



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 4 (129)

Kraków 2021

Rok 28

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Lesław Juszczyk; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl; tel. 12 662-47-78
Zastępca redaktora naczelnego: dr hab. inż. Mariusz Witczak, prof. UR
Sekretarz redakcji (kontakt z autorami): mgr inż. Jadwiga Ślawska; e-mail: redakcja@pttz.org; tel. 12 662-48-30; 609-800-458

Redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. Grażyna Jaworska (żywność pochodzenia roślinnego), prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (mikrobiologia, bezpieczeństwo i higiena żywności), prof. dr hab. Krzysztof Krygier (technologia tłuszczów, żywność funkcjonalna), prof. dr hab. Irena Ozimek (zachowania konsumentów na rynku żywności), prof. dr hab. Edward Pospiech (nauka o mięsie), dr hab. Anna S. Tarczyńska (mleczarstwo, zarządzanie jakością)

Redaktor językowy (język polski): dr hab. Anna Piechnik, prof. UJ

Native speaker: Stanley Holt (Bolton, UK)

Redaktor statystyczny: dr hab. Mariusz Witczak

Stali współpracownicy: dr Grażyna Morkis (Kraków)

Rada Naukowa: prof. dr hab. Tadeusz Sikora (przewodniczący), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Mariola Friedrich, prof. dr Jozef Golian (Słowacja), prof. dr hab. Anna Gramza-Michałowska, prof. dr hab. Waldemar Gustaw, prof. dr Jerzy Jankun (USA), prof. dr hab. Henryk Jeleń, prof. dr Miroslava Kačániová (Słowacja), prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Katarzyna Majewska, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Mariusz Piskula, prof. dr Jan Pokorný (Czechy), prof. dr Roman Przybylski (Kanada), prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, dr Andrzej Sośnicki (USA), prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, dr John Wojciak (Kanada).

WYDAWCA: POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą czasopisma był Oddział Małopolski PTTŻ

© *Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2021*
Printed in Poland

e-ISSN 2451-0777 ISSN 2451-0769

Czasopismo w postaci elektronicznej jest wersją główną (pierwotną)

ADRES REDAKCJI: 30-149 KRAKÓW, ul. Balicka 122

Projekt okładki: Jolanta Czarnecka

Zdjęcie na okładce: mikelaptev-Fotolia.com

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

Tel. 608 024 572

e-mail: wn@akapit.krakow.pl; www.akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4 (129)

Kraków 2021

Rok 28

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
PAWEŁ GLIBOWSKI, ANGELIKA PIETRAK, ZUZANNA RZĄD, JULIA GLIBOWSKA: Żywieniowe i nieżywieniowe czynniki wpływające na metabolizm cholesterolu	5
WŁADYSŁAW MIGDAŁ, ŁUKASZ MIGDAŁ: Od pola do stołu – wymagania konsumentów w stosunku do rolników	24
JUSTYNA SUSIK: Metody otrzymywania oleju kukurydzianego determinujące jego właściwości chemiczne	47
KAROLINA NOWOSAD, MONIKA SUJKA: Wpływ metody suszenia na właściwości przeciwutleniające ziela bazylii, mięty oraz pietruszki.....	57
JUSTYNA BELCAR, JÓZEF GORZELANY: Wpływ dodatku słoðu pszenicznego i jęczmiennego na jakość i parametry profilu tekstury muffin zbożowych	69
KATARZYNA STAŃCZYK, AGNIESZKA KOLMAGA, MONIKA BURZYŃSKA: Ocena stanu odżywienia oraz sposobu żywienia dorosłych kobiet z insulinoopornością i zespołem policystycznych jajników – badania pilotażowe	83
MAREK ZBOROWSKI, ANNA MIKULEC: Zachowania żywieniowe studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu podczas pandemii COVID-19	98
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	111
Technolog Żywności.....	114
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 126 - 129	118
Wykaz nazwisk Autorów w 2021 roku	121
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2021 roku	123

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus, AGRO, BazEkon, Index Copernicus, CrossRef

FOOD. Science. Technology. Quality

The Scientific Organ of Polish Food Technologists' Society (PTTŻ) – quarterly

No 4 (129)

Kraków 2021

Vol. 28

CONTENTS

From the Editor	3
PAWEŁ GLIBOWSKI, ANGELIKA PIETRAK, ZUZANNA RZĄD, JULIA GLIBOWSKA: Nutritional and non-nutritional factors affecting cholesterol metabolism	5
WŁADYSŁAW MIGDAŁ, ŁUKASZ MIGDAŁ: Farm-to-table – consumer requirements on farmers	24
JUSTYNA SUSIK: Corn oil production methods determining its chemical properties	47
KAROLINA NOWOSAD, MONIKA SUJKA: Effect of drying method on antioxidant properties of basil, mint and parsley herb.....	57
JUSTYNA BELCAR, JÓZEF GORZELANY: Effect of wheat and barley malt added on quality and texture profile parameters of cereal muffins	69
KATARZYNA STAŃCZYK, AGNIESZKA KOLMAGA, MONIKA BURZYŃSKA: Assessment of nutritional status and dietary habits of adult women with insulin resistance and polycystic ovary syndrome – pilot studies.....	83
MAREK ZBOROWSKI, ANNA MIKULEC: Dietary behaviours of students at the State Higher Vocational School in Nowy Sącz during COVID-19 pandemic.....	98
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	111
The Food Technologist.....	114
Annual contents.....	118
Index of Authors	121
Index of Reviewers.....	123

Only reviewed papers are published

Covered by: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus, AGRO, BazEkon, Index Copernicus, CrossRef

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

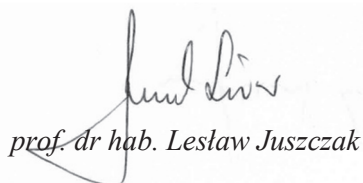
przekazujemy Państwu nr 4 (129) czasopisma *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, w którym publikujemy artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce z zakresu nauk o żywności i żywieniu. Na końcu zeszytu zamieściliśmy spis artykułów opublikowanych w roku 2021 oraz wykazy Autorów i Recenzentów. W *Technologu Żywności* podajemy informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez PTTŻ.

W ramach zapewniania otwartego dostępu do publikacji z czasopisma *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* na stronie internetowej Wydawnictwa (<http://wydawnictwo.pttz.org>) w archiwum wydań dostępne są dla Czytelników wszystkie artykuły z lat 1994 - 2021. Do Państwa dyspozycji jest także wyszukiwarka umożliwiająca odszukiwanie interesujących artykułów według różnych kryteriów.

Życzymy Państwu zdrowia i wielu sukcesów w roku 2022.

Kraków, grudzień 2021 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

PAWEŁ GLIBOWSKI, ANGELIKA PIETRAK, ZUZANNA RZĄD,
JULIA GLIBOWSKA

ŻYWIENIOWE I NIEŻYWIENIOWE CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA METABOLIZM CHOLESTEROLU

Streszczenie

Cholesterol odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu układu nerwowego, błon biologicznych, a także w syntezie składników, takich jak hormony steroidowe, kwasy żółciowe oraz witamina D₃. Funkcje te mogą być pełnione z udziałem cholesterolu syntetyzowanego w organizmie, dlatego nie ma zalecenia co do minimalnego poziomu spożycia tej substancji. Spożywane produkty żywnościowe, a także styl życia mają wpływ na zmiany w homeostazie cholesterolu, co może być pomocne w kontrolowaniu zaburzeń w metabolizmie cholesterolu, szczególnie w sytuacji jego nadmiernej kumulacji w osoczu. Na wysokie stężenie cholesterolu we krwi, szczególnie zawartego w lipoproteinach niskiej gęstości (LDL), narażone są najbardziej osoby starsze oraz otyłe. Również kobiety po menopauzie mogą mieć zakłócony metabolizm cholesterolu. W badaniach potwierdzono, że ilość cholesterolu we krwi można regulować poprzez wprowadzanie zmian w diecie oraz stylu życia, a najbardziej istotne jest zmniejszenie masy ciała, zwiększenie aktywności fizycznej, jak również zwiększenie częstotliwości spożywania posiłków z jednoczesnym zmniejszeniem ich objętości. Pozytywny dla zdrowia wpływ na homeostazę cholesterolu ma także zróżnicowana dieta bogata w błonnik rozpuszczalny, mleczne produkty fermentowane, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, sterole i stanole roślinne, białko sojowe, kurkuminę oraz likopen. Również umiarkowane spożycie alkoholu może wspomóc obniżanie poziomu cholesterolu LDL. Cholesterol pobrany z żywnością wpływa na metabolizm cholesterolu w organizmie człowieka, jednak z uwagi na profil lipidowy nie ma istotnego znaczenia. Wiele składników obecnych w żywności może skutecznie obniżać poziom cholesterolu, a ich spożywanie w odpowiednich ilościach może zastąpić farmakoterapię.

Słowa kluczowe: cholesterol, żywienie, dieta, metabolizm, sterole, stanole

Wprowadzenie

Cholesterol – 5-cholesteno-3β-ol – jest nierozpuszczalnym w wodzie steroidem, często przyporządkowywanym do frakcji lipidów. W organizmie cholesterol występuje

Dr hab. inż. P. Glibowski, prof. UP, lic. A. Pietrak, mgr Z. Rząd, J. Glibowska, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin. Kontakt: pawel.glibowski@up.lublin.pl

w dwóch formach: wolnej i zestryfikowanej, czyli połączonej z długołańcuchowym kwasem tłuszczowym. Obie te postaci występują w osoczu krwi jako składnik lipoprotein odpowiedzialnych za transport cholesterolu do komórek, z czego ponad 50 % jest obecnych w lipoproteinach o małej gęstości (LDL). W ustroju człowieka średnia ilość cholesterolu całkowitego to 140 g, z czego ok. 5 g występuje w osoczu. Cholesterol jest składnikiem niezbędnym w organizmie człowieka. Synteza cholesterolu zachodzi głównie w wątrobie i jelicie cienkim, ale również w mózgu, gdzie odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu tego organu [31].

Cholesterol w organizmie może być egzogenny, czyli dostarczany wraz z pokarmem, a następnie wchłaniany w jelicie cienkim, a także endogenny, czyli syntetyzowany w organizmie [56]. Średnie spożycie tłuszczu przez ludzi wynosi $50 \div 100$ g dziennie, z czego cholesterol stanowi $250 \div 500$ mg. Źródłem cholesterolu w diecie są produkty pochodzenia zwierzęcego, głównie tłuszcze, ale również mięso, jaja oraz nabiał. Zapotrzebowanie organizmu na cholesterol jest całkowicie pokrywane przez syntezę endogenną, dlatego w praktyce człowiek nie potrzebuje cholesterolu z żywności. Obecnie w normach żywieniowych zarówno polskich [23], europejskich [17], jak i amerykańskich [15] nie limituje się poziomu cholesterolu w diecie osób zdrowych. W przypadku osób z cukrzycą zalecane jest ograniczanie spożycia cholesterolu do 300 mg, a w przypadku chorób sercowo-naczyniowych i hiperlipidemii – do 200 mg dziennie [63]. W procesach metabolizmu cholesterolu biorą udział liczne enzymy, białka i receptory, a zaburzenia ich pracy mogą mieć negatywne skutki, jak np. wystąpienie choroby neurodegeneracyjnej, związane z niedostateczną syntezą cholesterolu w mózgu [21], a także choroby układu sercowo-naczyniowego związane ze stanem zapalnym powstałym w wyniku akumulacji tego sterolu w makrofagach [65]. Tak istotne zatem jest, by kontrolować poziom cholesterolu i reagować na zmiany poprzez modyfikację diety oraz stylu życia.

Celem pracy był przegląd aktualnych doniesień dotyczących czynników związanych z dietą oraz stylem życia, które wpływają na poziom cholesterolu w osoczu.

Funkcje i metabolizm cholesterolu

Funkcje cholesterolu

Cholesterol jest ważnym składnikiem strukturalnym błon komórkowych i śródkomórkowych, a także otoczki mielinowej w tkance nerwowej. Jest głównym składnikiem sterolowym błon komórkowych zwierząt i stanowi średnio ok. 30 % lipidowej dwuwarstwy. Obecność cholesterolu w błonach komórkowych sprawia, że jest ona bardziej oporna na przekształcenia i mniej przepuszczalna. Wykazano, że tratwy membranowe działają jako platformy zaangażowane w sygnalizację w różnych procesach

komórkowych, takich jak regulacja immunologiczna, kontrola cyklu komórkowego, wymiana między błonami i zjawisko fuzji [64].

Cholesterol jest również istotnym składnikiem układu nerwowego. Odgrywa ważną rolę zarówno na etapie rozwoju, jak i w życiu dorosłym, a sam mózg zawiera 25 % całej puli cholesterolu w organizmie. Cholesterol stanowi kluczowy składnik w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym. Jest niezbędny do procesów komórkowych, np. proliferacji komórek glejowych, wzrostu neurytów, stabilności mikrotubul, synaptogenezy i mielinizacji. Większość cholesterolu w mózgu (80 %) występuje w postaci mieliny syntetyzowanej przez oligodendrocyty i komórki Schwanna [21].

Cholesterol bierze udział w procesie steroidogenezy – jest jedynym prekursorem sterydów, który po przetransportowaniu do mitochondriów rozpoczyna ich syntezę. Steroidogeneza prowadzi do wytworzenia aldosteronu i kortyzolu w korze nadnerczy oraz estrogenów, progesteronu i testosteronu w jajnikach i jądrach [56, 58].

W wątrobie z cholesterolu powstaje cholekalcyferol, czyli fizjologiczna witamina D₃. Cholekalcyferol pochodzi z diety, ale również jest wytwarzany z 7-dehydrocholesterolu, pochodnej cholesterolu, pod wpływem promieni słonecznych w reakcji fotochemicznej. Pod wpływem reduktazy 7-dehydrocholesterolu z substancji tej powstaje również cholesterol. Również w wątrobie cholesterol bierze udział w syntezie kwasów żółciowych, które są głównym składnikiem żółci i są syntetyzowane jako końcowy produkt metabolizmu cholesterolu [8, 11].

Synteza cholesterolu

Biosynteza cholesterolu zachodzi we wszystkich komórkach ustrojowych, ale w głównej mierze w wątrobie oraz jelicie cienkim (92 % nowo powstałego cholesterolu). Najbardziej nasiloną jest w okresie wzrostu komórek. Powstawanie cholesterolu w ustroju jest zależne od ilości cholesterolu wydalonego oraz pobranego wraz z dietą. W procesach przemiany cholesterolu endogennego największą rolę odgrywają wątroba oraz enterocyty, czyli komórki nabłonka jelita cienkiego. Biosynteza cholesterolu jest kosztownym energetycznie procesem wymagającym znacznych nakładów z udziałem acetylo-koenzymu A (acetylo-CoA), ATP, tlenu i czynników redukujących NADPH (zredukowany ester fosforanowy dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego) i NADH (dinukleotyd nikotynoamidoadeninowy) [12, 31].

Wchłanianie cholesterolu

Cholesterol jest cząsteczką hydrofobową, dlatego jego wchłanianie w jelitach musi być poprzedzone emulgowaniem, hydrolizą i solubilizacją micelną. Cholesterol w jelicie może pochodzić z diety, żółci, wydzielania jelitowego oraz ze złuszczonej komórki nabłonka. Z diety do jelita uwalnia się dziennie przeciętnie 300 ÷ 500 mg cholesterolu, a z żółci – 800 ÷ 1200 mg. Około 50 % cholesterolu zwykle jest wchła-

niane, a wcześniej ulega solubilizacji w micelach. Cholesterol żółciowy jest nieestryfikowany, a obecny w żywności częściowo tak, dlatego, zanim cholesterol zostanie przetransportowany do enterocytów, estry muszą zostać zhydrolizowane przez lipazę estru karboksylowego trzustki. Wychwyt cholesterolu egzogenego może być ułatwiony przez transporter Niemann-Pickle C1 Like 1 (NPC1L1), który znajduje się w błonie enterocytów w jelicie czczym. Ta część cholesterolu, która nie wypływa do światła jelita, jest ponownie estryfikowana w retikulum endoplazmatycznym w obecności acylotransferazy acylo-CoA:cholesterolowej (ACAT) [6]. Po estryfikacji jest włączany do chylomikronów wraz z triacyloglicerolami, fosfolipidami i apolipoproteiną B48 w celu dostarczenia ich do limfy. Proces ten jest ułatwiony dzięki obecności białka przenoszącego triacyloglicerole, które ułatwia także tworzenie lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) po estryfikacji w hepatocytach. Oprócz tego cholesterol może zostać przeniesiony do apolipoproteiny A1 HDL przez białko transporterowe ABCA1. Wątroba dostarcza do krwiobiegu cholesterol pozyskany z diety przez lipoproteiny o bardzo niskiej gęstości (VLDL). We krwi VLDL ulega przemianom w LDL i trafia do komórek docelowych, gdzie zostaje wprowadzony do wnętrza komórki poprzez swoje receptory na drodze endocytozy. Wewnątrz takiej komórki cholesterol jest transportowany między różnymi organellami, by tam móc spełnić swoje funkcje [31].

Reabsorpcja cholesterolu do wątroby zachodzi przez swoje heterodimery (ABCG5 oraz ABCG8). Proces ten nazywany jest krążeniem jelitowo-wątrobowym. Część reabsorbowanego cholesterolu jest przekształcana w estry cholesterolu. Jest to możliwe dzięki enzymowi acylotransferazie cholesterolowej (ACAT), który przyłącza kwas tłuszczowy do wolnej grupy hydroksylowej w cząsteczce sterolu [9]. Pozwala to uniknąć nadmiernej akumulacji wolnego cholesterolu w osoczu. Powstałe estry są przechowywane jako cytozolowe kropelki lipidów, a reszta jest wchłaniana jako wolny cholesterol. Nadwyżkę cholesterolu można wyeksportować do apolipoprotein A1 wolnych od lipidów w celu wytworzenia HDL. HDL są ostatecznie transportowane z tkanek obwodowych z powrotem do wątroby i jelita, gdzie cholesterol jest eliminowany lub przetwarzany, a także do narządów steroidowych, gdzie jest wykorzystywany do wytworzenia hormonów steroidowych [31].

Homeostaza cholesterolu

Utrzymanie odpowiedniego poziomu cholesterolu u ludzi jest regulowane przez pobieranie z diety, endogenną biosyntezę oraz usuwanie z organizmu poprzez wydalanie z żółcią z jelit [12]. RCT (ang. *reverse cholesterol transport*), zatem odwrotny transport cholesterolu to proces, w którym cholesterol z tkanek obwodowych jest transportowany do wątroby, a potem wydalany z żółcią do kału w formie neutralnych steroli (cholesterol i jego metabolity degradacji bakteryjnej jelit) i jako składnik kwasów żółciowych [9, 12]. Homeostaza może być regulowana na poziomie transkrypcyj-

nym i posttranskrypcyjnym. Na poziomie transkrypcyjnym poziom cholesterolu jest ściśle regulowany poprzez skoordynowane działanie białka wiążącego sterol (SREBP) i receptorów wątroby X (LXR). SREBP aktywuje ekspresję różnych genów związanych z metabolizmem cholesterolu, np. reduktazy 3-hydroksy-3-metyloglutarylokoenzymu A (HMGCR), który ogranicza szybkość syntezy cholesterolu, oraz receptorów LDL (wychytują LDL z osocza krwi). Gdy poziom cholesterolu w komórkach jest niski, to właśnie SREBP indukuje transkrypcję wielu genów odpowiedzialnych za biosyntezę cholesterolu [24]. LXR aktywowane są w odpowiedzi na podwyższony poziom cholesterolu (szczególnie form utlenionych). Jego rola bazuje na indukowaniu ekspresji białek zaangażowanych w absorpcję, transport i wydalanie cholesterolu [45].

Produkty spożywcze i składniki obecne w żywności wpływające na poziom cholesterolu

Mleczne produkty fermentowane

Mlecznym produktom fermentowanym przypisuje się efekt obniżania cholesterolu ze względu na obecne w nich żywe organizmy zwane probiotykami. Takie działanie wiąże się z kilkoma mechanizmami [39]. Duża liczba bakterii w ilości większej niż 10^8 jtk/g w spożywanej żywności może zapewnić przejście do jelita wystarczającej liczby bakterii, aby wywrzeć wpływ na metabolizm [52]. Za ingerencję w metabolizm cholesterolu mogą być odpowiedzialne sfingolipidy obecne w błonie komórkowej bakterii, co potwierdzono w badaniach przeprowadzonych na szczurach [46]. Jednym z mechanizmów jest wiązanie cholesterolu poprzez przyłączanie jego cząsteczek do błony komórkowej bakterii. Odpowiedzialny jest za to peptydoglikan obecny w mikroorganizmach. Zdolność do wiązania cholesterolu wykazują bakterie *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus* [66]. Innym mechanizmem, poprzez który bakterie związane ze sfermentowanymi produktami mlecznymi mogą wywierać działanie hipocholesterolemiczne, jest hydroliza kwasów żółciowych, które podczas wchłaniania zwrotnego narażone są na mikrobiotę jelitową. Za to działanie odpowiedzialne są takie rodzaje jak *Lactobacillus* oraz *Bacteroides*. Ponadto bakterie jelitowe mogą wiązać kwasy żółciowe z cholesterolem, powodując ich wydalanie wraz z kałem. Mniejsza ilość kwasu żółciowego w krążeniu jelitowo-wątrobowym powoduje pobieranie cholesterolu z osocza do wątroby w celu syntezy kwasów żółciowych, co powoduje obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego. Za to działanie odpowiedzialne są bakterie z grupy *Lactobacillus* [22].

W jelicie grubym bakterie probiotyczne fermentują nietrawione węglowodany i wytwarzają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, w tym octowy, propionowy i masłowy w zmiennych proporcjach, zależnych od fermentowanych substratów. Stwierdzono, że kwas octowy (prekursor cholesterolu) zwiększa całkowity cholesterol,

a kwas masłowy i propionowy hamują syntezę cholesterolu w wątrobie. Bakterie probiotyczne mogą również przekształcać cholesterol w koprostanol, który jest bezpośrednio wydalany z kałem, co zmniejsza wchłanianie cholesterolu [39].

Wykazano, że spożywanie dziennie trzech porcji jogurtu po 240 ml, wzbogaconego *L. bulgaricus* i *S. thermophilus*, obniża poziom cholesterolu o 5 ÷ 9 % w stosunku do grupy kontrolnej spożywającej dziennie 720 ml mleka, a efekty są widoczne już po jednym tygodniu. W innych badaniach wykazano, że jogurty zawierające *L. acidophilus* (szczep L-1) nie mają takiego wpływu w przypadku osób z podwyższonym poziomem cholesterolu [52].

Białko sojowe

Soja należy do roślin strączkowych i jest źródłem białka roślinnego. Za działanie obniżające cholesterol odpowiedzialne są prawdopodobnie białka β-konglicynina (βCG, 7S) i glicynina (11S). Szczególnie białko β-konglicynina z frakcją 7S może być trawione do peptydów – IAVPGEVA, IAVPTGVA i LPYP hamujących syntezę cholesterolu. Peptydy te hamują aktywność HMGCR w komórkach wątroby i promują pobieranie LDL przez szlak LDLR-SREBP2 [7].

Wielokrotnie wykazano, że białka roślinne w diecie obniżają poziom cholesterolu w osoczu w porównaniu z białkami zwierzęcymi. W metaanalizie badań klinicznych wykazano, że u ludzi średnie spożycie 47 g białka sojowego dziennie powodowało obniżenie cholesterolu LDL w osoczu o 13 % w porównaniu z osobami spożywającymi mięso. W badaniach *in vitro* wykazano, że peptydy białka sojowego mogą bezpośrednio wpływać na metabolizm lipidów w wątrobie [10].

Według wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego optymalną dzienną dawką białka sojowego jest 25 g. Taka ilość chroni przed nadmierną kumulacją cholesterolu w osoczu krwi [32]. W metaanalizie wykazano, że spożycie 25 g białka sojowego powoduje zmniejszenie frakcji LDL o 6 % [37].

Innym proponowanym mechanizmem jest również to, że białko sojowe w diecie może zmniejszyć wchłanianie cholesterolu, co zostało potwierdzone w badaniach na zwierzętach [10]. Peptydy z białka sojowego poprzez interakcję z cholesterolem lub jego metabolitami, neutralnymi sterolami i solami żółciowymi mogą również sprzyjać jego wydalaniu [16].

Cholesterol pokarmowy

Cholesterol pokarmowy już od dawna był niesłusznie oceniany jako substancja zaburzająca profil lipidowy. Wykazano jednak, że cholesterol dostarczony z dietą hamuje syntezę cholesterolu w wątrobie, więc zmiany w profilu lipidowym są nieznaczne [59]. Cholesterol egzogeny zwiększa poziom frakcji LDL oraz HDL, a w przypadku osób będących na diecie redukcyjnej oraz spożywających cholesterol umiarkowanie –

wzrasta tylko poziom HDL. Na ogół cholesterol egzogeny zmniejsza wchłanianie cholesterolu ogółem (np. pochodzącego z kwasów żółciowych) w jelitach i hamuje jego syntezę w wątrobie. W ten sposób reaguje większość osób, jednak ok. 25 % populacji cechuje się nadreaktywnością na cholesterol i przy jego spożyciu mogą mieć znaczny wzrost poziomu cholesterolu w osoczu. Potwierdzają to 4-tygodniowe badania przeprowadzone na dzieciach ($n = 54$) oraz dorosłych, którym w diecie dodano kolejno 550 mg i 640 mg cholesterolu w postaci dodatkowej porcji jajek. Większość osób zareagowała nieznacznymi zmianami stężenia cholesterolu, a tylko nieliczni (nadreaktywni) doświadczyli większych zmian. W przypadku osób będącym na deficycie kalorycznym zaobserwowano zmiany jedynie na poziomie HDL [2].

Mniejsze o 200 mg spożycie cholesterolu egzogenego dziennie wpływa na obniżenie o 5 mg/dl cholesterolu całkowitego, z czego 3,8 mg/dl pochodzi z LDL. Oszacowano również, że niskie spożycie cholesterolu powoduje liniowy wzrost stężenia tego sterolu we krwi, natomiast spożycie powyżej 300 ÷ 400 mg dziennie powoduje hiperboliczny wzrost jego stężenia. Wyższe spożycie cholesterolu powoduje zwiększoną konwersję cholesterolu do żółci, a w przypadku osób nadwrażliwych hamuje ekspresję receptora LDL, co sprzyja wzrostowi poziomu LDL w osoczu [19, 42].

Na egzogeny cholesterol organizm odpowiada poprzez zwiększenie różnych efektywności etapów związanych z odwrotnym transportem cholesterolu. Wykazano, że cholesterol z diety zwiększa aktywność acylotransferazy lecytynowo-cholesterolowej (LCAT) i białka przenoszącego estry cholesterolu CETP (ang. *cholesterol ester transfer protein*) oraz promuje wypływ cholesterolu z makrofagów. Przy nadmiarze cholesterolu maleje również aktywność HMGCR, co powoduje zmniejszoną syntezę cholesterolu w wątrobie. Dodatkowo podczas odchudzania hamowany jest receptor LDL [2].

Sterole i stanole roślinne

Fitosterole, czyli sterole i stanole roślinne, to naturalnie występujące związki, strukturalnie podobne do cholesterolu. W odróżnieniu od cholesterolu zawierają dodatkowy hydrofobowy łańcuch węglowy [62]. Sterole są to związki nienasycone, czyli takie, które w swym pierścieniu zawierają podwójne wiązania, natomiast formy nasycone, czyli bez podwójnego wiązania, noszą nazwę stanoli. W produktach żywnościowych stanole występują w mniejszej ilości niż sterole i można je uzyskać poprzez uwodornienie steroli [26].

Fitosterolom przypisuje się właściwości obniżające wchłanianie cholesterolu w jelicie oraz obniżające poziom LDL w osoczu. Różnorodność budowy świadczy o ich zróżnicowanym działaniu. Na przykład β -sitosterol i stigmasterol działają silnie obniżająco na cholesterol we krwi, podczas gdy kampesterol wykazuje nieznacznym wpływ na jego poziom [62]. Dodatkowo stanole są bardziej stabilną formą steroli

i wykazują większą aktywność i skuteczność w redukcji zawartości cholesterolu [26]. Pierwsze korzyści stosowania steroli roślinnych zostały zaobserwowane już w latach 50. XX w., co było podstawą do zalecenia spożywania 2 g fitosteroli dziennie [43].

Fitosterole dzieli się na dwa typy: wolny i zestryfikowany, a z doświadczeń wynika, że zestryfikowane fitosterole zachowują skuteczność obniżania poziomu cholesterolu podobną do wolnych steroli lub nawet większą od nich, co może być związane z lepszą rozpuszczalnością i kompatybilnością z tłuszczami [62].

Różny poziom spożycia fitosteroli może wpływać na metabolizm cholesterolu. Spożycie 400 mg steroli dziennie może wpłynąć na zwiększone wydalanie cholesterolu ogółem nawet o 36 % w porównaniu z dietą deficytową w fitosterole. Również w przypadku frakcji LDL zauważono zmniejszenie jej zawartości o 5 %. W przypadku diety zawierającej 2 g steroli roślinnych obie te zmiany były dwukrotnie większe. W obu przypadkach zaobserwowano również zmniejszone wchłanianie cholesterolu, a poziom HDL nie zmienił się [43].

Ze względu na podobną budowę cholesterolu i fitosteroli są one wbudowywane w micelle w jelicie cienkim. Micelle tworzą się z kwasów żółciowych oraz cholesterolu, który następnie jest wchłaniany. W obecności fitosteroli cholesterol nie może się wiązać z micellami, więc jest wydalany z kałem. Dodatkowo fitosterole są bardziej hydrofobowe niż cholesterol, więc wykazują większe powinowactwo do miceli. W celu zmniejszenia wchłaniania cholesterolu z produktów bogatych w cholesterol zaleca się równoczesne spożywanie steroli i stanoli roślinnych [57].

Fitosterole występują niemal w każdym produkcie roślinnym, ale najbardziej skoncentrowane są w olejach oraz nasionach, zwykle w ilościach kilkuset mg w 100 g produktu. Poziom ten jest zazwyczaj niewystarczający, by osiągnąć widoczny efekt terapeutyczny, dlatego zdecydowano się na dodatek fitosteroli do żywności w ilości pozwalającej na realne obniżenie poziomu cholesterolu. Obecnie na rynku oferowane są margaryny i jogurty z takim dodatkiem [38].

Błonnik rozpuszczalny

Pod względem chemicznym błonnik pokarmowy to nieskrobiowe polisacharydy oraz ligniny, zaś od strony fizjologicznej to pozostałość komórek roślinnych oporna na działanie enzymów trawiennych człowieka [23]. Błonnik pokarmowy jest zazwyczaj klasyfikowany według różnych kryteriów fizykochemicznych, takich jak rozpuszczalność, lepkość i zdolność do fermentacji w jelicie grubym. Ze względu na rozpuszczalność w wodzie wyróżnia się błonnik rozpuszczalny (pektyna, guma guar, β -glukan, psyllium) i nierozpuszczalny (celuloza, lignina). Za obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i LDL odpowiedzialne są włókna rozpuszczalne [36], zwłaszcza β -glukany z owsa i jęczmienia [27].

Produkty bogate w błonnik rozpuszczalny to: otręby owsiane, płatki owsiane, fasola, groszek, otręby ryżowe, ziarno jęczmienia, owoce cytrusowe, truskawki i miąższ jabłkowy. W badaniach klinicznych dowiedziono, że lepkie polisacharydy, takie jak pektyna i guma guar znacznie obniżają poziom całkowitego cholesterolu i frakcji LDL w osoczu, ale nie zmieniają poziomu HDL. Wykazano, że spożycie błonnika rozpuszczalnego w ilości 5 ÷ 15 g/dzień powoduje obniżenie poziomu cholesterolu LDL o 5 ÷ 13 %, zarówno u mężczyzn jak i kobiet. W jednej z metaanaliz oszacowano, że każdy 1 g błonnika rozpuszczalnego w wodzie odpowiada w diecie za zmniejszenie stężenia LDL średnio o 0,029 mmol/l [10].

Działanie hipocholesterolemiczne błonnika, szczególnie pochodzenia zbożowego, polega na tworzeniu lepkiej warstwy w jelicie cienkim, która uniemożliwia wchłanianie cholesterolu pokarmowego i kwasów żółciowych, co może zwiększać syntezę kwasów żółciowych z cholesterolu i obniżać poziom cholesterolu LDL w osoczu krwi. Ponadto β -glukan z owsa może zwiększać wydalanie z żółcią kwasów żółciowych. Obniżone poziomy kwasów żółciowych w wątrobie aktywują 7-hydroksylazę cholesterolu, enzym ograniczający szybkość syntezy kwasu żółciowego z cholesterolu. Powoduje to zmniejszenie zawartości cholesterolu w wątrobie, a to przyspiesza usuwanie cholesterolu LDL z osocza [40]. W badaniach na szczurach zaobserwowano, że mechanizmy obniżające poziom cholesterolu we krwi przez włókna zbóż obejmują również przemiany metaboliczne regulowane biochemicznie [20].

Kwasy tłuszczowe

Do kwasów tłuszczowych o największym wpływie na homeostazę cholesterolu zalicza się izomery trans kwasów tłuszczowych (TFA), nasycone kwasy tłuszczowe (SFA) oraz wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA). Natomiast jednonienasycone kwasy tłuszczowe cechują się nieznacznym wpływem na to zjawisko [42].

Izomery trans kwasów tłuszczowych mogą naturalnie występować w tłuszczach przeżuwaczy, np. CLA powstają z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w wyniku uwodornienia olejów [35] a także podczas smażenia [55]. Mimo że TFA przemysłowe powstają z PUFA, to nie pełnią żadnych funkcji życiowych. Choć badania obserwacyjne nie wykazują wyższego ryzyka chorób sercowo-naczyniowych przy wyższym spożyciu CLA, to jednak udowodniono, że wszystkie „tłuszcze trans”, niezależnie od pochodzenia, mają taki sam wpływ na cholesterol – podnoszą poziom LDL a obniżają poziom HDL [4]. Prawdopodobnie wiąże się to z hamowaniem LCAT, enzymu niezbędnego do tworzenia HDL przez TFA oraz ze zwiększeniem aktywności CETP [53]. TFA blokują również receptory aktywowane przez proliferatory peroksy-somów (PPAR α), co sprzyja kumulacji cholesterolu w osoczu [42].

Nasycone kwasy tłuszczowe wpływają na zwiększenie poziomu LDL oraz HDL poprzez hamowanie aktywności receptora LDL. Efekt podwyższenia poziomu LDL

jest zależny głównie od ilości cholesterolu oraz PUFA w diecie. Wykazano, że brak cholesterolu w diecie oraz spożywanie PUFA w ilości 5 ÷ 10 % dziennego zapotrzebowania energetycznego wpływa w nieznacznym stopniu na wzrost poziomu cholesterolu spowodowany nasyconymi kwasami tłuszczowymi. Również redukcja masy ciała nie wpływa na poziom LDL bez względu na poziom SFA w diecie [51].

Stwierdzono również, że im krótszy jest łańcuch długołańcuchowych kwasów tłuszczowych, tym występuje większy efekt wzrostu poziomu LDL [50], a najsilniej zwiększają ten poziom kwasy laurynowy oraz mirystynowy [42]. Jedynym kwasem nasyconym o neutralnym działaniu jest kwas stearynowy. Dowiedziono nawet, że zmniejsza on wchłanianie cholesterolu, a także zwiększa jego wydalanie [10].

Kwasy tłuszczowe o pozytywnym wpływie na metabolizm cholesterolu to wielonienasycone kwasy tłuszczowe. PUFA zmniejszają syntezę cholesterolu poprzez zmniejszenie aktywności reduktazy HMGCo-A (3-hydrokso-3-metyloglutarylokoenzymu A). Obniżają one również aktywność syntazy FPP (pirofosforanu farnezyli), enzymu uczestniczącego w syntezie cholesterolu. Największy wpływ mają kwasy arachidonowy, eikozapentaenowy (EPA) oraz dokozaheksaenowy (DHA). Wykazano, że hamują one transkrypcję mRNA na poziomie syntazy FPP. Wpływają również na mniejszą dostępność czynnika transkrypcyjnego SREBP1 i SREBP2 [28]. EPA i DHA (*n-3*) hamują CETP [42], natomiast *n-6* zwiększają aktywność receptora LDL [50]. Kwasy *n-3* za pośrednictwem LXR i/lub SREBP hamują również ekspresję genu NPC1L1, co powoduje obniżenie aktywności białka NPC1L1 [1]. Wzrost podaży PUFA *n-6* o 1 % w diecie powoduje redukcję cholesterolu całkowitego w osoczu o 1 mg/dl [42].

Kurkumina

Kurkumina jest to związek fenolowy obecny w korzeniach rośliny *Curcuma longa*, a zwykle jej zawartość w kurkumie sięga 2,71 ÷ 5,18 g w 100 g produktu. Substancja ta ma działanie obniżające poziom cholesterolu całkowitego, w tym frakcji LDL, poprzez ingerencję w jego metabolizm. Cholesterol może wiązać się z kurkumina i być wydalany przez żółć. Substancja ta zapobiega wchłanianiu cholesterolu poprzez zakłócenie tworzenia miceli. Wpływa również na zwiększenie aktywność receptorów LDL na poziomie mRNA [25].

W badaniach na myszach potwierdzono, że kurkumina hamuje CETP, a efekt hamujący aktywność HMGCR jest znacznie większy niż w przypadku lowastatyny, leku powszechnie stosowanego w celu obniżenia poziomu cholesterolu. Wykazano również, że kurkumina powodowała nadekspresję PPAR α i LXR α (receptorów X wątroby). Receptory te wpływają na regulację enzymów biorących udział w metabolizmie cholesterolu np. alfa-hydroksylazy cholesterolu 7 (CYP7A1), dzięki czemu zwiększa się konwersja cholesterolu do kwasów żółciowych [48].

Kurkumina obniża ekspresję NPC1L1, a więc obniża poziom białka NPC1L1, co powoduje hamowanie wychwytu cholesterolu. Zwiększa również ekspresję białka ABCA1, co wpływa na większy odpływ cholesterolu w RCT [18, 65].

Spożywanie ekstraktu z kurkuminy (trzy razy dziennie po 630 mg) przez 12 tygodni powoduje wzrost poziomu HDL o ok. 7 % oraz obniżenie poziomu LDL o ok. 13 % [61]. W innym doświadczeniu spożywanie dziennie 500 mg preparatu dyspersyjnego, zawierającego 70 mg kurkuminy, przez 8 tygodni spowodowało wzrost poziomu HDL o ok. 4 % , a obniżenie LDL o ok. 12 % [44].

Likopen

Likopen jest naturalnym pigmentem syntetyzowanym przez takie rośliny, jak: pomidor, arbuź, papaja, guawa i różowy grejpfrut. Odpowiada za ich czerwoną barwę. Z obserwacji wynika, że jest skuteczny w obniżaniu stężenia LDL, a także w zwiększaniu ilości HDL we krwi. Głównym źródłem likopenu w diecie większości ludzi są pomidory, które w 100 g zawierają nawet do 4,2 mg tej substancji. Ponadto u osób z umiarkowaną hipercholesterolemią niskie dawki likopenu mają porównywalną skuteczność obniżania cholesterolu do działania niskich dawek statyn [41].

Likopen może hamować syntezę cholesterolu na poziomie potranskrypcyjnym [41], a efekty hamowania HMGCR sięgają nawet 40 %. W badaniach przeprowadzonych z udziałem zdrowych mężczyzn wykazano, że spożycie likopenu w ilości 60 mg dziennie przez 3 miesiące powoduje obniżenie poziomu LDL o 14 % [49]. Potwierdzono również, że likopen zwiększa wypływ cholesterolu z organizmu poprzez aktywację LXR i PPAR γ oraz indukcję ekspresji ABCA1 [41], a poprzez aktywację LXR wpływa na hamowanie aktywności białka NPC1L1, powodując zmniejszenie resorpcji cholesterolu w jelitach [67].

Odnotowano również, że likopen może zwiększać aktywność receptora LDL, a także modulację enzymu ACAT, jednak mechanizmy w tym przypadku nie są do końca poznane. Z przeglądu badań przeprowadzonych z udziałem ludzi wynika, że spożycie 25 mg likopenu dziennie, zarówno z diety, jak i z suplementów może obniżyć poziom cholesterolu całkowitego średnio o 7,55 mg/dl, z kolei 35 mg likopenu – o 18,5 mg/dl [41].

Alkohol

Już od dawna umiarkowane spożycie alkoholu było wiązane z obniżaniem ryzyka chorób sercowo-naczyniowych poprzez ingerencję w metabolizm cholesterolu. Wykazano, że regularne spożywanie alkoholu zwiększa produkcję HDL oraz powoduje obniżenie LDL, a szczególnie widoczne jest to u osób z hipercholesterolemią [29].

W badaniach, podczas których mężczyźni spożywali regularnie dwa drinki dziennie, a kobiety – jeden, zaobserwowano wzrost HDL o ok. 10 %. Duże spożycie etanolu (powyżej 60 g) podnosi poziom HDL bardziej niż umiarkowane [3].

Alkohol przyspiesza usuwanie cholesterolu poprzez regulację odwrotnego transportu cholesterolu zależnego od PPAR γ . Alkohol zwiększa również aktywność enzymu CYP7A1 biorącego udział w konwersji cholesterolu do kwasów żółciowych. Mechanizmy te zostały potwierdzone w badaniach na myszach [29]. Alkohol zwiększa również tempo estryfikacji cholesterolu przez zwiększenie aktywności LCAT, a także obniża aktywność CETP, jednak w tym przypadku dopiero duże spożycie etanolu ma znaczący wpływ. W zmianach tych pośredniczy ABCA1, główny promotor wypływu cholesterolu z komórek [3].

Spożycie alkoholu może sprzyjać również rozwojowi otyłości, a stan ten, szczególnie u osób starszych, może powodować wzrost stężenia cholesterolu. Prawdopodobnie uczestniczy w tym acetaldehyd, który zwiększa syntezę cholesterolu poprzez zwiększoną aktywność czynnika transkrypcyjnego SREBP1 [33].

Czynniki nieżywniowe wpływające na poziom cholesterolu

Płeć

Homeostaza cholesterolu może się różnić w zależności od płci, a przyczyną jest prawdopodobnie inny zasób hormonów. Kobiety mają estrogeny o właściwościach obniżających poziom cholesterolu we krwi, a niedobór estrogeny sprzyja zakłóceniom homeostazy cholesterolu. Estrogeny powodują niższą aktywność HMGCR u kobiet i zmienność białek regulatorowych. Kobiety przed menopauzą w porównaniu z mężczyznami mają wyższy poziom HDL we krwi oraz niższy poziom LDL, z kolei po menopauzie mają wyższy poziom LDL niż mężczyźni. Poziom HDL jest niezmienny [13]. Również spożycie cholesterolu wraz z dietą wpływa na odmienny poziom HDL u obu płci, tzn. u mężczyzn spożycie związane jest z obniżaniem poziomu tej frakcji, a u kobiet – ze wzrostem, jednak mechanizm tych zmian nie został jeszcze poznany [60].

Wiek

Wiek jest jednym z czynników wpływających na homeostazę cholesterolu w organizmie, a największe zmiany obserwuje się u osób starszych. Dzieci od narodzin reagują na cholesterol egzogenny tłumieniem syntezy *de novo* [14]. Wraz z wiekiem obserwuje się obniżanie poziomu HDL oraz wzrost LDL. Po 65. roku życia zwiększa się wchłanianie cholesterolu z 50 do 80 %, a więc stężenie cząstek LDL może się zwiększyć nawet o 34 mg/dl. Stężenie LDL we krwi wzrasta wraz z wiekiem zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn, niezależnie od aktywności fizycznej i odżywiania. Najbardziej znaczące mechanizmy u osób starszych to zmiany w szybkości usuwania LDL

poprzez osłabienie aktywności receptorów LDL. Liczba receptorów LDL w wieku 65 lat może się zmniejszyć nawet o 50 %, co powoduje wzrost LDL w osoczu nawet o 116 mg/dl [34].

Masa ciała

W stanie otyłości obserwuje się zmianę ekspresji genów i białek uczestniczących w homeostazie cholesterolu. Ustalono, że indeks masy ciała (BMI) powyżej 30 zakłóca RCT oraz hamuje wchłanianie cholesterolu poprzez NPC1L1. Wraz ze wzrostem masy ciała zwiększa się tempo syntezy cholesterolu poprzez wzrost aktywności HMGCR. U osób otyłych obserwuje się również zwiększoną aktywność enzymu CYP7A1 oraz mniejsze wiązanie LDL z ich receptorami. Wyższe BMI silniej oddziałuje na stężenie HDL, obniżając jego poziom, niż na stężenie LDL. Zwiększony poziom tkanki tłuszczowej jest źródłem CETP, co w konsekwencji sprzyja obniżaniu poziomu HDL. U osób otyłych zaobserwowano również niższą konwersję cholesterolu do kwasów żółciowych. Otyłość również powoduje zwiększenie ilości wolnych rodników tlenowych (ROS), co ma wpływ na większą aktywność HMGCR [33]. Otyłość wiąże się również ze zmniejszoną ekspresją genów biorących udział w metabolizmie cholesterolu, takich jak ABCA1 i ABCG1. To może wyjaśniać, dlaczego osoby otyłe mają niższy odpływ cholesterolu. U osób szczupłych obserwuje się zwiększoną aktywność lipazy wątrobowej oraz CETP, co może mieć związek z wyższym poziomem HDL. Wzrost stężenia HDL w osoczu po utracie masy ciała wywołany chirurgią bariatryczną wiąże się z poprawą wydajności wypływu cholesterolu poprzez szlaki SR-BI i zwiększoną ekspresję ABCG1. Stwierdzono również, że utrata masy ciała przez dietę bardzo niskokaloryczną zwiększa stężenie apolipoproteiny A1, bez poprawy odpływu cholesterolu. Utrata masy ciała wpływa na mniejszą zawartość sfingomieliny w cząsteczkach HDL, która ujemnie koreluje z wypływem cholesterolu [54].

