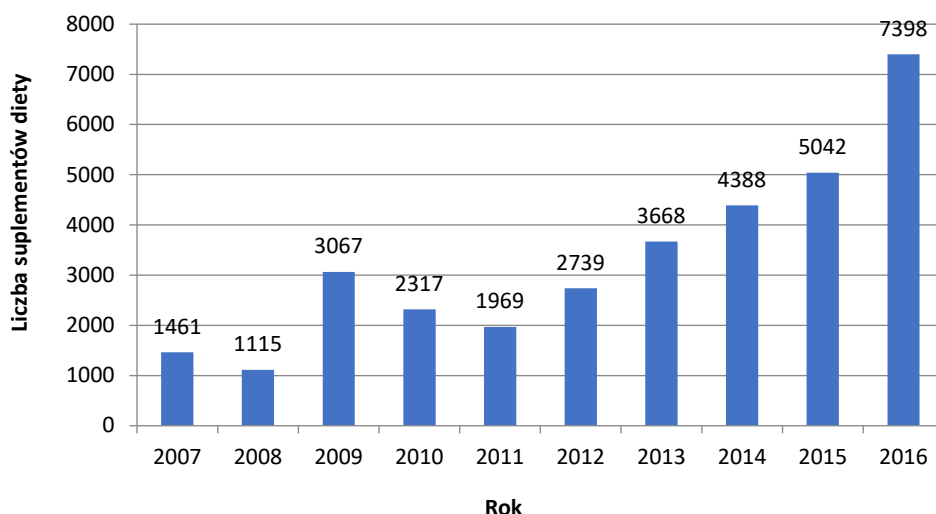
Segment suplementów diety zapewnia przedsiębiorcom nie tylko szybkie tempo wzrostu sprzedaży (ryc. 1), ale także szybki zwrot z inwestycji poniesionych na wdrożenie nowych produktów ze względu na prostą i szybką drogę wprowadzenia nowych preparatów do obrotu [Hrydziuszko i Chodak 2020]. Z raportu „Rynek suplementów diety w 2019 r. Analiza rynku i prognozy rozwoju na lata 2019–2024” [PMR Market Experts, 2019] wynika, że w latach 2018–2019 rynek ten rozwijał się umiarkowanie, mianowicie obserwowano wzrost o około 5% rocznie i prognozowano utrzymanie się tej tendencji na lata 2020–2024. Taki umiarkowany wzrost w ostatnich kilku latach to konsekwencja wielu czynników, głównie rosnącej już świadomości konsumentów na temat suplementów i dokonywania bardziej ostrożnych, przemyślanych decyzji zakupowych [Brzezińska i Grembecka 2021].



Ryc. 1. Wartość sprzedaży suplementów diety [mld zł] w latach 2011–2020 (prognoza na lata 2016–2020) [Dąbrowska i Janoś-Kresło 2018]

W 2015 roku mieszkańcy Polski na suplementy diety wydali blisko 3,5 mld zł, kupując prawie 190 mln opakowań produktów w ciągu roku. Statystyczny Polak zakupił

zatem 6 opakowań suplementów diety, wydając na nie blisko 100 zł. Wartość rynku w 2017 roku przekroczyła 4 mld złotych, co oznacza sprzedaż ponad 200 mln opakowań suplementów diety rocznie. W latach 2007–2018 do rejestru GIS wpisano łącznie blisko 30 tys. produktów zgłoszonych jako suplementy diety. O ile w latach 2013–2015 produktów tych przybywało o około 3–5 tys. rocznie, o tyle w 2016 roku zarejestrowano już 7,4 tys. (ryc. 2). Badania wskazują na dalszy rozwój rynku w najbliższych latach w tempie około 8% rocznie [Dąbrowska i Janoś-Kresło 2018].



Ryc. 2. Liczba suplementów diety zgłoszonych do rejestru GIS w latach 2007–2016 [Stępień i in. 2019]

Rynek suplementów diety na świecie

Poziom światowego rynku suplementów diety w roku 2016 szacowany był na 132,8 mld dol., a według prognoz miał osiągnąć w roku 2022 wartość 202,3 mld dol., co odpowiada skumulowanemu rocznemu wskaźnikowi wzrostu w wysokości ok. 9%. Na czele największych rynków suplementów diety w 2016 roku stały kraje Azji i Pacyfiku, które stanowiły 31% całkowitej wielkości tego rynku. Na kolejnych miejscach usytuowane były Ameryka Północna (z udziałem w rynku na poziomie 28%) oraz Europa. Wartość rynku suplementów diety w 27 krajach członkowskich UE szacuje się na 7–8 mld euro rocznie, z coraz większym udziałem suplementów diety zaklasyfikowanych przez Komisję Europejską, zawierających inne substancje o działaniu fizjologicznym, m.in. karotenoidy [Dąbrowska i Janoś-Kresło 2018].

Tabela 1. Porównanie charakterystyki suplementów diety w Polsce, Unii Europejskiej i Stanach Zjednoczonych

Porównywana cecha		Polska	Unia Europejska	Stany Zjednoczone
Definicja	przynależność do kategorii – żywność	+	+	+
	określona postać	+	+	+
	brak właściwości leczniczych	+	–	–
Skład	składniki mineralne	+	+	+
	witaminy	+	+	+
	inne składniki	niezdefiniowane	niezdefiniowane	zdefiniowane
	określenie maksymalnych i minimalnych dawek	tylko dla witamin, składników mineralnych	tylko dla witamin, składników mineralnych	+

W tabeli 1 przedstawiono porównanie charakterystyki suplementów diety w Polsce, Unii Europejskiej oraz Stanach Zjednoczonych [Brzezińska i Grembecka 2021].

Zagrożenia związane ze spożywaniem suplementów diety a ich bezpieczeństwo

Suplementy diety to grupa produktów spożywczych stosowanych przez ludzi na całym świecie. Jest to możliwe ze względu na niskie ceny i wysoką dostępność suplementów oraz przekonanie kupujących, że produkty te można bezpiecznie przyjmować, ponieważ mają naturalne pochodzenie. Zauważalne jest coraz częstsze stosowanie suplementów diety, co wiąże się z działaniami marketingowymi prowadzonymi przez producentów. Niepodważalnie najbardziej narażeni na tego typu działalność są ludzie starsi. W wyniku badań eksperymentalnych, przeprowadzonych z udziałem studentów Uniwersytetu Rzeszowskiego (czyli młodszej grupy wiekowej) na temat spożywania suplementów diety, wskazano na możliwość przekroczenia normy spożycia witamin A, B₆ oraz B₁₂. Ponadto wykazano, że u mężczyzn przy średnim spożyciu składników mineralnych ze stosowanych suplementów możliwe jest przekroczenie zalecanej dawki sodu, fosforu i manganu, sięgające nawet 210% normy. Z kolei w żywieniu kobiet odnotowano niedobory witamin D, B₁, B₃, folianów, żelaza, potasu, wapnia oraz magnezu nawet w 70%. Wyniki przeprowadzonych badań świadczą o tym, że dobór i stosowanie suplementu diety wśród konsumentów są często nieuzasadnione. W przypadku braku konsultacji z lekarzem lub farmaceutą na temat przyjmowania danych preparatów może to powodować przekroczenie zalecanych dziennych norm spożycia danych składników. Jest to niebezpieczne zjawisko ze względu na ryzyko występowania poważnych zaburzeń funkcjonowania organizmu, np. spożywanie witaminy A powyżej zalecanej normy jest toksyczne dla organizmu. Nadmiar żelaza może powodować choroby układu krążenia, udary czy zwiększyć ryzyko wystąpienia miażdżycy [Mieszkowska i Michota-Katulska 2008, Stępień i in. 2019].

Innym ważnym aspektem podczas niekontrolowanego spożywania suplementów diety są ich możliwe interakcje z produktami leczniczymi. Po stronie producentów suplementów diety nie leży konieczność zamieszczania informacji na opakowaniach o działaniach niepożądanych, przeciwwskazaniach czy możliwych interakcjach. Szczególnie niebezpieczne są interakcje występujące pomiędzy substancjami roślinnymi znajdującymi się w suplementach diety a substancjami czynnymi wchodzącymi w skład produktów leczniczych [Krasnowska i Sikora 2011].

Kolejnym zagrożeniem związanym ze stosowaniem suplementów diety jest brak kontroli ich jakości przez rządowe jednostki kontrolujące. Produkty te nie podlegają obowiązkowej kontroli jakości, jaka dotyczy produktów leczniczych. Najwyższa Izba Kontroli wykazała, że wobec połowy zarejestrowanych zgłoszeń suplementów diety w latach 2014–2016 (ok. 6 tys. preparatów) nie rozpoczęto żadnego procesu weryfikacji ich składu, co oznacza brak sprawdzenia tych produktów pod względem bezpiecznego stosowania przez konsumentów [Stępień i in. 2019]. Nie chodzi jedynie o ryzyko występowania w suplementach substancji zagrażających zdrowiu konsumentów, ale także możliwe ich zafałszowanie, np. poprzez niedostateczną zawartość lub brak składnika wymienionego na opakowaniu produktu.

Zagrożenia związane z przestępczością farmaceutyczną rozwijają się dynamicznie nie tylko w Polsce, ale także na całym świecie. Proces fałszowania leków i suplementów diety to działania wysoce opłacalne, a niestety wykrywalność procedury jest niewielka i przekracza możliwości jednostek kontrolujących. W samym 2016 roku postawiono zarzuty w 404 postępowaniach w związku z przestępstwami związanymi z podrabianiem leków [Krasnowska i Sikora 2011].

Niemniej jednak badacze z całego świata zwracają uwagę na konieczność baczniejszego analizowania składu suplementów diety pod kątem ich bezpieczeństwa i jakości. Obecnie z uwagi na brak jasnych i obligatoryjnych przepisów w zakresie bezpieczeństwa stosowania ich przez konsumentów można zauważyć wzrastającą liczbę doniesień o uchybieniach. Najczęściej komunikaty dotyczą błędów w deklarowanym składzie wyrobu [Czarnowska-Kujawska i in. 2022], obecności zanieczyszczeń pochodzenia mikrobiologicznego bądź chemicznego [Ratajczak 2020 i in., Jairoun i in. 2020] czy obecności szkodliwych dla zdrowia substancji [Najwyższa Izba Kontroli 2017].

Czarnowska-Kujawska i in. [2022] badali dostępne na polskim rynku suplementy diety zawierające kwas foliowy. Witamina ta jest szczególnie ważna w diecie kobiet będących w wieku rozrodczym, planujących ciążę bądź będących w niej. Właściwy poziom kwasu foliowego sprzyja zapobieganiu wrodzonym wadom rozwojowym dziecka, takim jak bezmózgowie czy rozszczep kręgosłupa. Analiza składu 30 losowo wybranych suplementów pokazała, że aż w 11 z nich zawartość kwasu foliowego różniła się od deklarowanej przez producenta na etykiecie w zakresie od 25% do aż 80%. Nie ma wątpliwości, jak bardzo priorytetowym działaniem powinno być sprawdzanie autentyczności składu wprowadzanych na rynek suplementów diety [Czarnowska-Kujawska i in. 2022].

Ratajczak i in. [2020] dokonali przeglądu literatury, zwracając szczególną uwagę na problem jakości mikrobiologicznej suplementów diety zawierających surowce roślinne. Okazuje się, że to właśnie one są większym zagrożeniem dla konsumenta w porównaniu z suplementami pozyskiwanymi na drodze bioinżynierii czy syntezy organicznej. Z jednej strony wynika to z ich źródła pochodzenia. Z drugiej strony jest to bezpośrednio wynik zastosowanej obróbki przetwarzania, która okazuje się często nieskuteczna

w zapewnieniu czystości mikrobiologicznej. W pracy podkreśla się to, że zanieczyszczone mikrobiologiczne wyroby mogą być szczególnie niebezpieczne dla: dzieci, osób starszych, osób z chorobami przewlekłymi, osób z niewłaściwie wykształconą lub osłabioną odpowiedzią immunologiczną organizmu [Ratajczak i in. 2020]. Rośliny mogą być m.in. źródłem bakterii *Salmonella*, grzybów z rodziny *Candida*, *Aspergillus* oraz grzybów pleśniowych: *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia* [Długaszewska i in. 2019, Ratajczak i in. 2020].

Jairoun i in. [2020] podjęli się oceny poziomu zawartości metali ciężkich w suplementach diety na terenie Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Do analizy pobrano 277 próbek, a udział metali ciężkich oceniano przy pomocy techniki spektrometrii mas z plazmą sprzężoną indukcyjnie. Określono udział kadmu na poziomie 0,73 µg w porównaniu z dopuszczalnym dziennym spożyciem wynoszącym 6 µg. Udział ołowiu wyniósł 0,85 µg w porównaniu z dopuszczalnym dziennym pobraniem na poziomie 20 µg. Oceniono również zawartość arsenu, którego udział wyniósł 0,67 µg w porównaniu z dopuszczalnym dziennym spożyciem wynoszącym 10 µg. Okazuje się, że chociaż suplementy diety dostępne na terenie Zjednoczonych Emiratów Arabskich nie przekraczają dozwolonych zawartości metali ciężkich, to z uwagi na bardzo duże ich spożycie przez konsumentów mogą oni doświadczać narażenia skumulowanego. Determinantami stanowiącymi o ryzyku zakażenia metalami ciężkimi są chociażby: technologia wytwarzania i przetwarzania suplementów diety, kraj pochodzenia oraz forma dawkowania [Jairoun i in. 2020].

Stosunek konsumentów do suplementów diety

Suplementy diety, zgodnie z definicją, to produkty, po które powinny sięgać osoby cierpiące na niedobory danej substancji odżywczej, wymagające wzbogacenia diety lub osoby przestrzegające ścisłej diety z racji osobliwych potrzeb żywieniowych. Badania przeprowadzone w 2017 roku przez Agencję Badań Rynku i Opinii wykazały, że Polacy najczęściej sięgają po suplementy diety z nieuzasadnionych powodów i tylko 17% z nich przed rozpoczęciem stosowania danego preparatu skonsultowało się ze specjalistą. Spożycie suplementów diety, przewyższające nawet 90% badanej populacji, jest charakterystyczne dla grupy sportowców i kobiet w ciąży. W przypadku tych ostatnich wybór preparatów i suplementacji podyktowany jest najczęściej zaleceniem lekarza. Z kolei sportowcy sięgają po suplementy diety głównie polecane przez trenera lub znajomych [Dziedziński i in. 2019]. Krejpcio i in. w 2011 roku wykazali, że zaledwie 4% osób aktywnych sportowo konsultuje wybór suplementacji z dietetykiem lub lekarzem/farmaceutą.

Polacy coraz bardziej próbują dbać o zdrowy styl życia i dlatego częściej interesują się produktami prozdrowotnymi. Efektem rosnącego spożycia suplementów diety jest po prostu „krzykliwy” marketing. Z raportu opublikowanego w 2017 roku przez Agencję Badań Rynku i Opinii wynika, że tylko 12% Polaków wybiera preparaty z uwagi na reklamę, jednak z raportu Krajowej Rady Radiofonii i Telewizji z roku 2015 płyną wnioski, że w 2015 roku średnio co czwarta reklama dotyczyła produktów zdrowotnych i środków leczniczych. W radiu odsetek ten wyniósł ponad 50%, gdzie przed 2000 rokiem było to zaledwie niecałe 5% [Dziedziński i in. 2019].

Dąbrowska i Babicz-Zielińska [2011] w swojej pracy wskazały na powody sięgania po żywność nowej generacji, w tym suplementy diety. Mianowicie najczęściej powtarzającą się odpowiedzią były względy zdrowotne (31%), najrzadziej zaś znaczenie miały walory sensoryczne (ok. 18%). Czynnikiem determinującym wybór żywności nowej generacji wśród osób z wykształceniem podstawowym była moda (75%). Istotnym aspektem badania było zadeklarowanie stosunku respondentów do suplementów diety. Aż 41% badanych stwierdziło, że ma do tych produktów stosunek obojętny, niewiele mniej (36%) posiadało stosunek pozytywny.

Dlaczego suplementy diety cieszą się tak dużym zainteresowaniem?

Już od kilku lat zauważa się zacieranie granicy związanej z uzasadnionym spożywaniem suplementów diety a brakiem konieczności ich stosowania. Z jednej strony wynika to z wszechobecnego przekazywania informacji w temacie suplementów diety – np. reklamy telewizyjne, social media, internet. Z drugiej zaś jest to wynik powszechnej dostępności tych suplementów. Produkty te można kupić nie tylko w aptece, ale również na stacjach benzynowych, w sklepach spożywczych oraz sprzedaży internetowej [Stępień i in. 2019].

W roku 2018 reklama w telewizji, prasie i radiu kosztowała przemysł farmaceutyczny blisko 4,2 mld zł. Wśród polecanych produktów znalazły się oczywiście suplementy diety [Instytut Monitorowania Mediów 2019]. Nie ma wątpliwości, że ta forma przekazywania informacji jest najczęściej wykorzystywana chociażby z uwagi na swoją powszechność i prostotę. Okazuje się, że reklamy suplementów diety są mniej restrykcyjne w porównaniu z reklamami produktów leczniczych. W tym zakresie obowiązuje wspomniana wcześniej Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia, która określa wymagania co do sposobu reklamowania tych produktów. Dokument wyróżnia dwie podstawowe wytyczne. Po pierwsze ogłoszenie nie może wprowadzać konsumenta w błąd zarówno co do charakterystyki produktu, jego nazwy, rodzaju, składu, ilości, jak i trwałości; reklamodawca nie może sugerować czy też przypisywać wyrobowi cech, których ten nie posiada. Po drugie, reklama suplementu diety nie może w żaden sposób sugerować, że wyrób ma zdolność do leczenia chorób czy zapobiegania im [Ustawa z dnia 25 sierpnia... 2006, Bojarowicz i Dźwigulska 2012].

Osobnymi kwestiami pozostają dostępność oraz kanały dystrybucji suplementów diety. W 2016 roku Naczelna Izba Lekarska (NIL) zaproponowała, aby suplementy diety nie były sprzedawane w aptekach, co byłoby rozsądnym posunięciem – niestety nie do zrealizowania z uwagi na obowiązujące prawo unijne. Społeczeństwo darzy bardzo dużym zaufaniem apteki. Ludzie uważają je za miejsca, w których zakupią środki pozwalające na poprawę ich stanu zdrowia. Nierzadko bywa również tak, że to właśnie tam zainteresowani uzyskują pomoc i poradę. Dla wielu konsumentów zakup suplementów diety w aptekach jest czymś szczególnym ze zdrowotnego punktu widzenia. Według nich skoro suplement diety jest dostępny w aptece, to jego właściwości są specjalne i potwierdzone [Czerwiński i Liebers 2019].

Równie ważnym czynnikiem wpływającym na „sukces” suplementów diety jest brak dostatecznej edukacji w tym temacie. Konsumentom bardzo często nie są świadomi różnicy pomiędzy suplementami diety a lekami wydawanymi bez recepty. Jest to istotne,

gdyż wobec obu wskazanych wyrobów stosuje się odmienne przepisy prawa. Leki wydawane bez recepty podlegają o wiele ostrzejszym wymaganiom przed wprowadzeniem ich na rynek. Obejmują one chociażby badanie skuteczności klinicznej i określenie profilu bezpieczeństwa. Oprócz tego konsumenci mylnie postrzegają suplementy diety jako środki, za których pośrednictwem można osiągnąć szczególne korzyści zdrowotne. Jednocześnie nie zdają sobie sprawy, że są to tylko produkty, które mogą pomóc w uzupełnianiu niedoborów żywieniowych [Tlałka i in. 2008, Stępień i in. 2019].