Utrata masy ciała sprzyja zmianom frakcji LDL, a niekoniecznie HDL. Obniżenie masy ciała – średnio o 16 kg lub 16 % w stosunku do masy początkowej – wiąże się ze średnim obniżeniem poziomu cholesterolu całkowitego w osoczu o ok. 30 mg/dl, przy równoczesnej redukcji cholesterolu LDL. Na każdy kilogram ubytku masy ciała poziomy cholesterolu całkowitego oraz LDL są zmniejszane odpowiednio o 2 i 0,8 mg/dl [42].

Aktywność fizyczna

Regularna aktywność fizyczna jest korzystna w wielu aspektach zdrowotnych, m.in. dlatego, że wzmacnia profil lipidów w osoczu. Wpływ aktywności fizycznej na frakcje lipidowe jest największy w przypadku frakcji HDL, natomiast zmiany stężenia cholesterolu całkowitego i frakcji LDL są mniej jednoznaczne. Znacznie większy wpływ na poziom cholesterolu ma wysiłek fizyczny o wysokiej intensywności i dużej

częstości niż trening o umiarkowanej intensywności. Dodatkowo trening wytrzymałościowy zwiększa odpływ cholesterolu. Ustalono również, że brak aktywności fizycznej związany jest ze zmniejszonym poziomem HDL [30, 54].

Wpływ pory dnia oraz spożywanych posiłków

Dieta ma największy wpływ na zmiany ilości syntetyzowanego cholesterolu. Wskaźniki syntezy cholesterolu w organizmie różnią się w zależności od obecności cholesterolu i innych lipidów w diecie. Na przykład tłusty posiłek wpływa na zwiększenie wypływu cholesterolu z osocza poprzez zwiększenie aktywności CETP, a największy efekt uzyskuje się ok. 8 h po posiłku [54]. Tłuszcz z diety może również indukować jelitową syntezę cholesterolu [59]. Synteza cholesterolu jest najniższa w ciągu dnia, a największa w nocy [47]. W ciągu dnia szczyt syntezy cholesterolu przypada na czas kilku godzin po spożyciu posiłku. Różnica syntezy cholesterolu między dniem a nocą jest mniejsza w tkankach pozawątrobowych niż w wątrobie [59]. Uważa się, że wyższe spożycie energii w nocy sprzyja wzrostowi poziomu cholesterolu całkowitego oraz poziomu LDL, jednak mechanizm ten do tej pory nie został poznany [33]. Z kolei zmniejszanie energii w diecie wywołuje efekt ograniczający syntezę cholesterolu [33, 59]. Zaobserwowano mniejsze tempo syntezy cholesterolu w odpowiedzi na sześć posiłków w ciągu dnia w porównaniu z trzema. Wykazano również, że jeden dzień postu u ludzi skutkuje 95-procentowym zahamowaniem syntezy cholesterolu w porównaniu ze stanem po posiłku [5]. Obserwowane zmniejszenie szybkości syntezy cholesterolu po okresie głodzenia można przypisać zmniejszonej ekspresji białka wiążącego element sterolowy 2 (SREBP2). W konsekwencji mRNA kilku genów biorących udział w szlaku syntezy cholesterolu zostaje zahamowane o 40 ÷ 70 % po 24 h głodzenia [47].

Podsumowanie

Na wzrost poziomu cholesterolu, szczególnie zawartego w lipoproteinach niskiej gęstości, narażone są najbardziej osoby starsze oraz otyłe. Również kobiety po menopauzie mogą mieć zakłócony metabolizm cholesterolu. Czynniki te sprowadzają się do zakłóconej homeostazy cholesterolu, która może prowadzić do stanów zapalnych. Potwierdzono, że ilość cholesterolu na poziomie jego metabolizmu można regulować poprzez wprowadzenie zmian w diecie oraz w stylu życia, a najbardziej istotne jest zmniejszenie masy ciała, zwiększenie aktywności fizycznej, a także zwiększenie częstotliwości spożywanych posiłków na rzecz zmniejszenia ich objętości. Na właściwy poziom cholesterolu wpływ ma również zróżnicowana dieta bogata w błonnik rozpuszczalny, mleczne produkty fermentowane, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, sterole i stanole roślinne, białko sojowe, kurkuminę oraz likopen. Również umiarkowane spożycie alkoholu może wspomóc obniżanie poziomu cholesterolu LDL. Unikać nato-

miast należy nasyconych kwasów tłuszczowych oraz izomerów trans kwasów tłuszczowych. Choć cholesterol pochodzący z diety również wpływa na zmianę metabolizmu cholesterolu, jednak pod względem profilu lipidowego nie ma to istotnego znaczenia. Obecnie w przypadku hipercholesterolemii stosowane są najczęściej leki z grupy statyn. Ich długotrwałe spożycie często wiąże się z występowaniem niepożądanych skutków ubocznych, dlatego istotne jest, by wpływać na poziom cholesterolu również innymi sposobami. Wiele substancji obecnych w diecie ma potencjał hipocholesterolemiczny, a w odpowiednich dawkach mogą nawet zastąpić farmakoterapię.

Literatura

- [1] Alvaro A., Rosales R., Masana L., Vallvé J.C.: Polyunsaturated fatty acids down-regulate *in vitro* expression of the key intestinal cholesterol absorption protein NPC1L1: No effect of monosaturated nor saturated fatty acids. *J. Nutr. Biochem.*, 2010, 21 (6), 518-525.
- [2] Barona J., Fernandez M.L.: Dietary cholesterol affects plasma lipid levels, the intravascular processing of lipoproteins and reverse cholesterol transport without increasing the risk for heart disease. *Nutrients*, 2012, 4 (8), 1015-1025.
- [3] Brinton E.A.: Effects of ethanol intake on lipoproteins. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 2012, 14 (2), 108-114.
- [4] Brouwer I.A., Wanders A.J., Katan M.B.: Trans fatty acids and cardiovascular health: Research completed? *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2013, 67 (5), 541-547.
- [5] Cella L.K., van Cauter E., Schoeller D.A.: Effect of meal timing on diurnal rhythm of human cholesterol synthesis. *Am. J. Physiol.*, 1995, 269 (5), 878-883.
- [6] Chang T.Y., Yamauchi Y., Hasan M.T., Chang C.: Cellular cholesterol homeostasis and Alzheimer's disease. *J. Lipid Res.*, 2017, 58 (12), 2239-2254.
- [7] Chatterjee C., Gleddie S., Xiao C.W.: Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*, 2018, 10 (9), #1211.
- [8] Chiang J.Y.L., Ferrell J.M.: Bile acids as metabolic regulators and nutrient sensors. *Ann. Rev. Nutr.*, 2019, 39, 175-200.
- [9] Cohen D.E.: Balancing cholesterol synthesis and absorption in the gastrointestinal tract. *J. Clin. Lipidol.*, 2008, 2 (2), 1-3.
- [10] Cohn J.S., Kamili A., Wat E., Chung R.W.S., Tandy S.: Reduction in intestinal cholesterol absorption by various food components: Mechanisms and implications. *Atheroscler. Suppl.*, 2010, 11 (1), 45-48.
- [11] Czarnańska A., Zielińska M.: Po co nam kwasy żółciowe w mózgu? *Kosm. Probl. Nauk Biol.*, 2020, 69 (1), 37-44.
- [12] Dávalos A., Fernández-Hernando C.: From evolution to revolution: miRNAs as pharmacological targets for modulating cholesterol efflux and reverse cholesterol transport. *Pharmacol. Res.*, 2013, 75, 60-72.
- [13] De Marinis E., Martini C., Trentalance A., Pallottini V.: Sex differences in hepatic regulation of cholesterol homeostasis. *J. Endocrinol.*, 2008, 198 (3), 635-643.
- [14] Demmers T.A., Jones P.J.H., Wang Y., Krug S., Creutzinger V., Heubi J.E.: Effects of early cholesterol intake on cholesterol biosynthesis and plasma lipids among infants until 18 months of age. *Pediatrics*, 2005, 115 (6), 1594-1601.

- [15] U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services: Dietary guidelines for Americans 2020 - 2025. 9th ed. USDA, Washington 2020.
- [16] De Souza Ferreira E., Silva M.A., Demonte A., Neves V.A.: Soy β -conglycinin (7S globulin) reduces plasma and liver cholesterol in rats fed hypercholesterolemic diet. *J. Med. Food*, 2011, 14 (1-2), 94-100.
- [17] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA J.*, 2010, 8 (3), #1461.
- [18] Feng D., Ohlsson L., Duan R.D.: Curcumin inhibits cholesterol uptake in Caco-2 cells by down-regulation of NPC1L1 expression. *Lipids Health Dis.*, 2010, 9, #40.
- [19] Grundy S.M.: Does dietary cholesterol matter? *Cur. Atheroscler. Rep.*, 2016, 18, #68.
- [20] Han S., Zhang W., Zhang R., Jiao J., Fu C., Tong Z., Zhang W., Qin L.: Cereal fiber improves blood cholesterol profiles and modulates intestinal cholesterol metabolism in C57BL/6 mice fed a high-fat, high-cholesterol diet. *Food Nutr. Res.*, 2019, 63, #1591.
- [21] Hussain G., Wang J., Rasul A., Anwar H., Imran A., Qasim M., Zafar S., Kamran S.K.S., Razaq A., Aziz N., Ahmad W., Shabbir A., Iqbal J., Baig S.M., Sun T.: Role of cholesterol and sphingolipids in brain development and neurological diseases. *Lipids Health Dis.*, 2019, 18, #26.
- [22] Jarocki P., Podleśny M., Glibowski P., Targoński Z.: A new insight into the physiological role of bile salt hydrolase among intestinal bacteria from the genus *Bifidobacterium*. *PLoS ONE*, 2014, 9 (12), #e114379.
- [23] Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J.: Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa 2020.
- [24] Jeon T.I., Osborne T.F.: miRNA and cholesterol homeostasis. *Biochim. Biophys. Acta.*, 2016, 1861 (12), 2041-2046.
- [25] Kim M., Kim Y.: Hypocholesterolemic effects of curcumin via up-regulation of cholesterol 7 α -hydroxylase in rats fed a high fat diet. *Nutr. Res. Pract.*, 2010, 4 (3), 191-195.
- [26] Kopeć A., Nowacka E., Piątkowska E., Leszczyńska T.: Charakterystyka i prozdrowotne właściwości steroli roślinnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 3 (76), 5-14.
- [27] Kristensen M., Jensen M.G., Aarestrup J., Petersen K.E., Sondergaard L., Mikkelsen M.S., Astrup A.: Flaxseed dietary fibers lower cholesterol and increase fecal fat excretion, but magnitude of effect depend on food type. *Nutr. Metab.*, 2012, 9, #8.
- [28] Le Jossic-Corcos C., Gonthier C., Zaghini I., Logette E., Shechter I., Bournot P.: Hepatic farnesyl diphosphate synthase expression is suppressed by polyunsaturated fatty acids. *Biochem. J.*, 2005, 385 (3), 787-794.
- [29] Li M., Diao Y., Liu Y., Huang H., Li Y., Tan P., Liang H., He Q., Nie J., Dong X., Wang Y., Zhou L., Gao X.: Chronic moderate alcohol intakes accelerate SR-B1 mediated reverse cholesterol transport. *Sci. Rep.*, 2016, 6, #33032.
- [30] Lira F.S., Yamashita A.S., Uchida M.C., Zanchi N.E., Gualano B., Martins Jr E., Caperuto E.C., Seelaender M.: Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile. *Diabetol. Metab. Syndr.*, 2010, 2, #31.
- [31] Luo J., Yang H., Song B.L.: Mechanisms and regulation of cholesterol homeostasis. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, 2020, 21, 225-245.
- [32] Mach F., Baigent C., Catapano A.L., Koskinas K.C., Casula M., Badimon L., Chapman M.J., De Backer G.G., Delgado V., Ference B.A., Graham I.M., Halliday A., Landmesser U., Mihaylova B., Pedersen T.R., Riccardi G., Richter D.J., Sabatine M.S., Taskinen M.R., Tokgozoglul., Wiklund O.: Wytyczne ESC/EAS dotyczące postępowania w dyslipidemiach: jak dzięki leczeniu zaburzeń lipidowych obniżyć ryzyko sercowo-naczyniowe. Zeszyty edukacyjne. *Kardiologia Polska*, 2019, 3, 12-103.

- [33] Mc Auley M.T.: Effects of obesity on cholesterol metabolism and its implications for healthy ageing. *Nutr. Res. Rev.*, 2020, 33 (1), 121-133.
- [34] Mc Auley M.T., Wilkinson D.J., Jones J.J.L., Kirkwood T.B.L.: A whole-body mathematical model of cholesterol metabolism and its age-associated dysregulation. *BMC Systems Biology*, 2012, 6, #130.
- [35] Mensink R.P., Katan M.B.: Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N. Engl. J. Med.*, 1990, 323 (7), 439-445.
- [36] Mugdil D., Barak S.: Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2013, 61, 1-6.
- [37] Nijjar P.S., Burke F.M., Bloesch A., Rader D.J.: Role of dietary supplements in lowering low-density lipoprotein cholesterol: A review. *J. Clin. Lipidol.*, 2010, 4 (4), 248-258.
- [38] Nowak A.: Fitosterole w codziennej diecie. *Postępy Fitoterapii*, 2011, 1, 48-51.
- [39] Ooi L.G., Liang M.T.: Cholesterol-lowering effects of probiotics and prebiotics: A review of *in vivo* and *in vitro* findings. *Int. J. Mol. Sci.*, 2010, 11 (6), 2499-2522.
- [40] Othman R.A., Moghadasian M.H., Jones P.J.: Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan. *Nutr. Rev.*, 2011, 69 (6), 299-309.
- [41] Palozza P., Catalano A., Simone R.E., Mele M.C., Cittadini A.: Effect of lycopene and tomato products on cholesterol metabolism. *Ann. Nutr. Metab.*, 2012, 61 (2), 126-134.
- [42] Poli A., Marangoni F., Paoletti R., Mannarino E., Lupattelli G., Notarbartolo A., Aureli P., Bernini F., Cicero A., Gaddi A., Catapano A., Cricelli C., Gattone M., Marrocco W., Porrini M., Stella R., Vanotti A., Volpe M., Volpe R., Cannella C., Pinto A., del Toma E., La Vecchia C., Tavani A., Manzato E., Riccardi G., Sirtori C., Zambon A., Nutrition Foundation of Italy: Non-pharmacological control of plasma cholesterol levels. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2008, 18 (2), 1-16.
- [43] Racette S.B., Lin X., Lefevre M., Spearie C.A., Most M.M., Ma L., Ostlund Jr R.E.: Dose effects of dietary phytosterols on cholesterol metabolism: a controlled feeding study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010, 91 (1), 32-38.
- [44] Rahmani S., Agary S., Askari G., Keshvari M., Hatamipour M., Feizi A., Sahebkar A.: Treatment of non-alcoholic fatty liver disease with curcumin: A randomized placebo-controlled trial: Curcumin supplementation for NAFLD. *Phytother. Res.*, 2016, 30 (9), 1540-1548.
- [45] Rotllan N., Fernández-Hernando C.: Micro RNA regulation of cholesterol metabolism. *Cholesterol*, 2012, #847849.
- [46] Sadrzadeh-Yeganeh H., Elmadfa I., Djazayeri A., Jalali M., Heshmat R., Chamary M.: The effects of probiotic and conventional yoghurt on lipid profile in women. *Brit. J. Nutr.*, 2010, 103 (12), 1778-1783.
- [47] Schroor M.M., Sennels H.P., Fahrenkrug J., Jorgensen H.L., Plat J., Mensink R.P.: Diurnal variation of markers for cholesterol synthesis, cholesterol absorption, and bile acid synthesis: A systematic review and the Bispebjerg study of diurnal variations. *Nutrients*, 2019, 11 (7), #1439.
- [48] Shin S.K., Ha T.Y., McGregor R.A., Choi M.S.: Long-term curcumin administration protects against atherosclerosis via hepatic regulation of lipoprotein cholesterol metabolism. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2011, 55 (12), 1829-1840.
- [49] Silaste M.L., Alfthan G., Aro A., Kesäniemi Y.A., Hörkkö S.: Tomato juice decreases LDL cholesterol levels and increases LDL resistance to oxidation. *Brit. J. Nutr.*, 2007, 98 (06), 1251-1258.
- [50] Siri-Tarino P.W., Chiu S., Bergeron N., Krauss R.M.: Saturated fats versus polyunsaturated fats versus carbohydrates for cardiovascular disease prevention and treatment. *Ann. Rev. Nutr.*, 2015, 35, 517-543.
- [51] Siri-Tarino P.W., Sun Q., Hu F.B., Krauss R.M.: Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: Modulation by replacement nutrients. *Curr. Atheroscler. Rep.*, 2010, 12, 384-390.

- [52] St-Onge M.P., Farnworth E.R., Jones P.J.: Consumption of fermented and nonfermented dairy products: Effects on cholesterol concentrations and metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, 71 (3), 674-681.
- [53] Subbaiah P.V., Subramanian V.S., Liu M.: Trans unsaturated fatty acids inhibit lecithin: Cholesterol acyltransferase and alter its positional specificity. *J. Lipid. Res.*, 1998, 39 (7), 1438-1447.
- [54] Talbot C.P.J., Plat J., Ritsch A., Mensink R.P.: Determinants of cholesterol efflux capacity in humans. *Prog. Lipid. Res.*, 2018, 69, 21-32.
- [55] Tsuzuki W., Matsuoka A., Ushida K.: Formation of trans fatty acids in edible oils during the frying and heating process. *Food Chem.*, 2010, 123 (4), 976-982.
- [56] Użarowska M., Surman M., Janik M.: Dwie twarze cholesterolu: Znaczenie fizjologiczne i udział w patogenezie wybranych schorzeń. *Kosm. Probl. Nauk Biol.*, 2018, 67 (2), 375-390.
- [57] Włodarek D.: Mechanizm działania fitosteroli w obniżaniu poziomu cholesterolu LDL we krwi. *Roczniki PZH*, 2007, 58 (1), 47-51.
- [58] Woźniak B.: Hormony steroidowe charakterystyka, zastosowanie, pozostałości w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Med. Weter.*, 2010, 66 (3), 177-181.
- [59] Van der Wulp M.Y.M., Verkade H.J., Groen A.K.: Regulation of cholesterol homeostasis. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 2013, 368 (1-2), 1-16.
- [60] Vincent M.J., Allen B., Palacios O.M., Haber L.T., Maki K.C.: Meta-regression analysis of the effects of dietary cholesterol intake on LDL and HDL cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2018, 109 (1), 7-16.
- [61] Yang Y.S., Su Y.F., Yang H.W., Lee Y.H., Chou J.I., Ueng K.C.: Lipid-lowering effects of curcumin in patients with metabolic syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Phytother. Res.*, 2014, 28(12), 1770-1777.
- [62] Yuan L., Zhang F., Jia S., Xie J., Shen M.: Differences between phytosterols with different structures in regulating cholesterol synthesis, transport and metabolism in Caco-2 cells. *J. Funct. Foods*, 2020, 65, #103715.
- [63] Polskie Towarzystwo Diabetologiczne: Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2020. *Diabetologia Praktyczna*, 2020, 6 (1), 1-106.
- [64] Zhang J., Li Q., Wu Y., Wang D., Xu L., Zhang Y., Wang S., Wang T., Liu F., Zaky M.Y., Hou S., Liu S., Zou K., Lei H., Zou L., Zhang Y., Liu H.: Cholesterol content in cell membrane maintains surface levels of ErbB2 and confers a therapeutic vulnerability in ERBB2-positive breast cancer. *Cell Commun. Signal.*, 2019, 17 (1), #15.
- [65] Zhao J.F., Ching L.C., Huang Y.C., Chen C.Y., Chiang A.N., Kou Y.R., Shyue S.K., Lee T.S.: Molecular mechanism of curcumin on the suppression of cholesterol accumulation in macrophage foam cells and atherosclerosis. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2012, 56 (5), 691-701.
- [66] Ziarno M., Bartosz P.: Wiązanie cholesterolu przez bakterie jogurtowe w modelowym soku jelitowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 4 (53), 126-138.
- [67] Zou J., Feng D.: Lycopene reduces cholesterol absorption through the downregulation of Niemann-Pick C1-like 1 in Caco-2 cells. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2015, 59 (11), 2225-2230.

NUTRITIONAL AND NON-NUTRITIONAL FACTORS AFFECTING CHOLESTEROL METABOLISM

Summary

Cholesterol plays an important role in the functioning of the nervous system, biological membranes and in the synthesis of substances such as steroid hormones, bile acids and vitamin D3. Those functions

can be fulfilled with the participation of cholesterol synthesised in the body, therefore there is no recommendation as to the minimum level of consumption of this substance. The consumed foods and lifestyle impact changes in cholesterol homeostasis, which may be helpful in controlling disturbances in cholesterol metabolism, especially in the case of its excessive accumulation in plasma. The elderly and the obese are the worst affected by the risk of high blood cholesterol, especially by that contained in low-density lipoproteins (LDL). Also, postmenopausal women may have disturbed cholesterol metabolism. In numerous studies there is confirmation, that the amount of cholesterol in blood can be controlled by introducing changes into diet and lifestyle, and the most important are weight loss, increasing physical activity and increasing the frequency of meals while, at the same time, reducing the volume of food portions. Also, a positive health effect on cholesterol homeostasis have a varied diet rich in soluble fibre, fermented dairy products, polyunsaturated fatty acids, plant sterols and stanols, soy protein, curcumin and lycopene. Besides, moderate alcohol consumption can help lower the LDL cholesterol level. The cholesterol ingested with food affects the cholesterol metabolism in human body, however, from the point of view of the lipid profile, it is of no significant importance. Many of the ingredients present in food can effectively lower the level of cholesterol and, if consumed in the appropriate amounts, they may replace drug therapy.

Key words: cholesterol, nutrition, diet, metabolism, sterols, stanols ☒

WŁADYSŁAW MIGDAŁ, ŁUKASZ MIGDAŁ

OD POLA DO STOŁU – WYMAGANIA KONSUMENTÓW W STOSUNKU DO ROLNIKÓW

Streszczenie

Unijna strategia „od pola do stołu” to jedno z kluczowych działań w ramach Europejskiego Zielonego Ładu (EU Green Deal). Jest to pierwsza, kompleksowa strategia Unii Europejskiej dotycząca ochrony środowiska oraz przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym. Strategia „od pola do stołu” jest zgodna z unijną strategią ochrony różnorodności biologicznej, która ma wzmocnić obszary chronione w Europie oraz doprowadzić do odbudowy zdegradowanych ekosystemów poprzez zwiększenie arealu rolnictwa ekologicznego, ograniczenie stosowania nawozów i pestycydów, zmniejszenie ryzyka im towarzyszącego. Priorytetem strategii „od pola do stołu” jest bezpieczeństwo żywnościowe, zrównoważona produkcja żywności, propagowanie bardziej zrównoważonej konsumpcji żywności i zdrowego odżywiania poprzez odejście od affluencji (grypy konsumpcji) na rzecz etnocentryzmu (patriotyzmu) konsumenckiego, ograniczenie strat żywności i jej marnotrawienia, przeciwdziałanie fałszowaniu żywności w łańcuchu dostaw oraz poprawianie dobrostanu zwierząt – szczególnie zwierząt gospodarskich. Działania te mają na celu przekształcenie sposobu produkcji i konsumpcji żywności w Europie tak, by zmniejszyć ślad środowiskowy systemów żywnościowych i wzmocnić ich odporność na kryzysy. Ma to zapewnić obecnym i przyszłym pokoleniom bezpieczną i przystępną cenowo żywność. Priorytety te pokrywają się z wymaganiami konsumentów w stosunku do rolników i ich towarów. W strategii tej proponuje się ambitne cele i środki mające zapewnić zdrowie mieszkańcom Ziemi, ochronę środowiska oraz przeciwdziałanie zmianom klimatycznym, jednak powodzenie realizacji tej strategii zależy zarówno od producentów, jak i konsumentów.

Słowa kluczowe: „od pola do stołu”, priorytety, rolnicy, wymagania konsumentów

Wprowadzenie

Podstawowym obowiązkiem państwa i stojącego na jego czele rządu jest zapewnienie człowiekowi warunków prawidłowego żywienia i żywności, zgodnie z jego zapotrzebowaniem osobniczym i jego przekonaniem. Produkcja żywności musi po-

Prof. dr hab. W. Migdał, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr inż. Ł. Migdał, Katedra Genetyki, Hodowli i Etologii Zwierząt, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków. Kontakt: wladyslaw.migdal@urk.edu.pl

strzegana jako część współczesnej bioekonomii, która oznacza działania na rzecz zapewnienia człowiekowi warunków prawidłowego żywienia i żywności zgodnie z jego zapotrzebowaniem osobniczym i przekonaniem. Produkcja żywności musi być ukierunkowana na zwiększenie efektywności ekonomicznej poprzez pełniejsze wykorzystanie odnawialnych zasobów środowiska. Powinna dostarczać produktów o wysokiej wartości odżywczej, charakteryzujących się dobrą jakością. Produkcja ta powinna być ekonomicznie opłacalna oraz przyjazna dla środowiska. Szeroko pojęty sektor rolno-spożywczy wywiera jednak szkodliwy wpływ na środowisko. Według sprawozdania Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) ok. jednej trzeciej światowych emisji gazów cieplarnianych pochodzi z systemów produkujących żywność, zarówno z rolnictwa, jak i przemysłu spożywczego [20, 26]. Komisja Europejska podjęła działania mające na celu przekształcenie sposobu produkcji i konsumpcji żywności w Europie tak, by zmniejszyć ślad środowiskowy systemów żywnościowych i wzmocnić ich odporność na kryzysy. Działania te mają zapewnić obecnym i przyszłym pokoleniom bezpieczną i przystępną cenowo żywność (adekwatną do kosztów produkcji, dlatego autorzy świadomie nie użyli sformułowania „tania żywność”).

Celem opracowania było omówienie działań Komisji Europejskiej, zwłaszcza unijnej strategii „od pola do stołu”, której priorytetem jest bezpieczeństwo żywnościowe, zrównoważona produkcja żywności, ograniczenie strat żywności oraz poprawa dobrostanu zwierząt. Działania te są ściśle powiązane z wymaganiami stawianymi przez konsumentów producentom żywności.

Strategia od „od pola do stołu”

Głównym celem założeń Wspólnej Polityki Rolnej UE na lata 2021 - 2027 [66] jest wspieranie inteligentnego, zdywersyfikowanego sektora rolnego, zapewniającego zarówno bezpieczeństwo żywnościowe, jak też wsparcie działań w zakresie ochrony środowiska i klimatu. W dniu 20 maja 2020 r. Komisja Europejska przedstawiła strategię „od pola do stołu” jako jedno z kluczowych działań w ramach Europejskiego Zielonego Ładu (EU Green Deal). Jest to pierwsza, kompleksowa strategia Unii Europejskiej dotycząca ochrony środowiska oraz przeciwdziałania zmianom klimatycznym, dzięki której do 2050 r. Europa ma stać się pierwszym kontynentem neutralnym dla klimatu [1]. Strategia ta ma zmienić obecny unijny system żywnościowy w model zrównoważony. Strategia „od pola do stołu” jest zgodna z ogłoszoną również 20 maja 2020 r. unijną strategią ochrony różnorodności biologicznej 2030, która ma do 2030 r. nakierować europejską bioróżnorodność na ścieżkę odbudowy. Strategia ta ma wzmocnić obszary chronione w Europie oraz doprowadzić do odbudowy zdegradowanych ekosystemów poprzez zwiększenie areалу rolnictwa ekologicznego, ograniczenie stosowania pestycydów, zmniejszenie ryzyka im towarzyszącego oraz sadzenie drzew [25, 27]. Podczas Szczytu Ziemi w Rio de Janeiro (3 - 14 czerwca 1992) uchwalono

Konwencję ONZ o różnorodności biologicznej [25], w której sformułowano i przyjęto zobowiązania dotyczące: ochrony bioróżnorodności biologicznej, zrównoważonego użytkowania jej elementów, uczciwego podziału korzyści wynikających z wykorzystania zasobów genetycznych. Zagrożenie bioróżnorodności szczególnie widoczne jest w produkcji zwierzęcej. W 2014 r. w światowej bazie DAD-IS (Domestic Animal Diversity Information System) zarejestrowano 8774 rasy zwierząt, w tym 7718 ras lokalnych. Spośród tych ras tylko 18 % (ok. 1600 ras) uznano za niezagrożone, natomiast aż 7 % (647 ras) – za rasy wymarłe. Według kryteriów FAO 150 krów danej rasy w wieku rozrodczym, 300 macioerek (owce), 300 kóz matek, 200 klaczy, 100 loch i 100 samic drobiu nadaje rasie status "stan krytyczny" [27]. Tylko w latach 2000 - 2005 na świecie wymarło 66 ras zwierząt gospodarskich. Tak duże tempo wymierania ras świadczy o wzrastającym zagrożeniu utraty bioróżnorodności zwierząt gospodarskich [18, 27]. Priorytetem strategii „od pola do stołu” jest nie tylko bezpieczeństwo żywnościowe. Strategia ma również zapewnić wystarczającą ilość żywności bogatej w składniki odżywcze i adekwatnej cenowo do jakości. Kolejne priorytety to [1]:

- zrównoważona produkcja żywności, między innymi przez znaczne ograniczenie stosowania pestycydów, nawozów i środków przeciwdrobnoustrojowych oraz zwiększenie produkcji ekologicznej,
- propagowanie bardziej zrównoważonej konsumpcji żywności i zdrowego odżywiania poprzez odejście od affluencji (grypy konsumpcji) na rzecz etnocentryzmu (patriotyzmu) konsumenckiego,
- ograniczenie strat żywności i jej marnotrawienia,
- przeciwdziałanie fałszowaniu żywności w łańcuchu dostaw,
- zwiększenie dobrostanu zwierząt – szczególnie zwierząt gospodarskich.

Stosowania pestycydów, nawozów i środków przeciwdrobnoustrojowych

Zanieczyszczenie gleby, powietrza i wody nadmiarem składników pokarmowych (szczególnie nawozów sztucznych) wywiera negatywny wpływ na różnorodność biologiczną i jakość uzyskanych produktów roślinnych, a w dalszej kolejności – produktów zwierzęcych. Polscy rolnicy zużywają więcej nawozów mineralnych niż rolnicy większości państw Unii Europejskiej [17, 37]. W Europie Zachodniej, gdzie większą wagę przywiązuje się do aspektów ekologicznych, zmniejsza się zużycie nawozów mineralnych. W latach 1960 - 1980 w ramach wspólnej polityki rolnej ówczesnej Unii Europejskiej (15 krajów) promowano stosowanie nawozów mineralnych, czego konsekwencją był znaczny wzrost ich zużycia [64, 69]. Przyczyniło się to do eutrofizacji i zanieczyszczenia azotanami wód, zanieczyszczenia powietrza oraz niszczenia siedlisk oligo- i mezotroficznych [69]. Celem ograniczenia tych niekorzystnych zjawisk wprowadzono dyrektywy środowiskowe, takie jak Dyrektywa Azotanowa czy też Ramowa Dyrektywa Wodna, które spowodowały ograniczenie zużycia nawozów w państwach

Europy Zachodniej [10, 11]. Polscy rolnicy również ograniczają stosowanie nawozów mineralnych. W roku gospodarczym 2018/2019 wysiali oni 1905,4 tys. ton NPK (w 2017/2018 – 2076,6 tys. ton NPK), a na 1 ha użytków rolnych zużyli przeciętnie 129,7 kg NPK (w 2017/2018 – 141,6 kg NPK/ha). Należy zwrócić uwagę, że nawożenie mineralne jest zróżnicowane w zależności od wielkości gospodarstw. Zużycie nawozów wyższe od przeciętnej krajowej odnotowano w gospodarstwach powyżej 20 ha użytków rolnych, a największe zużycie obserwuje się w gospodarstwach wielkoobszarowych powyżej jednego tysiąca ha – 192,8 kg NPK/ha. Zmniejszenie zużycia nawozów mineralnych spowodowane jest tym, że od 27 lipca 2018 r. na terenie kraju obowiązuje "Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu" [50]. Program ten określa sposoby i warunki rolniczego wykorzystania nawozów azotowych, terminy, w których dozwolone jest stosowanie nawozów, warunki przechowywania nawozów naturalnych oraz postępowanie z odciekami, zasady prawidłowego nawożenia azotem. Zbyt wysokie nawożenie azotem może prowadzić do obniżenia jakości plonów, m.in. obniżenia wartości biologicznej białka, zmniejszenia zawartości aminokwasów egzogennych oraz zwiększenia zawartości związków azotowych niebiałkowych. Nadmiar związków azotowych może prowadzić do zmniejszenia zawartości glutenu w pszenicy (tym samym do pogorszenia wartości wypiekowej mąki), obniżenia jakości technologicznej jęczmienia browarnego, rzepaku (mniejsza zawartość oleju) czy buraka cukrowego (słabsza krystalizacja sacharozy) [32, 36]. Ponadto nadmiar jednego składnika mineralnego może ograniczać przyswajalność innego. Zwiększenie w roślinach zawartości azotanów(III) i azotanów(V) jest szkodliwe dla organizmu zwierząt i człowieka (zwłaszcza dzieci). Do roślin gromadzących azotany należą m.in. sałata, szpinak, rabarbar, buraki, marchew, rzodkiewka. Prowadzić to może do zwiększonej podatności na choroby, gorszego przechowywania, pogorszenia smaku, a nawet zatruc konsumentów [32, 36]. Jednym z priorytetów strategii „od pola do stołu” jest więc ograniczenie do 2030 r. stosowania nawozów o co najmniej 20 % oraz zmniejszenie strat składników pokarmowych o co najmniej 50 %, by nie dopuścić do zmniejszenia żyzności gleby. W celu utrzymania wysokich plonów roślin należy zwiększać nawożenie organiczne obornikiem, którego produkcja zmniejsza się. Spowodowane jest to zmniejszeniem pogłowia zwierząt i przechodzeniem na bezściółowe utrzymanie zwierząt. W roku gospodarczym 2009/2010 odnotowano zużycie obornika na poziomie 61 kg/ha użytków rolnych, natomiast w roku 2016/2017 wyniosło ono 48 kg/ha. Produkcja i zużycie obornika wynosiły ok. 43,8 mln t, gnojówki – ok. 7 mln m³, a gnojowicy – blisko 14 mln m³ [7, 19]. W latach 2002 - 2006 produkcja obornika wyniosła ok. 80 mln t, gnojówki ok. 13 mln m³, a gnojowicy – ok. 7,5 mln m³. Zmniejszenie produkcji obornika i gnojówki oraz wzrost produkcji gnojo-

wicy spowodowany był zmianą systemu utrzymania świń i bydła ze ściółkowego na bezściółkowy.

Nawozy organiczne podczas rozkładu wzbogacają glebę w próchnicę, polepszają jej właściwości fizykochemiczne i biologiczne, jednak niekontrolowane stosowanie gnojowicy lub gnojówki może doprowadzić do zniszczenia struktury gleby, zniszczenia życia biologicznego i wzrostu zanieczyszczeń. Do najważniejszych zanieczyszczeń wynikających z produkcji rolnej należą: eutrofizacja wód oraz emisja amoniaku i tlenków azotu do atmosfery [3]. Według Krupy [26] głównym źródłem tych zanieczyszczeń są emisje z produkcji zwierzęcej (80 %). W 2015 r. emisja amoniaku ze źródeł rolniczych z obszaru 28 krajów Unii Europejskiej szacowana była na 3 750,96 tys. t [17]. Emisja amoniaku w Polsce wynosi ok. 260 tys. t, z czego aż 2/3 przypada na produkcję zwierzęcą. Źródłem amoniaku są odchody zwierzęce, w których dochodzi do rozkładu związków azotowych w wyniku procesów bakteryjnych i enzymatycznych [32]. Negatywny wpływ emisji amoniaku na środowisko spowodował przyjęcie w 2001 r. Dyrektywy o krajowych pułapach zanieczyszczeń (National Emissions reduction Commitments – NEC Directive) oraz jej nowelizacji z 31 grudnia 2016 r. [14], według których każdy z krajów Unii ma obowiązek zmniejszyć emisję zanieczyszczeń o ustalony procent w stosunku do jej wielkości w 2005 r. (np. emisja tlenków azotu w Polsce ma być zmniejszona o 30 %). Dla osiągnięcia tych celów proponowane jest m.in. zastąpienie nawozów na bazie mocznika nawozami na bazie azotanu amonu oraz propagowanie zastępowania nawozów mineralnych nawozami organicznymi, np. obornikiem [14]. Działania te prowadzą do rolnictwa określonego mianem zrównoważonego (trwałego), ukierunkowanego na takie wykorzystanie zasobów ziemi, które nie niszczy ich naturalnych źródeł, lecz pozwala na zaspokajanie podstawowych potrzeb kolejnych generacji producentów i konsumentów [36, 56]. Zrównoważona produkcja żywności, to również znaczne ograniczenie ilości pestycydów, których stosowanie skutkuje zanieczyszczeniem gleby, wody, powietrza oraz zatruciami owadów użytkowych – pszczoł i trzmieli. Komisja Europejska planuje zmniejszyć do 2030 r. stosowanie pestycydów chemicznych i związane z nimi zagrożenia o 50 % oraz zmniejszyć stosowanie bardziej niebezpiecznych pestycydów również o 50 % [47]. W Zakładzie Badania Bezpieczeństwa Żywności Instytutu Ogródnictwa w Skierniewicach w ramach zadania 2.5: Programu Wieloletniego IO (2015 - 2020) „Badanie pozostałości środków ochrony roślin w ramach urzędowej kontroli ich stosowania” w 2019 r. przebadano 1084 próbki. W 716 próbach, czyli w 66,0 % wykryto pozostałości poniżej najwyższych dopuszczalnych pozostałości (NDP), wśród nich – 191 (17,6 %) próbek zawierało pozostałości po nieprawidłowo zastosowanych środkach w stosunku do aktualnie zarejestrowane przez MRiRW dla danych upraw, natomiast w 60 próbkach, tj. 5,5 % ogólnej liczby prób, stwierdzono przekroczenia NDP (NDP – najwyższe dopuszczalne poziomy pozostałości środków ochrony roślin) ustalone zgodnie z Rozporządzeniem nr

396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady – 50 spośród tych próbek zawierało nieprawidłowe środki [33]. Ponadto w ostatnich latach dochodziło do masowych zatruc pszczoł spowodowanych zawinionym opylaniem lub opryskiwaniem plantacji roślin entomofilnych z pogwałceniem obowiązujących zaleceń i przepisów. Według danych z wojewódzkich związków pszczelarskich w ostatnich latach ok. 0,5 % zatruc pasiek występuje na pożytku rzepakowym, a kolejne 0,5 % – na pozostałych uprawach. Według danych Zakładu Pszczelnictwa Instytutu Ogrodnictwa w Puławach w 2018 r. w Polsce było 76 200 pasiek, w których żyło ponad 1,63 mln rodzin pszczelich. Pszczelarze zgłosili ostre zatrucia w 1462 rodzinach, a podtrucia – w 11 177 rodzinach. Straty w pozyskiwaniu produktów pszczelich to kilka milionów złotych, natomiast straty w plonach roślin z powodu niezapyleń są niepoliczalne.

W rejestrze środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu zezwoleniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi znajduje się 2613 środków (stan na 31.05.2021) [43]. Od stycznia 2014 r. rolnicy w Unii Europejskiej, (w tym rolnicy polscy) są zobowiązani do przestrzegania zasad integrowanej ochrony roślin [47]. Obowiązek stosowania integrowanej ochrony roślin został nałożony jednocześnie na mocy dwóch różnych unijnych aktów prawnych: Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1107/2009 *dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin* [48] oraz Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE *ustanawiającej ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów* [13]. Aktualnie dopuszczonych do obrotu jest 2613 środków ochrony roślin, a najszerszej stosowanym na świecie herbicydem o szerokim spektrum działania (wzbudzającym coraz więcej kontrowersji wśród konsumentów) jest glifosat (N-fosfonometyloglicyna), który wprowadziła na rynek w 1974 r. firma Monsanto, jako składnik nieselektywnego herbicydu Roundup. W coraz liczniejszych badaniach wskazuje się na możliwą toksyczność glifosatu – negatywny wpływ na florę jelitową człowieka, silnie antybiotyczne właściwości szczególnie przeciwko bakteriom mlekowym, bifidobakteriom i *Enterococcus faecalis*, możliwe zmniejszenie ilości ochronnych bakterii w jelicie człowieka, a w konsekwencji zmniejszenie odporności na bakterie chorobotwórcze, w szczególności *Clostridia* i *Salmonella* [21, 30]. Wykazano ponadto, że glifosat pozostaje w glebie, wodach gruntowych, a jego śladowe ilości spotyka się zarówno w produktach roślinnych, jak i zwierzęcych [30]. Głównym metabolitem glifosatu jest kwas aminometylofosforowy (AMPA). W roślinach oba związki ulegają wolnej degradacji, co może być powodem pojawienia się pozostałości w produktach żywnościowych. Glifosat coraz częściej stosowany jest również jako desykant w celu wysuszenia roślin (rzepak, zboża, słonecznik) przed zbiorem (desykacja). Glifosat rozkłada się w środowisku przez kilka dni, natomiast okres połowicznego rozpadu Roundupu wynosi 45 - 60 dni, (w specyficznych warunkach nawet 360 dni). Ponadto Roundup jest 17 ÷ 32 razy bardziej toksyczny od samego glifosatu (zawiera dodatkowo sole amoniowe oraz związki po-

wierzchniowo czynne) [30]. Preparat ten zostaje w środowisku naturalnym nawet przez 1,5 - 2 lat, dlatego w produktach rolnych stwierdza się obecność glifosatu od stężeń poniżej 0,05 mg/kg do 20 mg/kg. Pozostałości glifosatu znajdowano w pszenicy i jęczmieniu oraz w produktach pochodzących z tych zbóż, a także w soi, grochu i soczewicy [30]. W ziarnach zbóż stężenie glifosatu występowało w granicach 0,1 ÷ 9,5 mg/kg. Wysoki poziom pozostałości glifosatu w ziarnach może niekorzystnie wpłynąć na zdolność kiełkowania [31]. Jednak bardziej niebezpieczna jest pozostałość glifosatu w zbożach paszowych dla zwierząt [21] oraz w zbożach konsumpcyjnych dla człowieka [24, 57, 67, 71]. Żywność w Polsce badana jest pod względem zawartości pestycydów, w tym także glifosatu. Analizę pozostałości pestycydów w żywności pobranej z rynku prowadzą laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej, zgodnie z corocznie opracowywanym planem monitoringu i urzędowej kontroli żywności. We wrześniu 2019 r. okazało się, że 4 z 10 badanych kasz jaglanych są wolne od pozostałości herbicydu. W 2 kaszach pozostałości herbicydu wystąpiły na granicy obowiązującej normy (0,1 mg/kg NDP), natomiast w pozostałych 4 kaszach wykryto przekroczenia pozostałości glifosatu na poziomie 3- do 6-krotności obowiązującej normy. W powtórnych badaniach przeprowadzonych w styczniu 2020 r. wykazano przekroczenia pozostałości glifosatu na poziomie od 2- do 46-krotności obowiązującej normy. Natomiast 20 listopada 2019 r. Fundacja Konsumentów i FoodRentgen opublikowały raport z wynikami badania 10 popularnych kasz gryczanych z polskich sklepów pod względem obecności pozostałości glifosatu. Z 10 badanych kasz tylko 4 były wolne od pozostałości herbicydów, w dwóch były pozostałości glifosatu nieprzekraczające obowiązującej normy 0,1 mg/kg, natomiast 4 kasze wykazały przekroczenie obowiązującej normy od 3 do 7 razy [42]. Z ostatnich publikacji wynika, że glifosat jest wykrywany w niskich stężeniach we krwi i moczu ludzi [55, 58], dlatego Austria, Niemcy, Czechy, Włochy, Holandia, Malta, Dania, Belgia, Luksemburg, Portugalia i Hiszpania wprowadziły ograniczenia dotyczące stosowania glifosatu na swoim obszarze. Slow Food oraz Europejska Inicjatywa Obywatelska (EIO) „Stop Glifosate” apelują do państw członkowskich Unii Europejskiej, by podążyły za przykładem krajów, które wprowadziły zakaz stosowania glifosatu. W roku 2017 Parlament Europejski opowiedział się za całkowitym zakazem stosowania tej substancji chemicznej, sklasyfikowanej przez agencję badawczą WHO jako potencjalnie rakotwórcza dla ludzi, a mimo to Komisja Europejska odnowiła pozwolenia na stosowanie glifosatu, które ma obowiązywać do grudnia 2022 r. [13, 48]. Funkcję desykanta pełnił również parakwat (od lipca 2007 r. zakazany w Unii Europejskiej) oraz dikwat (zakazany od 4 lutego 2020 r.).