Podsumowanie

Temat suplementów diety nie jest łatwy, ale poruszanie go i edukowanie w tym zakresie jest bardzo potrzebne. Wynika to chociażby z rosnącego wciąż zainteresowania konsumentów tą grupą środków spożywczych. Niewątpliwie jest to zakres, który wymaga jeszcze wiele pracy, chociażby w aspekcie stworzenia i ujednolicenia przepisów pozwalających na sprawne i skuteczne ich kontrolowanie po to, żeby stosowanie suplementów diety było w pełni bezpieczne. Konieczne wydaje się wprowadzenie obligatoryjnych badań jakościowych. Jest to kluczowe z uwagi na brak możliwości rzetelnej i jednoznacznej oceny wpływu suplementów diety na zdrowie człowieka. Co więcej, na pewno nie należy traktować ich jako „złotego środka” zwalczającego choroby. Nic nie jest w stanie zastąpić prawidłowo zbilansowanej diety, aktywności fizycznej, jak również opinii eksperta w oparciu o wyniki badań stanu zdrowia.

Piśmiennictwo

- Bojarowicz H., Dźwigulska P., 2012. Suplementy diety. Część I. Suplementy diety a leki – porównanie wymagań prawnych. *Hyg. Publ. Health* 47(4), 427–432.
- Brzezińska J., Grembecka M., 2021. Suplementy diety – specyficzna żywność. *Post. Hig. Med. Dośw.* 75(1), 655–673, <https://doi.org/10.2478/ahem-2021-0011>
- Bsoul-Kopowska M., 2022. Suplementy diety a zarządzanie bezpieczeństwem zdrowotnym konsumentów. W: F. Byłok, A. Kwiatek, M. Skiba, Wybrane aspekty bezpieczeństwa pozamilitarnego zagrożenia, wyzwania, koncepcje. Wyd. Polit. Częstoch., Częstochowa.
- Czarnowska-Kujawska M., Klepacka J., Zielińska O. i in., 2022. Characteristics of dietary supplements with folic acid available on the Polish market. *Nutrients* 14(17), 3500, <https://doi.org/10.3390/nu14173500>
- Czerwiński A., Liebers D., 2019. Regulacja rynku suplementów diety. Czy Polska ma szansę zostać europejskim liderem? Policy Paper 9, <https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2020/03/PIE-Poland and Supplements-PL.pdf> [dostęp: 16.02.2023].
- Dąbrowska A., Babicz-Zielińska E., 2011. Zachowania konsumentów w stosunku do żywności nowej generacji. *Hyg. Publ. Health* 46(1), 39–46.
- Dąbrowska A., Janoś-Kresło M., 2018. Suplementy diety a prawa konsumentów, *Ekon. – Wroc. Econ. Rev.* 24(4), 9–23, <https://doi.org/10.19195/2084-4093.24.4.1>
- Długaszewska J., Ratajczak M., Kamińska D. i in., 2019. Are dietary supplements containing plant-derived ingredients safe microbiologically? *Saudi Pharm. J.* 27(2), 240–245, <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2018.11.005>
- Dziedziński M., Goryńska-Goldmann E., Kobus-Cisowska J. i wsp., 2019. Problem nadkonsumpcji suplementów diety przez Polaków. *Intercathedra* 3(40), 235–242.

- Główny Inspektorat Sanitarny, (b.d.). Rejestr produktów objętych powiadomieniem o pierwszym wprowadzeniu do obrotu, <https://powiadomienia.gis.gov.pl> [dostęp 17.02.2023].
- Hrydziusko M., Chodak G., 2020. Innowacyjność polskich przedsiębiorstw na rynku suplementów diety w Polsce w kontekście strategii Europa 2020. *Przegl. Organiz.* 4(963), 12–22. <https://doi.org/10.33141/po.2020.04.02>
- Instytut Monitorowania Mediów, 2019. Raport IMM: Wydatki reklamowe w wybranych branżach w 2018 roku, <https://www.imm.com.pl/branza-farmaceutyczna-liderem-rocznego-zestawienia-wydatkow-reklamowych-raport-imm-wydatki-reklamowe-w-wybranych-branzach-w-okresie-od-1-stycznia-do-31-grudnia-2018> [dostęp: 17.02.2023].
- Jairoun A.A., Shahwan M., Zyoud S.E.H., 2020. Heavy metal contamination of dietary supplements products available in the UAE markets and the associated risk. *Sci. Rep.* 10(1), 1–9, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76000-w>
- Krasnowska G., Sikora T., 2011. Suplementy diety a bezpieczeństwo konsumenta. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość* 4(77), 5–23.
- Krejpcio Z., Skwarek K., Hyżyk A. i in., 2011. Ocena powszechności spożycia suplementów diety w wybranej grupie osób aktywnych sportowo. *Probl. Hig. Epidemiol.* 92(4), 935–938.
- Mieszkowska M., Michota-Katulska E., 2008. Suplementy diety – korzyści i działania niepożądane. *Bezp. Pracy* 6, 28–30.
- Najwyższa Izba Kontroli, 2017. Suplementy diety w świetle kontroli NIK, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,13978,vp,16418.pdf> [dostęp: 16.02.2023].
- PMR Market Experts, 2022. Rynek suplementów diety w Polsce, Analiza rynku i prognozy rozwoju na lata 2022–2027.
- PMR Market Experts, 2019. Rynek suplementów diety w Polsce, Analiza rynku i prognozy rozwoju na lata 2019–2024.
- Ratajczak M., Kaminska D., Świątły-Błaszczewicz A. i in., 2020. Quality of dietary supplements containing plant-derived ingredients reconsidered by microbiological approach. *Int. J. Env. Res. Publ. Health* 17(18), 6837, <https://doi.org/10.3390/ijerph17186837>
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety. *Dz.U.* 2007 nr 196 poz. 1425.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004.
- Stępień K.A., Niewiarowski J., Harasimiuk A., 2019. Powszechność suplementów diety a zagrożenia związane z ich stosowaniem. *Prosp. Pharm. Sci.* 17(9), 51–59, <https://doi.org/10.56782/pps.22>
- Tłałka E., Zadarko-Domaradzka M., Sobolewski M., 2008. Wiedza i postawy kobiet w zakresie suplementacji diety kwasem foliowym na tle Ogólnopolskiego Programu Profilaktyki Wad Cewy Nerwowej – wyniki badań pilotażowych. *Przegl. Med. Uniw. Rzesz.* 2, 161–165.
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. *Dz.U.* 2006 nr 171 poz. 1225.

Zastosowanie probiotyków w nefrologii – przegląd aktualnych publikacji

The use of probiotics in nephrology – a review of current publications

Probiotyki to żywe mikroorganizmy, które – podane w odpowiedniej ilości – wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza, a ich głównym zadaniem jest utrzymanie równowagi mikrobioty jelitowej. Słowo probiotyk pochodzi z języka greckiego i oznacza dosłownie „dla życia”. Probiotyki znajdują w medycynie coraz szersze zastosowanie nie tylko w aspekcie gastroenterologii, gdzie są z powodzeniem wykorzystywane m.in. w leczeniu biegunek o różnej etiologii, w tym występujących w nieswoistych zapaleniach jelit, jak wrzodziejące zapalenie jelita grubego czy choroba Leśniowskiego-Crohna. Stosuje się je również w innych specjalnościach medycznych, np. w nefrologii. Istnieje coraz więcej badań podkreślających korzyści płynące z zastosowania probiotyków w leczeniu przewlekłej choroby nerek, infekcji dróg moczowych oraz cukrzycowej choroby nerek.

Probiotyki są w większości dobrze tolerowanymi suplementami, które wyjątkowo rzadko wiążą się z działaniami niepożądanymi. Do najczęściej stosowanych w medycynie probiotyków zalicza się *Saccharomyces boulardii* oraz gatunki z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* [Williams 2010].

Celem niniejszej pracy było zebranie informacji na temat zastosowania probiotyków w nefrologii. Powstała ona w oparciu o przegląd najnowszego piśmiennictwa dostępnego w bazach PubMed oraz Google Scholar z wykorzystaniem słów kluczowych: probiotyki, choroby nerek.

Zastosowanie probiotyków w przewlekłej chorobie nerek

Przewlekła choroba nerek (PChN) to różnorodne w swej etiologii, trwające niejednokrotnie latami, schorzenie wiodące stopniowo do pogarszania ich funkcji, a ostatecznie do całkowitej ich niewydolności. W efekcie konieczne staje się zastąpienie funkcji zniszczonych nerek przez dializoterapię lub przeszczep. W zależności od wartości współczynnika filtracji kłębuszkowej wyróżnia się pięć stadiów PChN, gdzie stadium pierwsze to wczesna postać choroby, zaś stadium piąte to okres tzw. niewydolności nerek [Charles

¹ Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Wydział Lekarski, wisniewskimikolajmd@gmail.com

i Ferris 2020]. W przebiegu PChN dochodzi do stopniowego pogarszania homeostazy organizmu, wtórnego uszkodzenia i dysfunkcji wielu narządów i układów. Zaburzenia są tym bardziej nasilone, im bardziej zaawansowane jest uszkodzenie funkcji nerek. Wśród zaburzeń na uwagę zasługują te związane z pogorszeniem pracy przewodu pokarmowego.

Dysbioza w przewlekłej chorobie nerek

Obserwacje przeprowadzone u pacjentów z chorobami nerek wykazały, że mają oni zaburzenia dotyczące mikroflory jelitowej. Zmianom ulegają zarówno skład, jak i aktywność metaboliczna mikroflory bakteryjnej, co wpływa na zmniejszone wchłanianie składników odżywczych [Palmer i in. 2007]. Dysbioza odgrywa także ważną rolę w gromadzeniu toksyn mocznicowych oraz powstawaniu ogólnoustrojowego stanu zapalnego. Powyższe procesy sprzyjają rozwojowi miażdżycy oraz są utożsamiane z innymi powikłaniami przewlekłej choroby nerek [Anders i in. 2013, Mafra i in. 2014, Sabatino i in. 2015, Aron-Wisniewsky i Clement 2016]. Zmiany w mikrobiocie jelitowej w PChN są związane ze zwiększoną przepuszczalnością ściany jelit. Namnażanie bakterii i wzrost poziomu mocznika prowadzą do wytwarzania amoniaku w świetle jelita i zmiany pH, co wpływa na osłabienie połączeń między enterocytami i wzrost przepuszczalności ścian jelit [Vaziri 2012]. Wzrost ilości krążących produktów przemian metabolicznych bakterii wzmacnia stan zapalny związany z przewlekłą chorobą nerek oraz zwiększa częstość występowania zdarzeń sercowo-naczyniowych i śmiertelność [McIntyre i in. 2011, Vanholder i Glorieux 2015, Ramenazani i in. 2016].

Toksyny mocznicowe oddziałują również na śródbłonek naczyniowy. Przyspieszają proces jego starzenia, indukują produkcję reaktywnych form tlenu (RFT), czynnika tkankowego i mediatorów stanu zapalnego, zmniejszają produkcję tlenku azotu (NO), zwiększają adhezję leukocytów, hamują procesy naprawcze śródbłonka oraz zwiększają jego przepuszczalność, a także indukują apoptozę prekursorów komórek śródbłonka [Biagi i in. 2010].

Zgromadzone toksyny mocznicowe silnie oddziałują na same nerki, nasilając objawy ich uszkodzenia. Przyczyniają się do aktywacji układu renina–angiotensyna, postępującego włóknienia kanalików nerkowych, zwiększonej ekspresji cytokin prozapalnych i powstawania miejscowego stanu zapalnego, uszkodzenia cewek nerkowych, zmniejszenia żywotności komórek, stwardnienia kłębuszków nerkowych, nacieku złożonego głównie z monocytów i wreszcie włóknienia śródmiąższowego nerek [Biagi i in. 2010].

Jak dowodzą najnowsze badania, u podłoża opisanych powyżej negatywnych oddziaływań toksyn mocznicowych stoją nasilone zaburzenia struktury i funkcjonowania flory jelitowej. Tak więc zapobieganie dysbiozie jelitowej będzie skutkować zmniejszeniem produkcji toksyn mocznicowych, stresu oksydacyjnego i w efekcie stanu zapalnego [Ramezani i Raj 2014]. Dieta bogata w polisacharydy zapewnia substraty do produkcji przez bakterie jelitowe krótkołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (ang. short-chain fatty acid, SCFA), które dostarczają energię florze bakteryjnej [Szponar i Czajkowska 2018].

Błonnik zwiększa pasaż pokarmowy, przez co skraca czas fermentacji aminokwasów i powstawanie niechcianych toksyn mocznicowych. Dla pacjentów z przewlekłą chorobą nerek zalecana jest dieta o niskim stosunku białka do błonnika [Rossi i in. 2015], np. wegetariańska [Patel i in. 2012] lub o bardzo niskiej zawartości białka ($>0,3$ g/kg m.c. dziennie) uzupełniona ketoanalogami aminokwasów [Marzocco i in. 2013].

Produkcję toksyn mocznicowych w organizmie można także zmniejszyć przez zwiększanie populacji bakterii trawiących błonnik (sacharolitycznych) i zmniejszanie tych, które trawią aminokwasy i białka (proteolitycznych). Trawienie białek pochodzących z diety prowadzi do produkcji toksycznych metabolitów, spośród których część zaburza integralność nabłonka jelit i prowadzi do reakcji zapalnych. Dobrym rozwiązaniem dla zminimalizowania niekorzystnych efektów jest wprowadzenie do diety produktów węglowodanowych i uzyskanie przewagi bakterii fermentujących węglowodany nad bakteriami fermentującymi azot [Szponar i Czajkowska 2018].

Lactobacillus casei shiroti

Wśród licznych probiotyków stosowanych w leczeniu zaburzeń flory bakteryjnej jelit u chorych z przewlekłą chorobą nerek na uwagę zasługuje szczep *Lactobacillus casei* Shiota (LcS).

Przeprowadzono badanie, w którym wzięło udział 30 pacjentów w stadium trzecim i czwartym przewlekłej choroby nerek. Celem jego było ustalenie dawki *Lactobacillus casei* Shiota koniecznej do uzyskania spadku stężenia mocznika większego niż 10% w porównaniu z jego wartością wyjściową. Probiotyk ten działa korzystnie na regulację mikroflory jelitowej, regulację układu odpornościowego, profilaktykę nowotworową oraz chroni przed infekcjami. Zrekrutowani pacjenci w wieku 18–65 lat zostali podzieleni na dwie grupy, z których jedna otrzymywała LcS w postaci napoju mlecznego w dawce 8×10^9 CFU, a druga w dawce 16×10^9 CFU. Pobrano próbki krwi w celu oznaczenia wyjściowych wartości kreatyniny i mocznika, a następnie pacjentów poddano ośmiotygodniowej obserwacji, podczas której zastosowano u nich dietę izokaloryczną oraz izoproteinową, monitorowano wartości mocznika i kontrolowano przestrzeganie przyjmowania LcS. Zaobserwowano, że większy spadek poziomu mocznika wystąpił u pacjentów przyjmujących probiotyk w dawce 16×10^9 CFU; wyniósł on prawie 11% [Alatrste i in. 2014].

Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium longum

Z kolei w innym badaniu obserwowano działanie 3 szczepów bakteryjnych (*Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium longum*) tworzących złożony suplement probiotyczny.

Szesnaście pacjentów z PChN poddano badaniu pilotażowemu, którego celem była ocena kliniczna i biochemiczna skutków zażywania przez nich suplementu probiotycznego Kibow Biotics (KB) zawierającego 3 szczepy: *Lactobacillus acidophilus, Streptococcus thermophilus* i *Bifidobacterium longum*. Wszyscy objęci badaniem pacjenci byli w trzecim i czwartym stadium przewlekłej choroby nerek, znajdowali się w przedziale

wiekowym 18–75 lat, a poziom stężenia kreatyniny w ich surowicy był wyższy niż 2,5 mg/dl. Badanych podzielono losowo na 2 grupy, spośród których pierwsza przyjmowała przez 3 miesiące placebo, natomiast druga przyjmowała probiotyk. Po 3 miesiącach dokonano zamiany. Pacjenci byli poddawani comiesięcznym kontrolom, podczas których szczególną uwagę zwrócono na poziom azotu mocznika (ang. blood urea nitrogen, BUN), kwasu moczowego, kreatyniny oraz białka C-reaktywnego. U badanych przyjmujących probiotyk zaobserwowano istotny spadek BUN, umiarkowanie zmniejszony poziom kwasu moczowego oraz brak zmian w stężeniu kreatyniny. Udowodniono, że pacjenci z przewlekłą chorobą nerek odnoszą korzyści kliniczne z doustnie przyjmowanego probiotyku oraz wykazują lepszą własną ocenę jakości ich życia [Ranganathan i in. 2009].

Zastosowanie probiotyków u chorych hemodializowanych

U pacjentów z zaawansowaną przewlekłą chorobą nerek stwierdzono zwiększenie przepuszczalności ściany jelitowej. Jak zauważono, szczególnie wrażliwi na osłabienie bariery jelitowej są pacjenci z niewydolnością nerek, poddawani hemodializie oraz dializie otrzewnowej. Często obecne obrzęki, hiperwoleミア, nadmierna ultrafiltracja, epizody niedociśnienia mogą prowadzić do osłabienia bariery i ułatwić przenikanie endotoksyn.

Pogorszenie funkcji nerek prowadzi do zatrzymywania fosforu w organizmie. Hiperfosfatemia jest jednym z najważniejszych czynników ryzyka zgonu wśród pacjentów z przewlekłą chorobą nerek [Palmer i in. 2011]. Pomimo dostępu do różnych preparatów, redukujących wchłanianie fosforanów z przewodu pokarmowego, jego wysoki poziom w organizmie nadal stanowi duże wyzwanie u pacjentów hemodializowanych.

Przeprowadzono badanie, w którym wykorzystano właściwości probiotyku zawierającego szczepu *Bifidobacterium longum* do odnowy mikroflory jelitowej. *Bifidobacterium* na drodze fermentacji węglowodanów w jelitach powoduje obniżenie lokalnego pH i w ten sposób wypiera bakterie chorobotwórcze. Zakwaszenie środowiska wpływa na jonizację wapnia w jelitach, co z kolei umożliwia wiązanie wapnia z fosforem, który w postaci fosforanu wapnia nie jest już wchłaniany. W badaniu pacjenci przyjmujący doustnie kapsułki *B. longum* codziennie przez 4 tygodnie wykazywali znaczne zmniejszenie poziomu fosforu w surowicy już w drugim tygodniu. Co ciekawe, odstawienie terapii kapsułkami skutkowało powrotem do wartości wyjściowych fosforu już po 2 tygodniach [Benno i Mitsuoka 1992].