Oporność na środki przeciwdrobnoustrojowe związana z ich stosowaniem w leczeniu zwierząt i ludzi prowadzi co roku do ok. 33 tys. zgonów w UE. Komisja planuje do 2030 r. zmniejszenie o 50 % sprzedaży środków przeciwdrobnoustrojowych przeznaczonych dla zwierząt utrzymywanych w warunkach fermowych oraz stosowanych

w akwakulturze. Intensywny chów zwierząt, szczególnie przemysłowy chów brojlerów, zazwyczaj wymaga znacznego stosowania antybiotyków, głównie ze względu na śmiertelność ptaków, problemy z szybko rosnącymi rasami lub liniami, wysoką gęstością obsady i wysokie stężenie amoniaku. Na początku 2018 r. Najwyższa Izba Kontroli opublikowała raport dotyczący stosowania antybiotyków na fermach zwierząt w Polsce na przykładzie województwa lubuskiego. Wynikało z niego, że 70 % hodowców stosuje antybiotyki, a w przypadku drobiu odsetek ten jest jeszcze wyższy: 82 % – w przypadku kurcząt i 88 % – indyków [34]. Najwyższa Izba Kontroli wskazała również, że sprzedaż antybiotyków weterynaryjnych w latach 2011 - 2015 wzrosła o 23 % (z 475 t do 582,5 t) [34]. Zgodnie z art. 11, ust. 1 Rozporządzenia (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z 22 sierpnia 2003 r. w sprawie dodatków stosowanych w żywieniu zwierząt od dnia 1 stycznia 2006 r. obowiązuje zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu jako dodatków do pasz, z wyjątkiem kokcydiostatyków i histomonostatyków [46]. Przeciwdrobnoustrojowe produkty lecznicze nie mogą być stosowane rutynowo ani wykorzystywane w celu zrekompensowania niedostatecznej higieny, niewłaściwej hodowli zwierząt, braku opieki lub nieodpowiedniego zarządzania gospodarstwem rolnym (art. 107 ust. 1 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2019/6) [49]. Ponadto antybiotyki nie mogą być stosowane w celu wspierania wzrostu lub zwiększania wydajności (art. 107 ust. 2). Podanie antybiotyku możliwe jest wyłącznie pod ścisłą kontrolą lekarza weterynarii, a jedynym wskazaniem może być występująca choroba [39]. Po zakończonym leczeniu, a przed ubojem musi zostać zachowany okres tzw. karencji [49]. Raport NIK został skrytykowany i oprostowany przez Krajową Radę Drobiarską, jednak fakty są niepodważalne. Europejska Agencja Leków (European Medicines Agency) wykazała, że sprzedaż środków przeciwbakteryjnych dla zwierząt gospodarskich w latach 2010 - 2017 w Europie zmniejszyła się o 20 %. Obejmowało to 25 krajów, które dostarczyły dane dotyczące tego okresu (na 31 krajów europejskich: 30 krajów UE/EOG i Szwajcaria). Natomiast w sześciu krajach odnotowano wzrost sprzedaży o ponad 5 %, a w Polsce zużycie środków przeciwbakteryjnych przez hodowców zwiększyło się o 28 %. Najmniej antybiotyków w tym czasie stosowano w Norwegii, Szwecji i na Islandii, natomiast najwięcej – na Cyprze (453,4 mg/kg mięsa). W Polsce w 2017 r. sprzedaż antybiotyków wyniosła 165,2 mg/kg mięsa, a wyżej od Polski plasowały się Cypr, Hiszpania, Włochy i Węgry [16]. Wielkotowarowa, intensywna produkcja zwierzęca sprzyja rozprzestrzenianiu się chorób, więc trudno wyobrazić sobie współczesną hodowlę bez stosowania leków weterynaryjnych, w tym również antybiotyków. Wyniki badań kontrolnych pozostałości substancji chemicznych wskazują, że zarówno w Polsce, jak i w pozostałych krajach Unii Europejskiej w mięsie świń i drobiu wykrywane są najczęściej antybiotyki z grupy tetracyklin – w próbkach mięsa świń wykrywana jest doksycyklina oraz oksytetracyklina, natomiast w mięsie drobiu najczęściej stwierdza

się pozostałości doksycykliny [2, 39]. Aplikowanie doksycykliny kurom nioskom dostarczającym jaj do celów spożywczych jest prawnie zabronione, gdyż nie ustalono wartości MRL (Maksymalnego Limitu Pozostałości) tej substancji w jajach. Przypadki wykrywania doksycykliny w jajach świadczą o jej nielegalnym podawaniu kurom nioskom w trakcie nieśności. Należy pamiętać, że Polska jest w czołówce unijnych producentów jaj – produkujemy ponad 10 miliardów sztuk jaj rocznie. Trudno się również zgodzić z opiniami, że na ok. 10 tys. próbek produktów pochodzenia zwierzęcego pobranych do kontroli w ciągu roku tylko 0,2 % prób wykazywało wynik pozytywny. Biorąc pod uwagę skutki zdrowotne (ryzyko uodpornienia się ludzi na środki przeciwdrobnoustrojowe), to jest o 0,2 % prób z wynikiem pozytywnym za dużo. Zwierzętom, z których produkty są przeznaczone do spożycia przez ludzi, mogą być podawane leczniczo tylko te leki, które mają wyznaczone wartości MRL w jadalnych częściach zwierząt (mięśnie, nerki, wątroba, tłuszcz) oraz w mleku, jajach i w miodzie. W leczeniu zwierząt zabronione jest również stosowanie takich substancji przeciwbakteryjnych, jak nitrofurany, nitroimidazole i chloramfenikol ze względu na ich silne działania toksyczne (kancerogenne) [2, 16, 46]. Pomimo badań kontrolnych i groźących konsekwencji występowanie antybiotyków weterynaryjnych w żywności nadal ma miejsce, np. w sierpniu 2016 r. stwierdzono obecność pozostałości antybiotyku (doksycykliny) w wędlinach dwóch dużych producentów, a w czerwcu 2018 r. wycofano z handlu 4,3 mln jaj z powodu zanieczyszczenia pozostałością antybiotyku – substancją o nazwie lazalocyd. Zakaz stosowania w żywieniu trzody chlewnej antybiotykowych stymulatorów wzrostu (od 1 stycznia 2006 r.) spowodował wprowadzenie do mieszanek paszowych ziół i roślin leczniczych lub preparatów pozyskanych z tych roślin. Substancje zawarte w tych roślinach mają właściwości bakteriostatyczne, bakteriobójcze, pobudzają trawienie i działają immunoregulująco. Zioła wpływają stymulująco na funkcje odpornościowe organizmu, np. zwiększając stężenie immunoglobulin we krwi. Wykazują działanie przeciwwirusowe, przeciwzapalne, poprawiające przemianę materii, zwiększające sekrecje enzymów trawiennych, działają rozkurczowo na mięśnie gładkie przewodu pokarmowego, neutralizują niektóre toksyny pochodzenia bakteryjnego lub grzybowego, są też naturalnymi przeciwutleniaczami. Ziołowe substancje aromatyczne, działając na receptory smakowe, powodują lepsze pobieranie pasz niechętnie zjadanych przez zwierzęta (śruty rzepakowej poekstrakcyjnej, strączkowych), powodują większe wydzielanie soków trawiennych i większe wykorzystanie składników paszy na przyrost masy ciała. Najczęściej stosowanymi ziołami są czosnek, oregano, mięta, szalwia, melisa, rumianek, kora wierzby, pokrzywa, dziurawiec, wiesiołek, babka lancetowata, perz, krwawnik, nagietek, tymianek.

Stosowanie antybiotyków w hodowli zwierząt to nie jedyne zagrożenie zanieczyszczenia żywności. W 2017 r. w 24 krajach Unii Europejskiej i w 16 państwach spoza Unii stwierdzono zanieczyszczenie jaj fipronilem, substancją uznaną przez

WHO za umiarkowanie toksyczną [63]. Fipronil jest środkiem służącym do zwalczania wszy, kleszczy, roztoczy i może być używany w UE w hodowli zwierząt domowych. Niepokojące są również doniesienia o zanieczyszczeniu miodu (głównie pochodzącego z importu) chloramfenikolem. Rozporządzenie Rady nr 2377/90 z 26 czerwca 1990 r. określające maksymalne limity pozostałości weterynaryjnych produktów leczniczych w żywności zakazuje stosowania chloramfenikolu, nitrofuranów i metronidazolu oraz wskazuje, że miód nie powinien zawierać nawet śladowych ilości antybiotyków, sulfonamidów i chinolonów, ponieważ nie ustalono dla tych związków maksymalnych limitów dopuszczonych pozostałości (MRL). Limity ustalono natomiast w przypadku amitrazy (Apiwarol) – 0,2 mg/kg i kumafosu (Perizin) substancji stosowanych i dopuszczonych do obrotu przy zwalczaniu warrozy [45].

Produkcja ekologiczna

Zrównoważona produkcja żywności to również zwiększenie produkcji ekologicznej, czyli wprowadzenie przyjaznych środowisku praktyk produkcyjnych [44]. Komisja Europejska zakłada, że do 2030 r. obszary użytkowane w ramach rolnictwa ekologicznego będą stanowiły 25 % powierzchni gruntów rolnych, chociaż w 2018 r. udział gospodarstw ekologicznych w ogólnym areale rolnym w Unii Europejskiej wynosił 7,5 % – najwięcej w Austrii (24,1 %), Estonii (20,6 %) i Szwecji (20,3 %). Według Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2019 r. działalność w zakresie rolnictwa ekologicznego prowadziło 20 146 podmiotów, w tym 18 656 rolników ekologicznych gospodarujących na powierzchni 505,7 tys. ha [44]. Najwięcej gospodarstw ekologicznych znajduje się w województwach warmińsko-mazurskim, podlaskim i mazowieckim (blisko 45 % wszystkich gospodarstw ekologicznych w Polsce). Największą powierzchnię ekologicznych użytków rolnych zajmowały uprawy zbóż, a na drugim miejscu – trwałe użytki zielone. W 2019 r. w chowie ekologicznym znacząco zwiększyła się produkcja jaj i ryb oraz wzrosło pogłowie zwierząt, zwłaszcza drobiu. Wzrosła też liczba podmiotów przygotowujących produkty ekologiczne – w 2019 r. ich liczba wyniosła 967 [44]. Jak podają Puppel i wsp. [41], największa produkcja ekologiczna mleka oraz przetwórstwa mięsa i ryb jest umiejscowiona w Małopolsce i na Podkarpaciu. Ekologiczna produkcja jest bardziej przyjazna środowisku, ale jednocześnie charakteryzuje się niższymi plonami roślin i mniejszą produktywnością zwierząt. Intensywna hodowla zwierząt, szczególnie drobiu i świń, bazująca na wielkoprzemysłowych technologiach, również będzie musiała ograniczyć swój niekorzystny wpływ na środowisko. Głównie dotyczy to:

- ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego – Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. [10],
- emisji przemysłowych – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. [12] połączona z Decyzją wykonawczą Komisji (UE)

2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. *ustanawiającą konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń* [8],

- optymalizacji żywienia zwierząt,
- podawania z paszą określonych dodatków paszowych modyfikujących procesy trawienia,
- dodawania chemicznych i biotechnologicznych preparatów do ściółki i gnojowicy.

Optymalizacja żywienia zwierząt polega na zbilansowaniu mieszanek pełnoporcjowych dla poszczególnych kategorii zwierząt, tak by unikać nadmiaru białka, które nie będzie w pełni wykorzystane. Do bilansowania mieszanek używa się dodatku aminokwasów syntetycznych, takich jak metionina, lizyna, treonina, arginina, tryptofan, jak również enzymów rozkładających niedostępne dla zwierząt składniki paszy. Należy pamiętać, że żywienie stanowi ok. 70 % kosztów utrzymania zwierząt i każde wprowadzenie ograniczeń powoduje wzrost cen surowców. Wprowadzenie zakazu stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu (od 1 stycznia 2006 r.) i mączek mięsno-kostnych (od 1 listopada 2003 r.) spowodowało wzrost cen mieszanek pełnoporcjowych głównie dla drobiu i świń, zmniejszenie opłacalności produkcji i załamanie rynku wieprzowiny. Efektem tego był wzrost cen mięsa, spadek krajowego pogłowia świń, wzrost importu tusz wieprzowych oraz mięsa z Danii, Belgii i Niemiec. Zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu nie podlega żadnym rozważaniom, uważa się nawet, że został wprowadzony zbyt późno. Zakaz stosowania w żywieniu świń i drobiu mączek mięsno-kostnych, zmniejszenie zainteresowania uprawą roślin bobowatych (mniejsza wartość żywieniowa białka, słabsze plony) spowodował duże uzależnienie polskiej produkcji zwierzęcej od importowanej śruty sojowej. Importuje się ponad 2,5 mln t śruty sojowej, w większości zmodyfikowanej genetycznie. Śruta sojowa i ziarno soi wraz z importowaną śrutą słonecznikową oraz słonecznikiem w ilości ok. 340 tys. t stanowią ponad 70 % białka używanego do produkcji pasz w Polsce [35]. Rodzima produkcja białka wynosi ok. 26 ÷ 30 % i głównie składają się na nią nasiona roślin strączkowych, suszone wywary oraz poekstrakcyjna śruta rzepakowa [35]. Konieczne jest więc przesunięcie terminu wejścia w życie przepisu zawartego w art. 15 ust.1 pkt. 4 ustawy o paszach [35], w którym ustanowiony został zakaz wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej pasz genetycznie zmodyfikowanych oraz organizmów genetycznie zmodyfikowanych przeznaczonych do użytku paszowego z 1 stycznia 2021 r. na 1 stycznia 2025 r. Warto zaznaczyć, że ustawa z 22 lipca 2006 r. o paszach była nowelizowana cztery razy: w 2008 r., 2013 r., 2017 r. oraz w 2019 r. Powodem nowelizacji terminu wejścia w życie zakazu jest niezmiennie "brak możliwości zastąpienia soi w produkcji" [35]. 28 września 2020 r. Komisja Europejska zatwierdziła organizmy zmodyfikowane genetycznie (GMO) do zastosowań w żywności

i paszach (soja MON 87708 × MON 89788 × A5547-127). Genetycznie zmodyfikowana soja została poddana kompleksowej procedurze, w tym uzyskała pozytywną naukową ocenę Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Decyzja o zezwoleniu na stosowanie nie obejmuje upraw. Zezwolenie jest ważne przez 10 lat, a wszelkie produkty wytworzone z genetycznie zmodyfikowanej soi będą podlegać unijnym przepisom dotyczącym etykietowania i identyfikowania. Wprowadzenie zakazu stosowania soi zmodyfikowanej genetycznie spowoduje zmniejszenie produktywności zwierząt gospodarskich (ubytek przyrostów masy ciała zwierząt rzeźnych, zmniejszenie mleczności krów wysokomlecznych, obniżenie nieśności ptaków), zwiększy koszty produkcji, a tym samym spowoduje wzrost cen produktów pochodzenia zwierzęcego. Powrót do rolnictwa naturalnego jest teoretycznie możliwy, ale należy mówić o konsekwencjach takiego powrotu, szczególnie konsekwencjach społecznych (wzrost cen, niezadowolenie konsumentów o niskich dochodach). Najwięcej zastrzeżeń dotyczy wysoko intensywnego tzw. przemysłowego chowu świń, drobiu i bydła.

Wysoko intensywny chów a dobrostan zwierząt

W ciągu ostatnich 100 lat dokonał się jakościowy i ilościowy przełom w zakresie produkcji drobiu w Polsce i na świecie. Początki wielkoprzemysłowej produkcji mięsa drobiowego i chowu drobiu sięgają lat 20. i 30. XX w., kiedy w USA rozpoczęto odchów młodych kurcząt rzeźnych, które nazwano brojlerami (ang. *broil* – piec lub opiekać, gdyż pierwszym sposobem ich przyrządzania było piekanie) [5]. Brojlery utrzymywano do osiągnięcia masy ciała ok. 1 kg, a czas odchovu wynosił 12 - 14 tygodni. W Europie ten typ produkcji drobiu pojawił się na przełomie lat 50. i 60. XX w. Brojlery to typ użytkowy kur przeznaczonych na mięso, charakteryzujących się masywną budową mięśni piersiowych i ud, szybkim tempem wzrostu i niskim zużyciem paszy na kilogram przyrostu masy ciała. Są krzyżówkami różnych ras kur mięsnych (np. ♂ Dominant White Cornish × ♀ White Rock). Obecnie popularnymi liniami brojlerów są Ross 308, Cobb 500, Hubbard. W Polsce produkuje się trzy typy brojlerów kurzych:

- typ pierwszy – kurczęta odchowywane do masy ciała 2,0 ÷ 2,3 kg przez 5 - 6 tygodni, wydajność rzeźna – ok. 70 %, masa tuszki – 1,4 ÷ 1,6 kg. Stanowią 95 % produkcji krajowej,
- typ drugi – kurczęta odchowywane do masy ciała 1,1 ÷ 1,2 kg, ubijane przed ukończeniem 5 tygodni życia, masa tuszki – ok. 0,75 kg,
- typ trzeci – kurczęta odchowywane do 12 tygodni, masa tuszki – ok. 3 kg. Tego typu tucz prowadzony jest w gospodarstwach przyzagrodowych.

Przeciętnie cykl chowu brojlerów na polskich i europejskich fermach trwa od 35 do 45 dni, co oznacza 7 cykli produkcyjnych w ciągu roku, wliczając również przerwy między kolejnymi cyklami (czyszczenie i dezynfekcja pomieszczeń i wyposażenia). Produkcja kurcząt rzeźnych w 2020 r. osiągnęła 121,7 mln sztuk. Genetyczne doskona-

lenie drobiu mięsnego spowodowało zwiększenie masy ciała (nawet do 4 kg) i wydajności rzeźnej oraz skrócenie okresu wzrostu. Postęp hodowlany w liniach kur mięsnych wynosi rocznie ok. 4 % przyrostu masy ciała brojlera w okresie odchowu, natomiast udział mięśni piersiowych w tuszce zwiększa się rocznie o $0,2 \div 0,25$ % [61]. Na przełomie XIX i XX w. czas chowu kurczęcia na mięso trwał kilkanaście miesięcy i osiągało ono masę ciała ok. 1 kg. W ciągu ostatnich 30 lat dwukrotnie zwiększyła się masa ubojowa kurcząt brojlerów przy jednoczesnym skróceniu o połowę okresu ich odchowu (tab. 1). Spowodowało to jednak obniżenie jakości mięsa oraz występowanie wielu schorzeń metabolicznych, układu kostnego i mięśni. Przykładem jest anomalia mięśni piersiowych kurcząt brojlerów (ang. *deep pectoral myopathy*, DPM), miopatia ogniskowa, wada mięsa typu PSE (ang. *pale, soft, exudative*), wzrost pasm białych, zdrewniałe powierzchniowo mięśnie piersiowe [52] oraz takie choroby metaboliczne, jak: wodobrzusze (ang. *ascites*), zespół nagłej śmierci sercowej (ADS ang. *acute death syndrom*, ADS), dyschondroplazja kości piszczelowej (ang. *tibial dyschondroplasia*, TD), uszkodzenie poduszki śródstopnej (ang. *footpad dermatitis*, FPD), pęcherze piersiowe (ang. *breast blisters* BB) [23]. W celu ograniczenia występowania tych schorzeń rynki niektórych krajów (np. Holandii) preferują brojlery wolno rosnące (akcja "Kurczę jutra"). Ponadto konsumenci zwracają uwagę na coraz większą wodnistość mięsa drobiowego (często spowodowaną nastrożeniem mięsa).

Tabela 1. Zmiany parametrów produkcji drobiowej
Table 1. Changes in parameters of poultry production

Rok Year	Wydatkowana pasza [kg] na przyrost 1 kg masy ciała brojlera Expended feed [kg] per 1 kg of broiler body weight gain	Czas chowu brojlera [dni/kg] Broiler rearing time [days/kg]	Masa ubojowa brojlera Dead weight of broiler [kg]
1994	2,52	26,26	1,98
2000	2,01	21,26	2,07
2005	1,94	18,78	2,29
2010	1,87	17,41	2,41
2015	1,66	16,67	2,52
2050 prognoza forecast	1,25	11,00	-

Źródło / Source: [61]

Podobną sytuację obserwuje się w hodowli świń. Opinie dietetyków o szkodliwości tłuszczu zachęciły konsumentów do poszukiwania chudego mięsa wieprzowego, dlatego przemysł mięsny zmusił hodowców do zmiany standardu tucznika i zwiększenia jego mięsności. Mięsność tuczników powyżej 60 % wpłynęła na obniżenie jakości

i walorów smakowych wieprzowiny i mięsnych produktów wieprzowych. Ponadto użycie do krzyżowania ras mięsnych, takich jak Pietrain czy belgijska zwisloucha charakteryzujących się wrażliwością na stres (gen wrażliwości na stres *RYRI* powoduje przyspieszenie przemian glikolitycznych w tuszy bezpośrednio po uboju) spowodowało nasilenie występowania mięsa wadliwego typu PSE charakteryzującego się nadmiernym wyciekaniem wody, jasną barwą, zaburzeniami procesów kruszenia i obniżeniem jakości [40]. Zmniejszenie otłuszczenia spowodowało zmniejszenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego i międzymięśniowego, co z kolei spowodowało obniżenie jakości mięsa poprzez zmniejszenie jego smakowości i kruchości. W pracach hodowlanych nad wysoką mięsnością tuczników zapomniano, że nośnikiem smaku i zapachu jest tłuszcz śródtkankowy tworzący tzw. marmurkowatość mięsa. Obecnie za optymalny poziom mięsności przyjmuje się $57 \div 58$ %. Takie założenie zostało przyjęte w opracowanym przez PZHiPTCh „POL SUS” i Związek „Polskie Mięso” Systemie Jakości Wieprzowiny PQS (Pork Quality System), który 11 XII 2009 r. został uznany przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi za krajowy system jakości żywności [4, 28].

W celu podwyższenia jakości wołowiny i młodej wołowiny opracowano system QMP (Quality Meat Program), który jest pierwszym polskim systemem jakości mięsa wołowego uznanym przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi za krajowy system jakości żywności oraz notyfikowany przez Komisję Europejską [28]. System QMP zakłada m.in. dobór zwierząt ras mięsnych: Limousine (LM), Charolaise (CH), Angus (AN), (AR), Hereford (HH), Salers (SL), Simental (SM) oraz mieszańców mięsnych (MM), których komponent ojcowski pochodzi od buhajów ras mięsnych. Systemy PQS oraz QMP określają również standardy dotyczące pasz, transportu zwierząt i sposobu postępowania z nimi w rzeźniach [28].

Trudności z dostępnością dobrej jakości jagnięciny i kozłiny na rynku spowodowane są małą liczebnością pogłowia tych zwierząt w kraju. Pogłowie owiec w Polsce wynosi $260 \div 280$ tys. sztuk, natomiast pogłowie kóz – 45 tys. sztuk, podczas gdy w Serbii pogłowie owiec liczy 1,8 mln sztuk, a pogłowie kóz – 218 tys. sztuk. Wzrost zainteresowania konsumentów produktami owczymi i kozimi przyczyni się do wzrostu pogłowia tych zwierząt w Polsce.

Chociaż konsumpcja jaj w Polsce jest mała (ok. 160 rocznie, a 156 w 2019 r.) w porównaniu z Niemcami (235 szt.), Słowacją (212 szt.), Francją (215 szt.) czy liderem spożycia jaj Meksykiem (370 jaj rocznie), to w Unii Europejskiej Polska ma pozycję wicelidera w produkcji jaj (14,6 % rynku). Rocznie eksportujemy ok. 5 mld jaj, co stanowi ok. 22 % eksportu UE. W roku 2018 w Polsce funkcjonowały 1132 fermy kur niosek, w których utrzymywano 47,6 mln niosek, w tym 157 ferm o obsadzie 52 500 i więcej kur (wśród nich 5 ferm o obsadzie od 1 do 2 mln kur, tj. $4000 \div 8000$ Dużych Jednostek Przeliczeniowych Inwentarza – DJP). Oprócz tego ok. 500 tys. gospodarstw

utrzymywało ponad 9 mln kur niosek w chowie przyzagrodowym (20 % wszystkich kur). Tak więc ok. 80 % kur niosek chowanych jest w Polsce w systemach oznaczonych cyframi [61]:

- 0 – chów ekologiczny: ok. 0,4 % kur,
- 1 – chów wolnowybiegowy: ok. 2 % kur,
- 2 – chów ściółkowy: ok. 8 % kur,
- 3 – chów klatkowy: ok. 69,6 % kur.

W Polsce jaja od kur z chowu klatkowego w 2018 r. stanowiły 87 % podaży jaj konsumpcyjnych, podczas gdy w UE stanowią ok. 53 % podaży. W 2018 r. Fundacja Compassion in World Farming Europejska Inicjatywa Obywatelska „Koniec epoki klatkowej – End the Cage Age” zapoczątkowała akcję, której celem jest likwidacja chowu klatkowego drobiu do 2027 r. Nie czekając na unijne dyrektywy, niektóre sieci handlowe deklarują wycofanie ze sprzedaży jaj z chowu klatkowego, m.in. Biedronka, Lidl, Auchan, Carrefour czy Aldi. Marka Lubella już zrezygnowała ze stosowania takich jaj w produkcji makaronu. Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r. ustanowiła minimalne normy ochrony kur niosek [9]. Od 1 stycznia 2012 r. wszystkie nowo budowane lub przebudowywane systemy produkcji muszą zapewniać kurom m.in. [9]:

- co najmniej 10 cm miejsca przy podajniku podłużnym paszy lub 4 cm przy podajniku kolistym, 2,5 cm na kurę przy stałym korytku poidłowym lub 1 cm na kurę przy kołowym korytku poidłowym. Jeżeli stosowane są poidła smoczkowe lub kubki, na każde 10 kur przypadać powinno jedno poidło smoczkowe lub kubek;
- co najmniej jedno gniazdo na każde siedem kur. Jeżeli stosowane są gniazda grupowe, na maksimum 120 kur musi przypadać co najmniej 1 m² powierzchni gniazda;
- odpowiednie grzędy, bez ostrych krawędzi, zapewniające co najmniej 15 cm na kurę;
- co najmniej 250 cm² powierzchni ściółki na kurę, przy czym ściółka musi zajmować co najmniej jedną trzecią powierzchni podłogi (minimum 750 cm² powierzchni podłogi), wysokość klatki nie może być mniejsza niż 45 cm, a szerokość 30 cm;
- obsada zwierząt nie może przekraczać dziewięciu kur niosek na m² powierzchni użytkowej [9].

Likwidacja chowu klatkowego drobiu spowoduje wzrost cen jaj konsumpcyjnych lub przeniesienie produkcji klatkowej do krajów, które nie wprowadzą takiego zakazu. Większym problemem jest zagospodarowanie odchodów. Przyjmując, że jeden brojler wytwarza ok. 65 g odchodów dziennie (kura nioska więcej), to przy stadzie liczącym ok. 177 mln ptaków (brojlery i kury nioski) do zagospodarowania jest ok. 4,2 mln t odpadów rocznie (w tym ok. 65 tys. t azotu). Wraz ze wzrostem obsady zwierząt rośnie zagrożenie ekologiczne i pojawiają się problemy społeczne (protesty okolicznych

mieszkańców), dlatego zwiększają się wymogi formalne związane z funkcjonowaniem tego typu zakładu [61]. Należy zwrócić również uwagę na postęp genetyczny w hodowli kur nieśnych. W wieku XIX i na początku XX nieśność kur wynosiła 50 do 70 jaj rocznie, średnia masa jaja – ok. 40 g, a kury były użytkowane przez kilka lat z dwoma lub trzema okresami lęgowymi w roku. Współczesna kura nioska produkuje 500 jaj w 2-letnim cyklu życiowym, a wyeliminowanie przez hodowców instynktu kwoczenia u kur spowodowało, że znoszą one nawet 330 jaj rocznie. Nastąpiło skrócenie cyklu ahemeralnego ptaków z 26 - 27 h do prawie 24 h, a pojawiły się doniesienia, że kury mogą znosić normalne jaja w krótszych odstępach czasu (co 20 - 22 h), jednak taki system okazał się nieopłacalny [6, 54]. Biologiczny rytm jajczkowania ogranicza kurom zwiększenie nieśności w ciągu doby, dlatego hodowcy uaktywniają czynnik selekcyjny na wytrwałość nieśności.

Wymagania konsumentów

Dla wielu konsumentów barwa skorupy jaja ma znaczenie [60]. Upodobania konsumentów i przekonanie, że jaja z brązową skorupą są naturalne i zdrowsze sprawiły, że hodowcy wyhodowali linie kur nieśnych znoszących jaja o pożądanej barwie skorupy. Jest to cecha rasowa. Kury znoszą jaja o skorupie białej (Leghorn), brązowej (Plymouth Rock, Karmazyn, Rhode Island Reds) lub niebieskiej i niebiesko-zielonej (Araucana, Ameraucana, Dongxiang, Lushi). Wśród kur przeznaczonych do intensywnej produkcji nieśnej użytkuje się 2 linie kur [51, 53, 65]:

- nioski znoszące jaja o białej skorupie: Lohmann White, Hissex White, Hy-Line White, W 36, Bovans White, Shaver White, Babock White, Iwno Lg,
- nioski znoszące jaja o brązowej skorupie: Astra S, Messa 445, Hissex Brown, Lohmann Brown, Shaver 579, ISA Brown, Hy-Line Brown, Tetra SL, Tetra H, Bovans Goldline, Dominant D.

Za barwę skorupy jaj odpowiadają trzy podstawowe barwniki: protoporfiryna, biliwerdyna i jej chelat z cynkiem. Protoporfiryna IX nadaje jajom barwę brązową, biliwerdyna oraz chelat cynku biliwerdyny odpowiedzialne są za barwę niebieską, niebieskozieloną i zielonoszarą, natomiast jaja o barwie białej nie zawierają żadnego pigmentu. Wykazano, że barwa skorupy nie ma żadnego związku ze składem chemicznym jaja, wartością odżywczą i smakiem [22]. Wartość odżywcza jaj zależy natomiast od żywienia [15, 68] oraz warunków środowiskowych [29].

Wzrost zainteresowania konsumentów wołowiną dobrej jakości (system jakości QMP) i eksport tego mięsa spowodowały wzrost zainteresowania hodowców rasami bydła mięsnego. W latach 1994 - 1995 opracowano i wdrożono do praktyki hodowlanej „Program rozwoju hodowli bydła mięsnego w Polsce”. Obecnie w Polsce hodowanych jest 15 ras bydła mięsnego, dla których Polski Związek Hodowców i Producentów Bydła Mięsnego prowadzi księgi hodowlane oraz ocenę wartości użytkowej. Do

najpowszechniej użytkowanych ras mięsnych należą Limousine, Charolaise, Hereford, Angus oraz rasa simentalaska. Wzorem Francji i Włoch w polskich sklepach pojawia się kondycjonowana, sezonowana (poddawana dojrzewaniu) wołowina, np. młoda polska wołowina rasy Limousine z Auchan. Przy wyborze 15 ras bydła mięsnego każdy konsument może wybrać dla siebie najlepsze mięso wołowe.

Produkcja mleka w Polsce bazuje na najbardziej rozpowszechnionej rasie bydła mlecznego na świecie – holsztyńsko-fryzyjskiej w dwóch odmianach (czarno-białej i czerwono-białej). Pomimo tego, że polscy hodowcy utrzymują 2,5 mln krów mlecznych, a oceną wartości użytkowej bydła mlecznego objętych jest 11 ras krów, to polska holsztyńsko-fryzyjska czarno-biała stanowi 95 % pogłowia, czerwono-biała – 3,5 % pogłowia, a simentalaska – 0,8 % populacji. Należy zauważyć, że pomimo mniejszej produkcji mleka polscy hodowcy utrzymują rodzime rasy bydła, takie jak polska czerwona, białogrzbieta, polska czerwono-biała, polska czarno-biała. Rekordowe obory utrzymujące krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej przekraczają średnio 12 000 kg mleka, a polska krowa rekordzistka w czasie 305-dniowej laktacji osiągnęła wydajność na poziomie 20 911 kg mleka. Jednak jakość mleka, szczególnie odpowiedni poziom i jakość białek (zwłaszcza kazeinowych), decydują o przydatności przerobowej mleka w serowarstwie.

Duża produkcja zwierząt i osiągnięte zyski nie mogą powstawać kosztem dobrostanu zwierząt, na który konsumenci zwracają szczególną uwagę. Efektem działań konsumentów i organizacji zajmujących się dobrostanem i prawami zwierząt są rozporządzenia unijne i ustawa o ochronie zwierząt. Działania te doprowadziły m.in. do zakazu tuczu gęsi na stłuszczone wątroby (w 1999 r.) czy konsultacji nad wprowadzeniem zakazu uboju rytualnego w Polsce – pomimo tego, że ok. 58 % eksportowanego mięsa drobiowego i 30 % wołowiny pochodzi z uboju rytualnego. Koncentracja zwierząt (duże stada, fermy), szczególnie widoczna w hodowli drobiu, świń i bydła, zwiększa uciążliwość takiej produkcji dla środowiska i mieszkańców. Uciążliwość zapachowa związana jest z emisją odorów, których źródłem jest kał, mocz zwierząt i pasza, a mieszaninę zapachu tworzy ok. 160 zidentyfikowanych związków gazowych (głównie amoniak, siarkowodór, fenole, węglowodory aromatyczne, itp.). Należy również wspomnieć o zanieczyszczeniu atmosfery gazami cieplarnianymi – metanem i podtlenkiem azotu. Emisją metanu obciąża się zwierzęta przeżuujące [38]. Dorosła krowa wytwarza w ciągu doby 250 ÷ 400 l metanu, co stanowi 30 ÷ 40 % gazów żwacza. Przyjmuje się, że produkcja wołowiny pozostawia ślad węglowy (będący sumą emisji różnych gazów cieplarnianych w trakcie produkcji przeliczonych na ekwiwalent dwutlenku węgla) równy 10,7 ÷ 22,6 kg dwutlenku węgla na każdy kilogram masy poubojowej. Stąd też próbuje się ograniczyć produkcję metanu, podając krowom krasnorosty (*Asparagopsis taxiformis*) lub oregano, czyli lebiodkę pospolitą (*Origanum vulgare ssp hirtum*). W przypadku zwierząt monogastycznych 65 ÷ 70 % azotu pobranego z paszą

trafia z powrotem do środowiska wraz z kałem i moczem. Duże fermi prowadzące intensywny chów zwierząt (przy liczbie stanowisk przekraczającej 2000 tuczników powyżej 30 kg lub 750 macior) w warunkach Polski muszą więc uzyskać tzw. pozwolenie zintegrowane na swoją działalność, które nakłada na nie konieczność stosowania przyjaznych dla środowiska technologii chowu, w tym planów nawozowych oraz działań redukujących emisję gazów i odorów. W celu zmniejszenia emisji odorów prowadzi się optymalizację żywienia zwierząt (ograniczenie zawartości białka w paszy, dodatki aminokwasów syntetycznych, wielofazowe żywienie), podaje się z paszą dodatki paszowe modyfikujące procesy trawienia (preparaty fitobiotyczne, glinokrzemiany, preparaty probiotyczne), dodaje się do ściółki i gnojowicy preparaty chemiczne i biotechnologiczne ograniczające procesy fermentacji (zakwaszanie gnojowicy, technologia efektywnych mikroorganizmów EM). Działania te wynikają z Kodeksu dobrych praktyk amoniakalnych MRiRW. Efektywne mikroorganizmy (EM) to kompozycja ok. 80 kultur bakteryjnych (bakterie kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyzujące i drożdże) wprowadzona do agro- lub ekosystemu w celu przyspieszenia ich biologicznej regeneracji i utworzenia korzystniejszego środowiska mikrobiologicznego [70]. Zastosowanie efektywnych mikroorganizmów wspomaga stosowanie najlepszych metod gospodarowania glebą, takich jak płodozmian, użycie organicznych ulepszcaczy, uprawa konserwująca, recykling resztek plonów i biokontrola szkodników. Poprzez właściwe stosowanie preparatów EM można wzmocnić pozytywne efekty tych działań, a tym samym zwiększyć wielkość i jakość plonów, żyzność i produktywność gleby oraz ograniczyć stosowanie nawozów sztucznych i pestycydów [70].

Kolejny priorytet strategii „od pola do stołu” to ograniczanie strat żywności i jej marnotrawienia oraz przeciwdziałanie fałszowaniu żywności w łańcuchu dostaw. Komisja Europejska podaje, że przekroczony termin ważności produktu spożywczego to jeden z najczęstszych powodów wyrzucania jedzenia, a skala tego problemu jest ogromna. Tylko w Polsce wyrzuca się rocznie nawet 9 mln t jedzenia, a na świecie 15 mld ton żywności, podczas gdy według opublikowanego przez UNICEF raportu w 2019 r. niemal 690 mln ludzi na świecie cierpiało głód [59].

Podsumowanie

Bezpieczeństwo żywnościowe, zrównoważona produkcja żywności, propagowanie bardziej zrównoważonej konsumpcji żywności i zdrowego odżywiania, ograniczanie strat żywności i jej marnotrawienia, przeciwdziałanie fałszowaniu żywności w łańcuchu dostaw oraz poprawianie dobrostanu zwierząt gospodarskich to podstawowe priorytety strategii „od pola do stołu”. Priorytety te ściśle wiążą się z wymaganiami konsumentów. W strategii „od pola do stołu – „Farm to Fork” proponuje się ambitne cele i środki mające zapewnić zdrowie mieszkańcom Ziemi, ochronę środowiska oraz

przeciwdziałanie zmianom klimatycznym. Powodzenie realizacji tej strategii zależy jednak zarówno od producentów, jak i od konsumentów.

Literatura

- [1] A European Green Deal. [on line]. European Commission. Dostęp w Internecie [6.08.2021]: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- [2] Balcerkiewicz M., Bartz Z.: Pozostałości substancji aktywnych w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego. *Farmacja Współczesna*, 2016, 9, 136-142.
- [3] Bieńkowski J.: Regionalne zróżnicowanie emisji amoniaku w Polskim rolnictwie w latach 2005 - 2007. *Fragm. Agron.*, 2010, 1 (27), 21-31.
- [4] Blicharski T., Hammermeister A., Warda A.: Kompleksowy system wytwarzania wysokiej jakości wieprzowiny – PQS (Pork Quality System) – współpraca hodowców, producentów i przetwórców. *Przegląd Hodowlany*, 2010, 11, 11-13.
- [5] Brzóska F.: Produkcja brojlerów w USA. *Polskie Drobiarstwo*, 2019, 11, 26-30.
- [6] Cahaner A., Abplanalp H.: Changes in egg production and egg intervals under selection for high egg number under 22 hour day cycles of artificial lighting. *Poult. Sci.*, 1979, 4 (58), 757-761.
- [7] Czekala W.: Stan aktualny i tendencje rozwoju w gospodarce nawozami naturalnymi w Polsce. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, 2015, 1(17), 39-45.
- [8] Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE. *Dz. U. L 43*, ss. 231-279, z 21.02.2017.
- [9] Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r. ustanawiająca minimalne normy ochrony kur niosek. *Dz. U. L 203*, ss. 53-57, z 3.08.1999.
- [10] Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. *Dz. U. L 375*, ss. 1-8, z 31.12.1991.
- [11] Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. *Dz. U. L 327*, ss. 1-73, z 22.12.2000.
- [12] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola). *Dz. U. L 334*, ss. 17-119, z 17.12.2010.
- [13] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. *Dz. U. L 309*, ss. 71-86, z 24.11.2009.
- [14] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylecia dyrektywy 2001/81/WE. *Dz. U. L 344*, ss. 1-31, z 17.12.2016.
- [15] Ehr I.J., Persia M.E., Bobeck E.A.: Comparative omega-3 fatty acid enrichment of egg yolks from first-cycle laying hens fed flaxseed oil or ground flaxseed. *Poult. Sci.* 2017, 96 (6), 1791-1799.
- [16] European Medicines Agency, European Surveillance of Veterinary Antimicrobial Consumption: Sales of veterinary antimicrobial agents in 31 European countries in 2017. Trends from 2010 to 2017. EMA, Amsterdam 2019.
- [17] Eurostat. [on line]. Dostęp w Internecie [16.06.2021]: http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?p_p_id=NavTreeportletprod_WAR_NavTreeportletprod_INSTANCE_nPqeVbPXRmWQ&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column2&p_p_col_count=1

- [18] Food and Agriculture Organization of the United Nations: The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Ed. B.D. Scherf, D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments, Rome 2015.
- [19] GUS: Analizy statystyczne. Rolnictwo w 2019 roku. GUS, Warszawa 2020, ss. 1-68.
- [20] Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2014 – Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.
- [21] Jarrell Z.R., Ahammad M.U., Benson A.P.: Glyphosate-based herbicide formulations and reproductive toxicity in animals. *Veter. Anim. Sci.*, 2020, 10, #100126.
- [22] Jones D.R., Musgrove M.T., Anderson K.E., Thesmar H.S.: Physical quality and composition of retail shell eggs. *Poult. Sci.*, 2010, 3 (89), 582-587.
- [23] Kijowski J., Kupińska E.: Dylematy ograniczania miopatii mięśni piersiowych typu DPM u kurcząt brojlerów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2013, 6 (91), 32-44.
- [24] Kolakowski B.M., Miller L., Murray A., Leclair A., Bietlot H., van de Riet J.M.: Analysis of glyphosate residues in foods from the Canadian retail markets between 2015 and 2017. *J. Agric. Food Chem.*, 2020, 18 (68), 5201-5211.
- [25] Konwencja o różnorodności biologicznej. [on line]. Dostęp w Internecie [16.06.2021]: <http://biodiv.gdos.gov.pl/convention/text-convention>
- [26] Krupa S.V.: Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: A review. *Environ. Pollut.*, 2003, 124, 179-221.
- [27] Krupiński J., Ptak G.: Ochrona bioróżnorodności zwierząt gospodarskich w warunkach zrównoważonego rolnictwa. *Przegląd Hodowlany*, 2018, 5, 1-8.
- [28] Krzyżanowski J.T.: Krajowe systemy zapewnienia jakości żywności w wybranych krajach Unii Europejskiej. *Zesz. Nauk. SGGW. Problemy Rolnictwa Światowego*, 2017, 17 (2), 136-143.
- [29] Kühn J., Schutkowski A., Kluge H., Hirche F., Stangl G.I.: Free-range farming: A natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs. *Nutrition*, 2014, 4 (30), 481-484.
- [30] Kwiatkowska M., Jarosiewicz P., Bukowska B.: Glifosat i jego preparaty – toksyczność, narażenie zawodowe i środowiskowe. *Medycyna Pracy*, 2013, 5 (64), 717-729.
- [31] Marcinkowska K.: Pozostałości glifosatu w ziarnie i słomie oraz zdolność kiełkowania ziarna pszenicy jarej po zastosowaniu herbicydu w postaci cieczy jonowych w zabiegu przedżniwnym. *Progress in Plant Protection*, 2017, 1 (57), 95-100.
- [32] Ministerstwo Klimatu: Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990 - 2018. Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2020.
- [33] Miszczak A.: Badanie pozostałości środków ochrony roślin w ramach urzędowej kontroli ich stosowania – raport z badań wykonanych w 2019 roku. Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice 2019.
- [34] Najwyższa Izba Kontroli: Wykorzystywanie antybiotyków w produkcji zwierzęcej w województwie lubuskim. NIK, Warszawa 2017.
- [35] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 22 stycznia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o paszach. *Dz. U. 2021*, poz. 278.
- [36] Piwowar A.: Zarys problematyki nawożenia w zrównoważonym rozwoju rolnictwa w Polsce. *Ekonomia i Środowisko*, 2013, 1 (44), 143-155.
- [37] Piwowar A.: Consumption of mineral fertilizers in the Polish agriculture – Trends and directions of changes. *Agric. Res.*, 2021, #s40003-021-00591-7.
- [38] Podkówka Z., Podkówka W.: Emisja gazów cieplarnianych przez krowy. *Przegląd Hodowlany*, 2011, 3, 1-4.
- [39] Posyński A.: Występowanie antybiotyków w żywności. *Życie Weterynaryjne*, 2011, 9 (86), 717-720.
- [40] Przybylski W., Jaworska D., Boruszewska K., Borejko M., Podsiadły W.: Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 1 (80), 116-127.

- [41] Puppel K., Łukasiewicz M., Sakowski T., Kuczyńska B., Grodkowski G., Solarczyk P., Matuszewski A.: Rolnictwo ekologiczne w Polsce na tle krajów członkowskich Unii Europejskiej i świata. *Przegląd Hodowlany*, 2018, 6, 1-6.
- [42] Fundacja Konsumentów, Program FoodRentgen, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, Instytut Spraw Obywatelskich: Prześwietlamy Kasze Gryczane. [on line]. Fundacja Konsumentów, Program FoodRentgen. Warszawa 2019. Dostęp w Internecie [16.06.2021]: <http://foodrentgen.eu/pl/raport-kasze-gryczane/72-fundacja-konsumentow-partnerem-foodrentgen>
- [43] Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi: Rejestr środków ochrony roślin. [on line]. Dostęp w Internecie [16.06.2021]: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-rodkow-ochrony-roslin>
- [44] Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi: Rolnictwo ekologiczne. [on line]. Dostęp w Internecie [16.06.2021]: <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rolnictwo-ekologiczne1>
- [45] Rozporządzenie Rady (EWG) nr 2377/90 z dnia 26 czerwca 1990 r. ustanawiające wspólnotową procedurę dla określania maksymalnego limitu pozostałości weterynaryjnych produktów leczniczych w środkach spożywczych pochodzenia zwierzęcego. *Dz. U. L 224*, ss. 1-8, z 18.08.1990.
- [46] Rozporządzenie (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 sierpnia 2003 r. w sprawie dodatków stosowanych w żywieniu zwierząt. *Dz. U. L 268*, ss. 29-43, z 18.10.2003.
- [47] Rozporządzenie (WE) nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz na ich powierzchni, zmieniające dyrektywę Rady 91/414/EWG. *Dz. U. L 70*, ss. 1-16, z 16.03.2005.
- [48] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG. *Dz. U. L 309*, ss. 1-50, z 24.11.2009.
- [49] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2019/6 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie weterynaryjnych produktów leczniczych i uchylające Dyrektywę 2001/82/WE. *Dz. U. L 4*, ss. 43-167, z 7.01.2019.
- [50] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu". *Dz. U.* 2020, poz. 243.
- [51] Samiullah S., Roberts J.R., Chousalkar K.: Eggshell color in brown-egg laying hens – A review. *Poult. Sci.*, 2015, 10 (94), 2566-2575.
- [52] Schwarz T., Połtowicz K., Nowak J., Murawski M., Małopolska M., Andres K., Wojtysiak D., Jamieson M., Bartlewski P.: Quantitative echotextural attributes of Pectoralis major muscles in broiler chickens: Physicochemical correlates and effects of dietary fat source. *Animals*, 2019, 6 (9). #306.
- [53] Scott T.A., Silversides F.G.: The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.*, 2000, 12 (79), 1725-1729.
- [54] Sheldon B.L., Podger R.N., Morris J.A.: Response to selection for short interval between eggs in a continuous-light environment. *Proceedings of 1969 Australasian Poultry Science Convention, Surfers Paradise 1969*, pp. 433-442.
- [55] Sierra-Diaz E., Celis-de la Rosa A.J., Lozano-Kasten F., Trasande L., Peregrina-Lucano A.A., Sandoval-Pinto E., Gonzalez-Chavez H.: Urinary pesticide levels in children and adolescents residing in two agricultural communities in Mexico. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, 16 (4), #562. Erratum in: *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020, 17(1), #159.
- [56] Smagacz J.: Rola zmianowania w rolnictwie zrównoważonym. *Pamiętnik Puławski*, 2000, 120, 411-414.
- [57] Stephenson C.L., Harris C.A.: An assessment of dietary exposure to glyphosate using refined deterministic and probabilistic methods. *Food Chem. Toxicol.*, 2016, 95, 28-41.


- [58] Stajanko A., Snoj Tratnik J., Kosjek T., Mazej D., Jagodic M., Eržen I., Horvat M.: Seasonal glyphosate and AMPA levels in urine of children and adolescents living in rural regions of Northeastern Slovenia. *Environ. Int.*, 2020, 143, #105985.
- [59] Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, United Nations Children's Fund, World Food Programme, World Health Organization: The State of Food Security and Nutrition in the World. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. FAO, Rome 2019.
- [60] Trziszka T., Nowak M., Kaźmierska M.: Preferencje konsumentów jaj na rynku wrocławskim. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 3 (48), 107-117.
- [61] Urbański J.: Rozwój przemysłowej hodowli drobiu w Polsce a koszty eksternalizowane. *Zachodni Ośrodek Badań Społecznych i Ekonomicznych, Gorzów Wielkopolski* 2018, s. 41.
- [62] Utnik-Banaś K.: Postęp a koszty produkcji żywca brojlerów kurzych w Polsce w latach 1994-2015. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 2017, 3 (352), 60-73.
- [63] Van der Merwe D., Jordaan A., Berg M.: Case report: Fipronil contamination of chickens in the Netherlands and surrounding countries. In: *ECVPH Food Safety Assurance. Vol.7.* Eds. F.J.M. Smulders, I.M.C.M. Rietjens, M. Rose. Wageningen Academic Publishers, Wageningen 2019, 567-584.
- [64] Van Grinsven H.J.M., Spiertz J.H.J., Westhoek H.J., Bouwman A.F., Erisman J.: Nitrogen use and food production in European regions from global perspective. *J. Agric. Sci.*, 2014, 152 (S1), 9-19.
- [65] Wang Z., Qu L., Yao J., Yang X., Li G., Zhang Y., Li J., Wang X., Bai J., Xu G., Deng X., Yang N., Wu C.: An EAV-HP insertion in 5' flanking region of SLCO1B3 causes blue eggshell in the chicken. *PLoS Genet.*, 2013, 9 (1), #e1003183.
- [66] Wniosek dotyczący rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiającego przepisy dotyczące wsparcia na podstawie planów strategicznych sporządzanych przez państwa członkowskie w ramach wspólnej polityki rolnej (planów strategicznych WPR) i finansowanych z Europejskiego Funduszu Rolniczego Gwarancji (EFRG) i z Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz uchylającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1305/2013 i rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013. COM/2018/392.
- [67] Xu J., Smith S., Smith G., Wang W., Li Y.: Glyphosate contamination in grains and foods: An overview. *Food Control*, 2019, 106, #106710.
- [68] Yao L., Wang T., Persia M., Horst R.L., Higgins M.: Effects of vitamin D₃-enriched diet on egg yolk vitamin D₃ content and yolk quality. *J. Food Sci.*, 2013, 78 (2), C178-C183.
- [69] Zhang X., Davidson E.A., Mauzerall D.L., Searchinger T.D., Dumas P., Shen Y.: Managing nitrogen for sustainable development. *Nature*, 2015, 528, 51-59.
- [70] Zimmermann I., Kamukuenjandje R.T.: Overview of a variety of trials on agricultural applications of effective microorganisms (EM). *Agricola*, 2008, 8, 17-26.
- [71] Zoller O., Rhyn P., Rupp H., Zarn J.A., Geiser C.: Glyphosate residues in Swiss market foods: Monitoring and risk evaluation. *Food Addit. Contam. Part B Surveill.*, 2018, 2 (11), 83-91.

FARM-TO-TABLE – CONSUMER REQUIREMENTS ON FARMERS

S u m m a r y

The “farm-to-table” strategy of the European Union is one of the key activities under the European Green Deal. It is the first comprehensive strategy of the European Union to deal with the environmental

protection and to counter climate changes. The “farm-to-table” strategy is in line with the EU’s biodiversity conservation strategy, that has to strengthen areas protected in Europe and to help restore degraded ecosystems by enlarging the organic farming areas, reducing the use of fertilizers and pesticides, decreasing the risk accompanying the use thereof. The priority of the “farm-to-table” strategy includes food safety, sustainable food production, promotion of more sustainable food consumption and healthy diet by departing from the “affluenza” (flu of overconsumption) and starting the consumer ethnocentrism (patriotism), reducing food loss and food waste, preventing food adulteration in the supply chains, and improving the well-being of animals – especially of farm animals. Those activities aim to transform methods of food production and consumption modes in Europe so as to mitigate the ecological footprint of food systems and to strengthen their crisis-resistance. This should ensure that the present and future generations have safe and affordable food. Those priorities coincide with the consumer requirements with regard to farmers and their goods. Under this strategy ambitious objectives and measures are offered in order to ensure the health of inhabitants of the Earth, environmental protection and to prevent climate changes, however the successful realisation of that strategy depends both on the producers and the consumers.

Key words: farm-to-table, priorities, farmers, consumer requirements 

JUSTYNA SUSIK

METODY OTRZYMYWANIA OLEJU KUKURYDZIANEGO DETERMINUJĄCE JEGO WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE

Streszczenie

Olej kukurydziany jest bogatym źródłem związków bioaktywnych, w tym karotenoidów oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak alkohole lipidowe, do których należą fitosterole i tokoferole. Sposób otrzymywania oleju kukurydzianego determinuje zawartość wyżej wymienionych związków, a ich ilość zależy od wstępnego przygotowania materiału roślinnego do ekstrakcji. Ziarno kukurydzy zawiera 3,1 ÷ 5,7 % oleju, który w przeważającej ilości zlokalizowany jest w zarodku. Olej kukurydziany do celów spożywczych otrzymywany jest z zarodków. Stosuje się metody wydobycia, takie jak tłoczenie i ekstrakcja rozpuszczalnikami. Istnieją również sposoby otrzymywania oleju z całych nasion kukurydzy oraz z otrąb kukurydzianych, których właściwości są zróżnicowane ze względu na poziom zawartości substancji bioaktywnych. Ziarna kukurydzy przetwarzane są nie tylko na olej spożywczy, ale także na bioetanol stosowany jako dodatek do paliw wysokooktanowych. Technologia produkcji bioetanolu umożliwia otrzymywanie surowego oleju kukurydzianego pofermentacyjnego, który jest produktem ubocznym i charakteryzuje się większą zawartością fitosteroli (0,6 ÷ 0,93 % m/m) i karotenoidów (29,55 ÷ 40,53 mg/100 g). Surowy olej pofermentacyjny nie jest dotychczas wykorzystywany do celów spożywczych, a jedynie jako surowiec do produkcji biodiesla oraz jako dodatek do pasz. Pomija się jego walory prozdrowotne. Olej kukurydziany charakteryzuje się zróżnicowanym składem i jest potencjalnym źródłem substancji biologicznie czynnych.

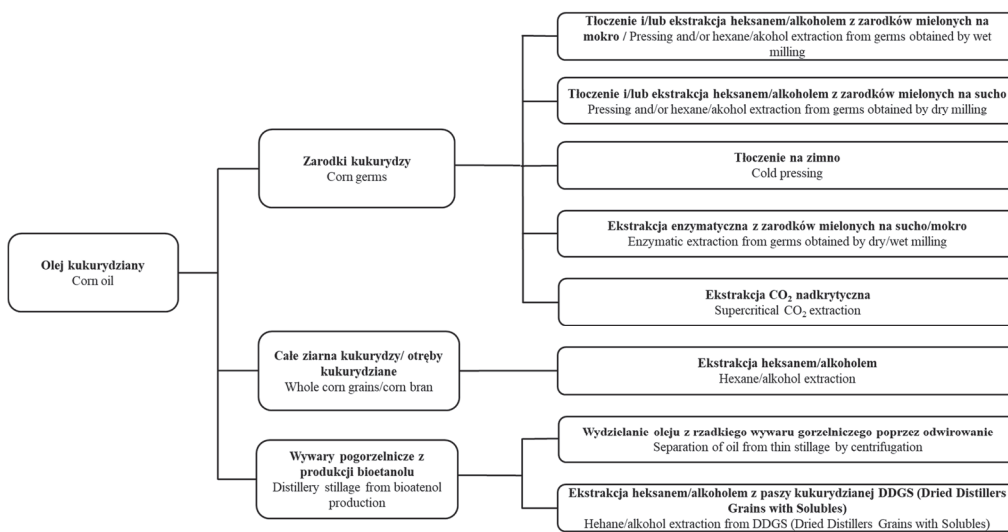
Słowa kluczowe: ziarno kukurydzy, zarodki kukurydzy, otręby kukurydziane, olej kukurydziany, ekstrakcja, tłoczenie

Wprowadzenie

Kukurydza (*Zea mays* L.) jest rośliną uprawną jednoroczną, należącą do rodziny roślin wielichowatych. Na świecie najwięcej kukurydzy uprawia się w Stanach Zjednoczonych Ameryki. Szacuje się, że w latach 2020 - 2021 produkcja kukurydzy w tym

*Mgr inż. J. Susik, Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa, Komagra Sp. z o.o., ul. Polczyńska 97a, 01-303 Warszawa.
Kontakt: susik_j@komagra.pl*

kraju osiągnie wartość ponad 360 mln t [5]. Ze względu na znaczną zawartość skrobi, której w ziarnie jest 61 ÷ 78 %, zboże znalazło zastosowanie w przemyśle spożywczym jako kukurydza słodka, surowiec do produkcji mąki i płatków kukurydzianych. Na skalę przemysłową ziarno kukurydzy przetwarza się w procesach fermentacyjnych na bioetanol, który stanowi ekologiczny dodatek do benzyn wysokooktanowych. Skrobia pozyskana z ziarna kukurydzy stosowana jest w przemyśle tworzyw sztucznych, papierniczym, kosmetycznym i farmaceutycznym. Ze względu na zawartość białka (6 ÷ 12 %) ziarno kukurydzy wykorzystywane jest jako pasza dla zwierząt, zwłaszcza w żywieniu drobiu i świń. Poza skrobią i białkiem ziarno kukurydzy zawiera 3,1 ÷ 5,7 % oleju, którego 85 % zlokalizowane jest w zarodku [1]. Olej ten jest bogatym źródłem kwasów tłuszczowych nienasyconych oraz substancji bioaktywnych takich jak fitosterole oraz karotenoidy. Według Szymańskiej i Kruka [30] fitosterole są postrzegane jako związki o działaniu obniżającym poziom cholesterolu, przez co wykazują działanie prozdrowotne. Z kolei karotenoidy, jak podają Roberts i Dennison [27], wpływają na poprawę wzroku dzięki antyoksydacyjnemu działaniu luteiny i zeaksantyny obecnych w ziarnie kukurydzy.



Rys. 1. Wybrane metody produkcji surowego oleju kukurydzianego w zależności od rodzaju zastosowanego materiału do ekstrakcji tłuszczu

Fig. 1. Selected production methods of crude corn oil depending on type of material used for oil extraction

Źródło / Source: Opracowanie własne na podstawie [19, 20, 21, 28] / The author's own study based on [19, 20, 21, 28]

Olej roślinny otrzymywany jest w technologii tłoczenia na gorąco, ekstrakcji rozpuszczalnikiem i rafinacji. W przemyśle stosuje się także technologie bardziej przyjaz-

ne środowisku, jak tłoczenie na zimno. W innych mniej powszechnych sposobach produkcji oleju używa się enzymów lub dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym (rys. 1). W zależności od zastosowanych metod lub sposobu przygotowania materiału do wydobycia oleju końcowy produkt może charakteryzować się odmiennymi właściwościami z uwagi na różną zawartość pożądaných składników funkcjonalnych. Ważnym aspektem jest znajomość właściwości oleju w kontekście żywienia ludzi.

Przemysłowe metody produkcji oleju kukurydzianego przeznaczonego do celów spożywczych

Przemysłowo olej kukurydziany otrzymywany jest z zarodków kukurydzy, które dzięki procesom separacji są oddzielane od całych ziaren. W celu wydobycia oleju stosowane są dwie technologie: mielenia zarodków na sucho oraz mielenia zarodków na mokro. Tak przygotowany surowiec poddawany jest procesom tłoczenia i/lub ekstrakcji rozpuszczalnikami. Uzyskany surowy olej kukurydziany poddawany jest procesom rafinacji, takim jak: degumming, neutralizacja, dekoloryzacja, odwoskowanie, deodoryzacja. Olej rafinowany stosowany jest w przemyśle spożywczym do smażenia oraz jako dodatek do potraw na zimno. Do cech charakterystycznych oleju kukurydzianego rafinowanego należy jego profil kwasów tłuszczowych, na który w przeważającej mierze składają się kwasy nienasycone. Według Moreau i wsp. [18] największy udział kwasów tłuszczowych nienasyconych przypada na kwasy: linolowy (C18:2) – 57,26 % m/m, oleinowy (C18:1) – 27,65 % m/m oraz palmitynowy (C16:0) – 10,72 %. Wymienieni autorzy wykazali ponadto, że olej rafinowany pochodzący z tłoczenia zarodków mielonych na mokro jest bogatym źródłem fitosteroli, których zawartość wynosi 840 mg/100 g oleju. W największych ilościach występują β -sitosterol (503 mg/100 g) i kampesterol (151 mg/100 g). Worthington i Hitchcock [37] podają, że 77 % steroli obecnych w oleju kukurydzianym występuje w formie zestryfikowanej, a 23 % – w formie wolnej. Z kolei Phillips i wsp. [26] twierdzą, że 60 % to sterole zestryfikowane, a 40 % – sterole wolne. Różnice wartości można tłumaczyć różnymi zabiegami agrotechnicznymi, przechowywaniem ziarna kukurydzy czy też zmiennymi warunkami podczas rafinacji oleju.

Znaczenie fitosteroli w profilaktyce zdrowotnej ma istotne znaczenie ze względu na obniżanie przez nie stężenia cholesterolu we krwi. García-Llatas i Rodríguez-Estrada [8] wykazały, że fitosterole wywierają korzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy, a Dufore [6] udowodnił, że regulują one przepływ składników przez membrany komórkowe.

Na rynku dostępne są również oleje kukurydziane tłoczone na zimno. Zarodki kukurydzy, w których jest najwięcej oleju, poddaje się procesom tłoczenia w niskiej temperaturze. Procesy niskotemperaturowe pozwalają na uzyskanie produktu o dobrej jakości, który nie wymaga dalszej rafinacji. Güneşer i wsp. [9] raportują, że olej kuku-

rydziany zimno tłoczony zawiera charakterystyczne dla ziarna kukurydzy kwasy tłuszczowe, wśród których 53,89 % stanowi kwas linolowy. W przypadku steroli olej zawiera 60,75 % β -sitosterolu i 19,61 % kampesterolu. Tłoczenie na zimno zarodków kukurydzy pozwala również na otrzymanie większej zawartości α - tokoferolu (24,88 mg/100 g) niż w oleju rafinowanym (15,96 mg/100 g). Güneşer i wsp. [9] wykazali także obecność związków fenolowych w oleju, takich jak: rutyna (1,42 mg/100 g), hesperydyna (2,38 mg/100 g) czy kwas galusowy (1,62 mg/100 g). Związki te uznawane są powszechnie za naturalne antyoksydanty ze względu na obecność grupy hydroksylowej, która redukuje wolne rodniki. Ich obecność w oleju jest pożądana ze względu na właściwości prozdrowotne.

Przemysłowe metody produkcji oleju kukurydzianego do celów innych niż spożywcze

Drugą przemysłową metodą otrzymywania oleju kukurydzianego jest pozyskiwanie go jako wyrobu ubocznego w technologii bioetanolu, w której głównymi produktami są etanol i suchy wywar gorzelniczy (ang. *Dried Distillers Grains with Solubles*, DDGS). Produkcja bioetanolu jest gałęzią przemysłu o dużej dynamice rozwoju, np. w 2020 r. w USA produkcja bioetanolu wynosiła 52,2 mln m³ [32]. Technologia polega na odzyskiwaniu oleju po procesach fermentacji i destylacji alkoholu z wywarów pogorzelnicznych. Według opublikowanych patentów Cleantech Corporation [36] surowy olej pofermentacyjny otrzymuje się w procesach zateżniania i odwirowywania w podwyższonej temperaturze. Jest on surowcem do produkcji biopaliw i w wyniku reakcji transestryfikacji z metanolem otrzymuje się estry metylowe wyższych kwasów tłuszczowych [24]. Drugim zastosowaniem oleju pofermentacyjnego jest dodawanie go do pasz przy skarmianiu zwierząt [10], [12]. Jak podają Moreau i wsp. [17], olej pofermentacyjny charakteryzuje się zwiększoną zawartością wolnych kwasów tłuszczowych (11,21 ÷ 16,42 %, m/m), natomiast wolnych steroli jest w nim 0,6 ÷ 0,93 % (m/m). Podobne wartości odnotowali Winkler-Mosher i Breyer [35]. W ich badaniach całkowita zawartość fitosteroli w olejach kukurydzianych pofermentacyjnych otrzymanych poprzez odwirowanie z wywaru wynosiła 1870 ÷ 2020 mg/100 g. Jest to wartość wyższa w porównaniu z zawartością fitosteroli w oleju z zarodków, w którym jest ich 1490 mg/100 g. Moreau i wsp. [17] wykazali, że w olejach z zarodków kukurydzianych także zawartość tokoferoli jest mniejsza i oscyluje w granicach 90 ÷ 107,7 mg/100 g. Największą część frakcji tokoferoli stanowi γ -tokoferol – 49,5 ÷ 71,1 mg/100 g. Zbieżne wyniki otrzymali Winkler-Mosher i Breyer [35], którzy odnotowali, że zawartość tokoferoli w olejach pofermentacyjnych mieści się w przedziale 78,34 ÷ 105,69 g/100 g.

Inną ważną grupą związków są karotenoidy. Zdaniem Moreau i wsp. [17] ogólna zawartość karotenoidów w oleju otrzymanym z wywarów pogorzelnicznych wynosi

29,55 ÷ 40,53 mg/100 g i jest to wartość wyższa od zawartości karotenoidów występujących w olejach kukurydzianych otrzymanych z zarodków kukurydzy. Spośród karotenoidów występujących w olejach pofermentacyjnych najwięcej jest β -kryptoksantyny (10,26 ÷ 16,98 mg/100 g), luteiny (8,58 ÷ 9,28 mg/100 g) i zeaksantyny (5,56 ÷ 8,83 mg/100 g).

Karotenoidy odgrywają istotną rolę prozdrowotną, ponieważ gromadzą się w soczewce i siatkówce oka ludzkiego. Z wiekiem ilość antyoksydantów maleje i dochodzi do zwyrodnień siatkówki powodujących zaćmę [2, 3]. Dodatkowo Nishino [25] dowiódł, że luteina i zeaksantyna wykazują działanie przeciwnowotworowe *in vivo* na myszach.

Olej kukurydziany pofermentacyjny nie jest dotychczas produktem spożywczym, jednak warto podkreślić jego zalety, którymi są duża zawartość fitosteroli oraz karotenoidów, przez co w przyszłości może stać się źródłem pozyskiwania tych składników do celów spożywczych.

Enzymatyczne metody otrzymywania oleju kukurydzianego

Procesy enzymatyczne stają się coraz bardziej powszechne w badaniach nad otrzymywaniem olejów roślinnych oraz ich rafinacją. Olej kukurydziany również był przedmiotem takich badań. W 1994 r. Karlovic [11] prowadził badania nad ekstrakcją oleju kukurydzianego za pomocą enzymów i w ich wyniku otrzymał olej z 80-procentową wydajnością. Moreau i wsp. [20] uzyskali olej z zarodków mielonych na sucho z wydajnością 50 ÷ 60 %, jednak poprzedzenie ekstrakcji użyciem celulazy i proteazy umożliwiło otrzymanie oleju z wydajnością na poziomie 80 ÷ 90 %. W kolejnych badaniach Moreau i wsp. [23] zastosowali enzymy marek Mutifect GC i Celluclast, dzięki czemu otrzymali olej kukurydziany z wydajnością wyższą niż 90 %. Procesy enzymatyczne wdrożono także do odzysku oleju z kondensatów pogorzelnicznych (CCDS). Majoni i wsp. [14] badali kondensaty, w których zawartość tłuszczu wynosiła 18 ÷ 21 %. Przy użyciu proteazy uzyskali 64,9 ÷ 70,5 % oleju, a kolejne doświadczenia, w których zastosowali podwyższoną temperaturę, kwaśne środowisko oraz butanol jako rozpuszczalnik, umożliwiły zwiększenie tego uzysku do 85 %. Metody enzymatyczne nie są jednak powszechnie stosowane w przemyśle ze względu na wysoką cenę enzymów i ich wrażliwość na warunki procesów technologicznych.

Pozostałe metody otrzymywania oleju kukurydzianego

Poza przemysłowymi metodami produkcji oleju kukurydzianego w laboratoriach otrzymano olej na drodze ekstrakcji alkoholem lub heksanem całych ziaren kukurydzy. W oleju kukurydzianym z ziaren ekstrahowanych etanolem Moreau i Hiks [21] uzyskali 0,76 % (m/m) wolnych steroli, podczas gdy olej otrzymany poprzez ekstrakcję heksanem zawierał ich tylko 0,48 % (m/m). Ponadto badacze odnotowali, że w skład

oleju otrzymanego z całych ziaren wchodziły koniugaty poliamin, takie jak estry difeuloputrescyny (DFP) i p-kumarylo feruloputrescyny (CFP), których zawartość wynosiła odpowiednio: 0,66 % (m/m) i 0,18 % (m/m). Ich obecności nie stwierdzono w oleju pochodzącym z ekstrakcji zarodków kukurydzy. Jak zauważają autorzy, nieznanym jest mechanizm ich usuwania podczas rafinacji, więc należałoby rozważyć w przyszłości takie badania.

Eun-Ok i wsp. [7] są zdania, że koniugaty poliamin mogą wykazywać aktywność przeciwnowotworową i apoptyczny mechanizm na poziomie komórkowym. Z kolei Walters i wsp. [33] badali koniugaty poliamin, takie jak np. tri-p-kumarylospemidyna i zaobserwowali ich potencjalne działanie grzybobójcze.

Ekstrakcja heksanem i etanolem powodowała również różnice pod względem zawartości frakcji karetonoidów. Olej kukurydziany z całych ziaren otrzymany w wyniku ekstrakcji etanolem zawierał 32,45 mg karetonoidów w 100 g, co jest wartością wyższą w stosunku do oleju otrzymanego podczas ekstrakcji heksanem, czyli 6,07 mg karetonoidów w 100 g. Z kolei rafinacja oleju ekstrahowanego etanolem, która obejmowała dekoloryzację i deodoryzację, powodowała zmniejszenie zawartości karetonoidów do 0,23 mg/100 g [22].

Surowcem do produkcji oleju pozyskiwanego rozpuszczalnikiem w wyniku ekstrakcji są także otręby kukurydziane, a olej taki nazywa się „fiber corn oil”. Moreau i wsp. [18] charakteryzują profil kwasów tłuszczowych oleju z otręb jako zbliżony do profilu olejów kukurydzianych dostępnych komercyjnie. Zawiera on 54,55 % kwasu linolowego, 22,33 % kwasu oleinowego oraz 12,29 % kwasu palmitynowego. Olej kukurydziany z otręb kukurydzianych to przede wszystkim źródło fitosteroli pożądanych ze względów żywieniowych. Według badaczy olej ten zawiera 8709 mg fitosteroli w 100 g, które w niewielkim stopniu są usuwane w procesie rafinacji oleju. Zawartość fitosteroli po rafinacji wynosi 7939 mg/100 g oleju. Wśród frakcji steroli największy udział mają sitostanol (3246 mg/100 g) oraz sitosterol (2115 mg/100 g). Zaletą tego oleju jest zawartość fitosteroli 10-krotnie większa niż w olejach z zarodków kukurydzy. Rafinacja oleju wpływa nieznacznie na redukcję fitosteroli. W kolejnych badaniach Moreau i wsp. [22] ekstrahowali olej z otręb kukurydzianych heksanem i oznaczyli w nim 2,44 mg karotenoidów w 100 g, co jest wartością niższą w porównaniu z zawartością karetonoidów w olejach otrzymanych w wyniku ekstrakcji etanolem całych ziaren kukurydzy (32,4 mg/100 g).

Ekstrakcja oleju kukurydzianego może odbywać się również poprzez wyłukiwanie oleju za pomocą rozpuszczalnika z kukurydzianego materiału paszowego zwanego DDGS (ang. *Dried Distillers Grains with Solubles*). DDGS otrzymywany jest w procesie produkcji bioetanolu. Singh i Cheryan [29] wskazują na możliwość odzysku oleju przy użyciu bezwodnego etanolu jako rozpuszczalnika. Badaczki uzyskały frakcję tłuszczową z 50-procentową wydajnością.

Przedmiotem badań Majoni i Wanga [16] były osady gromadzące się na dnie zbiorników z kondensatami pogorzelnicznymi, których skład kwasów tłuszczowych był różny od składu kwasów tłuszczowych oleju kukurydzianego. Różnice wynikały z dużej zawartości kwasu palmitynowego – 34,4 % oraz kwasu oleinowego – 20,2 %, a mniejszej zawartości kwasu linolowego – 39,4 %. Ponadto osady z kondensatów charakteryzowały się dużą zawartością wolnych kwasów tłuszczowych, która wynosiła 38,3 %. Zawartość w osadzie substancji funkcjonalnych, takich jak fitosterole była również mniejsza niż w surowym oleju pofermentacyjnym i wynosiła 860 mg/100 g. Istotną różnicę zaobserwowano także pod względem zawartości wosków, których w osadzie było 250 mg/100 g. Poziom zawartości wosków był większy od zawartości wosków w surowym oleju kukurydzianym z zarodków (50 mg/100 g).

Innym sposobem ekstrakcji oleju z materiału roślinnego są metody, w których stosuje się dwutlenek węgla w stanie nadkrytycznym. Zaletą tych metod jest wyeliminowanie toksycznych rozpuszczalników. Jak podają Rónyai i wsp.[28], użycie CO₂ w stanie nadkrytycznym w połączeniu z etanolem, przy ciśnieniu 300 bar i w temp. 42 °C, pozwala na otrzymanie oleju z zarodków kukurydzy z wydajnością 45 ÷ 55 %. Tak otrzymany olej został pozytywnie oceniony pod względem smaku, zapachu i barwy. List i Fredrich [13] w doświadczeniu z użyciem CO₂ dowiedli, że zawartość tokoferoli w oleju jest zbliżona do zawartości tokoferoli w olejach otrzymanych w wyniku ekstrakcji heksanem i wynosi 120 ÷ 180 mg/100 g. Główną różnicą w przypadku stosowania CO₂ był poziom fosfolipidów w oleju, który wynosił 0,1 ÷ 0,3 mg/100 g, natomiast po ekstrakcji heksanem – 12 mg/100 g. Taylor i King [31] prowadzili badania nad frakcjonowaniem oleju kukurydzianego w warunkach zmiennego ciśnienia i temperatury. Otrzymali oleje o zawartości wolnych steroli w przedziale 1,13 ÷ 4,62 % oraz estrów ferulowych – 3,15 ÷ 19,85 %. Według Wanga i wsp. [34] pochodne kwasu ferulowego są związkami uznawanymi za naturalne antyoksydanty wpływające na stabilność oleju.

Podsumowanie

Kukurydza jest zbożem przemysłowym, które stanowi bogate źródło węglowodanów, zwłaszcza skrobi. Zawartość tłuszczu w ziarnach jest mała w porównaniu z innymi roślinami oleistymi, np. z rzepakiem czy soją. Olej kukurydziany należy do grupy olejów o podwyższonej wartości żywieniowej ze względu na dużą zawartość kwasów nienasyconych, wśród których największy udział ma kwas linolowy. Do istotnych cech oleju kukurydzianego należy duża zawartość fitosteroli, które odgrywają znaczącą rolę w profilaktyce układu sercowo-naczyniowego. Wśród omówionych olejów kukurydzianych najwięcej fitosteroli zawiera olej otrzymany z otrąb kukurydzianych. Drugą istotną grupę związków w oleju kukurydzianym stanowią karotenoidy, które są naturalnymi antyoksydantami. Z tej grupy związków w oleju kukurydzianym

najwięcej jest luteiny i zeaksantyny, których spożywanie zmniejsza ryzyko powstawania zaburzeń wzroku. Oleje odwirowywane z wywarów pogorzelnicznych odznaczają się zwiększoną zawartością tych związków.

Olej kukurydziany otrzymywany różnymi metodami charakteryzuje się zróżnicowaną zawartością substancji biologicznie aktywnych. Wybór metody produkcji umożliwia uzyskanie oleju o pożądanym składzie.

Praca została sfinansowana przez firmę Komagra Sp. z o.o.

Literatura

- [1] Asiedu J.J.: Processing Tropical Crops: A Technological approach. MacMillan, London 1989.
- [2] Beatty S., Chakravarthy U., Nolan J.M., Muldrew K.A., Woodside J.V., Denny F., Stevenson M.R.: Secondary outcomes in a clinical trial of carotenoids with coantioxidants versus placebo in early age-related macular degeneration. *J. Ophthalmol.*, 2013, 120 (3), 600-606.
- [3] Billsten H.H., Bhosale P., Yemelyanov A., Bernstein P.S., Polívka T.: Photophysical properties of xanthophylls in carotenoproteins from human retinas. *Photochem. Photobiol.*, 2003, 78 (2), 138-145.
- [4] Cantrell D.F., Winsness D.: Method of processing ethanol byproducts and related subsystems. USA. Patent US 2009, 7601858.
- [5] United States Department of Agriculture: U.S. Bioenergy Statistics. [on line]. USDA. Dostęp w Internecie [10.10.2021]: <https://www.ers.usda.gov/data-products/us-bioenergy-statistics>
- [6] Dufoure E.J.: Sterol and membranę dynamics. *J. Chem. Biol.*, 2008, 1, 67-77.
- [7] Eun-Ok K., Taeg-Kyu K., Sang-Won Ch.: Diferuloylputrescine, a predominant phenolic amide in corn barn, potently induces apoptosis in human leukemia U937 cells. *J. Med. Food*, 2014, 17 (5), 519-526.
- [8] García-Llatas G., Rodríguez-Estrada M.T.: Current and new insights on phytosterol oxides in plant sterol-enriched food. *Chem. Phys. Lipids*, 2011, 164, 607-624.
- [9] Güneşer B.A., Yilmaz E., Ok S.: Cold pressed versus refined winterized corn oils: Quality, composition and aroma. *Grases y Aceites*, 2017, 68 (2), #e194.
- [10] Hung Y.T., Hanson A.R., Urriola P.E., Johnston L.J., Kerr B.J., Shurson G.C.: Addition of tert-butylhydroquinone (TBHQ) to maize oil reduces lipid oxidation but does not prevent reductions in serum vitamin E in nursery pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 2019, 10, #51.
- [11] Karlovic D.J., Bocevska M., Jakolevic J., Turkulov J.: Corn germ oil extraction by a new enzymatic process. *Acta Alimentaria (Budapest)*, 1994, 23 (4), 382-400.
- [12] Kerr B.J., Dozier W.A. III, Shurson G.C.: Lipid digestibility and energy content of distillers' corn oil in swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, 2016, 94, 2900-2908.
- [13] List G.R., Friedrich J.P.: Oxidative stability of seed oil extracted with supercritical carbon dioxide. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1989, 66 (1), 98-101.
- [14] Majoni S., Wang T., Johnson L.A.: Enzyme treatments to enhance oil recovery from condensed corn distillers solubles. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2011, 88, 523-532.
- [15] Majoni S., Wang T., Johnson L.A.: Physical and chemical processes to enhance oil recovery from condensed corn distillers solubles. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2011, 88, 425-434.
- [16] Majoni S., Wang T.: Characterization of oil precipitate and oil extracted from condensed corn distillers solubles. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2010, 87, 205-213.

- [17] Moreau R.A., Hiks K.B., Johnston D.B., Laun N.P.: The composition of crude corn oil recovered after fermentation via centrifugation from a commercial dry grind ethanol process. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2010, 87, 895-902.
- [18] Moreau R.A., Lampi A.-M., Hiks K.B.: Fatty acid, phytosterol, and polyamine conjugate profiles of edible oils extracted from corn germ, corn fiber, and corn kernels. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2009, 86, 1209-1214.
- [19] Moreau R.A., Johnston D.B., Hiks K.B., Haas M.J.: 3-aqueous extraction of corn oil after fermentation in the dry grind ethanol process. *Green Vegetable Oil Processing*, 2014, 53-57.
- [20] Moreau R.A., Dickey L.C., Johnston D.B., Hicks K.B.: A process for the aqueous enzymatic extraction of corn oil from dry milled corn germ and enzymatic wet milled corn germ (E-Germ). *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2009, 86, 469-474.
- [21] Moreau R.A., Hiks K.B.: The composition of corn oil obtained by the alcohol extraction of ground corn. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2005, 82, 809-815.
- [22] Moreau R.A., Johnston D.B., Hicks K.B.: A comparison of level of lutein and zeaxanthin in corn germ oil, corn fiber oil and corn kernel oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2007, 84, 1039-1044.
- [23] Moreau R.A., Johnston D.B., Powell M.J., Hicks K.B.: A comparison of commercial enzymes for the aqueous enzymatic extraction of corn oil from corn germ. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2004, 81 (11), 1071-1075.
- [24] Moser B.R., Vaugh S.F.: Biodiesel from corn distillers dried grains with solubles: Preparation, evaluation, and properties. *Bioenerg. Res.*, 2012, 5, 439-449.
- [25] Nishino H.: Cancer prevention by natura carotenoids. *Cell. Biochem. Suppl.*, 1997, 27, 86-91.
- [26] Phillips K.M., Ruggio D.M., Toivo J.I., Swank M.A., Simpkins A.H.: Free and estridied sterol composition of edible oils and fats. *J. Food Compos. Anal.*, 2002, 15, 123-142.
- [27] Roberts J.E., Dennison J.: The photobiology of lutein and zeaxanthin in the eye. *J. Ophthalmol.*, 2015, #687173.
- [28] Rónyai E., Simándi B., Tömösközi S., Deák A., Weinbrenner Z.: Supercritical fluid extraction of corn germ with carbon dioxide – ethyl alcohol mixture. *J. Supercrit. Fluids*, 1998, 14, 75-81.
- [29] Singh N., Cheryan M.: Extraction of oil from corn distillers dried grains with solubles. *ASAE*, 1998, 41 (6), 1775-1777.
- [30] Szymańska R., Kruk J.: Fitosterole – występowanie i znaczenie dla człowieka. *Kosmos Problemy Nauk Biologicznych*, 2007, 56, 107-114.
- [31] Taylor S.L., King J.W.: Optimization of the extraction and fractionation of corn bran oil using analytical supercritical fluid instrumentation. *J. Chromatogr. Sci.*, 2000, 38, 91-94.
- [32] United States Department of Agriculture: World Corn Production. [on line]. USDA. Dostęp w Internecie [10.10.2021]: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>
- [33] Walters A., Meurer-Grimes B., Rovira I.: Antifungal activity of three spermidine conjugates. *FEMS Microbiology Letters*, 2001, 201, 255-258.
- [34] Wang T., Hicks K.B., Moreau R.: Antioxidant activity of phytosterols, oryzanol, and other phytosterol conjugates. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2002, 79, 1201-1206.
- [35] Winkler-Moser J.K., Breyer L.: Composition and oxidative stability of crude oil extracts of corn germ and distillers grains. *Ind. Crops Prod.*, 2011, 33, 572-578.
- [36] Winsness D., Cantrell D.F.: Method of freeing the bound oil present in whole stillage and thin stillage. USA. Patent US 2009, 7608.729.
- [37] Worthington R.E., Hitchcock H.L.: A method for the separation of seed oil steryl esters and free sterols: Application to peanut and corn oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1984, 61, 1085-1088.

CORN OIL PRODUCTION METHODS DETERMINING ITS CHEMICAL PROPERTIES

S u m m a r y

Corn oil is a rich source of bioactive compounds, including carotenoids and of unsaturated fatty acids, such as lipid alcohols, which include phytosterols and tocopherols. The corn oil production method determines the content of the above-mentioned compounds, and their amount depends on the initial preparation of plant material to extract oil. Corn grain contain $3.1 \div 5.7$ % of oil, the predominant amount of which is found in the seed embryo. Corn oil for food use is produced from seed embryos. Applied are such oil extracting methods as pressing and solvent extraction. Also, there are processes to produce oil from the whole corn seeds and corn bran, the properties of which vary because of the different levels of bioactive substances contained therein. Corn seeds are processed not only into edible oil, but also into bioethanol used as an additive to high-octane fuels. The production technology of bioethanol makes it possible to obtain crude post-fermentation corn oil, which is a by-product characterised by a higher content of phytosterols ($0.6 \div 0.93$ % w/w) and carotenoids ($29.55 \div 40.53$ mg/100 g). Until now, the post-fermentation crude oil is not used for food purposes, but only as a raw material for the production of biodiesel and as a feed additive. Its pro-health values are disregarded. Corn oil is characterised by varied composition and it is a potential source of biologically active substances.

Key words: corn grain, corn germs, corn bran, corn oil, extraction, pressing ☒

KAROLINA NOWOSAD, MONIKA SUJKA

WPLYW METODY SUSZENIA NA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWIUTLENIAJĄCE ZIELA BAZYLIJ, MIĘTY ORAZ PIETRUSZKI

Streszczenie

Surowce zielarskie towarzyszą człowiekowi od zarania dziejów. W związku z gwałtownym rozwojem przemysłu chemicznego zioła straciły na znaczeniu jako leki. Obecnie powraca zainteresowanie ziołami w lecznictwie oraz w profilaktyce wielu chorób. Świeże surowce zielarskie są nietrwałe ze względu na dużą zawartość wody (80 ÷ 90 %). Najbardziej rozpowszechnioną metodą ich utrwalania jest suszenie. Stosowane są zarówno metody naturalne, jak i termiczne. Rzadziej stosowane jest suszenie dielektryczne oraz z użyciem promieniowania podczerwonego. Wpływ procesu suszenia na zawartość związków biologicznych nie jest jednoznaczny i zależy od surowca zielarskiego, dlatego ważny jest dobór odpowiedniej metody i parametrów pozwalających na wysoką retencję związków czynnych. W pracy dokonano oceny wpływu sposobu suszenia (liofilizacji, suszenia konwekcyjnego w temp. 50 °C, suszenia naturalnego) na właściwości przeciwutleniające łądyg z liśćmi: bazylii, mięty i pietruszki. Najwyższą aktywność przeciwutleniającą wyznaczoną na podstawie zdolności do redukcji jonów żelaza (FRAP) wykazywały ekstrakty wodne mięty suszonej metodą sublimacyjną i wynosiła ona 3825 mM Fe²⁺/g s.m. W przypadku metody z rodnikiem DPPH[•] najwyższą aktywność antyrodnikową wykazywały ekstrakty wodne z liofilizowanej bazylii (72 %). Spośród świeżych ziół najniższą aktywnością przeciwutleniającą, oznaczoną zarówno metodą FRAP, jak i z rodnikiem DPPH[•], charakteryzowała się pietruszka (odpowiednio 135 mM Fe²⁺/g s.m. oraz 3 %).

Słowa kluczowe: rośliny zielarskie, suszenie, właściwości przeciwutleniające, bazylia, mięta, pietruszka

Wprowadzenie

Rośliny zielarskie cenione są za właściwości smakowo-zapachowe oraz lecznicze. W zależności od celu użycia dzieli się je na: lecznicze, przyprawowe, olejkodajne i barwierskie [27].

Świeża natka pietruszki (*Petroselinum crispum*) jest bogatym źródłem witaminy C. W medycynie naturalnej stosuje się ją jako środek regulujący pracę nerek. Ma dzia-

*Mgr inż. K. Nowosad, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywności Człowieka, dr hab. Monika Sujka, prof. UP, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin.
Kontakt: monika.sujka@up.lublin.pl*

łanie moczopędne, stosowana wewnętrznie działa oczyszczająco na skórę [20, 25]. Pietruszka należy do ziół niskokalorycznych (36 kcal/100 g). Jej liście nie zawierają cholesterolu i tłuszczów, ale są bogate w przeciwutleniacze, składniki odżywcze, składniki mineralne i błonnik pokarmowy. Pietruszka jest również bogatym źródłem olejków eterycznych, np. mirystycyny, limonenu, eugenolu i α -tujenu. Eugenol znajdujący się w tym ziele ma zastosowanie terapeutyczne w stomatologii jako środek znieczulający i antyseptyczny. Dodatkowo obniża on poziom cukru we krwi u diabetyków. Pietruszka bogata jest w przeciwutleniacze flawonoidowe składające się z apiiny, apigeniny, chrysoeriolu i luteoliny [3].

Mięta (*Mentha piperita* L.) od wieków używana jest jako środek pobudzający apetyt, chłodzący i kojący. Liście mięty pieprzowej pobudzają wydzielanie soków trawiennych, mają działanie przeciwwymiotne, przeciwkrwotoczne oraz żółciopędne i żółciotwórcze [22]. Do składników fenolowych liści mięty należą kwas rozmarynowy i kilka flawonoidów, przede wszystkim eriocytyna, luteolina i hesperydyna. Głównymi składnikami lotnymi olejku eterycznego są mentol i menton. *In vitro* mięta pieprzowa ma działanie przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe, silne działanie przeciwutleniające i przeciwnowotworowe oraz pewien potencjał antyalergiczny. Badania na modelach zwierzęcych wykazują działanie przeciwbólowe i znieczulające w ośrodkowym i obwodowym układzie nerwowym, działanie immunomodulujące i potencjał chemoprewencyjny. Prowadzone są również badania kliniczne nad wpływem olejku miętowego na objawy zespołu jelita drażliwego (IBS) [5].

Bazylija (*Ocimum basilicum*) to jedna z ważniejszych roślin uprawnych zawierająca olejki eteryczne, a także polifenole, w tym fenole, flawonoidy i kwasy fenolowe [1]. Jest ona stosowana w łagodnych zaburzeniach trawiennych, wzdęciach, zmniejszonej tolerancji na tłuszcze i białka oraz przy niedoborze soku żołądkowego [2]. Tradycyjnie stosowana jest również przy problemach z nerkami, jako środek hemostaticzny przy porodzie, bólach ucha, zaburzeniach miesiączkowania, artretyzmie, anoreksji, leczeniu przeziębienia i malarii. Bazylija wykazuje pozytywne działanie przeciwko infekcjom wirusowym, grzybiczym i bakteryjnym. Najważniejsze zastosowania farmakologiczne bazylii wykorzystują jej aktywność przeciwnowotworową i przeciwdrobnoustrojową, działanie przeciwzapalne, immunomodulujące, przeciwstresowe, przeciwcukrzycowe, przeciwgorączkowe, przeciwartretyczne i przeciwzapalne [1, 2].

Świeżo zebrane zioła i przyprawy charakteryzują się dużą wilgotnością oraz zawierają liczne mikroorganizmy, dlatego należy je niezwłocznie utrwalić, aby zapobiec obniżeniu ich jakości biologicznej [26, 17].

Najczęściej stosowaną metodą utrwalania jest suszenie. Ma ono na celu zmniejszenie zawartości wilgoci, a przez to aktywności wody. W konsekwencji następuje zahamowanie rozwoju drobnoustrojów oraz wydłużenie okresu przydatności do spożycia. Suszenie obniża również koszty procesu produkcyjnego poprzez zminimalizowa-

nie zapotrzebowania na opakowania oraz zmniejszenie masy przesyłki [14]. Najstarszą metodą utrwalania ziół jest suszenie naturalne, nazywane też powietrznym. Polega ono na wykorzystaniu naturalnego ruchu powietrza w panującej w danym momencie temperaturze otoczenia. W trakcie suszenia naturalnego przebieg procesu zależy od czynników zewnętrznych – zawartości pary wodnej w powietrzu i temperatury powietrza. Surowiec może być suszony w sposób naturalny na otwartej przestrzeni lub też w specjalnie do tego celu przeznaczonych pomieszczeniach [12].

Najczęściej stosowane jest suszenie konwekcyjne i kontaktowe. Do rzadziej używanych metod zalicza się suszenie sublimacyjne, suszenie za pomocą promieniowania podczerwonego czy prądu o wysokiej częstotliwości [24]. W suszeniu konwekcyjnym ciepło doprowadzane jest za pomocą czynnika suszącego, który odprowadza jednocześnie wilgoć na zewnątrz [18]. W suszeniu kontaktowym ciepło przekazywane jest do materiału suszonego przez bezpośrednie zetknięcie się tego typu materiału z powierzchnią wymiennika ciepła [19]. Z kolei suszenie sublimacyjne polega na odparowaniu wody z suszonego produktu bezpośrednio z fazy stałej z pominięciem fazy ciekłej [13]. Suszenie za pomocą promieniowania podczerwonego skraca czas procesu, dzięki przekazywaniu materiałowi znacznie większej ilości ciepła w jednostce czasu niż w przypadku metod konwencjonalnych. Ze względu na duże zużycie energii koszty tego typu suszenia są jednak stosunkowo wysokie [19]. Suszenie dielektryczne odbywa się za pomocą prądu o wysokiej częstotliwości. Metoda ta stosowana jest do surowców, które wykazują właściwości dielektryczne, czyli np. jabłka, pomarańcze czy chleb pszenny [19].

Celem pracy była ocena wpływu sposobu suszenia na właściwości przeciwutleniające wybranych ziół (pietruszki, mięty i bazylii).