Włączenie probiotyków do leczenia hiperfosfatemii u pacjentów poddawanych hemodializoterapii jest bardzo obiecującym rozwiązaniem. W dalszym ciągu potrzebne są badania na większej grupie pacjentów w celu ustalenia konkretnych skutecznych dawek, natomiast *Bifidobacterium longum* ma potencjał, aby zaskoczyć nas jeszcze swoimi możliwościami w wykorzystaniu u osób hemodializowanych.

Zastosowanie probiotyków w leczeniu zakażeń układu moczowego

Przez długi czas uważano, że drogi moczowe są całkowicie jałowe, pozbawione obecności bakterii, jednak postępy i możliwości biologii molekularnej pozwoliły obalić ten mit. Odkryto, że drogi moczowe osób zdrowych są zasiedlane przez bardzo liczne

pałeczki kwasu mlekowego, głównie z rodzaju *Lactobacillus*. Zauważono, że infekcje dróg moczowych są ściśle związane ze spadkiem liczebności bakterii *Lactobacillus*. Taką korelację zaobserwowano m.in. u kobiet z nawracającymi zakażeniami dolnych dróg moczowych oraz u pacjentów wymagających przewlekłego cewnikowania z powodu pęcherza neurogenego.

Przeprowadzono badania, w których wykazano korzystny wpływ stosowania szczepów *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus rhamnosus* na leczenie zakażenia dróg moczowych (ZUM) jednym z najpowszechniejszych patogenów – *Escherichia coli*. Jak stwierdzono, szczepy *L. plantarum* i *L. rhamnosus*, produkując mucynę oraz ściśle przylegając do nabłonka dróg moczowych, zapobiegały przyleganiu do śluzówki bakterii chorobotwórczych, a także hamowały ich rozwój.

Probiotyki okazały się cennym czynnikiem w profilaktyce zakażeń układu moczowego. Ma to szczególne znaczenie zwłaszcza u pacjentów z nawracającymi dolegliwościami, u których stosowanie długotrwałej antybiotykoterapii mogłoby nieść wiele działań niepożądanych, włącznie z potencjalną antybiotykoopornością [Zwolińska 2017].

Pozytywny wpływ wykorzystania prebiotyków u chorych po przeszczepieniu nerki

Przeszczepienie nerki jest najskuteczniejszą metodą leczenia schyłkowej niewydolności nerek, a uzyskanie długoterminowej funkcji przeszczepu i przeżycia pacjenta pozostaje krytycznym wyzwaniem po zabiegu. W ostatnich latach badania na zwierzętach i ludziach zaczęły rzucać nieco światła na dwukierunkową zależność między alloprzeszczepem i mikrobiomem: przeszczep narządu powoduje dysbiozę mikrobiologiczną, a dysbiotyczny mikrobiom odgrywa kluczową rolę w utrzymywaniu transplantowanego narządu [Ardalan i Vahed 2017]. Literatura donosi również o korzyściach stosowania probiotyków przez pacjentów po zabiegu transplantacji nerki. Istnieją bowiem dowody sugerujące, że po przeszczepieniu mikroflora jelita grubego biorców zmienia, co sprzyja występowaniu objawów żołądkowo-jelitowych, które mogą prowadzić do powikłań przeszczepu [Shreiner i in. 2015]. W małym badaniu, w którym 43 osoby przyjmowały placebo lub probiotyk na 4 miesiące przed wykonaniem przeszczepienia nerki, chorzy przyjmujący właściwy preparat zgłaszali rzadsze występowanie biegunki [Marks i in. 2010]. W jednym z najnowszych badań nad wpływem prebiotyków zaobserwowano mniejsze nasilenie objawów żołądkowo-jelitowych w stosunku do pacjentów przyjmujących placebo [Chan i in. 2022]. W przytoczonym badaniu autorzy zwracają uwagę na małą liczbę wykonywanych prac badawczych z wykorzystaniem prebiotyków w porównaniu do zainteresowania pre- i symbiotykami.

Przytaczane przez nas biologiczne funkcje probiotyków, takie jak ich wpływ na odpowiedź immunologiczną oraz metabolizm leków, pozwala wnioskować, że istnieje związek między występowaniem konkretnej mikroflory jelitowej a jakością i długością pracy transplantowanej nerki, co znajduje potwierdzenie w literaturze. Badacze wskazują również na potencjalne wykorzystanie profili mikrobiomu do identyfikacji chorych narażonych na ryzyko odrzucenia narządu bądź chorych wyższego ryzyka wystąpienia powikłań [Ardalan i Vahed 2017].

Podsumowanie

Wykorzystanie probiotyków w leczeniu chorób nerek stanowi obiecującą ścieżkę terapeutyczną. Podsumowując, w przewlekłej chorobie nerek występuje dysbioza, czyli zaburzenie składu mikroflory jelitowej. Nieprawidłowa mikroflora bakteryjna przyczynia się do wytwarzania większych ilości toksyn mocznicowych, których nagromadzenie wpływa na zwiększenie stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego organizmu. W przewlekłej chorobie nerek dochodzi także do zwiększenia przepuszczalności ścian jelit pod wpływem zgromadzonych toksyn mocznicowych. Zwiększona przepuszczalność bariery jelitowej ułatwia przechodzenie endotoksyn do krążenia. Zmiana diety, np. na wegetariańską, może pomóc w zmniejszeniu ilości toksyn mocznicowych oraz przywróceniu prawidłowej funkcji bariery jelitowej. Stosowanie probiotyków, prebiotyków i symbiotyków może przyczyniać się do obniżenia stężenia toksyn mocznicowych i przez to zmniejszać progresję przewlekłej choroby nerek.

Bibliografia

- Alatríste P.V.M., Urbina Arronte R., Gómez Espinosa C.O. i in., 2014. Effect of probiotics on human blood urea levels in patients with chronic renal failure. *Nutr. Hosp.* 29(3), 582–590, <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.3.7179>
- Anders H.J., Andersen K., Stecher B., 2013. The intestinal microbiota, a leaky gut, and abnormal immunity in kidney disease. *Kidney Int.* 83(6), 1010–1016, <http://dx.doi.org/10.1038/ki.2012.440>
- Ardalan M., Vahed S.Z., 2017. Gut microbiota and renal transplant outcome. *Biomed Pharmacother.* 90, 229–236, <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.02.114>
- Aron-Wisniewsky J.A., Clement K., 2016. The gut microbiome, diet, and links to cardiometabolic and chronic disorders. *Nat. Rev. Nephrol.* 12, 169–181, <https://doi.org/10.1038/nrneph.2015.191>
- Bahreini-Esfahani N., Moravejolahkami A.R., 2020. Can synbiotic dietary pattern predict *Lactobacillales* strains in breast milk? *Breastfeed Med.* 15(6), 387–393, <https://doi.org/10.1089/bfm.2019.0301>
- Benno Y., Mitsuoka T., 1992. Impact of *Bifidobacterium longum* on human fecal microflora. *Microbiol. Immunol.* 36(7), 683–694, <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.1992.tb02071.x>
- Biagi E., Nylund L., Candela M. i in. 2010. Through ageing, and beyond: gut microbiota and inflammatory status in seniors and centenarians. *PLoS One* 5(5), e10667. <https://doi.org/10.1371/annotation/df45912f-d15c-44ab-8312-e7ec0607604d>
- Chan S., Hawley C.M., Pascoe E.M. i in., 2022. Prebiotic supplementation in kidney transplant recipients for preventing infections and gastrointestinal upset: a randomized controlled feasibility study. *J. Ren. Nutr.* 32(6), 718–725, <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2022.02.006>
- Charles C., Ferris A.H., 2020. Chronic kidney disease. *Prim. Care Clin. Off. Pract.* 47(4), 585–595, <https://doi.org/10.1016/j.pop.2020.08.001>
- Mafra D., Lobo J.C., Barros F. i in., 2014. Role of altered intestinal microbiota in systemic inflammation and cardiovascular disease in chronic kidney disease. *Future Microbiol.*, 399–410, <http://dx.doi.org/10.2217/fmb.13.165>
- Marks W.S.T., Spinelli T.I., Olmstead S., 2010. Reduction of immunosuppression-associated diarrhea by probiotics following renal transplantation, TTS International Congress.