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły świeże zioła doniczkowe zakupione w supermarkecie: pietruszka naciowa (*Petroselinum crispum*), mięta (*Mentha piperita* L.), bazylija (*Ocimum basilicum* L.). Wybór ziół został podyktowany częstym ich wykorzystywaniem przez konsumentów. Do czasu eksperymentu zioła były przechowywane w temp. 20 ± 2 °C, w miejscu ze stałym dostępem do promieniowania słonecznego, zgodnie z zaleceniami producenta. Bezpośrednio przed suszeniem zrywano zdrowe, jednorodne pod względem barwy łodygi (o długości $20 \div 25$ cm) wraz z liśćmi. Zioła były zrywane przed kwitnieniem. Proces suszenia przeprowadzano trzema metodami:

- łodygi z liśćmi układano na białych kartkach papieru w laboratoryjnej suszarce konwekcyjno-owiewowej (SUP-65W, WAMED, Warszawa, Polska) i suszono w temp. 50 °C przez 1 dobę,

- łądygi z liśćmi cięto na krótsze fragmenty, umieszczano w metalowych koszyczkach i suszono w liofilizatorze Labconco (Labconco Co., USA) w temp. $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i przy ciśnieniu 133×10^{-3} mbar przez 3 doby,
- łądygi z liśćmi zawieszano swobodnie w miejscu z ograniczonym dostępem światła oraz łatwą wymianą powietrza i suszono w temp. $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ („suszenie naturalne”) przez 7 dób.

W każdym przypadku starano się tak dobierać czas suszenia, aby surowce uzyskiwały zbliżoną zawartość wody (ok. 10 %).

W próbkach oznaczano zawartości polifenoli ogółem oraz właściwości przeciwutleniające metodą FRAP i z rodnikiem DPPH[•].

Do oznaczania zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej przygotowywano wodne ekstrakty z roślin. W tym celu świeże zioła (próba kontrolna) miażdżono w moździerzu, natomiast suszone – mielono w młynku laboratoryjnym IKA A11 basic (IKA Poland Sp. z o.o., Polska). Do zlewki odważano 0,5 g (z dokładnością do 0,001 g) ziół i zalewano 50 cm^3 wody destylowanej o temp. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zioła zaparzano przez 10 min, a następnie próbkę przelewano przez sącdek bibułowy wyłożony watą w celu uniknięcia dalszej ekstrakcji składników. Gotowe ekstrakty chłodzono do temp. $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ i przesączano przez sącdek bibułowy. Ekstrakty do oznaczeń wykonano w czterech powtórzeniach.

Oznaczanie zawartości suchej masy wykonywano za pomocą wagosuszarki (WPS, 50SX, RADWAG, Polska). Naważkę ziół o masie ok. 1 g rozprowadzano równomiernie na szalce wagosuszarki i suszono w temp. $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ do stałej masy w trybie procentowego wyznaczania suchej masy. Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach.

Ogólną zawartość polifenoli w ekstraktach oznaczano metodą z odczynnikiem Folina-Ciocalteu’a, wynik odczytywano z krzywej wzorcowej sporządzonej na podstawie absorbancji roztworów kwasu galusowego o stężeniu w zakresie $10 \div 80\text{ }\mu\text{g}/\text{cm}^3$ i wyrażano w mg kwasu galusowego na 1 g s.m. ziół [16]. Oznaczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach.

Do oznaczania aktywności przeciwutleniającej ekstraktów na podstawie zdolności do redukcjonowania jonów żelaza zastosowano metodę FRAP, którą opisali Benzie i wsp. [7]. Aktywność przeciwutleniającą wyrażano jako ilość jonów żelaza(II) powstałych w wyniku redukcji jonów żelaza(III). Stężenia jonów żelaza w naparze wyrażano w mM Fe^{2+}/g s.m. ziół. Korzystano z krzywej wzorcowej przygotowanej dla wodnych roztworów zawierających jony Fe^{2+} w zakresie stężenia $100 \div 1000\text{ }\mu\text{M}/\text{dm}^3$. Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach.

Oznaczanie aktywności przeciwutleniającej ekstraktów wykonywano także przy użyciu rodnika DPPH[•] (2,2-difenyl-1-pikrylohydrazyl) metodą, którą opisali Budryn i Nebesny [9]. Zmiany zawartości rodnika DPPH[•] rejestrowano spektrofotometrycznie

po 10-minutowej inkubacji z badanymi ekstraktami przy długości fali $\lambda = 517$ nm. Procent inhibicji rodnika DPPH^{*} świadczący o wydajności antyrodnikowej polifenoli zawartych w badanych roztworach obliczano z równania:

$$\%AA = 100 \times \left(\frac{A_0 - A_t}{A_0} \right)$$

gdzie: A_0 – absorbancja próbki kontrolnej (roztwór DPPH^{*}), A_t – absorbancja próbki badanej (mieszanka ekstraktu i DPPH^{*}).

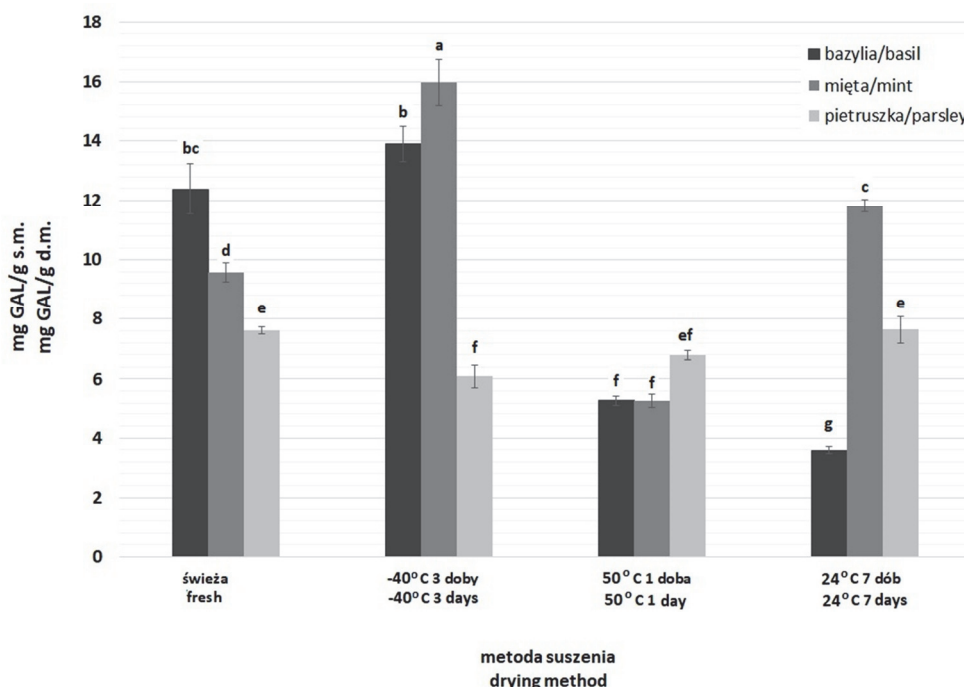
Oznaczenie wykonano w trzech powtórzeniach.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej w programie Statistica 6.0 PL. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya ($p < 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Na rys. 1. przedstawiono zależność między sposobem suszenia a zawartością polifenoli ogółem w analizowanych ziołach w przeliczeniu na kwas galusowy [mg GAL/g s.m.]. W przypadku świeżych ziół największą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowała się bazylia (13 mg GAL/g s.m.), natomiast najmniejszą – pietruszka (7 mg GAL/g s.m.). Najefektywniejszą metodą suszenia bazylii i mięty była liofilizacja. Ziele bazylii suszone tą metodą charakteryzowało się zawartością polifenoli porównywalną ze świeżą rośliną (blisko 14 mg GAL/g s.m.). W przypadku mięty stwierdzono wzrost zawartości omawianych związków z ok. 10 mg GAL/g s.m. do ok. 16 mg GAL/g s.m. Najmniej polifenoli ogółem zawierała bazylia suszona naturalnie (ok. 4 mg GAL/g s.m.) oraz mięta i bazylia suszone konwekcyjnie w temp. 50 °C (5 mg GAL/g s.m.). W przypadku pietruszki liofilizacja spowodowała niewielki ubytek polifenoli ogółem, a suszenie konwekcyjne i naturalne nie wpłynęły na ilość badanych związków w suszu. Suszenie sublimacyjne minimalizuje degradację związków wrażliwych na działanie wysokiej temperatury, takich jak polifenole, ponieważ odwodnienie materiału roślinnego odbywa się w niskiej temperaturze. Ponadto liofilizacja zwiększa zdolność ekstrakcji związków fenolowych z suszonych ziół, ponieważ kryształki lodu powstające w matrycy próbki mogą uszkadzać strukturę komórkową, co umożliwia uwolnienie składników komórkowych i zwiększenie ich dostępności dla rozpuszczalnika [23]. Wprawdzie Hossain i wsp. [15] wykazali, że więcej związków polifenolowych (45 mg GAL/g s.m.) zawierała bazylia suszona metodą konwekcyjną w temp. 24 °C niż suszona metodą sublimacyjną, ale Orphanides i wsp. [23] potwierdzili, że metoda sublimacyjna pozwala na uzyskanie suszu mięty o największej zawartości polifenoli i najwyższej aktywności przeciwutleniającej. Również susz otrzymany tradycyjną metodą suszenia w temp. 24 °C zawierał o 19 % więcej polifenoli ogółem niż świeże zioła. Podobnie Arslan i wsp. [4] odnotowali, że analogicznie zawartość polifenoli

ogółem w mięcie pieprzowej suszonej metodą sublimacyjną była większa o 16 % niż w mięcie świeżej. Autorzy tłumaczyli taką zależność uwolnieniem przeciwutleniaczy z matrycy, spowodowanym naruszeniem jej struktury w wyniku suszenia, co przyczyniło się do wzrostu oznaczanego poziomu polifenoli. Hossain i wsp. [15] wskazali dodatkowo na możliwość degradacji enzymatycznej polifenoli w świeżych próbkach, co doprowadza do zmniejszenia ich ilości w porównaniu z suszonymi ziołami. W przypadku pietruszki tendencję do zmniejszania zawartości polifenoli ogółem w czasie suszenia mikrofalowego i konwekcyjnego zauważyli Śledź i wsp. [29]. W doświadczeniu przeprowadzonym przez tych autorów ubytek polifenoli ogółem wyniósł 7 %.



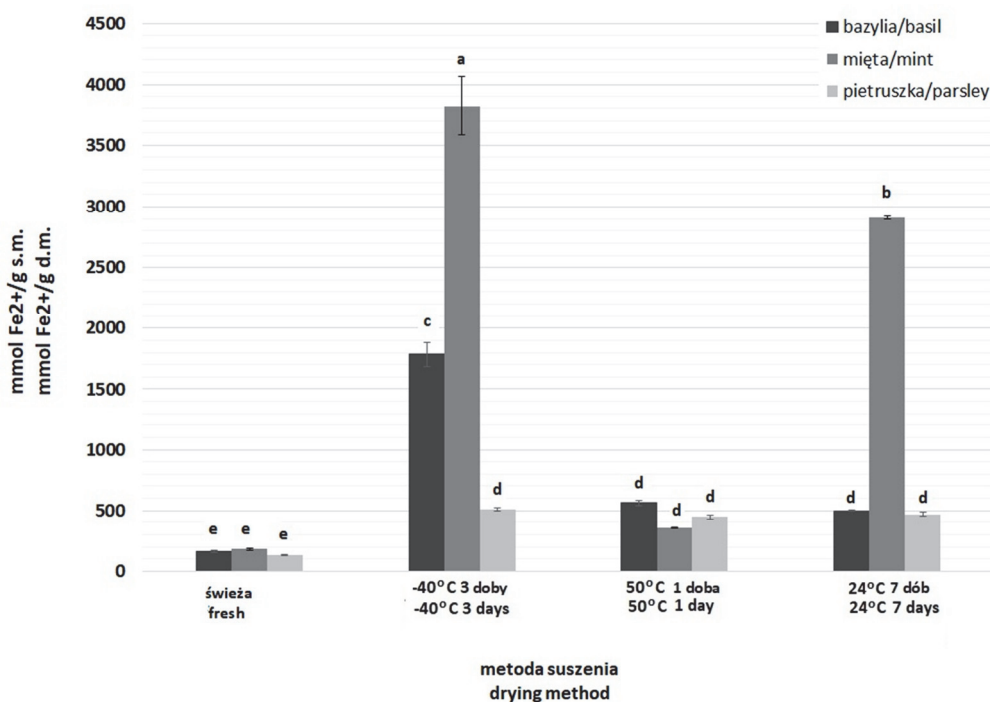
Objaśnienia / Explanatory notes:

Na rysunku przedstawiono wartości średnie (w postaci słupków) i odchylenia standardowe (w postaci odcinków) / Figure shows mean values (bars) and standard deviations (line segments). a, b... – wartości średnie oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Rys. 1. Zawartość polifenoli ogółem w przeliczeniu na kwas galusowy w świeżym i suszonym ziele mięty, bazylii i pietruszki

Fig. 1. Total content of polyphenols in fresh and dried herbs of mint, basil and parsley, and expressed as gallic acid equivalent

Aktywność przeciwutleniającą badanych ziół wyznaczoną na podstawie zdolności do redukcji jonów żelaza (FRAP) przedstawiono na rys. 2. Duża zawartość polifenoli ogółem w mięcie liofilizowanej może decydować o jej wysokiej aktywności przeciwutleniającej. Ziele mięty suszone tą metodą charakteryzowało się znacznie wyższą aktywnością przeciwutleniającą (3825 mM Fe²⁺/g s.m.) od ziół suszonych pozostałymi metodami oraz od świeżego surowca. Odnotowano również znaczny wzrost aktywności przeciwutleniającej mięty suszonej naturalnie w porównaniu ze świeżym materiałem, był on jednak niższy niż mięty liofilizowanej. Zaobserwowano ponad 10-krotnie mniejszą zdolność przeciwutleniającą mięty suszonej konwekcyjnie w temp. 50 °C (354 mM Fe²⁺/g s.m.) niż suszu sublimacyjnego tego zioła. Najniższą zdolnością przeciwutleniającą pietruszki charakteryzowało się świeże ziele (135 mM Fe²⁺/g s.m.). Niezależnie od zastosowanej metody suszenia uzyskano bardzo zbliżone wyniki aktywności przeciwutleniającej pietruszki – ok. 500 mM Fe²⁺/g s.m.

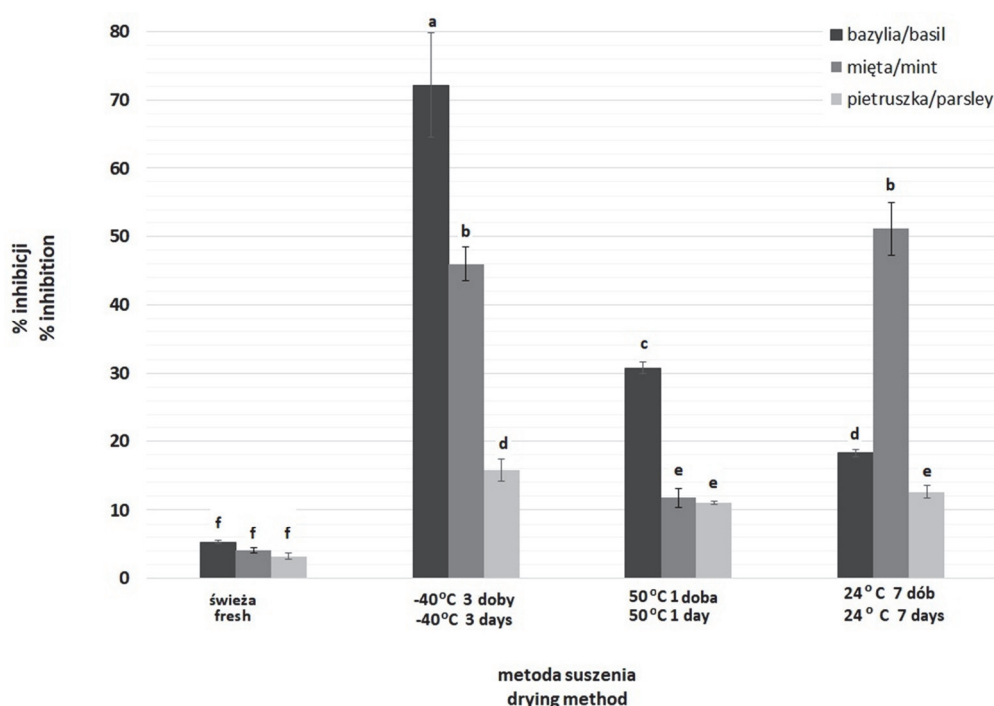


Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 2. Aktywność przeciwutleniająca FRAP świeżego i suszonego ziele bazylii, mięty oraz pietruszki w zależności od sposobu suszenia

Fig. 2. Antioxidant activity (FRAP) of fresh and dried herbs of basil, mint and parsley depending on drying method

Właściwości przeciwutleniające świeżych i suszonych ziół oceniono również metodą z rodnikiem DPPH^{*} (rys. 3). Ekstrakty ze świeżych ziół nie różniły się między sobą istotnie stopniem inhibicji rodnika, który mieścił się w zakresie 3 ÷ 5 %. Najwyższą aktywnością przeciwrodnikową charakteryzował się susz sublimacyjny bazylii (72 %). Nie stwierdzono istotnych różnic między aktywnością przeciwrodnikową ziela mięty suszonej w liofilizatorze i metodą naturalną (odpowiednio: 46 i 51 %). W przypadku pietruszki najwyższy stopień inhibicji rodnika wykazywały ekstrakty z ziela suszonego sublimacyjnie (blisko 16 %).



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca (DPPH^{*}) świeżego i suszonego ziela bazylii, mięty oraz pietruszki w zależności od sposobu suszenia

Fig. 3. Antioxidant activity (DPPH^{*}) of fresh and dried herbs of basil, mint, and parsley depending on drying method

Porównanie różnych metod suszenia prowadzi do wniosku, że zioła suszone w temp. 50 °C cechowała najniższa aktywność przeciwutleniająca. Na zmiany potencjału przeciwutleniającego spowodowane działaniem wysokiej temperatury mają wpływ znaczące straty witamin (zwłaszcza witaminy C) [11]. Zdolność do neutralizacji wolnych rodników jest związana z dużą zawartością związków polifenolowych

[11], co w badaniach własnych potwierdzono w przypadku mięty. Hossain i wsp. [15] wykazali, że bazylia suszona w temp. 24 °C charakteryzowała się wyższą aktywnością antyrodnikową (oznaczoną metodą FRAP) niż bazylia suszona metodą próżniową oraz bazylia liofilizowana. Najmniejszą zdolnością do chelatowania jonów żelaza odznaczała się bazylia świeża. Podobne tendencje w odniesieniu do mięty odnotowali wcześniej Orphanides i wsp. [23]. W badaniach tych autorów najwyższą aktywność przeciwutleniającą przejawiał susz sublimacyjny, niższą – rośliny suszone naturalnie, a najniższą – suszone w suszarce konwekcyjnej.

Rozbieżności w wynikach pomiaru aktywności przeciwutleniającej ziół otrzymanych obiema metodami mogą wynikać z różnic szybkości przebiegu reakcji w czasie trwania analiz. W metodzie FRAP reakcja przebiega szybciej ze względu na udział jonów żelaza, zaś w metodzie rodnikowej z DPPH^{*} – wolniej. Oznacza to, że otrzymany wynik odzwierciedla obecność tylko części reaktywnych składników przeciwutleniających obecnych w próbce. Stąd metoda FRAP uwzględnia najwięcej składników przeciwutleniających, zaś metoda z DPPH^{*} – tylko część najbardziej reaktywnych, dlatego wartości uzyskane tą metodą są niższe. Metoda FRAP i DPPH^{*} są metodami uzupełniającymi się [6]. Powodem uzyskania odmiennych wyników po zastosowaniu każdej z metod może być również rodzaj rozpuszczalnika użytego do przygotowania ekstraktów roślinnych. Jak wykazali Kuźma i wsp. [21], najefektywniejszym ekstraktem w metodzie chelatowania jonów żelaza z liści pietruszki jest woda, natomiast w metodzie z rodnikiem DPPH^{*} – metanol o stężeniu 80 %, dlatego użycie w tym przypadku wody jako rozpuszczalnika mogło spowodować uzyskanie niższych wartości.

Wzrost popytu konsumentów na produkty nisko przetworzone wymusza doskonalenie metod suszenia. Suszenie powinno być prowadzone ostrożnie, aby w maksymalnym stopniu zachować smak, zapach, barwę, wygląd, jak również wartość odżywczą poddanych temu procesowi surowców. Oprócz zagadnień jakościowych ważnym aspektem efektywności suszenia jest ocena wydajności procesu [17]. W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się innowacyjnym technikom suszenia materiału roślinnego, a także technikom wstępnej obróbki ziół przed suszeniem (np. z udziałem pulsacyjnego pola elektrycznego czy ultradźwięków) w celu zwiększenia efektywności procesu. Bada się również możliwości zastosowania łącznie dwóch lub więcej metod suszenia, czyli tzw. suszenie hybrydowe (np. z wykorzystaniem pompy ciepła, wspomaganie energią słoneczną, mikrofalowo-próżniowe, z wykorzystaniem fal radiowych czy podczerwieni) [30]. Na przykład Śledź i wsp. [28] zastosowali suszenie mikrofalowo-konwekcyjne bazylii, lubczyku, mięty, oregano, pietruszki i rukoli. W przypadku suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego zawartość polifenoli ogółem była większa niż w niniejszej pracy – w mięcie wyniosła 64,42 mg/g s.m, a w bazylii – 29,74 mg/g s.m. Z kolei pietruszka zawierała najmniej polifenoli – 23,88 mg/g s.m. Buśić i wsp. [10]

ocenili potencjał zastosowania CO₂ do suszenia bazylii jako alternatywy dla technik konwencjonalnych. Na podstawie uzyskanych wyników wymienieni autorzy uznali liofilizację za technikę suszenia najbardziej odpowiednią dla zachowania barwy, zawartości olejków eterycznych, związków bioaktywnych i zdolności przeciwutleniającej bazylii. Dłuższy czas suszenia z użyciem CO₂ (4 h) powodował zmniejszenie zawartości polifenoli i zdolności przeciwutleniającej bazylii. Badacze stwierdzili następnie, że zastosowanie krótszego czasu suszenia z CO₂ (2 lub 3 h) i ciśnienia 80 ÷ 100 bar w temp. 40 °C może być dobrą alternatywą dla liofilizacji bazylii.

Wnioski

1. Sposób suszenia miał wpływ na zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniającą ziół, jednak nie był on jednoznaczny i zależał od gatunku surowca zielarskiego.
2. Spośród badanych suszy ziołowych największą zawartością polifenoli ogółem oraz najwyższą aktywnością przeciwutleniającą (oznaczoną metodą FRAP) charakteryzowała się mięta liofilizowana. W przypadku tego zioła również suszenie naturalne (w temp. 24 °C) pozwoliło na uzyskanie suszu o dużej zawartości polifenoli ogółem i wysokiej aktywności przeciwutleniającej.
3. Temperatura 50 °C w suszeniu konwekcyjnym oraz długi czas suszenia (suszenie naturalne) powodowały większą degradację substancji czynnych, szczególnie w przypadku bazylii.

Literatura

- [1] Abramovic H., Abram V., Cuk A., Ceh B., Smole-Mozina S., Vidmar M., Ulrih N.: Antioxidative and antibacterial properties of organically grown thyme (*Thymus* sp.) and basil (*Ocimum basilicum* L.). *Turk. J. Agric. For.*, 2018, 42 (3), 185-194.
- [2] Ademiluyi A., Oyeleye S., Oboh G.: Biological activities, antioxidant properties and phytoconstituents of essential oil from sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Com. Clin. Path.*, 2016, 25 (1), 169-176.
- [3] Ajmera P., Kalani S., Sharma L.: Parsley-benefits and side effects on health. *Int. J. Physiol.*, 2019, 4 (1), 1236-1242.
- [4] Arslan D., Özcan M., Mengeş H.: Evaluation of drying methods with respect to drying parameters, some nutritional and colour characteristics of peppermint (*Mentha x piperita* L.). *Energy Convers. Manag.*, 2010, 51 (12), 2769-2775.
- [5] Baron E.P.: Medicinal properties of cannabinoids, terpenes, and flavonoids in cannabis, and benefits in migraine, headache, and pain: An update on current evidence and cannabis science. *Headache*, 2018, 58 (7), 1139-1186.
- [6] Bartoń H., Fołta M., Zachwieja Z.: Zastosowanie metody FRAP, ABTS i DPPH w badaniu aktywności antyoksydacyjnej produktów spożywczych. *Nowiny Lekarskie*, 2005, 74 (4), 510-513.
- [7] Benzie I., Strain J.: Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant

- power and ascorbic acid concentration. *Methods Enzymol.*, 1999, 299, 15-27.
- [8] Bower A., Marquez S., de Mejia E.: The health benefits of selected culinary herbs and spices found in the traditional Mediterranean diet. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2016, 56 (16), 2728-2746.
- [9] Budryn G., Nebesny E.: Antioxidant properties of Arabica and Robusta coffee extracts prepared under different conditions. *Deutsch. Lebensmitt.-Rundsch.*, 2008, 104 (2), 69-78.
- [10] Bušić A., Vojvodić A., Komes D., Akkermans C., Belščak-Cvitanović A., Stolk M., Hofland G.: Comparative evaluation of CO₂ drying as an alternative drying technique of basil (*Ocimum basilicum* L.) – The effect on bioactive and sensory properties. *Food Res. Int.*, 2014, 64, 34-42.
- [11] Capecka E., Mareczek A., Leja M.: Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species. *Food Chem.*, 2005, 93 (2), 223-226.
- [12] Chua L., Chong C., Chua B., Figiel A.: Influence of drying methods on the antibacterial, antioxidant and essential oil volatile composition of herbs: A review. *Food Bioproc. Technol.*, 2019, 12 (3), 450-476.
- [13] Feshchenko H., Oleshchuk O., Lukanyuk M., Feshchenko B.: Investigation of phenolic compounds content in *Chamerion angustifolium* L. herb freeze-dried extract. *J. Pharm. Innov.*, 2017, 6 (3), 40-43.
- [14] Hamrouni-Sellami I., Rahali F., Rebey I., Bourgou S., Limam F., Marzouk B.: Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioproc. Technol.*, 2013, 6 (3), 806-817.
- [15] Hossain M., Barry-Ryan C., Martin-Diana A., Brunton N.: Effect of drying method on the antioxidant capacity of six *Lamiaceae* herbs. *Food Chem.*, 2010, 123 (1), 85-91.
- [16] ISO 14502-1:2005. Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent.
- [17] Jin W., Mujumdar A., Zhang M., Shi W.: Novel drying techniques for spices and herbs: A review. *Food Eng. Rev.*, 2018, 10 (1), 34-45.
- [18] Karima N., Jasur S., Shaxnoza S.: Storage biologically active substances by convection drying food and medicinal plants. *J. Food Processing Technol*, 2016, 7 (7), #599.
- [19] Karwowska K., Przybył J.: *Suszarstwo i przetwórstwo ziół*. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [20] Kudełka W., Kosowska A.: Składniki przypraw i ziół przyprawowych determinujące ich funkcjonalne właściwości oraz ich rola w żywieniu człowieka i zapobieganiu chorobom. *Zesz. Nauk. UEK*, 2018, 781, 83-111.
- [21] Kuźma P., Drużyńska B., Obiedziński M.: Optimization of extraction conditions of some polyphenolic compounds from parsley leaves (*Petroselinum crispum*). *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2014, 13 (2), 145-154.
- [22] Marakuza B.: *Przyprawy z całego świata*. Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010.
- [23] Orphanides A., Goulas V., Gekas V.: Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech J. Food Sci.*, 2013, 31 (5), 509-513.
- [24] Orphanides A., Goulas V., Gekas V.: Drying technologies: Vehicle to high-quality herbs. *Food Eng. Rev.*, 2016, 8 (2), 164-180.
- [25] Papuc C., Predescu C., Nicorescu V., Stefan G., Nicorescu I.: Antioxidant properties of a parsley (*Petroselinum crispum*) juice rich in polyphenols and nitrites. *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, 2016, 4 (Special Issue), 114-118.
- [26] Przeor M., Flaczyk E.: Porównanie wartości przeciwutleniającej przypraw ziołowych stosowanych w kuchni polskiej i suszu liści morwy białej. *Postępy Tech. Przetw. Spoż.*, 2014, 1, 56-60.
- [27] Shakya A.: Medicinal plants: Future source of new drugs. *Int. J. Herb. Med.*, 2016, 4 (4), 59-64.
- [28] Śledź M., Nowacka M., Wiktor A., Witrowa-Rajchert D.: Selected chemical and physico-chemical properties of microwave-convective dried herbs. *Food Bioprod. Process.*, 2013, 91(4), 421-428.
- [29] Śledź M., Witrowa-Rajchert D.: Zmiany zawartości chlorofilu oraz polifenoli podczas przechowy-

- wania suszonych mikrofalowo-konwekcyjnie liści pietruszki. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol., 2012, 570, 97-106.
- [30] Jin W., Mujumdar A.S., Zhang M., Shi W.: Novel drying techniques for spices and herbs: A review. Food Eng. Rev., 2018, 10 (1), 34-45.

EFFECT OF DRYING METHOD ON ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BASIL, MINT AND PARSLEY HERB

S u m m a r y

Herbal raw materials have accompanied humans since the dawn of time. Owing to the rapid development of chemical industry, herbs have lost their importance as medicines. Currently there is a renewed interest in herbs applied to treat and prevent many diseases. Fresh herbal raw materials are unstable because of the high water content (80 ÷ 90 %). The most common method of preservation is drying. There are applied both the natural and the thermal methods. Dielectric and infrared drying are used less frequently. The effect of drying process on the content of biological compounds is inconclusive and it depends on the herbal material, therefore it is important to choose an appropriate method and parameters to enable a high retention of active compounds. The objective of the research study was to assess the effect of drying method (freeze-drying, convection drying at 50 °C, natural drying) on antioxidant properties of stems and leaves of basil, mint and parsley. Determined on the basis of the ability to reduce iron ions (FRAP), the highest antioxidant activity was reported in the case of water extracts of the freeze-dried mint, and it was 3825 mM Fe²⁺/g d.m. As for the DPPH[•] free radical method, the highest anti-radical activity was reported in the case of water extracts of freeze-dried basil (72 %). Of the fresh herbs, parsley was reported to have the lowest antioxidant activity determined both by the FRAP method and the DPPH free radical assay (135 mM Fe²⁺/g d.m. and 3 %, respectively).

Key words: herbal plants, drying, antioxidant properties, basil, mint, parsley ☒

JUSTYNA BELCAR, JÓZEF GORZELANY

WPLYW DODATKU SŁODU PSZENICZNEGO I JĘCZMIENNEGO NA JAKOŚĆ I PARAMETRY PROFILU TEKSTURY MUFFIN ZBOŻOWYCH

Streszczenie

Konsumenci coraz częściej poszukują produktów piekarniczych i cukierniczych cechujących się pożądanymi walorami smakowymi. Słody są źródłem enzymów hydrolitycznych, które mogą stanowić dodatek technologiczny wpływający na zwiększenie właściwości odżywczych, reologicznych i sensorycznych gotowego produktu. W pracy przedstawiono możliwości zastosowania słodu pszenicznego i jęczmiennego jako dodatku technologicznego mającego na celu podwyższenie jakości muffin pszennych, żytnich i owsianych poprzez zwiększenie aktywności enzymatycznej analizowanych mąk. Badania obejmowały określenie optymalnego dodatku słodów poprzez wyznaczenie parametru liczby opadania analizowanych mąk na poziomie 200 s, ocenę organoleptyczną, parametry fizyczne oraz analizę profilu tekstury (TPA) miękiszu wypieków wzbogacanych słodami. Wykazano, że dodatek słodu pszenicznego w ilości 0,63 % w stosunku do masy mąki wpłynął pozytywnie na cechy fizyczne muffin pszennych (wzrost masy o 0,68 % i objętości o 32,70 % w stosunku do próby kontrolnej, którą stanowił wypiek bez dodatku słodów). W ocenie organoleptycznej odnotowano, że muffiny owsiane i pszenne wzbogacone słodem pszenicznym cechowały się najwyższą akceptacją wśród konsumentów (odpowiednio: 4,26 pkt i 4,47 pkt w 5-punktowej skali ocen), natomiast cechy teksturometryczne miękiszu analizowanych muffin były zróżnicowane. Stwierdzono, że sól pszeniczny może być z powodzeniem stosowany jako dodatek do produkcji muffin, głównie pszennych. Nie zaobserwowano poprawy jakości muffin wzbogacanych słodem jęczmiennym.

Słowa kluczowe: muffiny, sól pszeniczny, sól jęczmienny, TPA, ocena organoleptyczna

Wprowadzenie

Wzrastające zapotrzebowanie konsumentów na wyroby ciastkarskie cechujące się dobrymi walorami sensorycznymi i prozdrowotnymi sprawia, że producenci coraz częściej sięgają po różne dodatki, w tym naturalne dodatki technologiczne, które wpływają na finalną jakość produktu, w tym wzrost objętości, poprawę właściwości

Mgr inż. J. Belcar, prof. dr hab. inż. J. Gorzelany, Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów. Kontakt: justyna.belcar@op.pl

teksturalnych miękiszu czy organoleptycznych, w tym głównie na smak i zapach gotowego produktu [19].

Słód jest to wysuszone ziarno zbóż uprzednio poddane namoczeniu w celu pobudzenia aktywności enzymatycznej prowadzącej do modyfikacji składu chemicznego ziarniaka oraz do częściowego wzrostu kielka, który jest gwałtownie zatrzymywany w procesie suszenia [9, 16, 26]. Ze względu na źródło enzymów z grupy hydrolaz, głównie α - i β -amylazy, słody stanowią dodatek technologiczny wpływający na poprawę właściwości odżywczych, reologicznych i sensorycznych gotowego produktu [11]. Dodatek słodu powoduje przyspieszenie procesu fermentacji ciast oraz zwiększenie intensywności przebiegu reakcji Maillarda, nadając gotowym produktom złoto-brązową barwę skórki oraz wpływa na zwiększenie trwałości przechowalniczej pieczywa [1, 6, 11]. Słody cechujące się wysoką siłą diastatyczną nie powinny być jednak stosowane jako dodatek technologiczny ze względu na bardzo wysoką aktywność enzymatyczną prowadzącą do zbyt dużej dekstrynizacji skrobi i upłynnienia powstałego ciasta, co w konsekwencji powoduje powstanie miękiszu charakteryzującego się bardzo dużą lepkością [14, 30].

Liczba opadania jest parametrem określającym aktywność enzymów amylolitycznych, głównie α -amylazy [15], w mące pszennej i żytniej, dzięki któremu można określić wartość wypiekową tej mąki oraz jej trwałość w czasie przechowywania [20]. Mąki cechujące się wysoką aktywnością amylolityczną powodują, że wypieki mają lepki, nieelastyczny miękisz oraz odstającą, mocno zabarwioną skórkę [27, 29]. Mąki pszenne charakteryzujące się niską aktywnością enzymatyczną (liczba opadania powyżej 400 s) użyte do wypieku wpływają na małą objętość bochenka, kruszący się miękisz i bladą skórkę pieczywa. W młynach zestawiane są najczęściej mieszanki mąk o optymalnej wartości liczby opadania w granicach $250 \div 350$ s [3]. Mąki żytnie cechują się niższą wartością optymalnej liczby opadania w stosunku do mąk pszennych i wynoszą średnio $125 \div 200$ s [28], natomiast wartość omawianego parametru w mąkach owsianych nie jest standaryzowana.

Celem pracy było określenie wpływu dodatku słodu jęczmiennego i pszenicznego do mąki pszennej, żytniej i owsianej na parametry fizyczne, jakość sensoryczną i parametry tekstury muffin wyprodukowanych z tych mąk.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły muffiny otrzymane na bazie 3 mąk: pszennej typu 500 (Lubella, Polska), żytniej typu 720 (Melvit, Polska) i owsianej (Melvit, Polska) wzbogacone w słód jęczmienny i pszeniczny. Próba kontrolną były muffiny na bazie wymienionych mąk bez dodatku słodu.

W analizowanych mąkach oznaczano liczbę opadania (LO) zgodnie z PN-EN ISO 3093:2010 [23]. Uzyskane wartości liczby opadania mąki pszennej, żytniej i owsianej

świadczyły o stosunkowo niskiej aktywności amylolitycznej, dlatego ustalono, że liczba opadania wszystkich analizowanych mąk powinna kształtować się na poziomie 200 s (średnia aktywność amylolityczna mąk). Przeprowadzono również badania w celu określenia proporcji słodu i mąki potrzebnej do wytworzenia mieszanki wypiekowej o LO = 200 s (za pomocą urządzenia do oznaczania LO) – tab. 1. Do wzbogacania muffin zbożowych użyto 5-dniowych sładów jasnych: pszenicznego i jęczmienno-własnej produkcji, których pełną charakterystykę opisali Belcar i wsp. [2]. Słody cechowały się średnią ekstraktywnością na poziomie 82 % s.m. oraz siłą diastatyczną, która jest miarą aktywności enzymów hydrolitycznych, głównie β -amylazy, zdolnych do rozkładu skrobi do cukrów prostych [18], na poziomie 427 °WK w przypadku sładu pszenicznego oraz 357 °WK – sładu jęczmienno (°WK – jednostki Windisch-Kolbacha).

Tabela 1. Zawartość wody oraz liczba opadania w analizowanych mąkach oraz procentowy dodatek sładów

Table 1. Moisture content and falling number in analysed flours together and percentage of malts added

Próba Sample	Wilgotność Moisture content [%]	Liczba opadania Falling numer [s]	Dodatek sładu Malt additive [%]
MP	14,10 ^c ± 0,11	367 ^c ± 2	-
MPP	14,06 ^c ± 0,09	200 ^a ± 0	0,63
MPJ	14,03 ^c ± 0,02	200 ^a ± 0	0,59
MŻ	13,09 ^b ± 0,05	261 ^b ± 1	-
MŻP	13,02 ^b ± 0,10	200 ^a ± 0	0,22
MŻJ	13,00 ^b ± 0,08	200 ^a ± 0	0,16
MO	11,89 ^a ± 0,01	448 ^d ± 1	-
MOP	11,86 ^a ± 0,06	200 ^a ± 0	1,51
MOJ	11,81 ^a ± 0,12	200 ^a ± 0	1,44

Objaśnienia / Explanatory notes:

MP – mąka pszenna / wheat flour, MPP – MP + sól pszeniczny / MP + wheat malt, MPJ – MP + sól jęczmienny / MP + barley malt, MŻ – mąka żytnia / rye flour, MŻP – MŻ + sól pszeniczny / MŻ + wheat malt, MŻJ – MŻ + sól jęczmienny / MŻ + barley malt, MO – mąka owsiana / oat flour, MOP – MO + sól pszeniczny / MO + wheat malt, MOJ – MO + sól jęczmienny / MO + barley malt. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; a, b, c, d – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

Muffiny wyprodukowano zgodnie z recepturą podaną w tab. 2. Ciasto mieszano na jednolitą masę, dzielono na porcje (30 g każda), umieszczano w formie wielkodołkowej dla muffin (wysokość 35 mm, średnica 50 mm) i poddawano procesowi pieczenia przez 15 min w temp. 180 °C w piekarniku elektrycznym Elecrolux (Elecrolux, Szwecja). Upieczone muffiny pozostawiano do wystudzenia. Z każdej próby wykona-

no po 24 muffiny. Z tej liczby do badań organoleptycznych pobierano losowo po 12 szt., a pozostałe muffiny przeznaczano do badań fizycznych oraz oceny profilu tekstury miększu. Badania jakościowe muffin wykonywano po 24 h od wypieku.

Tabela 2. Receptura muffin zbożowych
Table 2. Recipe of cereal muffins

Składnik Ingredient	Producent Producer	Mąka / Flour		
		pszenna wheat	żytnia rye	owsiana oat
		Zawartość składnika [g/100 g] Content of ingredient [g/100 g]		
Mąka pszenna (MP) / Wheat flour	Lubella	36,85	-	-
Mąka żytnia (MŻ) / Rye flour	Melvit	-	36,85	-
Mąka owsiana (MO) / Oat flour	Melvit	-	-	36,85
Proszek do pieczenia Baking powder	Delecta	0,49	0,49	0,49
Olej rzepakowy / Rapeseed oil	Kujawski	12,29	12,29	12,29
Jajko (klasa M) / Egg (size M)	Ovo-Res	7,37	7,37	7,37
Mleko – 3,2 % zawartości tłuszczu Milk – 3.2 % of fat content	Mlekovita	30,71	30,71	30,71
Cukier / Sugar	Polski Cukier	12,29	12,29	12,29
Słód / Malt: jęczmienny / barley pszeniczny / wheat	Własnej produkcji Authors' own produc- tion	0,59	0,16	1,44
		0,63	0,22	1,51

Ocena jakościowa muffin zbożowych polegała na oznaczeniu parametrów fizycznych, tj. masy i objętości gotowego produktu, przeprowadzeniu oceny organoleptycznej oraz analizie parametrów profilu tekstury ich miększu.

Muffiny oceniano organoleptycznie metodą 5-punktową zgodnie z PN-A-88115:1998 [24], z modyfikacją własną. Analizę przeprowadzał zespół złożony z 12 osób, który oceniał kształt i wygląd zewnętrzny, smak, aromat, barwę miększu oraz porowatość i elastyczność miększu. Na podstawie sumy uzyskanych punktów dokonywano klasyfikacji jakościowej wypieków (tab. 3).

Masę muffin mierzono przy użyciu wagi AG4000C (Bakawag, Polska), natomiast objętość wyznaczano metodą podaną przez Jakubczyka i Habera [13] za pomocą materiału sypkiego, jakim były nasiona prosa.

Pomiary parametrów profilu tekstury (TPA) miększu muffin wykonywano za pomocą teksturometru Brookfield CT3 (Brookfield, USA) – oznaczano twardość, kohezyjność, sprężystość i żujność. Odpowiednio przygotowaną próbkę (sześciiany z miększu muffin o wymiarach 10×10×10 mm) poddawano działaniu dwukrotnego

ściśnięcia między płytami, prędkość przesuwu płyty obciążającej wynosiła $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, a odstęp pomiędzy cyklami – 2 s.

Tabela 3. Klasyfikacja jakościowa muffin w skali 5-punktowej

Table 3. Qualitative classification of muffins on 5-point scale

Suma punktów / Total points	Klasa jakości / Quality class
4,50 ÷ 5,00	Bardzo dobra / Very good
3,75 ÷ 4,49	Dobra / Good
3,00 ÷ 3,74	Dostateczna / Sufficient
2,50 ÷ 2,99	Niedostateczna / Insufficient
1 ÷ 2,49	Zła / Bad

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono w programie Statistica 13.3. firmy StatSoft (TIBCO Software Inc., Tulsa, USA). Zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya ($p \leq 0,05$). Wyniki przedstawiono jako wartości średnie z dwóch wypieków (po 12 powtórzeń w każdym z wypieków).

Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki przedstawiono w tab. 4 i 5.

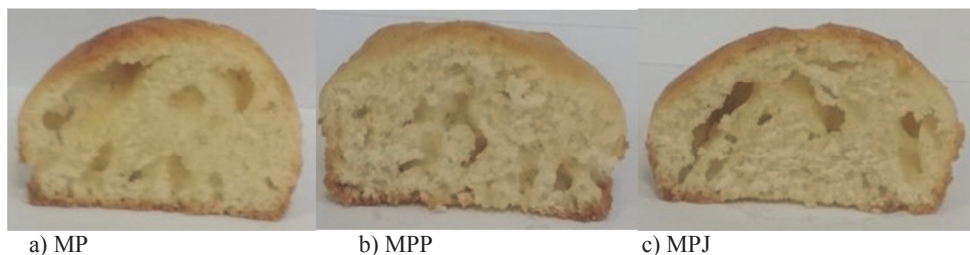
Tabela 4. Charakterystyka fizyczna badanych muffin

Table 4. Physical profile of muffins tested

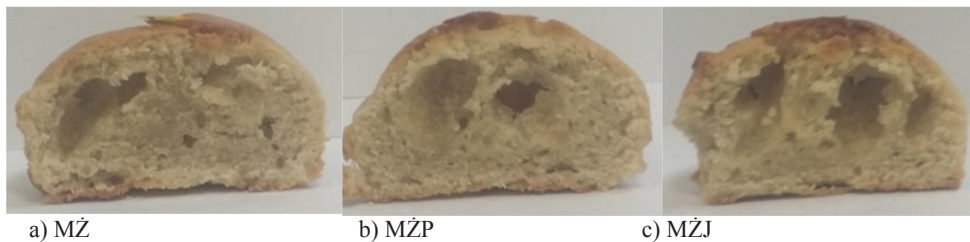
Próba Sample	Masa / Weight [g]	Objętość / Volume [cm ³]	Objętość właściwa [cm ³ /g ciasta] Specific volume [cm ³ /g of dough]
MP	25,03 ^a ± 0,72	47,10 ^c ± 5,77	1,57 ^c ± 0,20
MPP	25,20 ^a ± 0,67	62,50 ^e ± 2,17	2,08 ^e ± 0,08
MPJ	24,74 ^a ± 0,53	51,60 ^d ± 4,39	1,72 ^d ± 0,15
MŻ	24,46 ^a ± 0,89	42,90 ^b ± 8,78	1,43 ^b ± 0,29
MŻP	24,98 ^a ± 0,59	48,80 ^c ± 5,00	1,63 ^c ± 0,17
MŻJ	24,99 ^a ± 0,66	41,30 ^b ± 6,61	1,38 ^b ± 0,22
MO	24,16 ^a ± 0,47	52,90 ^d ± 8,81	1,76 ^d ± 0,34
MOP	24,46 ^a ± 0,73	45,40 ^c ± 6,64	1,51 ^c ± 0,55
MOJ	24,33 ^a ± 0,53	38,80 ^a ± 9,01	1,29 ^a ± 0,30

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

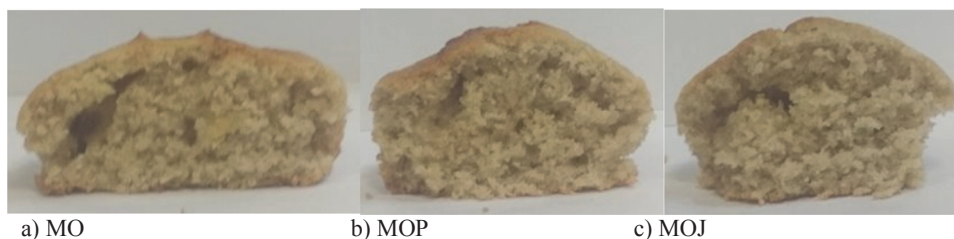
Masa muffin była nieznacznie zróżnicowana, ale różnice były statystycznie istotne ($p > 0,05$). Masa poszczególnych rodzajów muffin (tab. 4) może być związana z różnym stopniem wiązania wody przez poszczególne mąki przy takiej samej ilości dodawanego mleka, co zostało zauważone w czasie przygotowywania ciast, których konsystencja różniła się w zależności od rodzaju mąki – od bardzo gęstej w przypadku ciasta z mąki żytniej do bardzo luźnej w przypadku ciasta otrzymanego z mąki owsianej.



Fot. 1. Wygląd miększu muffin pszennych
Photo 1. Appearance of crumb of wheat muffins



Fot. 2. Wygląd miększu muffin żytnich
Photo 2. Appearance of crumb of rye muffins



Fot. 3. Wygląd miększu muffin owsianych
Photo 3. Appearance of crumb of oat muffins

Fot. / Photo 1 - 3. Objaśnienia symboli jak pod tab. 1. / Meanings of group symbols as in Tab 1.

Wyniki dotyczące objętości i objętości właściwej muffin były statystycznie zróżnicowane (tab. 4). Największą objętością produktu finalnego cechowały się muffiny pszenne z dodatkiem słodów, w tym głównie pszenicznego. Wyjątek stanowiły muffiny owsiane, wśród których największą objętością cechowały się próbki bez dodatku słodów, a ich dodatek wpłynął istotnie na zmniejszenie objętości tych produktów. W przypadku muffin żytnich wzbogaconych słodem pszenicznym średnia objętość wyniosła $48,8 \text{ cm}^3$. Wypieki owsiane wzbogacone słodem jęczmiennym charakteryzowały się najmniejszą objętością właściwą spośród analizowanych muffin zbożowych (tab. 4). W przypadku wypieków biszkoptowo-tłuszczowych, jakimi są muffiny, istotnym dodatkiem jest tłuszcz, którego ilość i jakość wpływają na objętość muffin [31]. Tłuszcz obecny w cieście biszkoptowo-tłuszczowym determinuje zatrzymywanie pęcherzy dwutlenku węgla, które wpływają na strukturę wypieku [17]. Również dodatek słoju (źródło amylaz) wpływa istotnie na wydzielanie się dwutlenku węgla, a to z kolei na porowatość miękiszu muffin oraz na pojawianie się w nim dużych, pustych przestrzeni powietrznych [12]. Opisane zjawisko zauważono głównie w muffinach żytnich, niezależnie od dodatku słoju, a w mniejszym stopniu w muffinach pszennych (fot. 1 i 2). Wydzielający się dwutlenek węgla determinuje także masę i objętość gotowego produktu, jak również jego atrakcyjność konsumencką. Dodatek mąki słodowej o umiarkowanej aktywności enzymatycznej w ilości $0,2 \div 0,5 \%$ w czasie prowadzenia ciasta wpłynął pozytywnie m.in. na wzrost objętości pieczywa [12]. Oprócz amylaz na objętość wypieków z dodatkiem słoju wpływają także inne enzymy, tj. hemicelulozy, lipazy, proteazy czy enzymy oksydacyjne [21].

Każdy rodzaj mąki użytej do wypieku muffin cechuje się innym składem chemicznym. W mące pszennej głównym czynnikiem strukturującym jest gluten, a dodatek słoju wpływa na szybkość wydzielania się dwutlenku węgla. Im wyższe tempo, tym szybciej może dojść do rozerwania ścian komórkowych, co może być przyczyną wystąpienia porów o ponadnormatywnej wielkości. Takie pory zaobserwowano w muffinach pszennych, głównie wzbogaconych słodem jęczmiennym, a w mniejszym stopniu w pozostałych rodzajach. W mące żytniej istotnym czynnikiem wpływającym na objętość wypieków jest obecność kompleksu białkowo-skrobiowego i pentozanów [5, 28]. Duży udział pentozanów wpływa na zwiększenie wchłaniania wody przez ciasto, co było obserwowane w czasie jego przygotowywania. Pentozany odpowiadają za stabilizację błonek zatrzymujących pęcherzyki dwutlenku węgla i tym samym stabilizują strukturę ciasta żytniego [5, 28]. Dodatek słodów do mąki żytniej spowodował jeszcze większy stopień rozerwania delikatnej struktury, czego wynikiem były bardzo duże puste przestrzenie w miękiszu, które wpłynęły na właściwości fizyczne uzyskanych produktów (fot. 2).

Kolejnym czynnikiem wpływającym na właściwości fizyczne wypieków jest zróżnicowana wielkość ziarenek skrobiowych. W mące pszennej i żytniej są one po-

dobnej wielkości, natomiast ziarenka skrobiowe w mące owsianej są mniejsze, co wpływa na mniejszą stabilność ciasta i uzyskiwanie wypieków o mniejszej objętości, charakteryzujących się niższą jakością [7]. Mąka owsiana cechuje się także dużą zawartością lipidów w stosunku do pozostałych analizowanych mąk. Utrudniają one chłonięcie wody przez ziarenka skrobiowe [8]. Ograniczony proces wchłaniania mleka przez mąkę owsianą został zauważony w czasie przygotowania ciasta, które cechowało się dużą płynnością, a dodatek słodów wpłynął na zmniejszenie płynnej konsystencji ciasta owsianego (ocena wizualna). W przypadku tego rodzaju mąki na strukturę ciasta, a w konsekwencji na właściwości fizyczne i jakość gotowego produktu (fot. 3), wpływa także duży udział β -glukanów, które mogą wpływać na wzrost lepkości ciasta [7, 8, 31]. Ponadto dodatek do ciasta słodu jęczmiennego cechującego się wysokim udziałem β -glukanów [2] mógł przyczynić się do uzyskania najmniejszej objętości i objętości właściwej spośród analizowanych muffin.

W wyniku przeprowadzonej oceny organoleptycznej muffin (tab. 5) stwierdzono, że najwyższą średnią oceną, a tym samym najwyższą jakością, cechowały się muffiny pszenne bez dodatku słodów (4,27 pkt) oraz pszenne (4,47 pkt) i owsiane (4,26 pkt) wzbogacone słodem pszenicznym. Pozostałe analizowane wypieki charakteryzowały się dobrą klasą jakości. Słód pszeniczny charakteryzuje się lekko słodkim posmakiem, co mogło wpłynąć na pozytywne odczucia smaku muffin wśród oceniających. Ponadto wyroby otrzymywane z mąki pszennej są przez konsumentów najczęściej spożywane, a to może mieć związek z wyższymi ocenami tego typu produktów. Muffiny owsiane bez dodatku słodów zostały najwyższej ocenione za kształt i wygląd zewnętrzny (4,7 pkt). Podobną ocenę wyglądu zewnętrznego muffin uzyskali także Ziobro i wsp. [18]. W badaniach własnych muffiny cechowały się dobrym smakiem i zapachem, natomiast według respondentów muffiny owsiane wzbogacone słodem jęczmiennym oraz bez dodatku słodów charakteryzowały się smakiem i zapachem na średnim poziomie (3,8 pkt). Jak podają Ziobro i wsp. [31], wyroby z mąki owsianej, w tym muffiny, cechują się aromatem przypominającym zapach orzecha, natomiast wyroby z mąki żytniej najczęściej odznaczają się maślanym i otrębowym posmakiem, a w badaniach konsumenckich na ogół są akceptowane na dobrym poziomie [22]. Barwa miększu została najwyższej oceniona w przypadku produktów pszennych, następnie muffin owsianych, natomiast miększu muffin żytnich nie był atrakcyjny dla zespołu oceniającego. Barwa miększu wyrobu gotowego, jak i jego wygląd zewnętrzny są bardzo ważnymi cechami jakościowymi ze względu na postrzeganie atrakcyjności oraz akceptowalności wyrobów piekarskich przez konsumentów [4]. Elastyczność miększu była cechą jakościową wyżej ocenioną w stosunku do porowatości miększu muffin, przy czym porowatość miększu analizowanych produktów kształtowała się na średnim poziomie, natomiast najwyższą elastycznością miększu cechowały się muffiny

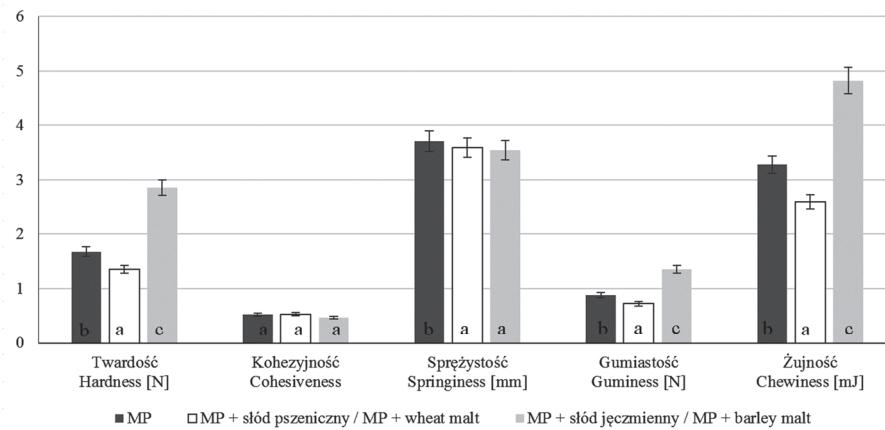
Tabela 5. Wyniki oceny organoleptycznej muffin wraz z klasyfikacją jakościową
 Table 5. Results of organoleptic assessment of muffins including qualitative classification

Próba Sample	Kształt i wygląd zewnętrzny Shape and external appearance	Zapach i smak Aroma and taste	Barwa miększu Colour of crumb	Porowatość miększu Crumb porosity	Elastyczność miększu Elasticity of crumb	Suma punktów Total points	Klasa jakości Quality class
	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1		
MP	4,4 ^b ± 0,4	4,4 ^c ± 0,3	4,6 ^d ± 0,2	3,6 ^a ± 0,1	4,5 ^c ± 0,4	4,27 ^b ± 0,3	Bardzo dobra / Very good
MPP	4,7 ^c ± 0,8	4,6 ^c ± 0,2	4,8 ^d ± 0,6	3,8 ^b ± 0,1	4,5 ^c ± 0,3	4,47 ^c ± 0,2	Bardzo dobra / Very good
MPJ	4,7 ^c ± 0,6	4,2 ^b ± 0,3	4,2 ^c ± 0,7	3,6 ^a ± 0,2	4,2 ^d ± 0,3	4,18 ^{ab} ± 0,2	Dobra / Good
MZ	4,5 ^b ± 0,1	4,0 ^{ab} ± 0,5	3,4 ^a ± 0,5	3,5 ^a ± 0,5	3,9 ^c ± 0,2	3,89 ^a ± 0,3	Dobra / Good
MZP	4,4 ^b ± 0,1	4,1 ^b ± 0,5	3,6 ^{ab} ± 0,4	3,6 ^a ± 0,6	4,2 ^d ± 0,6	4,02 ^a ± 0,4	Dobra / Good
MZJ	3,8 ^a ± 0,5	4,1 ^b ± 0,1	3,6 ^{ab} ± 0,2	3,5 ^a ± 0,4	3,6 ^b ± 0,6	3,82 ^a ± 0,4	Dobra / Good
MO	4,7 ^c ± 0,3	3,8 ^a ± 0,2	3,8 ^b ± 0,2	3,7 ^{ab} ± 0,2	3,3 ^a ± 0,1	3,91 ^a ± 0,4	Dobra / Good
MOP	4,5 ^c ± 0,8	4,4 ^c ± 0,2	4,1 ^c ± 0,6	4,1 ^c ± 0,1	3,7 ^b ± 0,1	4,26 ^b ± 0,2	Bardzo dobra / Very good
MOJ	4,1 ^b ± 0,1	3,8 ^a ± 0,6	4,3 ^c ± 0,4	3,7 ^{ab} ± 0,1	3,4 ^a ± 0,3	3,85 ^a ± 0,3	Dobra / Good

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

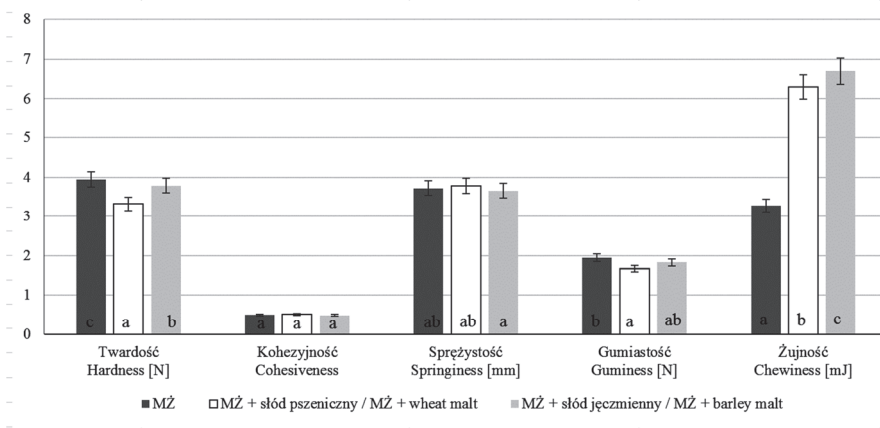
pszenne oraz żytnie wzbogacone słodem pszenicznym. Na porowatość i elastyczność miększa muffin wpływa rodzaj mąki, zastosowana receptura oraz w tym badaniu także dodatek słodów.

Muffiny zbożowe oceniono następnie ze względu na profil tekstury miększa (rys. 1 - 3).



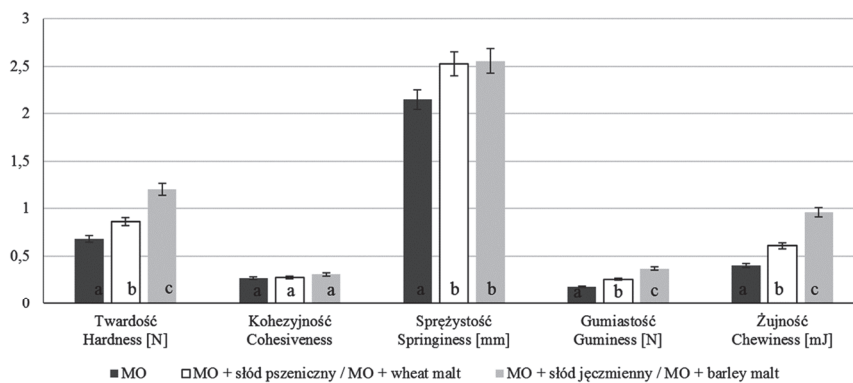
Rys. 1. Parametry profilu tekstury muffin pszennych (MP) z dodatkiem słodów

Fig. 1. Texture profile parameters of wheat muffins (MP) with malts added



Rys. 2. Parametry profilu tekstury muffin żytnich (MŻ) z dodatkiem słodów

Fig. 2. Texture profile parameters of rye muffins (MŻ) with malts added



Rys. 3. Parametry profilu tekstury muffin owsianych (MO) z dodatkiem słodów

Fig. 3. Texture profile parameters of oat muffins (MO) with malts added

Wypieki biszkoptowo-tłuszczowe, jakimi są muffiny, powinny cechować się wysoką sprężystością mięksiszu i jednocześnie jak najmniejszą twardością i żujnością [25, 31]. Spośród analizowanych muffin najwyższą sprężystością mięksiszu odznaczały się wypieki z mąki żytniej wzbogacone słodem pszenicznym (3,78 mm), natomiast najniższą – muffiny owsiane (2,15 mm). Mięksisz muffin owsianych bez dodatku słodów charakteryzował się najmniejszą twardością (0,68 N) oraz żujnością (0,40 mJ). Niekorzystnymi parametrami tekstury mięksiszu cechowały się wypieki z mąki żytniej wzbogacone słodem jęczmiennym. Zwiększona twardość muffin żytnich może być spowodowana odmiennym składem chemicznym, w tym niewielkim udziałem białek glutenowych, natomiast wysokim udziałem pentozanów (średnio $3,8 \div 4,8$ % w zależności od typu mąki) [5]. Najmniejsza twardość muffin owsianych związana jest z dużą zawartością lipidów w mące (nawet $5 \div 9$ %) [8, 22]. Dodatek słodu do pieczywa wpływa na opóźnienie szybkości twardnienia mięksiszu poprzez działanie egzoamylaz, które powodują osłabienie sieci skrobi, oraz endoamylaz powodujących rozszczepienia amylopektyny [10].

Wnioski

1. Najkorzystniejszymi wartościami wskaźników fizycznych, tj. objętością i objętością właściwą gotowego produktu cechowały się muffiny pszenne wzbogacone słodem pszenicznym.
2. W ocenie organoleptycznej według skali 5-punktowej najwyższą jakością charakteryzowały się muffiny pszenne bez dodatku słodów (4,27 pkt) oraz pszenne i owsiane wzbogacone słodem pszenicznym (odpowiednio: 4,47 pkt i 4,26 pkt).

3. Najmniejszą twardością oraz żujnością miękiszu odznaczały się muffiny owsiane, głównie bez dodatku słodu oraz wzbogacane słodem pszenicznym, natomiast najwyższą sprężystością miękiszu – muffiny żytnie z dodatkiem słodu pszenicznego.
4. Słód pszeniczny może wywierać pozytywny wpływ na jakość muffin, głównie pszennych, przy założonym poziomie liczby opadania (LO = 200 s).
5. Nie zaobserwowano istotnie dodatniego wpływu dodatku słodu jęczmiennego na jakość badanych muffin, z wyjątkiem parametrów fizycznych (objętości i objętości właściwej muffin pszennych).
6. Dodatek sładów należy określać indywidualnie dla każdego rodzaju mąki.

Wyniki badań prezentowano podczas II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej "Żywność, Żywnienie, Rynek. Innowacje w nauce i praktyce", Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa, 18 listopad 2021 r.


Literatura

- [1] Begić M., Smajić M., Oručević S.: Ispitivanje kvaliteta hljeba u odnosu na dodatak sladnog brašna. Radovi Poljoprivredno-Prehrambenok Fakulteta, 2014, 58, 115-125.
- [2] Belcar J., Matłok N., Gorzelany J.: Technological assessment of winter cultivar of common wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.) for pale malt production. Acta Univ. Cib. Series E: Food Technol., 2020, 1 (24), 89-98.
- [3] Belcar J., Sobczyk A., Sobolewska M., Stankowski S., Gorzelany J.: Characteristics of technological properties of grain and flour from ancient varieties of wheat (einkorn, emmer and spelt). Acta Univ. Cib. Series E: Food Technol., 2020, 24 (2), 269-278.
- [4] Bhaduri S.: A comprehensive study on physical properties of two gluten-free flour fortified muffins. J. Food Process. Technol., 2013, 4 (7), #1000251.
- [5] Buksa K., Nowotna A., Gambuś H.: Wpływ dodatku preparatu pentozanowego na właściwości ciasta i chleba z mąki żytniej. Acta Agroph., 2012, 19 (1), 7-18.
- [6] Czubaszek A., Drozdowicz J., Czaja A., Błażewicz J.: Wpływ dodatku ekstraktów słodowych na jakość pieczywa pszennego. W: Technologiczne kształtowanie jakości żywności. Red. K.M. Wójciak i Z.J. Dolatowski. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2015.
- [7] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z., Fajarczak M.: Wpływ dodatku produktów z owsa na właściwości wypiekowe mieszanek żytnio-owsianych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 5 (78), 150-162.
- [8] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, 14 (55), 3, 281-286.
- [9] Farzaneh V., Ghodsvali A., Bakhshabadi H., Zane Z., Carvalho I.: The impact of germination time on the some selected parameters through malting process. Int. J. Biol. Macromol., 2017, 94, 663-668.
- [10] Goesaert H., Slade L., Levine H., Delcour J.A.: Amylases and bread firming – an integrated view. J. Cereal Sci., 2009, 50, 345-352.
- [11] Honců I., Krejčířová L., Příhoda J., Sluková M.: The effect addition of malt flour on the dough, volume and sensory properties of bread. PARIPEX – Indian J. Res., 2015, 4 (9), 152-155.

- [12] Hrušková M., Švec I., Kučerová I.: Effect of malt flour addition on the rheological properties of wheat fermented dough. *Czech J. Food Sci.*, 2003, 21 (6), 210-218.
- [13] Jakubczyk T., Haber T.: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW – AR. Warszawa 1983.
- [14] Khalil A.H., Mansour E.H., Dawoud F.M.: Influence of malt on rheological and baking properties of wheat-cassava composite flours. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2000, 33, 159-164.
- [15] Kiszonas A.M., Engle D.A., Pierantoni L.A., Morris C.F.: Relationships between falling number, α -amylase activity, milling, cookie, and sponge cake quality of soft white wheat. *Cereal Chem.*, 2018, 95, 373-385.
- [16] Kleinwächter M., Müller Ch., Methner F.J., Selmar D.: Biochemical heterogeneity of malt is caused by both biological variation and differences in processing: Individual grain analyses of biochemical parameters in differently steeped barley (*Hordeum vulgare* L.) malts. *Food Chem.*, 2014, 147, 25-33.
- [17] Krygier K., Żbikowska A.: Wpływ tłuszczu na wybrane cechy ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, 3 (32), 47-57.
- [18] Kunze W.: *Technology Brewing and Malting*. 4th ed. VLB, Berlin 2010.
- [19] Li Vigni M., Durante C., Foca G., Ulrici A., Møller Jespersen B.P., Bro R., Cocchi M.: Wheat flour formulation by mixture design and multivariate study of its technological properties. *J. Chemometrics*, 2010, 24, 523-533.
- [20] Makarewicz A., Gąsiorowska B., Cybulska A.: Wpływ dolistnego nawożenia azotem na wybrane parametry jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2012, 29 (1), 105-113.
- [21] Mäkinen O.E., Arendt E.K.: Oat malt as a baking ingredient – A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *J. Cereal Sci.*, 2012, 56, 747-753.
- [22] Mikulec A., Kowalski S., Łapczyńska-Kordon B.: Wpływ zastosowania różnych mąk na wybrane cechy jakościowe ciastek kruchych. *Acta Agroph.*, 2017, 24(1), 101-110.
- [23] PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- [24] PN-A-88115:1998. Wyroby ciastkarskie. Wyroby biszkoptowe i biszkoptowo-tłuszczowe.
- [25] Sanz T., Salvador A., Baixauli R., Fiszman S.M.: Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, 229 (2), 197-204.
- [26] Schmitt M., Skadsen R., Budde A.: Protein mobilization and malting – specific proteinase expression during barley germination. *J. Cereal Sci.*, 2013, 58, 324-332.
- [27] Stępniewska S.: Zależność między aktywnością enzymów amylolitycznych a cechami reologicznymi ciasta pszennego. *Acta Agroph.*, 2013, 20 (3), 463-472.
- [28] Szafrńska A.: Ocena wartości wypiekowej mąki żytniej. *Post. Nauki Technol. Przem. Rol.-Spoż.*, 2011, 66 (4), 5-18.
- [29] Zarzycki P., Kasprzak M., Rzedzicki Z., Sobota A., Sykut-Domańska E.: Właściwości reologiczne kleików z mąki pszennej jako wskaźnik oceny jej jakości wypiekowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, 6 (97), 50-66.
- [30] Zarzycki P., Sobota A., Ciesielska Ż.: Wpływ czasu składowania na liczbę opadania oraz lepkość pozorną kleików mąk pszennych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 6 (85), 66-78.
- [31] Ziobro R., Litwinek D., Mickowska B.: Porównanie składu chemicznego i właściwości teksturalnych muffin z mieszanki bezglutenowej i mąk owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 1 (98), 131-142.

**EFFECT OF WHEAT AND BARLEY MALT ADDED ON QUALITY
AND TEXTURE PROFILE PARAMETERS OF CEREAL MUFFINS****S u m m a r y**

Consumers increasingly look for bakery and confectionery products characterised by a taste they prefer. Malts are a source of hydrolytic enzymes that can be a technological additive to improve the nutritional, rheological and sensory properties of the finished product. In the paper, there are presented possibilities of using the wheat and barley malt as a technological additive to improve the quality of wheat, rye and oat muffins by increasing the enzymatic activity of the flours analysed. The research study focused on the following: determining the optimum amount of malts additives by setting the falling number parameter of the flours analysed at a level of 200 s, organoleptic assessment, determining the physical parameters and examining the texture profile (TPA) of the crumb of malt-enriched goods baked. It was shown that when adding wheat malt at a rate of 0.63 % of the flour weight, a positive effect was reported as regards the physical characteristics of wheat muffins (the weight of muffins increased 0.68 % and their volume 32.70 % compared to the control sample baked without any malts added). In the organoleptic assessment it was noted, that the oat and wheat muffins enriched with the wheat malt were characterised by the highest consumer acceptance (respectively: 4.26 points and 4.47 points on the 5-point rating scale), while the texture features of crumble of the muffins analysed varied. It was found that the wheat malt can be successfully used as an additive in the production of muffins, mainly wheat muffins. No improvement was reported in the quality of muffins enriched with the barley malt.

Key words: muffins, wheat malt, barley malt, TPA, organoleptic assessment 

KATARZYNA STAŃCZYK, AGNIESZKA KOLMAGA, MONIKA BURZYŃSKA

**OCENA STANU ODŻYWIENIA ORAZ SPOSOBU ŻYWIENIA DOROSŁYCH
Kobiet z INSULINOOPORNOŚCIĄ I ZESPOŁEM POLICYSTYCZNYCH
JAJNIKÓW – BADANIA PILOTAŻOWE**

Streszczenie

Właściwy sposób odżywiania i regularna aktywność fizyczna stanowią istotne czynniki w dążeniu do poprawy stanu zdrowia i jakości życia kobiet, u których zdiagnozowano insulinooporność (IR) oraz zespół policystycznych jajników (PCOS). Celem pracy była ocena wybranych zachowań i zaburzeń zdrowotnych oraz sposobu odżywiania się dorosłych kobiet z IR i PCOS. W badaniu wzięło udział 60 kobiet w wieku 18 - 35 lat. Autorski kwestionariusz ankiety oraz kwestionariusz 24-godzinny wywiadu żywieniowego udostępniono elektronicznie podopiecznym Fundacji Insulinooporność – zdrowa dieta i zdrowe życie. Ilościową analizę jadłospisów wykonano w programie Dieta 5.0. Uzyskane wyniki porównano z zaleceniami Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego oraz normami żywienia dla populacji Polski. Stan odżywiania diagnozowano z uwzględnieniem standardów WHO. W analizie statystycznej posłużono się frakcjami. Nieprawidłowy stan odżywiania dotyczył 6 na 10 pacjentek. U 9 na 10 badanych stwierdzono niedostateczną podaż energii w całkowitej przemianie materii ($f = 0,88$). Właściwe ilości białka spożywała połowa pacjentek, zaś tłuszczu – 4 na 10 kobiet, a węglowodanów – 1 na 10 badanych ($f = 0,15$). Jednocześnie ponad 3/4 kobiet nie uwzględniało w diecie wystarczających ilości płynów ($f = 0,83$), błonnika pokarmowego ($f = 0,87$), wapnia oraz jodu ($f = 0,80$). Aktywność fizyczną (co najmniej 2 - 3 razy w tygodniu) podejmowała ponad połowa badanych. U ponad połowy pacjentek występowały choroby współistniejące – najczęściej choroby tarczycy ($f = 0,35$) oraz zespół jelita drażliwego ($f = 0,17$). Negatywne wzorce stylu życia mogą nasilać problem otyłości oraz zwiększać ryzyko wystąpienia zespołu metabolicznego. Istnieje konieczność edukacji kobiet w celu przeciwdziałania rozwojowi patologii towarzyszących PCOS.

Słowa kluczowe: insulinooporność, zespół policystycznych jajników, sposób żywienia, zachowania zdrowotne, aktywność fizyczna kobiet, styl życia

*Mgr K. Stańczyk, Wydz. Lekarski, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, al. T. Kościuszki 4, 90-419 Łódź, dr A. Kolmaga, Zakład Żywienia i Epidemiologii, Katedra Higieny i Epidemiologii, dr M. Burzyńska, Zakład Epidemiologii i Biostatystyki, Katedra Medycyny Społecznej i Zapobiegawczej, Wydz. Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, ul. Żeligowskiego 7/9, 90-752 Łódź.
Kontakt: katarzyna.stanczyk@stud.umed.lodz.pl*

Wprowadzenie

Zespół policystycznych jajników występuje wśród 3 ÷ 12 % całej populacji żeńskiej i stanowi najczęstszą endokrynopatię diagnozowaną wśród kobiet w wieku reprodukcyjnym [2]. Wśród pacjentek chorych na zespół policystycznych jajników (PCOS) obserwuje się występowanie ściśle powiązanych ze sobą zaburzeń hormonalnych i metabolicznych, takich jak: otyłość, cukrzyca, insulinooporność, zaburzenia gospodarki lipidowej oraz choroby tarczycy [12, 24]. Równocześnie obniżenie wrażliwości tkanek na działanie insuliny stanowi najsilniej udokumentowaną teorię patogenetyczną PCOS [19]. Insulinooporność, będąca stanem zaburzonej homeostazy glukozy, prowadzi nie tylko do hiperinsulinemii i hiperandrogenizmu, ale również zwiększa ryzyko rozwoju zespołu metabolicznego wśród pacjentek [21]. W diagnostyce insulinooporności stosowany jest wskaźnik HOMA-IR, który uwzględnia stężenia glukozy oraz insuliny we krwi żyłnej na czczo i charakteryzuje się punktem odcięcia na poziomie 2,0 [21] lub 2,5 [8]. Z kolei, aby potwierdzić występowanie PCOS, od 2004 r. konieczne jest spełnienie co najmniej dwóch z trzech tzw. kryteriów rotterdamskich [20]:

- 1) oligoowulacja i/lub brak owulacji,
- 2) kliniczne objawy hiperandrogenizmu i/lub hiperandrogenemia,
- 3) obraz wielotorbielowatych jajników (co najmniej 12 pęcherzyków o średnicy 2÷9 mm i/lub objętość jajnika > 10 ml) w badaniu USG.

W związku z tym, że zaburzenia pozostające w ścisłym związku z PCOS należą do chorób dietozależnych, zasadne wydaje się zbadanie nawyków żywieniowych pacjentek, częstotliwości podejmowania przez nie aktywności fizycznej, a także powszechności występowania chorób współistniejących.

Celem pracy była ocena wybranych zachowań i zaburzeń zdrowotnych oraz sposobu odżywiania się dorosłych kobiet z insulinoopornością i PCOS.

Material i metody badań

Do badań przeprowadzonych w październiku i listopadzie 2018 r. zgłosiło się 76 kobiet w wieku 18 - 35 lat. Kryterium włączenia do doświadczenia stanowiło ukończenie 18. roku życia, zdiagnozowany zespół policystycznych jajników i insulinooporność, dlatego 16 zgłoszeń odrzucono, gdyż nie spełniały wymienionego kryterium. Ostatecznie do badań zakwalifikowano 60 kobiet.

Autorski kwestionariusz ankiety oraz kwestionariusz 24-godzinnego wywiadu żywieniowego udostępniono w formie online podopiecznym Fundacji Insulinooporność – zdrowa dieta i zdrowe życie. Kwestionariusz ankiety składał się z metryczki oraz 36 pytań problemowych. W metryczce zawarto pytania dotyczące cech społeczno-demograficznych badanych kobiet, ich wzrostu i aktualnej masy ciała. W zależności od

wieku pacjentki przydzielono do trzech grup (grupa I: 18 - 23 lata, grupa II: 24 - 29 lat, grupa III: 30 - 35 lat).

Do analizy jadłospisów wykorzystano program Dieta 5.0. Rzeczywiste zapotrzebowanie energetyczne na poziomie całkowitej przemiany materii (CPM) wyznaczano indywidualnie dla każdej badanej kobiety w następujący sposób (tab. 1):

- 1) obliczano podstawową przemianę materii (PPM), w przypadku nadwagi oraz otyłości stosowano równanie Lorentza do wyznaczenia należnej masy ciała [10, 15],
- 2) obliczano całkowitą przemianę materii poprzez uwzględnienie współczynnika aktywności fizycznej (PAL): aktywność fizyczna raz w tygodniu lub rzadziej – PAL = 1,4, aktywność fizyczna 2 - 3 razy w tygodniu – PAL = 1,5, aktywność fizyczna 4 - 6 razy w tygodniu – PAL = 1,6, codzienna aktywność fizyczna – PAL = 1,7 [7, 10],
- 3) w przypadku nadmiernej masy ciała uwzględniano deficyt energetyczny: nadwaga – 300 kcal/dobę, otyłość I stopnia – 400 kcal/dobę, otyłość II stopnia – 500 kcal/dobę.

Tabela 1. Równania do obliczeń należnej masy ciała, podstawowej przemiany materii (PPM) oraz całkowitej przemiany materii (CPM)

Table 1. Equations to calculate ideal body weight, basal metabolic rate (BMR) and total metabolic rate (TMR)

Wyszczególnienie / Item	Wiek / Age	
	18 - 30 lat / 18 - 30 years	31 - 35 lat / 31 - 35 years
Należna masa ciała The ideal body mass [kg]	wzrost [cm] - 100 - {(wzrost [cm] - 150)/2} height [cm] - 100 - {(height [cm] - 150)/2}	
Podstawowa przemiana materii (PPM) / Basal metabolic rate (BMR) [kcal]	$(14,818 \times W) + 486,6$	$(8,126 \times W) + 845,6$
Całkowita przemiana materii Total metabolic rate [kcal]	PPM \times PAL BMR \times PAL	

Objaśnienia / Explanatory notes:

W – masa ciała / body mass [kg], PAL – współczynnik aktywności fizycznej / physical activity level.

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [10, 15] / the authors' own study based on [10, 15]

Za bezpieczny dzienny deficyt energetyczny uznaje się 500 ÷ 800 kcal [7], jednak zastosowano niższe wartości, aby nie doprowadzić do sytuacji, w której PPM przewyższałyby przyjętą w analizie całkowitą wartość energetyczną diety. Najbardziej wskazane tempo redukcji masy ciała wynosi 0,5 ÷ 1,0 kg tygodniowo podczas pierwszych 3 - 6 miesięcy interwencji [7].

Informacje pozyskiwane w ramach 24-godzinnego wywiadu żywieniowego, przeprowadzonego metodą zapisu i uwzględniającego 2 następujące po sobie dni,

wprowadzono do programu Dieta 5.0. Porcje produktów i potraw były subiektywnie określone przez uczestniczki badania, z wykorzystaniem miar kuchennych lub dokładnym wskazaniem masy wyrażonej w gramach. Respondentkom udostępniono również w formie online „Album fotografii produktów i potraw” w celu ułatwienia oszacowania porcji [26].

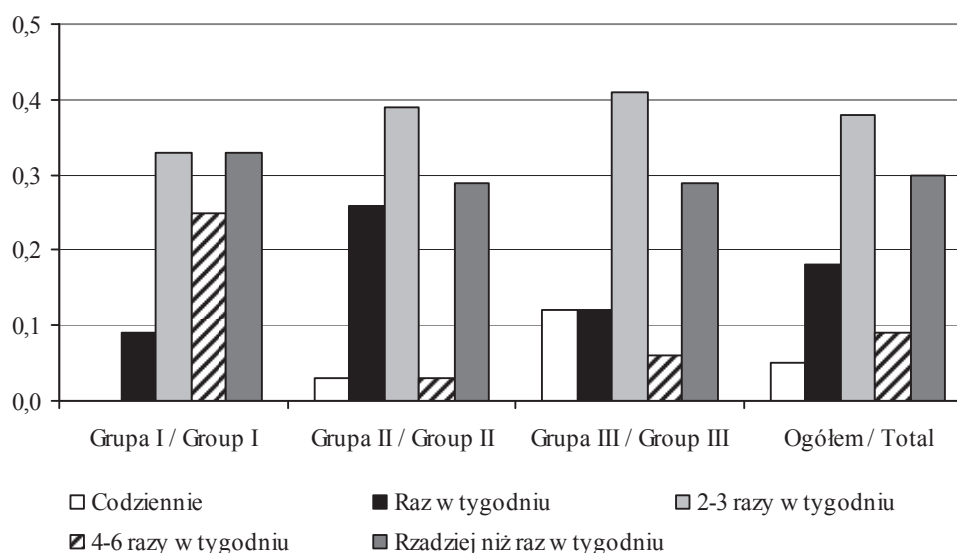
Uzyskane wyniki kodowano i analizowano przy użyciu programów Microsoft Office Excel oraz Statistica ver. 13.1 (Tibco Software Inc., Palo Alto, CA, United States). Obliczano wartości średnie i odchylenia standardowe. W analizie statystycznej posłużono się frakcjami, ponieważ grupa liczyła mniej niż 100 jednostek. Otrzymane wyniki porównano następnie z zaleceniami Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego [1] oraz normami żywienia dla populacji Polski [10] – zastosowano poziom wystarczającego spożycia (AI), a w sytuacji jego braku – poziom średniego zapotrzebowania (EAR). Należy mieć na uwadze, że normy żywienia dla populacji Polski są przeznaczone dla osób zdrowych i ich użycie w ocenie sposobu odżywiania się kobiet włączonych do badania może być nieodpowiednie [10]. Z powodu występującej wśród pacjentek insulinooporności i zwiększonego ryzyka rozwoju cukrzycy typu 2 posłużono się rekomendacjami Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego w odniesieniu do makroskładników, błonnika pokarmowego, nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA), wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), cholesterolu oraz sodu. Do określenia częstości występowania osób o niedostatecznym spożyciu w badanej populacji zastosowano metodę punktu odcięcia. W ocenie realizacji zapotrzebowania na wybrane witaminy oraz składniki mineralne uwzględniono stosowaną przez badane kobiety suplementację diety. Stan odżywienia diagnozowano z uwzględnieniem standardów WHO przy użyciu wskaźnika antropometrycznego BMI, którego wartość $< 18,50 \text{ kg/m}^2$ świadczy o niedowadze, $18,50 \div 24,99 \text{ kg/m}^2$ – o prawidłowej masie ciała, $25,00 \div 29,99 \text{ kg/m}^2$ – o nadwadze, $\geq 30,00 \text{ kg/m}^2$ – o otyłości [28].

Wyniki i dyskusja

Najliczniejszą grupę stanowiły kobiety w wieku 24 - 29 lat ($f = 0,52$), następnie badane w wieku 30 - 35 lat ($f = 0,28$) oraz mające 18 - 23 lata ($f = 0,20$) podczas udziału w badaniach. Nadmierna masa ciała charakteryzowała ponad połowę pacjentek ($f = 0,55$), co zaobserwowali w badaniach o podobnej problematyce również inni autorzy [17, 23], przy czym częstotliwość występowania otyłości była wyższa od częstości występowania nadwagi. Średnie BMI wynosiło $27,01 \pm 6,11 \text{ kg/m}^2$ i było zbliżone do wyników uzyskanych w innych badaniach [8, 23, 24, 25].

Choroby współistniejące występowały wśród ponad połowy pacjentek ($f = 0,52$) – najczęściej choroby tyreologiczne, na które chorowała 1/3 badanych ($f = 0,35$), a zatem podobnie jak w grupie kobiet z PCOS badanej przez Szafranec i wsp. [24]. Autoim-

munologiczne zapalenie tarczycy zostało zdiagnozowane wśród blisko 2 na 10 kobiet ($f = 0,17$), co stanowi niewiele mniej niż dowiedli inni badacze [23, 24]. W badaniach własnych zauważono również, że pacjentki chorujące jednocześnie na chorobę Hashimoto i/lub niedoczynność tarczycy wykazywały wyższe BMI niż pozostałe badane – odpowiednio $28,96 \pm 6,09 \text{ kg/m}^2$ oraz $25,97 \pm 5,86 \text{ kg/m}^2$. Potwierdza to wyniki otrzymane przez Szafraniec i wsp. [24], jednak w grupie kobiet z PCOS i chorobami tarczycy, które badali, średnie BMI było wyższe i odpowiadało otyłości I stopnia, a nie nadwadze, jak w pracy własnej. Pozostałe choroby współistniejące, które zgłosiły pacjentki w niniejszym badaniu, stanowił zespół jelita drażliwego (IBS) ($f = 0,17$) dotyczący ponad 1/3 kobiet z grupy III, osteoporoza i dyslipidemia ($f = 0,03$) oraz wrzodziejące zapalenie jelita grubego ($f = 0,02$).



Objaśnienia / Explanatory notes:

grupa I / group I – $n = 12$, grupa II / group II – $n = 31$, grupa III / group III – $n = 17$, ogółem / total – $n = 60$; codziennie / every day, raz w tygodniu / once a week, 2 - 3 razy w tygodniu / 2 - 3 times a week, 4 - 6 razy w tygodniu / 4 - 6 times a week, rzadziej niż raz w tygodniu / less than once a week.

Rys. 1. Częstotliwość podejmowania aktywności fizycznej przez badane kobiety

Fig. 1. Frequency of taking up physical activity by women surveyed

Aktywność fizyczną na poziomie co najmniej 2 - 3 razy w tygodniu realizowała niewiele ponad połowa badanych kobiet ($f = 0,52$), co było potwierdzeniem wyników również innych badań [3, 13] – rys. 1. W przypadku większości pacjentek trening trwał $0,5 \div 1,0 \text{ h}$, a zatem wystarczająco, aby wyrzeć pozytywny wpływ na insulinowrażliwość, ryzyko wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego oraz ogólny dobro-

stan psychiczny uczestniczek badania [27]. Średnie BMI w grupie kobiet aktywnych fizycznie było niewiele wyższe niż w grupie nieaktywnych pacjentek i wynosiło odpowiednio $27,37 \pm 5,69 \text{ kg/m}^2$ oraz $26,61 \pm 6,53 \text{ kg/m}^2$. Z kolei częstość występowania nadmiernej masy ciała w obu grupach była niemal taka sama ($f = 0,56$ vs. $f = 0,54$). Może to świadczyć o tym, że wśród kobiet redukcja lub kontrola uzyskanej masy ciała stanowi najsilniejszy motywator regularnego podejmowania ćwiczeń, czego dowiedli także Banting i wsp. [3].

Średnie spożycie wybranych składników odżywczych przedstawiono w tab. 2. i 3.

Tabela 2. Średnie spożycie wybranych składników odżywczych przez badane kobiety w odniesieniu do norm żywienia

Table 2. Average consumption of selected nutrients by women surveyed in relation to nutritional standards

Energia lub składnik odżywczy Energy or nutrient	Norma żywienia [10] Nutritional standard	Spożycie składnika Consumption of nutrient
Energia / Energy [kcal]	Obliczona indywidualnie Calculated individually	1210,34 ± 375,69
Woda / Water [ml]	2000 _{AI}	1210,33 ± 723,94
EPA + DHA [mg]	250	305,69 ± 592,67
Potas / Potassium [mg]	≥ 3500 _{AI}	2447,54 ± 708,63
Wapń / Calcium [mg]	≥ 800 _{EAR}	606,13 ± 268,64
Magnez / Magnesium [mg]	≤ 30 lat: ≥ 255 _{EAR} ≥ 31 lat: ≥ 265 _{EAR}	270,39 ± 93,35
Żelazo / Iron [mg]	≥ 8 _{EAR}	8,98 ± 3,52
Cynk / Zinc [mg]	≥ 6,8 _{EAR}	8,54 ± 2,71
Jod / Iodine [µg]	≥ 95 _{EAR}	68,35 ± 38,55
Witamina A / Vitamin A [µg]	≥ 500 _{EAR}	928,65 ± 825,42
Witamina D ₃ / Vitamin D ₃ [µg]	≥ 15 _{AI}	3,37 ± 4,22
Witamina E / Vitamin E [mg]	≥ 8 _{AI}	7,70 ± 4,20
Witamina C / Vitamin C [mg]	≥ 60 _{EAR}	112,85 ± 81,92
Tiamina (B ₁) / Thiamine (B ₁) [mg]	≥ 0,9 _{EAR}	1,01 ± 0,42
Ryboflawina (B ₂) / Riboflavin (B ₂) [mg]	≥ 0,9 _{EAR}	1,45 ± 0,57
Niacyna (B ₃) / Niacin (B ₃) [mg]	≥ 11 _{EAR}	18,03 ± 8,13
Pirydoksyna (B ₆) / Pyridoxine (B ₆) [mg]	≥ 1,1 _{EAR}	1,70 ± 0,61
Kwas foliowy (B ₉) / Folate (B ₉) [µg]	≥ 320 _{EAR}	281,78 ± 122,85
Kobalamina (B ₁₂) / Cobalamin (B ₁₂) [µg]	≥ 2 _{EAR}	3,73 ± 3,30

Objaśnienia / Explanatory notes:

EPA – kwas eikozapentaenowy / eicosapentaenoic acid; DHA – kwas dokozaheksaenowy / docosahexaenoic acid; AI – poziom wystarczającego spożycia / adequate intake level; EAR – poziom średniego zapotrzebowania / average demand level. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations.