- Marzocco S., Dal Piaz F., Di Micco L. i in., 2013. Very low protein diet reduces indoxyl sulfate levels in chronic kidney disease. *Blood Purif.* 35(1–3), 196–201, <http://dx.doi.org/10.1159/000346628>
- McIntyre C.W., Harrison L.E., Eldehni M.T. i in., 2011. Circulating endotoxemia: a novel factor in systemic inflammation and cardiovascular disease in chronic kidney disease. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 6(1), 133–141. <https://doi.org/10.2215/CJN.04610510>
- Palmer S.C., Hayen A., Macaskill P. i in. 2011. Serum levels of phosphorus, parathyroid hormone, and calcium and risks of death and meta-analysis. *JAMA* 305(11), 1119–1127, <https://doi.org/10.1001/jama.2011.308>
- Patel K.P., Luo F.J., Plummer N.S. i in., 2012. The production of p-cresol sulfate and indoxyl sulfate in vegetarians versus omnivores. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 7(6), 982–988, <https://dx.doi.org/10.2215/CJN.12491211>
- Ramenazani A., Massy Z.A., Meijers B. i in., 2016. Role of the gut microbiome in uremia: a potential therapeutic target. *Am. J. Kidney Dis.* 67(3), 483–498, <https://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2015.09.027>
- Ramezani A., Raj D.S., 2014. The gut microbiome, kidney disease, and targeted interventions. *J. Am. Soc. Nephrol.* 25(4), 657–670, <https://dx.doi.org/10.1681/ASN.2013080905>
- Ranganathan N., Friedman E.A., Tam P. i in., 2009. Probiotic dietary supplementation in patients with stage 3 and 4 chronic kidney disease: a 6-month pilot scale trial in Canada. *Curr. Med. Res. Opin.* 25(8), 1919–1930, <http://dx.doi.org/10.1185/03007990903069249>
- Rossi M., Johnson D.W., Xu H. i in., 2015. Dietary protein-fiber ratio associates with circulating levels of indoxyl sulfate and p-cresyl sulfate in chronic kidney disease patients. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 25(9), 860–865, <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2015.03.015>
- Sabatino A., Regolisti G., Brusasco I. i in., 2015. Alterations of intestinal barrier and microbiota in chronic kidney disease. *Nephrol. Dial. Transplant.* 30(6), 924–933, <https://dx.doi.org/10.1093/ndt/gfu287>
- Shreiner A.B., Kao J.Y., Young V.B., 2015. The gut microbiome in health and in disease. *Curr. Opin. Gastroenterol.* 31(1), 69–75, <https://doi.org/10.1097/mog.0000000000000139>
- Szponar B., Czajkowska A., 2018. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA) jako produkty metabolizmu bakterii jelitowych oraz ich znaczenie dla organizmu gospodarza. *Post. Hig. Med. Dośw.* 72, 131–142, <https://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0011.6468>
- Vanholder R., Glorieux G., 2015. The intestine and the kidneys: a bad marriage can be hazardous. *Clin. Kidney J.* 168–179. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfv004>
- Vaziri N.D., 2012. CKD impairs barrier function and alters microbial flora of the intestine: a major link to inflammation and uremic toxicity. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 21(6), 587–592, <https://dx.doi.org/10.1097/MNH.0b013e328358c8d5>
- Wang I.K., Wu Y.Y., Yang Y.F. i in., 2015. The effect of probiotics on serum levels of cytokine and endotoxin in peritoneal dialysis patients: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Benef. Microbes* 6(4), 423–430. <https://doi.org/10.3920/BM2014.0088>
- Williams N.T., 2010. Probiotics. *Am. J. Health Syst. Pharm.* 67(6), 449–458, <https://doi.org/10.2146/ajhp090168>
- Zwolińska D., 2017. Probiotics in the prophylaxis of recurrent urinary tract infections in children. *Pediatr. Med. Rodz.* 13(3), 335–343, <https://doi.org/10.15557/PiMR.2017.0035>

Wpływ Instagrama na rozpowszechnianie wiedzy o zdrowym stylu życia

The impact of Instagram on disseminating knowledge about a healthy lifestyle

Początki wiedzy o zdrowym stylu życia sięgają czasów starożytnych, kiedy to wiadomości na temat dbania o ciało przekazywane były ustnie przez ówczesnych filozofów oraz ich podopiecznych. Z czasem treść mówioną zaczęto spisywać, a z biegiem dziejów powstawało na jej temat coraz więcej książek, encyklopedii i zbiorów dokumentów. Na uniwersytetach wiedzę pozyskuje się głównie z podręczników i badań, jednakże gdy przychodzi chęć poszerzenia wiedzy, nie są one już pierwszym wyborem ze względu na swoją obszerność i skomplikowane słownictwo. O wiele prościej sięgnąć po telefon i w ciągu sekundy włączyć aplikację, w której codziennie przybywają kolejne łatwe do przyswojenia treści. Dzisiejsze czasy to era internetu i mediów społecznościowych, a co za tym idzie – rozkwit szerokiej gamy blogerów, vlogerów, czyli osób zarabiających na pisaniu artykułów w Internecie lub tworzeniu materiałów wideo. W mediach odbywa się swoisty self-branding, tj. użytkownicy wykorzystują swoje działania do autoprezentacji w celu przyciągnięcia uwagi dużej liczby osób, zwłaszcza młodych [Khamis i in. 2017, Chae 2018]. Wśród influencerów można znaleźć m.in. niedoszłe lub nieznane aktorki i modelki, trenerki fitness czy atrakcyjne licealistki [Marwick 2015, Abidin 2016]. Niezależnie od własnej tożsamości przedstawiają one obserwatorom swoje codzienne życie [Abidin 2016]. Jednocześnie rutynową czynnością milionów ludzi na całym świecie stało się śledzenie innych osób na platformach internetowych [Lin i in. 2018]. Odnoszący sukcesy influencerzy posiadają pewne wspólne cechy. Mają poczucie humoru i własny punkt widzenia, ale co ważniejsze, pokazują to, czego użytkownicy internetowi nie mają, a chcą mieć [Jin i in. 2019].

Relacja społeczna influencer–konsument różni się od tradycyjnych jednokierunkowych form komunikacji polegających na poparciu ekspertów lub celebrytów w czasopiśmie i telewizji. W przeszłości okazje do kontaktu z celebrytami były rzadkie i starannie kontrolowane w celach reklamowych. Media społecznościowe zmieniły jednak tę jednostronną relację na bardziej interaktywną, wzajemną, a nawet intymną. Influencerzy chętnie dzielą się osobistymi informacjami ze swoimi odbiorcami. W odpowiedzi widzowie „śledzą” swoich ulubionych celebrytów bez ustanku, zaglądając w ich życie prywatne

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Studenckie Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Ekologicznej Produkcji Żywności, agnieszkawozniak2003@gmail.com

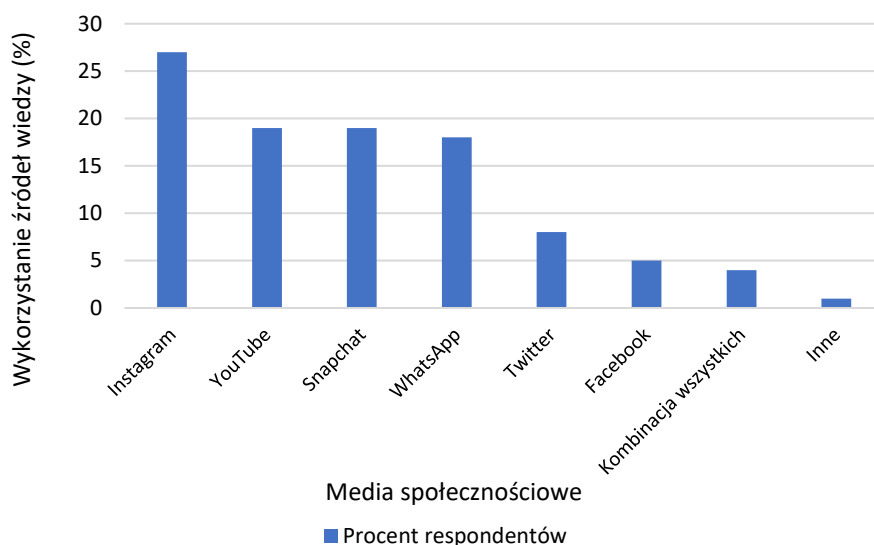
i poznając ich „z bliska”. Te nowe środowiska medialne zmniejszyły dystans i zmieniły rolę publiczności ze zwykłych widzów lub wielbicieli na „przyjaciół” celebrytów [Chung i Cho 2017]. Wykorzystując ten trend, influencerzy kreują się na specjalistów w swojej dziedzinie i są postrzegani tak przez odbiorców, zaś dopasowanie między nimi a promowanym produktem może zapewnić wysoki poziom zaufania wśród ich widzów i obserwujących [Liu i in. 2015, Chung i Cho 2017].

Wśród influencerów można odnaleźć zajmujących się markami dotyczącymi zdrowia i żywności, co w widoczny sposób przekłada się na zachowania konsumentów w ich codziennym życiu. Jak pokazują badania, ekspozycja na treści spotykane w internecie ma duże znaczenie przy wyborach żywieniowych. Odbiorcy wystarczy kilka minut dziennie oglądania w mediach treści, aby w wyniku ich przekazu podjąć konkretne decyzje zakupowe [Mc Carthy i in. 2022]. Największe ryzyko stwarza to u dzieci, które, nieświadome aspektów zdrowotnych, kierują się kolorowymi opakowaniami kuszącymi wzrok [Potvin Kent i in. 2019]. Podstawą jest kształtowanie od najmłodszych lat ich nawyków żywieniowych przez rodziców oraz środowisko życia. Dorośli posiadają szerokie pole do manewru, jeżeli chodzi o źródło w zdobywaniu informacji. Media społecznościowe czy blogi są w stanie zaoferować wiedzę mniej lub bardziej jakościową w tematach szeroko pojętego zdrowia. Treści nieoparte na badaniach mogą wprowadzić odbiorcę w błąd i narazić go m.in. na zaburzenia odżywiania, a także różnego rodzaju nałogi i konsumpcję używek [Suarez-Lledo i Alvarez-Galvez 2021]. Istotne jest to, aby pozyskiwane informacje były jak najlepiej sprawdzone i bezpieczne, ale jednocześnie proste w odbiorze i do zapamiętania.

Pomocny, bo łatwy w obsłudze, może okazać się właśnie Instagram. Ta prosta aplikacja pozwala wynajdywać treści dowolnej potrzeby. Posługując się „hasztagami”, użytkownik może znaleźć przepisy na ciekawe i zdrowe posiłki, a także odnaleźć specjalistów w tematach leczenia otyłości, zaburzeń hormonalnych, niepłodności, sportu oraz psychodietetyków. Jego specyfiką jest to, że opiera się na aspekcie wizualnym, co mocniej przyciąga wzrok niż obszerny tekst wyróżniający głównie strony na Facebooku. Celem pracy było zatem przedstawienie mechanizmów działania Instagrama i wykazanie jego wpływu na przekazywanie wiedzy żywieniowej społeczeństwu.