Ankietowane kobiety spożywały średnio 1210,34 kcal/dobę, co stanowiło znacznie mniej niż wykazano w innych badaniach [4, 5, 8, 11, 14, 17, 22, 25] i w przypadku niemal 3/4 pacjentek prowadziło do sytuacji, w której zapotrzebowanie energetyczne

Tabela 3. Średnie spożycie wybranych składników odżywczych przez badane kobiety w odniesieniu do rekomendacji żywieniowych

Table 3. Average consumption of selected nutrients by women surveyed in relation to nutritional recommendations

Składnik odżywczy Nutrient	Rekomendacja żywieniowa Nutritional recommendation [1]	Spożycie składnika Consumption of nutrient
Białko [g/kg m.c.] / Protein [g/kg b.m.]	1,0 ÷ 1,5	1,20 ± 0,36
Węglowodany / Carbohydrates [% E]	45 ÷ 60	41,76 ± 12,54
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre [g]	≥ 25	17,12 ± 6,81
Tłuszcz / Fat [% E]	25 ÷ 40	33,75 ± 11,22
SFA [% E]	< 10	12,15 ± 4,88
MUFA [% E]	≤ 20	13,71 ± 5,64
PUFA [% E]	6 ÷ 10	5,23 ± 2,07
Cholesterol [mg]	< 300, dyslipidemia: < 200	299,23 ± 169,99
Sód / Sodium [mg]	≤ 2300	2007,27 ± 792,66

Objaśnienia / Explanatory notes:

SFA – nasycone kwasy tłuszczowe / saturated fatty acids; MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe / monounsaturated fatty acids; PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe / polyunsaturated fatty acids; % E – procentowy udział w całkowitej wartości energetycznej diety / percent share rate in total energy of diet. Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 2. / Other explanatory notes as in Tab. 2.

na poziomie PPM nie zostało zrealizowane. Taka sytuacja może powodować spowolnienie tempa metabolizmu, a tym samym utrudniać redukcję masy ciała. Z drugiej strony należy wziąć pod uwagę, że uczestniczki badania mogły świadomie zataić część informacji odnośnie do spożytych produktów żywnościowych. Również średnia ilość spożytego wraz z dietą białka, tłuszczu oraz węglowodanów była mniejsza w badaniach własnych niż wykazali to inni badacze [4, 11, 14, 25]. Jedynie średnia masa białka spożytego przez uczestniczki badań, które przeprowadzili Shishehgar i wsp. [22] oraz Szczuko i wsp. [25], była zbliżona i wynosiła odpowiednio: 66,15 g/dobę oraz 76,10 g/dobę, podczas gdy w pracy własnej – 70,86 g/dobę. Z kolei procentowy udział makroskładników w całodziennej wartości energetycznej diety wśród ankietowanych kobiet był podobny do wartości, które uzyskali Moran i wsp. [17] – pacjentki w obu przypadkach spożywały nadmierne ilości białka w stosunku do ilości węglowodanów. Przyczyną takiej sytuacji może być obawa kobiet chorych na insulinoporność o nadmierne pobudzenie trzustki do produkcji insuliny i dalsze upośledzanie insulinowrażliwości w konsekwencji przyjmowania produktów o wysokim indeksie (IG) lub ładunku glikemicznym (ŁG) [16]. Znajomość obu pojęć zadeklarowały niemal wszystkie badane, jednak wiedzę dotyczącą IG oraz ŁG potrafiło zastosować w praktyce odpowiednio: 6 na 10 kobiet ($f = 0,64$) i mniej niż połowa pacjentek ($f = 0,47$). Może to dowodzić, że część uczestniczek błędnie klasyfikowała produkty żywnościowe jako powodujące gwałtowny wzrost stężenia glukozy we krwi, a tym samym unikała

w diecie zarówno niewskazanych węglowodanów prostych, jak i wartościowych węglowodanów złożonych. Konsekwencją takiego działania jest również niewystarczająca podaż błonnika pokarmowego, który nie tylko reguluje rytm wypróżnień, ale również spowalnia wchłanianie cukrów prostych z pożywienia, zwiększa insulinowrażliwość tkanek i może przyczynić się do redukcji nadmiernego wydzielania androgenów [5]. W badaniach własnych odnotowano średnie wartości spożycia błonnika pokarmowego wśród kobiet chorych na PCOS, tożsame z rezultatami innych badaczy [4, 5, 17, 22, 25]. Jednocześnie zaobserwowano niewiele większą średnią podaż błonnika pokarmowego wśród pacjentek zgłaszających występowanie IBS w porównaniu z pozostałymi kobietami – odpowiednio: 18,33 g/dobę vs. 16,87 g/dobę.

Wśród badanych kobiet średnie spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) wynosiło 16,04 g/dobę (tab. 4), a zatem mniej niż to określono w innych badaniach [4, 11, 14, 22, 25]. Z kolei procentowy udział SFA w całodiennej wartości energetycznej diety był zbliżony do wartości, które uzyskali Moran i wsp. [17] oraz Shishehgar i wsp. [22]. Średnie spożycie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) było również mniejsze wśród uczestniczek badań własnych niż w badaniach innych autorów [4, 14, 22, 25], podczas gdy procentowy udział MUFA i PUFA był zbliżony [17, 22]. Spożycie cholesterolu przez pacjentki w badaniach własnych, jak i wśród uczestniczek innych badań, oscylowało wokół wartości uwzględnionej w zaleceniach Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego [5, 14, 25]. Należy pamiętać, że zbyt wysoka podaż cholesterolu oraz SFA przy niedostatecznym spożyciu MUFA i PUFA prowadzi do wzrostu stresu oksydacyjnego w organizmie, zaburzenia funkcjonowania gospodarki lipidowej i pogłębienia insulinooporności, a tym samym wzrostu ryzyka rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego oraz zespołu metabolicznego [18].

Pod względem spożycia przez pacjentki wybranych składników mineralnych (tab. 5) średnie wyniki były zbliżone do wartości przywoływanych w innych publikacjach [5, 8, 11, 25], podobnie w przypadku wybranych witamin [5, 25]. Jedynie średnie wartości spożycia tiaminy, ryboflawiny oraz potasu były mniejsze w pracy własnej niż te, które podali Moran i wsp. [17] oraz Lin i wsp. [14]. W przypadku kobiet chorych na PCOS szczególną uwagę należy zwrócić na spożycie witaminy E, która jest silnym antyoksydantem wzmacniającym insulinowrażliwość oraz regulującym stężenie androgenów we krwi poprzez pobudzanie syntezy globuliny wiążącej i transportującej hormony płciowe (SHBG) [6].

W pracy własnej 1/3 badanych dostarczyła wraz z dietą niewystarczających ilości białka, niemal 2 pacjentki na 10 spożyły zbyt wiele tłuszczu, a 4 na 10 przyjęły wraz z dietą nadmierne ilości cholesterolu, co w swoich badaniach zauważyli również Szczuko i wsp. [25]. Jednocześnie blisko 9 na 10 kobiet nie zrealizowało zapotrzebowania na energię, a ponad 3/4 uczestniczek uwzględniło w diecie zbyt mało węglowo-

danów, podczas gdy Szczuko i wsp. [25] określili powyższe niedobory odpowiednio u 51,9 % oraz 7,4 % badanych.

Tabela 4. Realizacja rekomendacji żywieniowych w zakresie wybranych składników odżywczych przez badane kobiety

Table 4. Implementation of nutritional recommendations as regards selected nutrients by women surveyed

Składnik odżywczy Nutrient	Realizacja rekomendacji żywieniowych Implementation of nutritional recommendations	Grupa I Group I (f) [%]	Grupa II Group II (f) [%]	Grupa III Group III (f) [%]	Ogółem Total (f) [%]
Białko [g/kg m. c.] Protein [g/kg b. m.]	Poniżej rekomendacji Below recommended level	0,08 8,33	0,32 32,26	0,41 41,18	0,30 30,00
	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,42 41,67	0,55 54,84	0,47 47,06	0,50 50,00
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,50 50,00	0,13 12,90	0,12 11,76	0,20 20,00
Węglowodany Carbohydrates [% E]	Poniżej rekomendacji Below recommended level	0,75 75,00	0,84 83,87	0,76 76,47	0,80 80,00
	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,25 25,00	0,10 9,68	0,18 17,65	0,15 15,00
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,00 0,00	0,06 6,45	0,06 5,88	0,05 5,00
Tłuszcz Fat [% E]	Poniżej rekomendacji Below recommended level	0,25 25,00	0,58 58,06	0,29 29,41	0,43 43,33
	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,58 58,33	0,32 32,26	0,41 41,18	0,40 40,00
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,17 16,67	0,10 9,68	0,29 29,41	0,17 16,67
SFA [% E]	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,83 83,33	0,77 77,42	0,53 52,94	0,72 71,67
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,17 16,67	0,23 22,58	0,47 47,06	0,28 28,33
MUFA [% E]	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,92 91,67	0,97 96,77	1,00 100,00	0,97 96,67
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,08 8,33	0,03 3,23	0,00 0,00	0,03 3,33
PUFA [% E]	Poniżej rekomendacji Below recommended level	0,67 66,67	0,94 93,55	0,76 76,47	0,83 83,33
	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,33 33,33	0,06 6,45	0,24 23,53	0,17 16,67
Cholesterol [mg]	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,33 33,33	0,77 77,42	0,35 35,29	0,57 56,67
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,67 66,67	0,23 22,58	0,65 64,71	0,43 43,33
Sód Sodium [mg]	Zgodnie z rekomendacją As recommended	0,83 83,33	0,77 77,42	0,41 41,18	0,68 68,33
	Powyżej rekomendacji Above recommended level	0,17 16,67	0,23 22,58	0,59 58,82	0,32 31,67

Objaśnienia / Explanatory notes:

grupa I / group I – n = 12; grupa II / group II – n = 31; grupa III / group III – n = 17; ogółem / total – n = 60; f – frakcja / fraction; SFA – nasycone kwasy tłuszczowe / saturated fatty acids; MUFA – jednonienasycone kwasy tłuszczowe / monounsaturated fatty acids; PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe / polyunsaturated fatty acids.

Tabela 5. Realizacja norm żywienia w zakresie energii oraz wybranych składników odżywczych przez badane kobiety

Table 5. Implementation of nutritional standards as regards energy and selected nutrients by women surveyed

Energia lub składnik odżywczy Energy or nutrient	Realizacja norm żywienia Implementation of nutritional standards	Grupa I Group I [%]	Grupa II Group II [%]	Grupa III Group III [%]	Ogółem Total [%]
Energia Energy [kcal]	Poniżej normy Below standard	83,33	93,55	82,35	88,33
	Zgodnie z normą According to standard	16,67	6,45	17,65	11,67
Woda Water [ml]	Poniżej normy Below standard	83,33	80,65	88,24	83,33
	Zgodnie z normą According to standard	16,67	19,35	11,76	16,67
Błonnik pokarmowy Dietary fiber [g]	Poniżej normy Below standard	83,33	83,87	88,24	86,67
	Zgodnie z normą According to standard	16,67	16,13	11,76	13,33
EPA + DHA [mg]	Poniżej normy Below standard	83,33	90,32	58,82	80,00
	Zgodnie z normą According to standard	16,67	9,68	41,18	20,00
Potas Potassium [mg]	Poniżej normy Below standard	75,00	100,00	88,24	91,67
	Zgodnie z normą According to standard	25,00	0,00	11,76	8,33
Wapń Calcium [mg]	Poniżej normy Below standard	58,33	87,10	82,35	80,00
	Zgodnie z normą According to standard	41,67	12,90	17,65	20,00
Magnez Magnesium [mg]	Poniżej normy Below standard	25,00	45,16	64,71	46,67
	Zgodnie z normą According to standard	75,00	54,84	35,29	53,33
Żelazo Iron [mg]	Poniżej normy Below standard	33,33	48,39	41,18	43,33
	Zgodnie z normą According to standard	66,67	51,61	58,82	56,67
Cynk Zinc [mg]	Poniżej normy Below standard	16,67	35,48	29,41	30,00
	Zgodnie z normą According to standard	83,33	64,52	70,59	70,00

Jod Iodine [μg]	Poniżej normy Below standard	91,67	83,87	64,71	80,00
	Zgodnie z normą According to standard	8,33	16,13	35,29	20,00
Witamina A Vitamin A [μg]	Poniżej normy Below standard	33,33	35,48	11,76	28,33
	Zgodnie z normą According to standard	66,67	64,52	88,24	71,67
Witamina D ₃ Vitamin D ₃ [μg]	Poniżej normy Below standard	25,00	25,81	5,88	20,00
	Zgodnie z normą According to standard	75,00	74,19	94,12	80,00
Witamina E Vitamin E [mg]	Poniżej normy Below standard	41,67	67,74	47,06	56,67
	Zgodnie z normą According to standard	58,33	32,26	52,94	43,33
Witamina C Vitamin C [mg]	Poniżej normy Below standard	25,00	32,26	11,76	25,00
	Zgodnie z normą According to standard	75,00	67,74	88,24	75,00
Tiamina (B ₁) Thiamine (B ₁) [mg]	Poniżej normy Below standard	16,67	41,94	23,53	31,99
	Zgodnie z normą According to standard	83,33	58,06	76,47	68,01
Ryboflawina (B ₂) Riboflavin (B ₂) [mg]	Poniżej normy Below standard	0,00	12,90	5,88	8,33
	Zgodnie z normą According to standard	100,00	87,10	94,12	91,67
Niacyna (B ₃) Niacin (B ₃) [mg]	Poniżej normy Below standard	8,33	16,13	0,00	10,00
	Zgodnie z normą According to standard	91,67	83,87	100,00	90,00
Pirydoksyna (B ₆) Pyridoxine (B ₆) [mg]	Poniżej normy Below standard	8,33	16,13	5,88	11,67
	Zgodnie z normą According to standard	91,67	83,87	94,12	88,33
Kwas foliowy (B ₉) Folate (B ₉) [μg]	Poniżej normy Below standard	33,33	54,84	35,29	45,00
	Zgodnie z normą According to standard	66,67	45,16	64,71	55,00
Kobalamina (B ₁₂) Cobalamin (B ₁₂) [μg]	Poniżej normy Below standard	8,33	22,58	5,88	15,00
	Zgodnie z normą According to standard	91,67	77,42	94,12	85,00

Objaśnienia / Explanatory notes:

grupa I / group I – n = 12, grupa II / group II – n = 31, grupa III / group III – n = 17, ogółem / total – n = 60; EPA – kwas eikozapentaenowy / eicosapentaenoic acid; DHA – kwas dokozaheksaenowy / docosahexaenoic acid.

Odnotowano, że 9 na 10 ankietowanych kobiet przyjmowało suplementy diety – najczęściej witaminę D₃ (f = 0,80), witaminy z grupy B (f = 0,28), kwasy tłuszczowe *n-3* (f = 0,25) oraz probiotyki (f = 0,23). Dzięki temu częstotliwość obserwowanych niedoborów witamin, mikro- i makroelementów była znacznie mniejsza niż w przypadku pobierania składników odżywczych wyłącznie z produktów żywnościowych. Pozwala to zatem wnioskować, że dieta pacjentek była uboga w produkty o dużej wartości odżywczej, niedostatecznie bogata w warzywa i owoce będące źródłem nie tylko błonnika pokarmowego, ale również mikro-, makroelementów oraz witamin rozpuszczalnych w wodzie. W badaniach własnych mniej uczestniczek zrealizowało zapotrzebowanie na magnez (f = 0,53 vs. 76,7 %), cynk (f = 0,70 vs. 90,0 %), witaminę A (f = 0,72 vs. 90,0 %) i tiaminę (f = 0,68 vs. 90,0 %) niż w grupie przebadanej przez Szczukę i wsp. [25]. Z kolei prawidłowe spożycie kwasu foliowego (f = 0,55 vs. 30,0 %), kobalaminy (f = 0,85 vs. 73,3 %) oraz witaminy C (f = 0,75 vs. 63,3 %) dotyczyło liczniejszej grupy niż w populacji włączonej do badań przeprowadzonych w 2016 r. przez ww. autorów. Zgodna z normami podaż ryboflawiny, niacyny, a także pirydoksyny występowała w diecie 9 na 10 pacjentek, zarówno w pracy własnej, jak i w badaniach Szczuki i wsp. [25].

Wnioski

1. Dieta większości badanych kobiet była niedoborowa pod względem podaży energii, wody, węglowodanów, błonnika pokarmowego, PUFA, EPA i DHA, potasu, wapnia, jodu oraz witaminy E, jednocześnie dostarczając nadmiernych ilości cholesterolu. Stwarza to ryzyko nasilenia procesów zapalnych w organizmie, wzrostu stężenia frakcji LDL-cholesterolu oraz triacylogliceroli, dalszego upośledzenia insulinowrażliwości oraz wzrostu ryzyka rozwoju chorób tyreologicznych i IBS.
2. Negatywne wzorce stylu życia mogą nasilać problem otyłości oraz zwiększać ryzyko wystąpienia zespołu metabolicznego wśród kobiet chorych na PCOS. Istnieje konieczność edukacji pacjentek w celu przeciwdziałania rozwojowi patologii towarzyszących PCOS, a także prowadzenie dalszych prospektywnych badań nad wpływem zachowań zdrowotnych na przebieg choroby.

Publikacja finansowana przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Żywienia i Epidemiologii (nr 503/6-024-02/503-61-001) oraz Zakład Epidemiologii i Biostatystyki (nr 503/6-029-07/503-61-001-19-00).

Literatura

- [1] Araszkiewicz A., Bandurska-Stankiewicz E., Budzyński A., Cypryk K., Czech A., Czupryniak L., Drzewoski J., Dzida G., Dziedzic T., Franek E., Gajewska D., Gawrecki A., Górka M., Grzeszczak

- W., Gumprecht J., Idzior-Waluś B., Jarosz-Chobot P., Kalarus Z., Klupa T., Koblik T., Kokoszka A., Korzon-Burakowska A., Kowalska I., Krętowski A., Majkowska L., Małecki M., Mamcarz A., Mirkiewicz-Sieradzka B., Młynarski W., Moczulski D., Myśliwiec M., Narkiewicz K., Noczyńska A., Piątkiewicz P., Rymaszewska J., Sieradzki J., Solnica B., Strączkowski M., Strojek K., Szadkowska A., Szelachowska M., Wender-Ożegowska E., Wierusz-Wysocka B., Wolnik B., Wyleżoł M., Wylęgała E., Zozulińska-Ziółkiewicz D.: Guidelines on the management of diabetic patients. A position of Diabetes Poland. *Clin. Diabetol.*, 2019, 8 (1), 1-95.
- [2] Azziz R., Woods K.S., Reyna R., Key T.J., Knochenhauer E.S., Yildiz B.O.: The prevalence and features of the polycystic ovary syndrome in an unselected population. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2004, 89 (6), 2745-2749.
- [3] Banting L.K., Gibson-Helm M., Polman R., Teede H.J., Stepto N.K.: Physical activity and mental health in women with Polycystic Ovary Syndrome. *BMC Womens Health*, 2014, 14, #51.
- [4] Barrea L., Arnone A., Annunziata G., Muscogiuri G., Laudisio D., Salzano C., Pugliese G., Colao A., Savastano S.: Adherence to the Mediterranean diet, dietary patterns and body composition in women with polycystic ovary syndrome (PCOS). *Nutrients*, 2019, 11 (10), #2278.
- [5] Cutler D.A., Pride S.M., Cheung A.P.: Low intakes of dietary fiber and magnesium are associated with insulin resistance and hyperandrogenism in polycystic ovary syndrome: A cohort study. *Food Sci. Nutr.*, 2019, 7 (4), 1426-1437.
- [6] Ebrahimi F.A., Samimi M., Foroozanfard F., Jamilian M., Akbari H., Rahmani E., Ahmadi S., Taghizadeh M., Memarzadeh M.R., Asemi Z.: The effects of omega-3 fatty acids and vitamin E co-supplementation on indices of insulin resistance and hormonal parameters in patients with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes.*, 2017, 125, 353-359.
- [7] Gajewska D., Myszkowska-Ryciak J., Lange E., Gudej S., Pałkowska-Goździk E., Bronkowska M., Piekło B., Łuszczki E., Kret M., Białek-Dratwa A., Pachocka L., Sobczak-Czynsz A.: Standardy leczenia dietetycznego otyłości prostej u osób dorosłych. *Stanowisko Polskiego Towarzystwa Dietetyki 2015. Dietetyka*, 2015, 8, Wyd. Spec.
- [8] Graff S.K., Mário F.M., Alves B.C., Spritzer P.M.: Dietary glycemic index is associated with less favorable anthropometric and metabolic profiles in polycystic ovary syndrome women with different phenotypes. *Fertil. Steril.*, 2013, 100 (4), 1081-1088.
- [9] Gutch M., Kumar S., Razi S.M., Gupta K.K., Gupta A.: Assessment of insulin sensitivity/resistance. *Indian J. Endocrinol. Metab.*, 2015, 19 (1), 160-164.
- [10] Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Wierzejska R., Wojtasik A., Charzewska J., Mojska H., Szponar L., Sajór I., Kłosiewicz-Latoszek L., Chwojnowska Z., Wajszyzyk B., Szostak W.B., Cybulska B., Kunachowicz H., Wolnicka K., Przygoda B., Cichocka A., Gugala-Mirosz S., Jasińska-Melon E., Ołtarzewski M., Pietraś E., Siuba-Strzelińska M., Białkowska M., Gielecińska I., Matczuk E., Nagel P., Piotrowska K., Stolińska-Fiedorowicz H., Kłys W.: *Normy żywienia dla populacji Polski. Instytut Żywności i Żywienia*, Warszawa 2017.
- [11] Kazemi M., McBreaarty L.E., Chizen D.R., Pierson R.A., Chilibeck P.D., Zello G.A.: A comparison of a pulse-based diet and the therapeutic lifestyle changes diet in combination with exercise and health counselling on the cardio-metabolic risk profile in women with polycystic ovary syndrome: A randomized controlled trial. *Nutrients*, 2018, 10 (10), #1387.
- [12] Kłósek P., Grosicki S., Całyniuk B.: Dietoterapia w zespole policystycznych jajników – zalecenia praktyczne. *Forum Zab. Met.*, 2017, 8 (4), 148-154.
- [13] Lamb J.D., Johnstone E.B., Rousseau J.A., Jones C.L., Pasch L.A., Cedars M.I., Huddleston H.G.: Physical activity in women with polycystic ovary syndrome: Prevalence, predictors, and positive health associations. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 2011, 204 (4), #352.

- [14] Lin A.W., Kazemi M., Jarrett B.Y., Vanden Brink H., Hoeger K.M., Spandorfer S.D., Lujan M.E.: Dietary and physical activity behaviors in women with polycystic ovary syndrome per the New International Evidence-Based Guideline. *Nutrients*, 2019, 11 (11), #2711.
- [15] Lorentz F.H.: Der Konstitutionsindex der Frau. *Klin. Wochenschr.*, 1929, 8, 734-736.
- [16] Mirmiran P., Esfandiari S., Bahadoran Z., Tohidi M., Azizi F.: Dietary insulin load and insulin index are associated with the risk of insulin resistance: A prospective approach in tehran lipid and glucose study. *J. Diabetes Metab. Disord.*, 2016, 15, #23.
- [17] Moran L.J., Ranasinha S., Zoungas S., McNaughton S.A., Brown W.J., Teede H.J.: The contribution of diet, physical activity and sedentary behaviour to body mass index in women with and without polycystic ovary syndrome. *Human Reprod.*, 2013, 28 (8), 2276-2283.
- [18] Rochlani Y., Pothineni N.V., Kovelamudi S., Mehta J.L.: Metabolic syndrome: Pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Ther. Adv. Cardiovasc. Dis.*, 2017, 11 (8), 215-225.
- [19] Rodrigues-Paris D., Remlinger-Molenda A., Kurzawa R., Głowińska A., Spaczyński R., Rybakowski F., Pawelczyk L., Banaszewska B.: Występowanie zaburzeń psychicznych u kobiet z zespołem policystycznych jajników. *Psychiatria Polska*, 2019, 130, 1-12.
- [20] Rotterdam ESHRE/ASRM-Sponsored PCOS Consensus Workshop Group: Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and long-term health risks related to polycystic ovary syndrome (PCOS). *Hum. Reprod.*, 2004, 19 (1), 41-47.
- [21] Sengupta S., Jaseem T., Ambalavanan J., Hegde A.: Homeostatic model assessment-insulin resistance (HOMA-IR 2) in mild subclinical hypothyroid subjects. *Indian J. Clin. Biochem.*, 2018, 33 (2), 214-217.
- [22] Shishehgar F., Tehrani F.R., Mirmiran P., Hajian S., Baghestani A.R., Moslehi N.: Comparison of dietary intake between polycystic ovary syndrome women and controls. *Glob. J. Health Sci.*, 2016, 8 (9), 302-311.
- [23] Sinha U., Sinharay K., Saha S., Longkumer T.A., Baul S.N., Pal S.K.: Thyroid disorders in polycystic ovarian syndrome subjects: A tertiary hospital based cross-sectional study from Eastern India. *Indian J. Endocrinol. Metab.*, 2013, 17 (2), 304-309.
- [24] Szafraniec A., Porada D., Lenart-Lipińska M., Tarach J., Matyjaszek-Matuszek B.: Częstość występowania chorób tarczycy u pacjentek z zespołem policystycznych jajników. *Forum Med. Rodz.*, 2016, 10 (3), 140-144.
- [25] Szczuko M., Skowronek M., Zapałowska-Chwyć M., Starczewski A.: Quantitative assessment of nutrition in patients with polycystic ovary syndrome (PCOS). *Rocz. PZH*, 2016, 67 (4), 419-426.
- [26] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2000.
- [27] Woodward A., Klonizakis M., Broom D.: Exercise and polycystic ovary syndrome. In: *Physical Exercise for Human Health*. Ed. X. Junjie. Springer Nature Singapore Pte Ltd, Singapore 2020, pp. 123-136.
- [28] World Health Organization: Nutrition Landscape Information System (NLIS) Country Profile Indicators: Interpretation Guide. WHO, Geneva 2010.

ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS AND DIETARY HABITS OF ADULT WOMEN WITH INSULIN RESISTANCE AND POLYCYSTIC OVARY SYNDROME – PILOT STUDIES**S u m m a r y**

Proper nutrition and regular physical activity are important factors in achieving an improvement in the health and life quality of women diagnosed with insulin resistance (IR) and polycystic ovary syndrome (PCOS). The objective of the survey study was to assess some selected behaviours, health disorders and dietary habits of adult women with IR and PCOS. In the survey participated 60 women aged 18 - 35. The authors' self-designed questionnaire and a 24-hour dietary recall questionnaire were made available electronically to women who were charges of the Insulin Resistance Foundation – a healthy diet and a healthy life. The lists of foods eaten were qualitatively analysed with the use of a Diet 5.0 software. The results obtained were compared with the recommendations by the Polish Diabetes Association and nutritional standards for the population of Poland. The nutritional status was diagnosed taking into account the WHO standards. In the statistical analysis were applied fractions. Incorrect nutritional status concerned 6 out of 10 female patients. Nearly 9 out of 10 respondents had an insufficient energy supply in relation to total metabolic rate ($f = 0.88$). Half of the female patients ate a proper amount of protein, 4 of 10 women – a proper amount of fat, and 1 of 10 surveyed – a proper amount of carbohydrates ($f = 0.15$). At the same time, in their diets, more than 3/4 of women did not include sufficient amounts of fluids ($f = 0.83$), nor dietary fibre ($f = 0.87$), nor calcium and iodine ($f = 0.80$). More than half of the surveyed took up physical activity (at least 2 - 3 times a week). More than half of the patients had comorbidities – mostly thyroid diseases ($f = 0.35$) and irritable bowel syndrome ($f = 0.17$). Negative lifestyle patterns may exacerbate the obesity problem and increase the occurrence risk of metabolic syndrome. There is a need to educate women in order to prevent the development of pathologies accompanying PCOS.

Key words: insulin resistance, polycystic ovary syndrome, dietary habits, health behaviours, physical activity of women, lifestyle ☒

MAREK ZBOROWSKI, ANNA MIKULEC

**ZACHOWANIA ŻYWIENIOWE STUDENTÓW PAŃSTWOWEJ WYŻSZEJ
SZKOŁY ZAWODOWEJ W NOWYM SĄCZU
PODCZAS PANDEMII COVID-19**

Streszczenie

Izolacja społeczna okazała się nowym doświadczeniem wpływającym na różne aspekty życia. Celem pracy było określenie wpływu izolacji społecznej związanej z pandemią COVID-19 na zachowania żywieniowe studentów PWSZ w Nowym Sączu.

Narzędzie badawcze stanowił kwestionariusz ankiety zawierający pytania otwarte i pytania wyboru dotyczące zagadnień związanych z zachowaniami żywieniowymi, regularnością i częstotliwością spożycia posiłków i określonych grup produktów, ze stanem zdrowia, zachorowaniami na COVID-19 oraz z suplementacją diety witaminą D. Na podstawie informacji podanych przez studentów obliczono wskaźnik masy ciała (BMI) przed pandemią i w trakcie jej trwania. Wśród ankietowanych dominowały studentki studiów stacjonarnych I stopnia mieszkające na wsi. Spośród respondentów zachorowanie na COVID-19 zadeklarowało po ok. 20 % kobiet i mężczyzn. Najwięcej osób chorujących doświadczyło utraty węchu i smaku. Chorzy na COVID-19 w większości nie obserwowali zmian częstotliwości przyjmowania posiłków w związku z wystąpieniem choroby. Nie obserwowano istotnych zmian średniej masy ciała oraz wartości wskaźnika masy ciała (BMI) zarówno kobiet, jak i mężczyzn w trakcie trwania pandemii w porównaniu z czasem przed jej wystąpieniem. Wpływ pandemii na zachowania żywieniowe zaobserwowało u siebie 45 % kobiet i 36 % mężczyzn, zwłaszcza pod względem liczby spożywanych posiłków. Jako przyczynę wymieniano mniejszą częstotliwość przemieszczania się, naukę i pracę zdalną, stres, a także ograniczenie kontaktów z rodziną i bliskimi. Obserwowano wzrost spożycia słonych i słodkich przekąsek, kawy, nieznaczne zmniejszenie spożycia mięsa i wędlin oraz nasion roślin strączkowych. Pandemia wywołana wirusem SARS-CoV-2 w nieznacznym stopniu wpłynęła na suplementację diety witaminą D wśród studentów PWSZ w Nowym Sączu.

Słowa kluczowe: studenci Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu, zachowania żywieniowe, pandemia COVID-19, wskaźnik masy ciała (BMI)

Wprowadzenie

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ogłosiła 11 marca 2020 r. stan pandemii wirusa SARS-CoV-2 (ang. *severe acute respiratory syndrome coronavirus*), który zmusił wiele krajów, w tym Polskę, do wprowadzenia rygorystycznych przepisów sanitarnych, m.in. izolacji czy zachowywania dystansu społecznego zapobiegającego rozprzestrzenianiu się choroby [3].

Izolacja, mająca ograniczać transmisję wirusa, może jednak przyczynić się w perspektywie długoterminowej do niekorzystnych zachowań żywieniowych i społecznych. Podstawową przesłanką izolacji jest konieczność przebywania w warunkach domowych, co wiąże się z prowadzeniem edukacji i działalności zawodowej internetowo na odległość. Tym samym zmniejsza się aktywność fizyczna populacji i może to wpływać na zwiększenie masy ciała przy niezmienionej podaży energii. Kolejnym istotnym czynnikiem ryzyka związanego ze zwiększaniem masy ciała podczas izolacji jest nadmierne gromadzenie zapasów żywnościowych oraz brak racjonalnego gospodarowania nimi. Podczas pandemii obserwuje się zwiększenie udziału w diecie żywności wygodnej oraz charakteryzującej się wysokim stopniem przetworzenia. Konsekwencją wyżej wymienionych czynników może być rozwój chorób przewlekłych związanych z zaburzeniami gospodarki węglowodanowej oraz układu sercowo-naczyniowego [1, 5, 7, 8].

Właściwie zbilansowana dieta, uwzględniająca aktualne rekomendacje żywieniowe krajowych i międzynarodowych instytucji zajmujących się problematyką żywienia, stanowi integralną część osobistej strategii zarządzania ryzykiem podczas pandemii COVID-19 [16]. Odżywienie organizmu wpływa na kliniczny przebieg choroby. Jak podają Mattioli i wsp. [15], przeciwutleniacze oraz witaminy zawarte w żywności wykazują działanie ochronne przed infekcjami oraz stanami zapalnymi, co związane jest bezpośrednio ze zmniejszoną produkcją cytokin prozapalnych oraz białka C-reaktywnego. Z kolei mała aktywność fizyczna lub jej brak może dodatkowo powodować zmniejszenie odporności na stres. Powszechnie wiadomo, że umiarkowana i regularna aktywność fizyczna wywiera korzystny wpływ zarówno na stan fizyczny, jak i psychiczny człowieka [2, 11].

Przewlekłe oddziaływanie stresu wpływa bezpośrednio na stan zdrowia oraz wydzielanie kortyzolu, zwanego „hormonem stresu”, odpowiedzialnego za zwiększanie głodu, a w konsekwencji ilości konsumowanej żywności. W badaniach populacyjnych wykazano, że stres związany jest bezpośrednio ze wzrostem, jak i zmniejszeniem ilości przyjmowanej żywności oraz jej rodzajem [12, 17].

Otyłość od wielu lat jest uznawana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) za chorobę i jest wpisana do Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób (ICD-10) pod numerem E66. Stanowi ona poważny problem cywilizacyjny, szczególnie w aspekcie obecnej sytuacji związanej z pandemią COVID-19.

Celem pracy było określenie wpływu izolacji społecznej wynikającej z pandemii COVID-19 na zachowania żywieniowe studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu.

Material i metody badań

Narzędzie badawcze stanowił kwestionariusz ankiety własnej konstrukcji składający się z pytań otwartych i pytań wyboru. Ankieta została przeprowadzona online za pośrednictwem internetowej platformy ankiet Google Forms, a link do ankiety został udostępniony studentom PWSZ w Nowym Sączu za pośrednictwem wirtualnego dziekanatu. Badania przeprowadzono w okresie od 10 czerwca do 10 lipca 2021 r. na reprezentatywnej grupie 531 studentów studiów I i II stopnia, zarówno studiów stacjonarnych, jak i niestacjonarnych Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu. Do dalszych badań zakwalifikowano 526 poprawnie wypełnionych ankiet, co stanowiło 99 % zebranych kwestionariuszy. Pytania zawarte w kwestionariuszu ankiety dotyczyły zagadnień związanych z zachowaniami żywieniowymi, regularnością spożywania posiłków, częstością spożycia określonych grup produktów, częstotliwością i jakością spożywanych posiłków, stosowaniem suplementacji diety witaminą D. Pierwszą część kwestionariusza stanowiła metryczka dotycząca m.in. danych społeczno-demograficznych badanych studentów. Zawierała pytania odnoszące się do: wieku, płci, miejsca zamieszkania, masy ciała i wzrostu (dane potrzebne do obliczenia wskaźnika masy ciała BMI), samooceny stanu zdrowia, zachorowania na COVID-19. Wszystkie pytania w części ankiety dotyczącej zachowań żywieniowych studentów skonstruowane były w taki sposób, aby respondenci mogli wskazać jedynie zaproponowane warianty odpowiedzi. Wartości wskaźnika masy ciała (ang. *body mass index*, BMI) przedstawiono osobno dla każdej z płci. Istotność różnic między częstościami występowania poszczególnych wariantów odpowiedzi w każdej z grup płci oceniono testem U Manna-Whitneya ($p < 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Wśród respondentów przeważali studenci studiów stacjonarnych I stopnia, mieszkający na wsi. Kobiety stanowiły 74 % badanej populacji, ich średnia wieku to 23,4 roku, a mężczyźni – 26 % o średniej wieku 23,9 roku (tab. 1).

Własny stan zdrowia 98,71 % kobiet oraz 97,10 % mężczyzn oceniło jako dobry (tab. 2). Zdrowie, według definicji Światowej Organizacji Zdrowia, to stan pełnego, dobrego samopoczucia fizycznego, psychicznego oraz społecznego. Co istotne, zdrowia nie należy rozpatrywać tylko w kategorii braku jednostek chorobowych, ale jako wielopłaszczyznowe pojęcie o złożonym charakterze [9].

Tabela 1. Charakterystyka demograficzna badanych respondentów

Table 1. Demographic profile of the respondents surveyed

Parametr / Parameter	Kobiety / Women [n]	Mężczyźni / Men [n]
Płeć / Sex	388	138
Stopień studiów / Study level		
I stopień / Bachelor	303	112
II stopień / Master	85	26
Forma studiów / Type of study		
Stacjonarne / Full time	313	103
Niestacjonarne / Extramural	75	35
Miejsce zamieszkania / Place of residence		
Miasto / City	121	48
Wieś / Village	267	90
Wiek [lata] Age [years]	23,4 ± 5,36* (21 - 23**, 19/56***)	23,9 ± 5,08* (21 - 24**, 19/47***)

Objaśnienia / Explanatory notes:

n – liczba osób / number of people; (*) – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation; (**) – dolny i górny kwartył (Q1 i Q3) / lower and upper quartile (Q1 and Q3); (***) – minimum i maksimum / minimum and maximum

W odpowiedzi na pytanie dotyczące zachorowania na COVID-19 przez badanych respondentów przebycie choroby zadeklarowało 20,9 % kobiet i 20,1 % mężczyzn. Większość ankietowanych doświadczyła utraty węchu i smaku (63,8 % kobiet i 44,4 % mężczyzn) w czasie choroby (tab. 2). Według Zawilskiej i wsp. [21] szacuje się, że u ok. 30 % pacjentów, u których zdiagnozowano COVID-19, występują zaburzenia neurologiczne mogące prowadzić do długotrwałych uszkodzeń w obrębie układu nerwowego. Objawy neurologiczne mogą być związane z bezpośrednim neurotoksycznym działaniem wirusa bądź wynikać z powikłań COVID-19. Wymienieni autorzy wskazują, że w grupie objawów neurologicznych pochodzenia obwodowego wyróżnia się zaburzenia w odczuwaniu bodźców zapachowych (dysosmie – osłabienie węchu, anosmie – całkowitą utratę węchu) oraz zaburzenia w odczuwaniu bodźców smakowych (dysgeusie – upośledzenie zdolności do odczuwania smaku, ageusie – całkowity brak odczuwania smaku). Zaburzenia związane z odczuwaniem bodźców smakowo-zapachowych mogły przyczyniać się do zmiany częstotliwości spożywania posiłków, których obecność jest szczególnie istotna w przypadku rekonwalescencji. W badaniach własnych 52,5 % kobiet i 66,7 % mężczyzn w czasie choroby nie obserwowało zmian częstotliwości spożywania posiłków. Z kolei 35 % kobiet i niemal 26 % mężczyzn obserwowało w tym czasie zmniejszenie liczby spożywanych posiłków, a zaledwie 12,5 % kobiet i 7,4 % mężczyzn – zwiększenie tej liczby (tab. 2). Brak zmiany częstotliwości spożywania posiłków może być związany z utrwalonymi nawykami

Tabela 2. Stan zdrowia i zachorowanie na COVID-19 badanych respondentów

Table 2. Health state and COVID-19 disease of respondents surveyed

Parametr / Parameter	Kobiety / Women [n]	Mężczyźni / Men [n]
Stan zdrowia w opinii respondentów / Health state according to respondents' opinion		
Dobry / Good	383	134
Zły / Bad	5	4
Zachorowanie na COVID-19 / Getting ill with COVID-19		
Tak / Yes	80	27
Nie / No	162	52
Nie wiem / I don't know	146	59
Objawy COVID-19 / Symptoms of COVID-19		
Brak objawów / No symptoms	19	11
Utrata smaku / Loss of taste	1	0
Utrata węchu / Loss of smell	9	4
Utrata smaku i węchu Loss of taste and smell	51	12
Wpływ choroby na częstość spożywania posiłków / Impact of disease on frequency of eating meals		
Bez zmian / No change	42	18
Liczba spożywanych posiłków uległa zmniejszeniu / Decrease in number of meals eaten	28	7
Liczba spożywanych posiłków uległa zwiększeniu / Increase in number of meals eaten	10	2

żywnościowymi oraz świadomością studentów dotyczącą wpływu odżywiania na zachowanie zdrowia. Innym czynnikiem potwierdzającym brak zmian częstotliwości spożywania posiłków mogą być dane epidemiologiczne wskazujące na szerokie spektrum objawów klinicznych COVID-19. Zdaniem Zawilskiej i wsp. [21] u ok. 72 % osób zakażonych SARS-CoV-2 choroba przebiega bezobjawowo lub skąpo objawowo, u 8 % – łagodnie, natomiast u ok. 14 % pacjentów występują nasilone objawy wymagające hospitalizacji. Bezobjawowy przebieg choroby mógł również nie wpływać istotnie na utrwalone wcześniej nawyki żywieniowe. Po przeanalizowaniu masy ciała przed rozpoczęciem pandemii wywołanej przez SARS-CoV-2 i po ponad roku jej trwania wykazano brak istotnych zmian średniej masy ciała zarówno kobiet (odpowiednio: 60,8 i 61,5 kg), jak i mężczyzn (odpowiednio: 81,5 i 82,8 kg) – tab. 3. Yau i Potenza [19] podkreślają, że spożywanie pokarmów jest nieodzownym elementem codziennej egzystencji, zaś równowaga pomiędzy dostarczaną energią a jej wydatkowaniem ma kluczowe znaczenia dla zachowania zdrowia. Nagły stres związany z chorobą lub izolacją może być czynnikiem potęgującym zmiany wzorców żywieniowych, które w konsekwencji mogą stanowić podłoże do zaburzeń żywieniowych oraz rozwo-

ju chorób metabolicznych. Brak istotnej zmiany masy ciała po prawie półtora roku trwania pandemii można tłumaczyć strukturą demograficzną, a także miejscem zamieszkania ankietowanych. W badanej grupie dominowały młode kobiety, które przywiązują dużą wagę do swego wyglądu i kontrolują masę ciała. Wśród respondentów dominowały osoby mieszkające na wsi, dla których czas izolacji społecznej z pewnością okazał się mniej dotkliwy. Mieszkanie w mieście wiąże się z ograniczeniami, jak: mała liczba miejsc do spacerów, biegania lub jazdy rekreacyjnej na rowerze czy zmniejszony kontakt z przyrodą. Dodatkowo czasowe restrykcje dotyczyły zamknięcia siłowni, klubów fitness, obiektów sportowych, zakazu wyjścia do parków, a nawet lasów, co dla mieszkańców miast było dotkliwą uciążliwością.

Tabela 3. Masa ciała i wskaźnik BMI badanych respondentów

Table 3. Body mass and BMI index of respondents surveyed

Parametr / Parameter	Kobiety / Women [n]		Mężczyźni / Men [n]	
Masa ciała / Body mass [kg] III 2020	60,8 ^a ± 10,81 (54 - 66, 41/125)		81,5 ^a ± 16,60 (70 - 89, 55/150)	
Masa ciała / Body mass [kg] VII 2021	61,5 ^a ± 10,78 (54 - 67, 41/125)		82,8 ^a ± 17,02 (72 - 90, 56/150)	
Wskaźnik masy ciała BMI* Body Mass Index BMI [kg·m ⁻²]	III 2020	VII 2021	III 2020	VII 2021
Niedowaga / Underweight (< 18,5)	47	47	2	2
Prawidłowa masa ciała Proper body mass (18,5 ÷ 24,9)	281	281	78	78
Nadwaga / Overweight (25,0 ÷ 29,9)	46	46	41	41
Otyłość I° / Obesity I° (30,0 ÷ 34,9)	11	11	10	10
Otyłość II° / Obesity II° (35,0 ÷ 39,9)	1	1	6	6
Otyłość olbrzymia Morbid obesity (≥ 40)	1	1	1	1

Objaśnienia / Explanatory notes:

(*) – zgodnie z Narodowym Centrum Edukacji Żywnościowej / according to the National Center for Nutritional Education; a – wartości średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie ($p = 0,05$) / mean values in columns denoted by the same letter do not differ statistically significantly ($p = 0,05$). Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

Pod względem wskaźnika masy ciała BMI zarówno kobiet, jak i mężczyzn nie zaobserwowano istotnych różnic między średnimi wartościami tego wskaźnika przed pandemią i w trakcie jej trwania. Wśród kobiet największą grupę stanowiły osoby z prawidłową masą ciała (72 %), a osób z niedowagą i nadwagą było po 12 %. W grupie mężczyzn także dominowały osoby o prawidłowej masie ciała (57 %), a z nadwagą i otyłością I stopnia było odpowiednio: 30 i 7 % (tab. 3). Uzyskane wyniki są zbliżone do rezultatów Sidor i Rzymskiego [16] otrzymanych na podstawie badań prowadzo-

nych w grupie młodych osób (średnia wieku 27,7), w której większość stanowiły kobiety (95,1 %). Autorzy zaobserwowali, że blisko 40 % badanych nie odnotowało zmiany masy ciała w czasie izolacji wywołanej pandemią COVID-19, natomiast w badanej grupie (n = 1097) prawidłową masą ciała charakteryzowało się 63,7 % ankietowanych, niedowagą – 7,9 %, a nadwagą i otyłością – odpowiednio: 19,8 i 8,6 %.

Wpływ pandemii na zachowania żywieniowe zaobserwowało u siebie 45 % kobiet i 36 % mężczyzn. Zmiany dotyczyły przede wszystkim liczby spożywanych posiłków, nie obserwowano natomiast istotnych zmian w zachowaniach żywieniowych (tab. 4). Również Błaszczuk-Bębenek i wsp. [4] w badaniach dotyczących samooceny zmian w diecie ankietowanych (n = 319) podczas izolacji wykazali, że większość badanej grupy nie wprowadziła żadnych zmian w nawykach żywieniowych. Przed pandemią 79 % kobiet spożywało 4 i 3 posiłki dziennie, a zaledwie 15 % – 5 lub więcej posiłków. Wśród mężczyzn również najwięcej osób zadeklarowało spożywanie 3 i 4 posiłków dziennie (80 %). W trakcie pandemii grupa kobiet spożywająca 5 i więcej posiłków dziennie wzrosła natomiast o 11 p.p. W przypadku mężczyzn grupa spożywająca 5 lub więcej posiłków wzrosła o 5 p.p., czyli dwukrotnie mniej (tab. 4). W trakcie trwania pandemii wśród mężczyzn zaobserwowano mniejszą liczbę osób spożywających 3 posiłki (zmniejszenie o 12 p.p.) oraz większą (o 9 p.p.) – deklarującą spożywanie dwóch posiłków dziennie. Dodatkowo 69 % kobiet i 57 % mężczyzn obserwowało u siebie wpływ pracy czy nauki zdalnej na regularność i częstotliwość przyjmowania posiłków (tab. 4). Podobną tendencję, polegającą na większej liczbie przyjmowanych posiłków w czasie kwarantanny, zaobserwowali Sidor i Rzymiski [16]. Zdaniem tych autorów okres izolacji w warunkach domowych, zwłaszcza dla osób z nadwagą lub otyłością, które mają silną tendencję do przejadania się lub spożywania obfitych posiłków szczególnie w godzinach wieczornych, stwarza ryzyko dodatkowego wzrostu masy ciała. Yoshida i wsp. [20] uważają, że spożywanie posiłków późno w nocy jest postrzegane jako niekorzystny wzorzec żywieniowy, gdyż wykazano związek między jedzeniem późnym wieczorem a rozwojem zespołu metabolicznego potęgującego rozwój licznych jednostek chorobowych, w tym cukrzycy typu 2.