Budowanie zaufania w odbiorcy

Wbrew powszechnej opinii o potrzebie konsultacji z lekarzem w tematach edukacji o zdrowiu ludzie w dalszym ciągu chętniej wpisują swoje objawy w przeglądarkę internetową z nadzieją, że odnajdą tam rozwiązanie dla swoich problemów. Okazuje się bowiem, że użytkownicy korzystający z aplikacji więcej niż 4 godziny dziennie aż 78% czasu przeznaczają na szukanie informacji w tematach dbania o zdrowie, a w szczególności zdrowej diety. Głównym medium w tym zakresie okazuje się być Instagram, na który wskazało 27% ankietowanych (ryc. 1). Jak stwierdzili, portal pozwala w łatwy sposób zdobywać wiedzę i komunikować się ze specjalistami w zakresie diet i stylu życia. W Europie Instagram jest piątą co do częstotliwości aplikacją używaną w celach poszukiwania informacji, lecz każdego roku wzrasta czas jej użytkowania. Przyczyniają się do tego młodzi ludzie, którzy znacznie chętniej korzystają z mediów niż dorośli [Ortiz-Ospina 2019, Alanzi i in. 2021].



Ryc. 1. Źródła wiedzy o zdrowym stylu życia według mieszkańców Arabii Saudyjskiej [Alanzi i in. 2021]

Dane Eurostatu z roku 2019 pokazują, że aż 53% społeczeństwa żyjącego w Europie zmaga się z otyłością, która z roku na rok dotyka coraz większego odsetka ludzi na całym świecie [Eurostat 2019]. Jeszcze bardziej zatrważających danych dostarcza Światowa Organizacja Zdrowia [World Health Organization 2022], według której problem ten dotyczy już 60% populacji Europy, a co więcej – niemal 30% dzieci (29% chłopców i 27% dziewczynek). W Polsce według danych NFZ oraz GUS 66% społeczeństwa ma nadwagę, a 25% to otyli. Problem ten systematycznie przybiera na sile i przewiduje się, że do 2028 r. otyłych będzie już 30% Polaków [Narodowy Fundusz Zdrowia 2022]. Nic więc dziwnego, że zainteresowanie dietami odchudzającymi i aktywnością fizyczną sukcesywnie wzrasta. Nawet jeżeli sięganie po treści na temat żywienia i pokrewne nie jest celowe, algorytmy aplikacji same są w stanie podsyłać użytkownikom źródła dotyczące powyższych tematów jedynie na podstawie jednej wiadomości wpisanej w przeglądarkę. Takim sposobem konto na Instagramie o tematyce modowej może wkrótce przerodzić się w medium zasypane infografikami, postami czy rolkami tworzonymi z myślą o dietetyce czy aktywności fizycznej.

Problemem natomiast jest jakość treści, na jaką natrafiają użytkownicy portalu. Tym zagadnieniem zajęła się Endres [2016], która dowiodła, że media społecznościowe mogą być wiarygodnym polem do zdobywania wiedzy, lecz wielu osobom publikującym nadal przydałoby się szkolenia dotyczące budowania roli wspierającej z potencjalnym klientem. Jak podają badania, to osoby otyłe, dzielące się swoimi wzlotami i upadkami w pozbywaniu się nadmiernych kilogramów, wzbudzają w odbiorcach o wiele większe zaufanie niż historie o niemalże idealnym życiu szczupłych użytkowniczek Instagrama. Dlaczego tak się dzieje? Odpowiedzi należy szukać w zagadnieniach psychologicznych.

Konta dzielące się przepisami na niskokaloryczne posiłki, których bazą są organiczne produkty z lokalnych farm albo pieczone warzywa pozbawione tłuszczu, czyli głównego nośnika smaku i wielu witamin, mogą z początku być kuszące dla kogoś szukającego skutecznego sposobu na odchudzanie. Jednakże to nie w nich tkwi problem w budowaniu zaufania. Tym, co odręca od szczerej interakcji z twórcą, jest wrażenie fałszu. Osoby takie obsesyjnie liczą kilokalorie, co prowadzi ich samych do unikania kontaktu ze znajomymi ze strachu, że nie będą w stanie kontrolować swojej dziennej porcji przyswajanych makroskładników. Takie informacje wzbudzają strach i stanowią zagrożenie dla postrzegania jedzenia przez odbiorców. Odwrotnością są konta, na których widnieją transparentne historie ludzi je prowadzących. Opowiadane historie, pokazujące blaski i cienie codziennych prób zdrowego stylu życia, pozwalają utożsamiać się z nimi i zbudować zaufanie użytkownika do twórcy. Zdaniem Zaka [2017] dzieje się tak na skutek wydzielanej w organizmie oksytocyny, nazywanej inaczej hormonem miłości.

#Fitspiration – czym jest i jakie ma konsekwencje?

Jednym z głównych czynników, który wpisuje się w zdrowy styl życia, jest aktywność fizyczna. Światowa Organizacja Zdrowia opublikowała raport informujący, że zalecaną normą czasu na uprawianie sportu dla osób dorosłych jest co najmniej 150–300 minut wysiłku o umiarkowanej intensywności lub ≥ 75 –150 minut wysiłku intensywnego w tygodniu. Brak ruchu będzie predysponował społeczeństwo do pogorszenia się stanu zdrowia i jakości sylwetki, a płynące z tego konsekwencje w aspekcie samopoczucia mogą stanowić podłoże do narastających kompleksów [Stróżyk 2021]. Influencerzy, dzieląc się swoją rutyną treningową, stanowią dokładny obraz tego, jak wygląda łączenie obowiązków z ruchem. Ważne, aby w całym przekazie jasno informowali o ilości i jakości jednostek treningowych w ciągu tygodnia. To znacząco ułatwia odbiorcy nabranie perspektywy i przełożenie jej na własne życie. Aktywność fizyczna prezentowana w sieci zazwyczaj skupia się na treningu siłowym, jodze czy pilatesie. Różnorodność, jaką prezentują „instatrenerki”, umożliwia odbiorcom poznanie wielu rodzajów sportów i odszukanie tego, który im odpowiada. W badaniach wykazano, że media społecznościowe (wśród nich Instagram) mogą wpływać na budowanie motywacji i wizji własnego ciała u młodych osób [Ghaznavi i Taylor 2015]. Z drugiej strony potrzebne jest przedstawienie drogi do uzyskania efektu w postaci szczupłej sylwetki, ponieważ pokazanie tylko tego ostatniego może prowadzić do przekonania, że jest to widok powszechny, a w efekcie na drodze kompleksów spowodować zaburzenia odżywiania [Engeln-Maddox 2005]. W ostatnich latach szeroko rozprzestrzeniło się w sieci hasło „fitspiration” skracane także do chwytliwego „fitspo”, którego zadaniem jest rozpowszechnianie treści o zdrowym stylu życia służącym nie tylko sylwetce, ale również ogólnemu samopoczuciu. To przeciwnie do „thinspiration” („thinspo”), który promuje jedynie szczupłą sylwetkę, wykluczając rady treningowe, rozsądne odżywianie czy przemiany „przed i po”. Thinspo zostało uznane przez społeczność psychologów jako szkodliwa przestrzeń do czerpania motywacji i uważa się, że to głównie ono jest powodem zaburzeń odżywiania i złej relacji ze sportem. Wykazano, że fitspo intensywnie angażuje młode kobiety do szukania sposobów na polepszenie swojej sylwetki i zadbania o ruch. W czasach ogromnej seksualizacji kobiecego ciała większość kobiet zapomina, że sport jest sposobem na

poprawę funkcjonowania, a wygląd to jedynie miły skutek uboczny. W gronie mężczyzn badania nie są jednoznaczne, ale zauważono spadek myśli depresyjnych u osób, które w zamiar sięgania po tradycyjne źródła przekazu – telewizja, gazety – informacji szukały w mediach. Tłumaczy się to możliwością śledzenia procesu uzyskiwania sylwetki i nabywania wiedzy, że każde ciało potrzebuje czasu i starań. Telewizja i prasa ukazują jedynie efekt ostateczny, przez co porównywanie się do obrazu bez świadomości pracy, jaka została włożona przez modela, może powodować niechciane myśli i pogorszony nastrój [Carrotte i in. 2017].

Instadieta a food porn

Zdrowy styl życia bezapelacyjnie generuje w głowach odbiorców słowa „zdrowa dieta” bądź „czysta micha”. Konsumenci zaczynają być coraz bardziej świadomi wartości odżywczych żywności i skutków długotrwałego zaniedbywania diety. Młoda osoba w ciągu doby średnio dwie godziny przeznacza na media społecznościowe, w których z każdej strony otaczają ją treści wpływające na samopoczucie oraz poszerzające wiedzę w zakresie zdrowia [Durham 2021]. Najbardziej chwytliwym i skutecznym sposobem na przykucie uwagi w dzisiejszym świecie social mediów są krótkie, dynamiczne nagrania, wzbogacone o przyjemną i wpadającą w ucho muzykę oraz dobrej jakości obraz. Na Instagramie forma ta przybrała nazwę „reels” lub „rolek” i uważana jest obecnie za najlepszy sposób budowania marki osobistej i kształtowania wizerunku [Hertel 2022]. Obecnie wielu profesjonalnych dietetyków działa dzięki temu narzędziu, a w skali ogromnego zapotrzebowania na szerzone treści osiąga wyniki sięgające dziesiątek, a nawet setek tysięcy wyświetleń.

Influencerzy poprzez swoje konta społecznościowe oferują także szeroki wybór przepisów na odżywcze posiłki. W końcu to one są najważniejszym elementem zdrowia i determinantem zapobiegania, jak również występowania dużej liczby chorób, zaburzeń hormonalnych czy stanów metabolicznych. W jednym z badań przeprowadzonych przez naukowców z Wielkiej Brytanii [Durham 2021] postanowiono przeanalizować wartość odżywczą posiłków, które wrzucało na swojej profile kilku deklarujących pomoc w odchudzaniu influencerów. Stwierdzono, że jedynie dwa na dziewięć analizowanych profili nadawało się do uznania za wiarygodne źródło do pozyskiwania informacji w zakresie redukcji wagi, a tylko jedna osoba posiadała faktyczne wykształcenie w zakresie żywienia. Powyższe informacje zachęcają, aby mocniej zastanowić się nad tym, co widzimy w Internecie. Każdy może pozwolić sobie na publikację własnego ulubionego przepisu, ale osobie poszukującej inspiracji na obiad, który odpowiednio ją nasyci i nie dostarczy jej zbyt dużej ilości kilokalorii, potrzebna będzie dodatkowa wiedza i uważność.

Niemniej na Instagramie nie brakuje wykwalifikowanych twórców, którzy z pasją oferują swą pomoc i aktywnie angażują się w promocję zdrowego stylu życia. Wiedza, którą zdobyli na przestrzeni kilku lat studiów, na kursach i szkoleniach, tworzy bezpieczny grunt do zaopiekowania się szerokim gronem odbiorców i wzięcia odpowiedzialności za poprawę ich zdrowia. Świadomi swoich ograniczonych możliwości co do podjęcia współpracy z użytkownikiem indywidualnym, tworzą infografiki, posty i rolki z przepisami, gdzie w pogłębiony sposób zwracają uwagę na wartości płynące z potrawy oraz ewentualne zamienniki, jakie może wykorzystać osoba potrzebująca wykluczyć

je ze względu na swoje choroby, możliwości czy preferencje smakowe. Metoda tworzenia treści docierających do tak wielu osób jest bardziej skomplikowana, niż może wydawać się przeciętnej osobie wykorzystującej aplikacje społecznościowe jedynie do celów rozrywkowych. Instagram już dawno przestał być tylko rozrywką, a stał się faktycznym narzędziem do pracy i rozwoju marketingu. Metodą wykorzystywaną przez twórców do przyciągnięcia uwagi jest fotografowanie potraw w sposób jak najbardziej żywy i apetyczny, nazywane „food porn” [Cavazza i in. 2020]. Powstaje pytanie o to, skąd bierze się zainteresowanie ludzi samym wyglądem, a nie tylko sytością czy jakością potraw. Według badaczy w głównej mierze odpowiadają za to stereotypy i przekonania kreowane przez społeczeństwo oraz głęboka potrzeba utożsamiania się z powszechnymi stwierdzeniami. Tak więc obiady obfite w tłuszcze skierowane będą do mężczyzn, a płęć przeciwna skieruje wzrok w stronę lekkostrawnych, niskokalorycznych sałatek czy kolorowych owsianek [Vartanian i in. 2007].

Wiedza z zakresu psychologii jest podstawą tworzenia wizji swoich odbiorców przy budowaniu marki osobistej i rozwijaniu profilu. Opieranie treści twórcy na potrzebach „idealnego klienta” jest kluczowe w budowaniu zaufania odbiorców i optymalizacji pracy. Poza tym łatwiej zostać specjalistą w danej dziedzinie, gdy możemy skupić się na konkretnym problemie. To przekonanie tworzy w sieci miejsce dla większej liczby osób bez potrzeby konkurowania ze sobą. Problemem może okazać się marketing oparty na mitach żywieniowych, które są kuszące dla klienta, ale niosą ze sobą szereg negatywnych konsekwencji, np. catering z dietą sokową „oczyszczającą organizm”.

Podsumowanie

Media społecznościowe, do których zalicza się Instagram, istotnie przyczyniają się do kształtowania świadomości żywieniowej społeczeństwa. Dzięki łatwemu dostępowi do nich w codziennym życiu możliwe stało się dotarcie do szerszego grona odbiorców niezwiązanych zawodowo ze zdrowiem i świadomym dbaniem o siebie. Media te umożliwiły też rozkwit szkodliwych treści, narażających osoby nieświadome na uszczerbek zdrowotny. Korzystanie z tego źródła wymaga ostrożności, a pozyskiwaną wiedzę warto konsultować ze sprawdzonymi specjalistami, by zweryfikować jej zgodność z wiedzą naukową.

Piśmiennictwo

- Abidin C., 2016. „Aren't these just young, rich women doing vain things online?”. *Influencer selfies as subversive frivolity*. Soc. Media Soc. 2(2), <https://doi.org/10.1177/2056305116641342>.
- Alanzi T., Altuwailib M., Saadah A.M. i in., 2021. Perception of healthcare providers about the use of social media to manage a healthy diet in Saudi Arabia. *Front. Public Health* 9, 543913, <https://doi.org/10.3389/FPUH.2021.543913>
- Carrotte E.R., Prichard I, Lim, M.S.C., 2017. „Fitspiration” on social media. A content analysis of gendered images. *J. Med. Internet Res.* 19(3), <https://doi.org/10.2196/JMIR.6368>

- Cavazza N., Graziani A.R., Guidetti M., 2020. Impression formation via #foodporn. Effects of posting gender-stereotyped food pictures on instagram profiles. *Appetite* 147, 104565, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104565>
- Chae J., 2018. Explaining females' envy toward social media influencers. *Media Psychol.* 21(2), 246–262, <https://doi.org/10.1080/15213269.2017.1328312>
- Chung S., Cho H., 2017. Fostering parasocial relationships with celebrities on social media. Implications for celebrity endorsement. *Psychol. Market.* 34(4), 481–495, <https://doi.org/10.1002/mar.21001>
- Durham L., 2021. The insta-diet. *Curr. Allergy Clin. Immunol.* 34(1), 30–32.
- Endres E.-M., 2016. Communication on healthy diet and weight loss in food blogs and other social media. A systematic review. *Ernährungs Umschau* 63(04), 80–87, <https://doi.org/10.4455/eu.2016.018>
- Engeln-Maddox R., 2005. Cognitive responses to idealized media images of women. The relationship of social comparison and critical processing to body image disturbance in college women. *J. Soc. Clin. Psychol.* 24(8), <https://doi.org/10.1521/jscp.2005.24.8.1114>
- Eurostat, 2019. Over half of adults in the EU are overweight. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210721-2> [dostęp: 20.05.2023].
- Ghaznavi J., Taylor L.D., 2015. Bones, body parts, and sex appeal. An analysis of #thinspiration images on popular social media. *Body Image* 14, 54–61, <https://doi.org/10.1016/J.BODYIM.2015.03.006>
- Hertel J., 2022. Reels – rolki instagram. Co to jest i jak je zrobić? Poradnik. <https://scroll.morele.net/poradniki/reels-instagram-co-to/> [dostęp: 20.05.2023].
- Jin S.V., Muqaddam A., Ryu E., 2019. Instafamous and social media influencer marketing. *Market. Intelligence Plann.* 37(5), 567–579, <https://doi.org/10.1108/MIP-09-2018-0375>
- Khamis S., Ang L., Welling R., 2017. Self-branding, “micro-celebrity” and the rise of Social Media Influencers. *Celeb. Stud.* 8(2), 191–208, <https://doi.org/10.1080/19392397.2016.1218292>
- Lin H.C., Bruning P.F., Swarna H., 2018. Using online opinion leaders to promote the hedonic and utilitarian value of products and services. *Bus. Horiz.* 61(3), <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.010>
- Liu S., Jiang C., Lin Z. i in., 2015. Identifying effective influencers based on trust for electronic word-of-mouth marketing. A domain-aware approach, *Info. Sci.*, 306, 34–52, <https://doi.org/10.1016/j.ins.2015.01.034>
- Marwick A.E., 2015. Instafame: luxury selfies in the attention economy. *Publ. Cult.* 27(1), 137–160, <https://doi.org/10.1215/08992363-2798379>
- McCarthy C.M., de Vries R., Mackenbach J.D., 2022. The influence of unhealthy food and beverage marketing through social media and advergames on diet-related outcomes in children. A systematic review. *Obes. Rev.* 23(6), e13441, <https://doi.org/10.1111/OBR.13441>
- Narodowy Fundusz Zdrowia, 2022. Otyłość – choroba wagi ciężkiej. <https://www.nfz.gov.pl/aktualnosci/aktualnosci-centrali/otylosc-choroba-wagi-ciezkiej,7355.html> [dostęp: 20.05.2023].
- Ortiz-Ospina E., 2019. The rise of social media, <https://ourworldindata.org/rise-of-social-media> [dostęp: 20.05.2023].
- Potvin Kent M., Pauzé E., Roy A.-E. i in., 2019. Children and adolescents' exposure to food and beverage marketing in social media apps. *Pediatr. Obes.* 14(6), e12508, <https://doi.org/10.1111/ijpo.12508>
- Stróżyk A., 2021. Zalecenia WHO aktywność fizyczna. Wpływ aktywności fizycznej na zdrowie (Aktywność fizyczna – aktualne zalecenia WHO). <https://www.medicover.pl/zdrowie/aktywnosc-fizyczna/rekomendacje-who/#zalecenia-who-przy-aktywnosci-fizycznej-u-dzieci-i-mlodziezy> [dostęp: 26.03.2023].
- Suarez-Lledo V., Alvarez-Galvez J., 2021. Prevalence of health misinformation on social media: systematic review. *J. Med. Internet Res.* 23(1), e17187, <https://doi.org/10.2196/17187>

- Vartanian L.R., Herman C.P., Polivy J., 2007. Consumption stereotypes and impression management: How you are what you eat. *Appetite* 48(3), 265–277, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2006.10.008>
- World Health Organization. Regional office for Europe, 2022. WHO European regional obesity report 2022, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/353747/9789289057738-eng.pdf> [dostęp: 20.05.2023].
- Zak P.J., 2017. The neuroscience of trust. Management behaviors that foster employee engagement. *Harvard Bus. Rev.*, 84–90, <https://hbr.org/2017/01/the-neuroscience-of-trust> [dostęp: 20.05.2023].