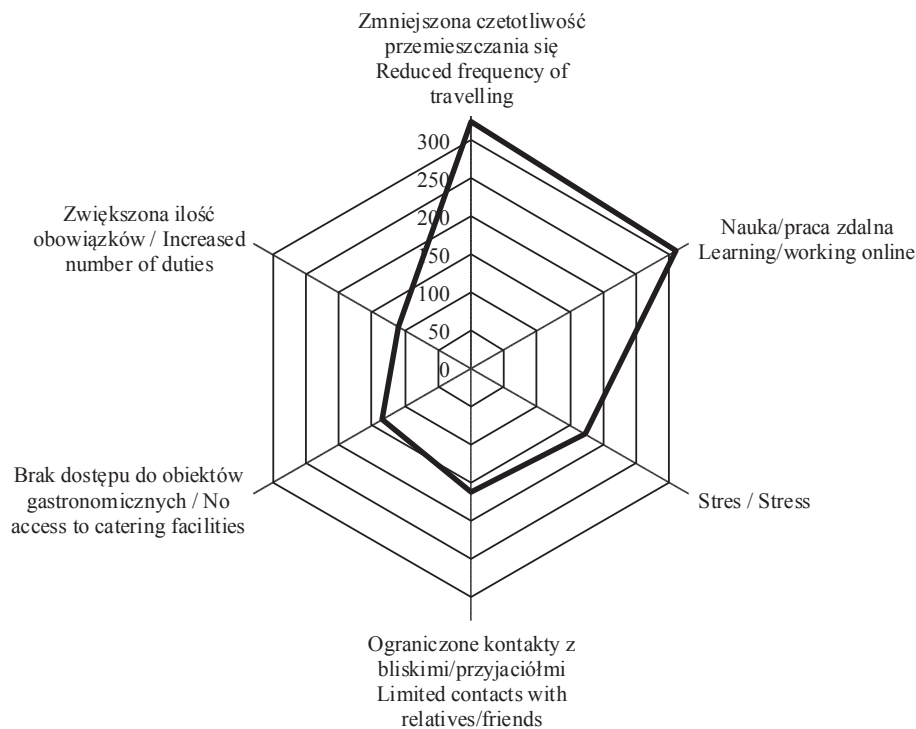
Zgodnie z zaleceniami Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk [18] podczas pandemii COVID-19 kluczową strategią żywieniową wspierania organizmu i funkcji układu odpornościowego powinna być właściwie zbilansowana dieta oraz właściwe nawodnienie organizmu. Kolejnym analizowanym czynnikiem badań własnych dotyczących zachowań żywieniowych podczas pandemii COVID-19 było zatem określenie spożycia wody przed izolacją i w trakcie jej trwania. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic między spożyciem wody przed pandemią i podczas niej u 49 % kobiet i 55 % mężczyzn. Wzrost nawodnienia zaobserwowano u 32 % ankietowanych kobiet i mężczyzn, natomiast zmniejszenie ilości przyjmowanych płynów deklarowało 8 % kobiet i 4 % mężczyzn (tab. 4).

Tabela 4. Zachowania żywieniowe badanych respondentów podczas pandemii COVID-19

Table 4. Dietary behaviours of respondents surveyed during COVID-19 pandemic

Wyszczególnienie / Item	Kobiety / Women [n]	Mężczyźni / Men [n]	p-value
Wpływ sytuacji epidemicznej na zachowania żywieniowe Impact of pandemic situation on nutritional behaviours			
Nie / No	82	43	0,1338
Raczej nie / Rather not	93	35	
Nie wiem / I don't know	39	11	
Raczej tak / Rather yes	111	30	
Tak / Yes	63	19	
Liczba posiłków spożywanych przed pandemią / Number of meals eaten before pandemic			
5 lub więcej / 5 or more	60	21	0,0271
4	180	48	
3	125	62	
2	19	3	
1	4	4	
Liczba posiłków spożywanych w trakcie pandemii / Number of meals eaten during pandemic			
5 lub więcej / 5 or more	103	28	0,1359
4	148	47	
3	111	46	
2	24	15	
1	2	2	
Regularność spożywania posiłków / Regularity of eating meals			
Tak / Yes	25	16	0,9895
Raczej tak / Rather yes	128	42	
Nie wiem / I don't know	26	15	
Raczej nie / Rather not	107	27	
Nie / No	102	38	
Wpływ pracy/nauki zdalnej na zaburzenie regularności i częstotliwości przyjmowania posiłków Impact of working/learning online on irregularity of eating meals			
Tak / Yes	121	29	0,4511
Raczej tak / Rather yes	148	49	
Nie wiem / I don't know	32	14	
Raczej nie / Rather not	36	16	
Nie / No	51	30	
Spożycie wody podczas pandemii / Drinking water during pandemic			
Bez zmian / No change	189	76	0,3483
Nie przywiązuję uwagi do ilości przyjmowanych płynów I do not pay attention to how much liquids I drink	43	12	
Spożycie wody wzrosło Increase in drinking water	125	44	
Spożycie wody zmniejszyło się Decrease in drinking water	31	6	

Wśród czynników wpływających na zachowania żywieniowe podczas pandemii studenci najczęściej wymieniali mniejszą częstotliwość przemieszczania się, naukę i pracę zdalną, stres, a także ograniczenie kontaktów z rodziną i bliskimi (rys. 1).

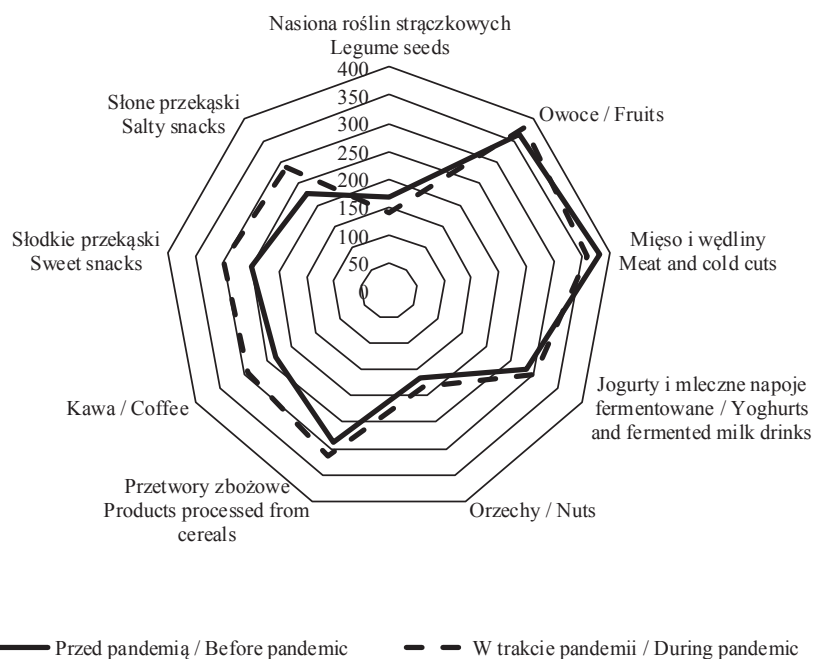


Rys. 1. Czynniki wpływające na zachowania żywieniowe badanych respondentów podczas pandemii COVID-19

Fig. 1. Factors impacting dietary behaviours of respondents surveyed during COVID-19 pandemic

Cheval i wsp. [6] oraz Mattioli i wsp. [14] wskazują, że liczne ograniczenia wynikające z konieczności zmniejszenia transmisji wirusa nie pozostały obojętne w aspekcie długotrwałych skutków społecznych, w tym w zakresie zdrowia psychicznego i fizycznego. Izolacja znacząco ograniczyła możliwości uprawiania aktywności fizycznej na świeżym powietrzu, a zwiększony stres, który jest prawdopodobny podczas globalnej pandemii, może mieć poważny wpływ na nawyki związane ze stylem życia społeczeństwa. Wymienieni autorzy twierdzą, że nadmiar obowiązków, stres i niepokój powodują często zwiększone spożycie alkoholu i słodkich przekąsek, a brak równowagi energetycznej może prowadzić do rozwoju chorób dietozależnych.

Respondenci deklarowali, że nie obserwowali zmian ilości spożycia większości produktów spożywczych. Wskazywali jedynie na wzrost spożycia słonych i słodkich przekąsek oraz kawy, a nieznaczne zmniejszenie – mięsa i wędlin oraz nasion roślin strączkowych (rys. 2). Zjawisko związane ze wzrostem konsumpcji przekąsek oraz płynów (w tym kawy) obserwowali wcześniej Błaszczyk-Bębenek i wsp. [4]. Co istotne, wzrost ilości spożywanych przekąsek nie wpływał na zwiększenie masy ciała.



Rys. 2. Spożycie produktów przez badanych respondentów przed pandemią i podczas jej trwania
 Fig. 2. Consumption of selected products by respondents surveyed before and during pandemic

Studenci Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu zostali zapytani także o suplementację diety witaminą D w czasie pandemii. Mimo że przez lata witamina D była uważana za składnik żywności odgrywający ważną rolę w metabolizmie tkanki kostnej, obecnie postrzega się ją w kategorii witaminy odgrywającej ważną rolę regulacyjną w różnych układach fizjologicznych i szlakach metabolicznych organizmu człowieka, w tym w układzie odpornościowym. W badaniach epidemiologicznych wykazano, że niski poziom witaminy D w osoczu może zwiększać częstość występowania lub nasilenie wirusowych infekcji dróg oddechowych u ludzi, co wskazuje na ważną rolę tej witaminy w zapobieganiu lub leczeniu chorób wirusowych [10, 13]. Większość respondentów, zarówno kobiet jak i mężczyzn, nie suplementowała

diety witaminą D, a pandemia w niewielkim stopniu wpłynęła na jej przyjmowanie przez studentów. Tylko 11 % kobiet i 5 % mężczyzn zadeklarowało, że pandemia przyczyniła się do wzrostu takiej suplementacji (tab. 5).

Tabela 5. Suplementacja diety witaminą D przez badanych respondentów
Table 5. Supplementation of the diet with vitamin D by respondents surveyed

Wyszczególnienie / Item	Kobiety / Women [n]	Mężczyźni / Men [n]	p-value
Suplementacja diety witaminą D / Supplementation of the diet with vitamin D			
Tak / Yes	154	47	0,2421
Nie / No	234	91	
Wpływ pandemii na wzrost spożycia witaminy D Impact of pandemic on increase in vitamin D intake			
Tak / Yes	25	6	0,1454
Raczej tak / Rather yes	19	4	
Nie wiem / I don't know	5	6	
Raczej nie / Rather not	21	7	
Nie / No	84	24	

Wnioski

1. Wśród 52,5 % kobiet oraz 66,7 % mężczyzn, którzy chorowali na COVID-19, nie obserwowano zmian częstotliwości spożywania posiłków. Zmniejszenie liczby posiłków w czasie choroby deklarowało 35,0 % kobiet i 25,9 % mężczyzn, a zwiększenie tej liczby – zaledwie 12,5 % kobiet oraz 7,4 % mężczyzn.
2. W badanej grupie, zarówno kobiet, jak i mężczyzn, nie obserwowano istotnych zmian średniej masy ciała oraz wartości wskaźnika BMI w trakcie trwania pandemii w porównaniu z okresem przed jej wystąpieniem.
3. Podczas pandemii obserwowano istotną zmianę zachowań żywieniowych pod względem liczby spożywanych posiłków. Liczba kobiet spożywająca 5 i więcej posiłków dziennie wzrosła o 11 p.p., a mężczyzn – o 5 p.p. W trakcie trwania pandemii obserwowano wzrost o 9 p.p. liczby mężczyzn deklarujących spożywanie dwóch posiłków dziennie.
4. Głównymi czynnikami mającymi wpływ na zachowania żywieniowe podczas pandemii COVID-19 były nauka zdalna i praca zdalna, mniejsza częstotliwość przemieszczania się, stres oraz ograniczenie kontaktów międzyludzkich.
5. Stwierdzono, że 60 % kobiet i 66 % mężczyzn nie suplementowało diety witaminą D, a zaledwie 11 % kobiet i 5 % mężczyzn zadeklarowało, że pandemia przyczyniła się do wzrostu tej suplementacji. W związku z tym należałoby podjąć działania

promujące suplementację diety witaminą D wśród studentów PWSZ w Nowym Sączu, z uwagi na rolę, jaką odgrywa ona w metabolizmie człowieka.

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego Nr PB.501-2/2021 finansowanego przez Państwową Wyższą Szkołę Zawodową w Nowym Sączu.

Literatura

- [1] Allabadi H., Dabis J., Aghabekian V., Khader A., Khammash U.: Impact of COVID-19 lockdown on dietary and lifestyle behaviours among adolescents in Palestine. *Dynam. Human Health*, 2020, 7(2), #2170.
- [2] Aunty F.M., Akter T., Guo T., Mamun M.A.: How has the COVID-19 pandemic changed BMI status and physical activity – Its associations with mental health conditions, suicidality: An exploratory study. *Risk Manag. Healthc. Policy*, 2021, 14, 2527-2536.
- [3] Badura-Brzoza K., Bułdak R., Dębski P., Kasperczyk S., Woźniak-Grygiel E., Konka A., Gawrylak-Dryja E., Mond-Paszek R., Markiel M., Gabryś D., Brzoza Z.: The stress of the SARS-CoV-2 virus pandemic and pro-health behaviors among medical personnel – preliminary report. *Psychiatria Polska*, 2021, 238, 1-10.
- [4] Błaszczuk-Bębenek E., Jagielski P., Bolesławska I., Jagielska A., Nitsch-Osuch A., Kawalec P.: Nutrition behaviors in Polish adults before and during COVID-19 lockdown. *Nutrients*, 2020, 12, #3084.
- [5] Cecchetto C., Aiello M., Gentili C., Ionta S., Osimo S.A.: Increased emotional eating during COVID-19 associated with lockdown, psychological and social distress. *Appetite*, 2021, 160, #105122.
- [6] Cheval B., Sivaramakrishnan H., Maltagliati S., Fessler L., Forestier C., Sarrazin P., Orsholits D., Chalabaev A., Sander D., Ntoumanis N., Boisgontier M.P.: Relationships between changes in self-reported physical activity, sedentary behaviour and health during the coronavirus (COVID-19) pandemic in France and Switzerland. *J. Sports Sci.*, 2021, 39 (6), 699-704.
- [7] Chopra S., Ranjan P., Malhotra A., Sahu A., Dwivedi S.N., Baitha U., Goel A., Kumar A.: Development and validation of a questionnaire to evaluate the impact of COVID-19 on lifestyle-related behaviours: Eating habits, activity and sleep behaviour. *Public Health Nutr.*, 2021, 24 (6), 1275-1290.
- [8] Di Renzo L., Gualtieri P., Cinelli G., Bigioni G., Soldati L., Attinà A., Bianco F.F., Caparello G., Camodeca V., Carrano E., Ferraro S., Giannattasio S., Leggeri C., Rampello T., Lo Presti L., Tarsitano M.G., De Lorenzo A.: Psychological aspects and eating habits during COVID-19 home confinement: Results of EHLC-COVID-19 Italian online survey. *Nutrients*, 2020, 12(7), #2152.
- [9] Gruszczyńska M., Bąk-Sosnowska M., Plinta R.: Zachowania zdrowotne jako istotny element aktywności życiowej człowieka. Stosunek Polaków do własnego zdrowia. *Hygeia Public Health*, 2015, 50 (4), 558-565.
- [10] Hadizadeh F.: Supplementation with vitamin D in the COVID-19 pandemic? *Nutrition Reviews*, 2021, 79 (2), 200-208.
- [11] Hasan N., Bao Y.: Impact of "e-Learning crack-up" perception on psychological distress among college students during COVID-19 pandemic: A mediating role of "fear of academic year loss". *Child Youth Serv. Rev.*, 2020, 118, #105355.
- [12] Hill D.C., Moss R.H., Sykes-Muskett B., Conner M., O'Connor D.B.: Stress and eating behaviors in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *Appetite*, 2018, 123, 14-22.
- [13] Holick M.F.: Vitamin D and bone health. *J. Nutr.*, 1996, 126 (4), 1159S-1164S.


- [14] Mattioli A.V., Sciomer S., Cocchi C., Maffei S., Gallina S.: Quarantine during COVID-19 outbreak: Changes in diet and physical activity increase the risk of cardiovascular disease. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2020, 30 (9), 1409-1417.
- [15] Mattioli A.V., Sciomer S., Cocchi C., Maffei S., Gallina S.: Quarantine during COVID-19 outbreak: Changes in diet and physical activity increase the risk of cardiovascular disease. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2020, 30 (9), 1409-1417.
- [16] Sidor A., Rzymiski P.: Dietary choices and habits during COVID-19 lockdown: Experience from Poland. *Nutrients*, 2020, 12 (6), #1657.
- [17] Skolmowska D., Głabska D., Guzek D.: Differences in adolescents' food habits checklist (AFHC) scores before and during pandemic in a population-based sample: Polish adolescents' COVID-19 experience (PLACE-19) study. *Nutrients*, 2021, 13 (5), #1663.
- [18] Wądołowska L., Drywień M., Hamułka J., Socha P., Borawska M.: Zalecenia żywieniowe podczas pandemii COVID-19. Stanowisko Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk. *Rocz. PZH*, 2021, 72 (2), 209-220.
- [19] Yau Y.H., Potenza M.N.: Stress and eating behaviors. *Minerva Endocrinol.*, 2021, 38 (3), 255-267.
- [20] Yoshida J., Eguchi E., Nagaoka K., Ito T., Ogino K.: Association of night eating habits with metabolic syndrome and its components: A longitudinal study. *BMC Public Health*, 2018, 18, #1366.
- [21] Zawilska J.B., Swaczyna T., Masiarek P., Waligórska A., Dominiak Z.: COVID-19: Epidemiologia, patogenez, diagnostyka i objawy kliniczne. *Farmacja Polska*, 2021, 77 (3), 199-177.

DIETARY BEHAVIOURS OF STUDENTS AT THE STATE HIGHER VOCATIONAL SCHOOL IN NOWY SĄCZ DURING COVID-19 PANDEMIC

S u m m a r y

Social isolation turned out to be a new experience to affect various aspects of life. The objective of the research study was to identify the impact of COVID-19-associated social distancing on dietary behaviours of students at the State Higher Vocational School in Nowy Sącz.

The research tool was a survey questionnaire covering open-ended and close-ended questions on the issues referring to dietary behaviours, regularity and frequency of eating meals and specific groups of products, health state, contracting COVID-19, and supplementation of the diet with vitamin D. Based on the information provided by the students, a body mass index (BMI) was calculated before and during pandemic. Among the surveyed, the prevailing group were full-time, bachelor course, female students who lived in villages. Of all the respondents, about 20 % of men and 20 % of women claimed to have been ill with COVID-19. Most of the infected experienced the loss of smell and taste. The majority of COVID-19 patients did not report any disease-associated changes in the frequency of eating meals. Compared to the pre-pandemic period, during the pandemic there were found no significant changes in the average body mass and body mass index (BMI) of both the men and the women. The impact of pandemic on their dietary behaviours reported 45 % of the women and 36% of the men, especially as regards the number of consumed meals. As the reason thereof, the surveyed pointed out a reduced frequency of travelling, learning and working online, stress and also limited family contacts. An increase was reported in eating salty and sweet snacks, in drinking coffee along with a slight decrease in eating meat, cold cuts and legume seeds. The pandemic caused by the Sars-CoV-2 virus insignificantly affected the vitamin D supplementation among students at the State Higher Vocational School in Nowy Sącz.

Key words: students at the State Higher Vocational School in Nowy Sącz, dietary behaviours, COVID-19 pandemic, body mass index (BMI) 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej według stanu na dzień 31 grudnia 2021 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dn. 24 listopada 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wzoru wniosku o wydanie zezwolenia na wprowadzenie do obrotu GMO (Dz. U. 2021 r., poz. 2239).
W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 27 października 2015 r. w sprawie systemu identyfikacji i rejestracji zwierząt wprowadzono szereg zmian we wzorze przedmiotowego wniosku, który jest zawarty w załączniku do rozporządzenia.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 18 listopada 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety (Dz. U. 2021 r., poz. 2236).
W rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dn. 9 października 2007 r. w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety wprowadzono zmiany dotyczące chlorku rybozydu nikotynamidu oraz cytrynianu jabłczanu magnezu.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2021/2079 z dn. 26 listopada 2021 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek proszku z pieczarek z witaminą D₂ jako

nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2021 r., 426, s. 16).

Proszek z pieczarek z witaminą D₂ włącza się do unijnego wykazu nowej żywności, która uzyskała zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Na okres pięciu lat przedsiębiorstwo MBio Monaghan Mushrooms (Irlandia) otrzymuje na wyłączność zezwolenie na wprowadzanie na rynek Unii tej nowej żywności.

2. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2021/1975 z dn. 12 listopada 2021 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek mrożonej, suszonej i sproszkowanej postaci szarańczy wędrownej (*Locusta migratoria*) jako nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2021 r., 402, s. 10).

Mrożona, suszona i sproszkowana postać szarańczy wędrownej (*Locusta migratoria*) została włączona do unijnego wykazu nowej żywności, na którą wydano zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Przez okres pięciu lat od dnia 5 grudnia 2021 r. wyłącznie pierwotny wnioskodawca, czyli przedsiębiorstwo Fair Insects BV (Niderlandy), otrzymuje zezwolenie na wprowadzanie na rynek Unii tej nowej żywności.

3. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2021/2129 z dn. 2 grudnia 2021 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek fruktoboranu wapnia jako nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2021 r., 432, s. 13).

Fruktoboran wapnia włączono do unijnego wykazu nowej żywności, która uzyskała zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Przez okres pięciu lat od dnia 23 grudnia 2021 r. wyłącznie pierwotny wnioskodawca, przedsiębiorstwo VDF FutureCeuticals, Inc. (USA), otrzymuje zezwolenie na wprowadzanie na rynek Unii tej nowej żywności.

4. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2021/1974 z dn. 12 listopada 2021 r. zezwalające na wprowadzenie na rynek suszonych owoców *Synsepalum dulcificum* jako nowej żywności zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2283 oraz zmieniające rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2017/2470 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. U. L 2021 r., 402, s. 5).

Suszone owoce *Synsepalum dulcificum* zostały włączone do unijnego wykazu nowej żywności, na którą wydano zezwolenie, ustanowione rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2017/2470. Przez okres pięciu lat od dnia 5 grudnia 2021 r.

wyłącznie pierwotny wnioskodawca, przedsiębiorstwo Medicinal Gardens S.L. (Hiszpania), otrzymuje zezwolenie na wprowadzanie na rynek Unii tej nowej żywności. ☒

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 31 Nr 4

grudzień 2021

Ze względu na zaistniałą sytuację epidemiczną kalendarz konferencji krajowych i zagranicznych ulega ciągłym zmianom. W sprawie szczegółów prosimy o sprawdzanie aktualnych informacji na stronach odpowiednich konferencji lub kontakt z organizatorami.

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE W ROKU 2022

Kwiecień

- 6 - 8 **PIEŠŤANY, Slovakia = XIX Scientific Conference with International Participation “Food safety and control”**
Organizatorzy: Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra; National Contact Point for Scientific and Technical Cooperation with EFSA – Ministry of Agriculture and Rural Development, Bratislava; Slovak Society for Agriculture, Forestry, Food and Veterinary Sciences at SAS, Food Chamber of Slovakia, Slovak Academy of Agricultural Sciences
Informacje: www.bezpecnostpotravin.sk, www.potravinarstvo.sk
Kontakt: prof. ing. Jozef Golian; e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk
tel. +421037 6414 325
- 25 - 27 **KIRY k. ZAKOPANEGO = VI Sympozjum Naukowe z cyklu “Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, Zarząd Główny PTTŻ oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN
Kontakt: dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska; tel. (22) 593-70-67
e-mail: sympozjum_bezpieczenstwo@sggw.edu.pl
- 28 - 29 **KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe XII Sympozjum Naukowe nt. “Probiotyki i prebiotyki w żywności”**

Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, Zarząd Główny PTTŻ, KNoŻiŻ PAN
Kontakt: dr inż. Barbara Sionek; tel. (22) 593-70-67
e-mail: sympozjum_probiotyki@sggw.edu.pl

Maj

- 18 - 20 **ŠTRBSKÉ PLESO, Slovakia = Hygiena Alimentorum XLII International Scientific Conference "Health safety and quality of poultry, fishery and game products – Current problems and trends"**
Organizatorzy: Department of Food Hygiene, Technology and Safety of the University of Veterinary Medicine and Pharmacy in Košice; Ministry of Agriculture and Rural Development of the Slovak Republic; State Veterinary and Food Administration of the Slovak Republic; EFSA National Focal Point on Technical and Scientific Matters; Slovak Poultry and Eggs Association; Slovak Society for Agriculture, Forestry, Food and Veterinary Sciences at SAS in Bratislava
Informacje: <http://hygiena-alimentorum.uvlf.sk/>
Kontakt: hygiena.alimentorum@uvlf.sk
prof. Jozef Nagy tel. +421 915-984-010, e-mail: jozef.nagy@uvlf.sk
- 19 - 20 **POZNAŃ = XXVI Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ pt. „Żywność dzisiaj – lokalna czy globalna? Tradycyjna czy innowacyjna?”**
Organizatorzy: Oddział Wielkopolski PTTŻ, Sekcja Młodej Kadry Naukowej
Informacje: <https://smkn2022.pl/>
Kontakt: dr inż. Monika Przeor
e-mail: smkn2022@up.poznan.pl
Tel. (061) 846-63-30, (061) 848-73-50

Czerwiec

- 9 - 10 **KRAKÓW = XI Krajowa i III Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Jakość przyszłości, przyszłość jakości”**
Organizator: Katedra Zarządzania Jakością Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
Kontakt: dr hab. Joanna Dziadkowiec, prof. UEK
e-mail: qffq@uek.krakow.pl, balonu@uek.krakow.pl
Tel. (012) 293-55-83, (012) 293-55-89
- 9 - 10 **POZNAŃ = III Wielkopolska Konferencja Nauka Gospodarce pt. „Partnerstwo nauki i przemysłu źródłem rozwoju”**
Organizatorzy: Oddział Wielkopolski PTTŻ, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Informacje: <http://pttzow.up.poznan.pl/konferencja>
Kontakt: NaukaGospodarce@up.poznan.pl; tel. (61) 848-72-97

Lipiec

- 4 - 8 **KRAKÓW = Konferencja Europejskiego Stowarzyszenia Badaczy Ziemniaka 21st EAPR Triennial Conference**
Organizatorzy: European Association for Potato Research, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Informacje: <https://www.eapr2020.pl>
Kontakt: Magdalena Owczarek, tel. (12) 651-90-54
e-mail: eapr2020@targi.krakow.pl

Wrzesień

- 27 - 30 **WROCLAW = 1st European Conference on Applied Animal Sciences (ECAAS)**
Informacje: <https://www.ecaas-congress.com>
Kontakt: Marcjanna Wrzecińska, tel. 518-805-704
e-mail: marcjanna.wrzecinska@zut.edu.pl ; congress.ecaas@gmail.com

Październik

- 5 - 6 Zurich, Switzerland = 26th International Conference on Food Technology and Processing
Organizator: Conference Series LLC Ltd
Informacje: <https://foodtechnology.insightconferences.com>
Kontakt: foodtechnology@brainstormingmeetings.com; tel. +44 2033180199
- 26 - 27 **KRAKÓW = XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Wiedza – Gospodarka – Społeczeństwo” (online)**
Organizatorzy: Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
Informacje: <https://cmq.uek.krakow.pl>
Kontakt: cmq@uek.krakow.pl ; tel. (12) 293-55-99

Listopad

- 17 - 18 **CZĘSTOCHOWA = IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu Żywność – Żywnienie – Dietetyka nt. „Żywnienie dzieci w/po pandemii”**
Organizatorzy: Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

Informacje: <http://www.dietkonf.ujd.edu.pl>
Kontakt: dr n. farm. Wojciech Woszczyk
e-mail: dietkonf@ujd.edu.pl

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin, BUNGE POLSKA Sp. z o.o. Karczew.**
Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o. Bielsko-Biała.**

KOMUNIKATY

Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne publikujemy na stronie internetowej **<http://www.wydawnictwo.pttz.org>**

Przypominamy Państwu o aktualnym adresie internetowym Wydawnictwa –
e-mail: **redakcja@pttz.org**

SPIS TREŚCI
CZASOPISMA „ŻYWNOSĆ”
NR 126–129

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 126

Od Redakcji	3
BARBARA STACHOWIAK, KRZYSZTOF BUKOWSKI: Nowe trendy w branży browarniczej. Piwa funkcjonalne – surowcowe i technologiczne aspekty ich otrzymywania	5
MONIKA AKIMOWICZ, BARBARA SOKOŁOWSKA: Zamrażanie i liofilizacja jako techniki utrwalania i przechowywania mikroorganizmów	28
BARTOSZ ZIMNICKI, SYLWIA MILDNER-SZKUDLARZ, RADOSŁAW SPYCHAJ, MATEUSZ GUTSCHE: Zastosowanie metody SRC (Solvent Retention Capacity) do określania przydatności technologicznej mąki pszennej	39
EWA BABICZ-ZIELIŃSKA, JOANNA BARTKOWICZ, MAGDALENA TAŃSKA: Jakość życia osób starszych i jej determinanty	51
DOROTA GRABEK-LEJKO, MAŁGORZATA DŻUGAN: Możliwości wykorzystania miodu w terapii COVID-19 – potencjalne mechanizmy działania i przegląd badań klinicznych	68
IWONA SZYMAŃSKA, ANNA ŻBIKOWSKA, KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, MAŁGORZATA KOWALSKA: Charakterystyka modelowych emulsji typu O/W z dodatkiem zagęszczonego wodnego ekstraktu z dzikiego dorsza	88
BARBARA NOSZKA, STANISŁAW PTASZNIK: Charakterystyka wybranych grup margaryn pod względem zawartości fazy stałej	104
KAROL MIŃKOWSKI, MONIKA BARTOSIAK, DARIUSZ CIEMIŃSKI: Wpływ barwników chlorofilowych na przebieg utleniania fotosensybilizowanego oleju rzepakowego	116
LUCYNA DYMIŃSKA, ABDULADHIM MOAMER M. ALBEGAR, ADAM ZAJĄC, TADEUSZ CZUJ, WOJCIECH SĄSIADEK, JADWIGA LORENC, JERZY HANUZA: Zastosowanie reguły addytywności do wyznaczania właściwości fizykochemicznych mieszanek olejowych ze znanych parametrów olejów składowych	133
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	150
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	154
Technolog Żywności	158

Nr 127

Od Redakcji	3
KAMILA JOANNA DANILUK, MICHAŁ WÓJCICKI, EDYTA JUSZCZUK-KUBIAK: Biofilm bakteryjny i możliwości jego eliminacji w przemyśle spożywczym	5

OLGA ŚWIDER, MICHAŁ WÓJCICKI, MAREK ŁUKASZ ROSZKO: Aminy biogenne – oszacowanie ryzyka spożycia i możliwości ograniczenia ich formowania w żywności fermentowanej.....	21
PAULINA ŚREDNICKA, EDYTA JUSZCZUK-KUBIAK, MAREK Ł. ROSZKO: Interakcje związków endokrynnie czynnych obecnych w żywności z mikrobiotą jelitową człowieka	36
JOANNA BUCKA-KOLENDO, BARBARA SOKOŁOWSKA: Porównanie metod identyfikacji bakterii <i>Lactobacillus</i>	49
DZIYANA SHYMIALEVICH, MICHAŁ WÓJCICKI, STANISŁAW BŁAŻEJAK: Wykorzystanie fagów litycznych do ograniczania liczby pałeczek <i>Salmonella</i> w roślinnej matrycy żywnościowej	61
PATRYCJA SKWAREK, JUSTYNA LIBERA: Bezpieczeństwo mikrobiologiczne mięsa drobiowego w krajach UE w latach 2019 - 2020.....	78
JOANNA MARKOWSKA, ELŻBIETA POLAK, ANNA DRABENT, ALEKSANDRA ŻAK: Konopie siewne <i>Cannabis sativa</i> L. – odmiany, właściwości, zastosowanie	90
JOANNA KAPUSTA-DUCH, ANNA WISŁA-ŚWIDER, EWELINA NOWAK: Ocena zawartości azotanów(V) i azotanów(III) w kapuście kiszanej białej chłodniczo składowanej, pochodzącej z upraw konwencjonalnych i ekologicznych	106
ANNA S. TARCZYŃSKA: Skala marnowania żywności wśród studentów Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie	121
MAGDALENA NIEWCZAS-DOBROWOLSKA: Preferowane źródła informacji dotyczącej żywności w opinii konsumentów.....	132
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i innym.....	144
MONIKA PRZEOR: XXV Jubileuszowa Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ	154
Technolog Żywności.....	151

Nr 128

Od Redakcji	3
OSKAR BROŻEK, KRZYSZTOF BOHDZIEWICZ, KATARZYNA KIELCZEWSKA: Wpływ homogenizacji na wybrane cechy mleka odtłuszczonego, skrzepu kwasowego i serwatki kwasowej.....	5
DAMIR MOGUT, ANNA IWANIAK, MAŁGORZATA DAREWICZ: Zastosowanie analizy głównych składowych do badania zależności między strukturą a aktywnością przeciwutleniającą dipeptydów pochodzących z białek żywności	19
MACIEJ ŚWITALSKI, MILLENA RUSZKOWSKA, MAGDALENA KAMIŃSKA: Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych handlowych odżywek białkowych.....	31
AGNIESZKA LESZCZUK-PIANKOWSKA, BOGUSŁAW PAWLIKOWSKI, PIOTR BYKOWSKI, JUSTYNA FRANKOWSKA: Optymalizacja procesu sterylizacji cieplnej konserw rybnych.....	46
ANITA KUKUŁOWICZ, IZABELA STEINKA, ADRIANNA SIWEK: Produkty pochodzenia wodnego o różnym stopniu przetworzenia jako źródło <i>Staphylococcus aureus</i> metycylinoopornych.....	55
WAWRZYNIEC WACŁAWEK, JOLANTA MAŁAJOWICZ: Zastosowanie wybranych adsorbentów do wydzielania z podłoża hodowlanego gamma-dekalaktonu produkowanego przez drożdże <i>Yarrowia lipolytica</i>	63
KATARZYNA ŚLIŻEWSKA, WERONIKA ŚLIŻEWSKA: Jakość mikrobiologiczna owoców suszonych pakowanych hermetycznie i sprzedawanych luzem	76
PATRYCJA CICHONSKA, MAŁGORZATA ZIARNO: Wpływ kiełkowania na zawartość wybranych węglowodanów i polifenoli ogółem w napojach z fasoli białej	86
NATALIA WAWRZYŃIAK, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA, BARTOSZ KULCZYŃSKI, PAWEŁ KOŁODZIEJSKI, JOANNA SULIBURSKA: Wpływ wzbogaconej w wapń dyni na wybrane parametry biochemiczne krwi szczurów po owariektomii.....	95

BARBARA BORCZAK, MAREK SIKORA, ELŻBIETA SIKORA, JOANNA KAPUSTA-DUCH: Wpływ dodatku wybranych substancji intensywnie słodzących na wartość indeksu glikemicznego <i>in vitro</i> herbatników bezcukrowych.....	108
ANNA PLATTA, KAROLINA ŚMIGAJ: Ocena akceptacji żywności o właściwościach prozdrowotnych przez kobiety w wieku 60+.....	117
MARIA ŚMIECHOWSKA, MILLENA RUSZKOWSKA: Wpływ przechowywania na parametry jakości soli morskiej	133
MAGDALENA KOPACZ, AGNIESZKA PIEKARA, MAŁGORZATA KRZYWONOS: Fermentowana żywność wegańska	147
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	160
TWÓRCY POLSKIEJ NAUKI O ŻYWNOŚCI: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Duda 1929 – 2021.....	162
HANNA STAROSZCZYK: XLV Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN	166
Technolog Żywności.....	170

Nr 129

Od Redakcji.....	3
PAWEŁ GLIBOWSKI, ANGELIKA PIETRAK, ZUZANNA RZĄD, JULIA GLIBOWSKA: Żywieniowe i nieżywieniowe czynniki wpływające na metabolizm cholesterolu	5
WŁADYSŁAW MIGDAŁ, ŁUKASZ MIGDAŁ: Od pola do stołu – wymagania konsumentów w stosunku do rolników.....	24
JUSTYNA SUSIK: Metody otrzymywania oleju kukurydzianego determinujące jego właściwości chemiczne	47
KAROLINA NOWOSAD, MONIKA SUJKA: Wpływ metody suszenia na właściwości przeciwutleniające ziela bazylii, mięty oraz pietruszki.....	57
JUSTYNA BELCAR, JÓZEF GORZELANY: Wpływ dodatku słodu pszenicznego i jęczmiennego na jakość i parametry profilu tekstury muffin zbożowych.....	69
KATARZYNA STAŃCZYK, AGNIESZKA KOLMAGA, MONIKA BURZYŃSKA: Ocena stanu odżywienia oraz sposobu żywienia dorosłych kobiet z insulinoopornością i zespołem policystycznych jajników – badania pilotażowe.....	83
MAREK ZBOROWSKI, ANNA MIKULEC: Zachowania żywieniowe studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu podczas pandemii COVID-19	98
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	111
Technolog Żywności.....	114
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 126 - 129.....	118
Wykaz nazwisk Autorów w 2021 roku.....	121
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2021 roku	123

WYKAZ AUTORÓW W 2021 ROKU

- Akimowicz M.* 126/28
Albegar A.M.M. 126/133
Babicz-Zielińska E. 126/51
Bartkowicz J. 126/51
Bartosiak M. 126/116
Belcar J. 129/69
Błażej S. 127/61
Bohdziewicz K. 128/5
Borczak B. 128/108
Brożek O. 128/5
Bucka-Kolendo J. 127/49
Bukowski K. 126/5
Burzyńska M. 129/83
Bykowski P. 128/46
Cichońska P. 128/86
Ciemiński D. 126/116
Czuj T. 126/133
Daniluk K.J. 127/5
Darewicz M. 128/19
Drabent A. 127/90
Dymińska L. 126/133
Dżugan M. 126/68
Frankowska J. 128/46
Glibowska J. 129/5
Glibowski P. 129/5
Gorzelany J. 129/69
Grabek-Lejko D. 126/68
Gramza-Michałowska A. 128/95
Gutsche M. 126/39
Hanuza J. 126/133
Iwaniak A. 128/19
Juszczak L. 126/154
Juszczak-Kubiak E. 127/5, 127/36
Kamińska M. 128/31
Kapusta-Duch J. 127/106, 128/108
Kielczewska K. 128/5
Kolmaga A. 129/83
Kołodziejski P. 128/95
Kopacz M. 128/147
Kowalska M. 126/88
Krzywonos M. 128/147
Kukułowicz A. 128/55
Kulczyński B. 128/95
Leszczuk-Piankowska A. 128/46
Libera J. 127/78
Lorenc J. 126/133
Malajowicz J. 128/63
Marciniak-Lukasiak K. 126/88
Markowska J. 127/90
Migdał Ł. 129/24
Migdał W. 129/24
Mikulec A. 129/98
Mildner-Szkudlarz S. 126/39
Mińkowski K. 126/116
Mogut D. 128/19
Morkis G. 126/150, 127/144, 128/160, 129/111
Niewczas-Dobrowolska M. 127/132
Noszka B. 126/104
Nowak E. 127/106
Nowosad K. 129/57
Pawlikowski B. 128/46
Piekara A. 128/147
Pietrak A. 129/5
Platta A. 128/117
Polak E. 127/90
Przeor M. 127/154
Ptasznik S. 126/104
Roszko M.Ł. 127/21, 127/36
Ruszkowska M. 128/31, 128/133
Rząd Z. 129/5
Sąsiadek W. 126/133
Shymialevich D. 127/61
Sikora E. 128/108
Sikora M. 128/108
Siwek A. 128/55
Skwarek P. 127/78
Sokołowska B. 126/28, 127/49
Spychaj R. 126/39
Stachowiak B. 126/5
Stańczyk K. 129/83
Staroszczyk H. 128/166
Steinka I. 128/55

Sujka M. 129/57
Suliburska J. 128/95
Susik J. 129/47
Szymańska I. 126/88
Śliżewska K. 128/76
Śliżewska W. 128/76
Śmiechowska M. 128/133
Śmigaj K. 128/117
Średnicka P. 127/36
Świder O. 127/21
Świtalski M. 128/31
Tańska M. 126/51

Tarczyńska A.S. 127/121
Wacławek W. 128/63
Wawrzyniak N. 128/95
Wiśła-Świder A. 127/106
Wójcicki M. 127/5, 127/21, 127/61
Zajęc A. 126/133
Zborowski M. 129/98
Ziarno M. 128/86
Zimnicki B. 126/39
Żak A. 127/90
Żbikowska A. 126/88

WYKAZ RECENZENTÓW W 2021 ROKU

Redakcja czasopisma „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość” przekazuje wyrazy wdzięczności P.T. Recenzentom za opiniotwórczą i społeczną pracę na rzecz naszego czasopisma. Dziękujemy Państwu za wspieranie naszych wysiłków nad doskonaleniem poziomu naukowego publikowanych prac.

1. Dr hab., prof. UJD Renata Barczyńska-Felusiak, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. J. Długosza w Częstochowie,
2. Prof. dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek, Politechnika Gdańska
3. Dr hab. inż., prof. URK Emilia Bernaś, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
4. Dr hab. inż. Beata Bilska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
5. Prof. dr hab. Józef Błazewicz, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
6. Prof. dr hab. inż. Monika Bronkowska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
7. Dr hab. inż., prof. UPR Anna Czubaszek, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
8. Dr hab. inż., prof. ZUT Izabela Dmytrów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
9. Dr hab., prof. UEK Adam Figiel, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
10. Dr inż., prof. PG Paweł Filipkowski, Politechnika Gdańska
11. Dr hab. inż., prof. URK Magdalena Franczyk-Żarów, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
12. Dr hab. n. farm. Małgorzata Grembecka, Gdański Uniwersytet Medyczny w Gdańsku
13. Dr hab. inż., prof. UEK Michał Halagarda, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
14. Dr hab., prof. SGGW Danuta Jaworska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
15. Prof. dr hab. inż. Lesław Juszcak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
16. Dr hab., prof. UR Ireneusz Kapusta, Uniwersytet Rzeszowski
17. Dr hab. inż., prof. UP Małgorzata Karwowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
18. Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
19. Prof. dr hab. inż. Elżbieta Klewicka, Politechnika Łódzka
20. Prof. dr hab. inż. Danuta Kołożyn-Krajewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
21. Prof. dr hab. Piotr Konieczny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
22. Prof. dr hab. inż. Aneta Kopeć, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
23. Dr hab. inż., prof. PŁ Edyta Kordialik-Bogaćka, Politechnika Łódzka
24. Dr hab. inż., prof. URK Jarosław Korus, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
25. Dr inż. Izabela Koss-Mikołajczyk, Politechnika Gdańska
26. Dr hab. inż., prof. PG Barbara Kusznierewicz, Politechnika Gdańska
27. Prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, Politechnika Łódzka

28. Dr hab. inż., prof. PG Adam Macierzanka, Politechnika Gdańska
29. Prof. dr hab. inż. Katarzyna Majewska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
30. Dr inż. Szymon Mania, Politechnika Gdańska
31. Dr hab. inż., prof. PG Dorota Martysiak-Żurowska, Politechnika Gdańska
32. Dr hab. n. farm., prof. NIZP-PZH Hanna Mojska, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH w Warszawie
33. Dr hab. inż., prof. UPR Agnieszka Nawirska-Olszańska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
34. Dr inż. Karol Parchem, Politechnika Gdańska
35. Dr hab. inż., prof. UPP Dorota Piasecka-Kwiatkowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
36. Prof. dr hab. inż. Piotr Przybyłowski, Uniwersytet Morski w Gdyni
37. Dr inż. Karolina Pycia, Uniwersytet Rzeszowski
38. Prof. dr hab. inż. Ewa Rembiałkowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
39. Prof. dr hab. Tadeusz Sikora, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
40. Prof. dr hab. inż. Zdzisław E. Sikorski, Politechnika Gdańska w Gdańsku
41. Dr inż., prof. PG Izabela Sinkiewicz, Politechnika Gdańska w Gdańsku
42. Dr inż. Agata Sommer, Politechnika Gdańska
43. Prof. dr hab. inż. Bogusław Staniewski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
44. Dr Anna Szafrąńska, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie
45. Dr hab. inż., prof. PG Piotr Szweda, Politechnika Gdańska
46. Prof. dr hab. inż. Katarzyna Ślizewska, Politechnika Łódzka
47. Prof. dr hab. Maria Śmiechowska, Uniwersytet Morski w Gdyni
48. Dr hab. inż., prof. UWM Anna S. Tarczyńska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
49. Dr inż. Marzena Tomaszewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
50. Prof. dr hab. inż. Hubert Trzaska, Politechnika Wrocławska
51. Dr hab. inż. Monika Trząskowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
52. Prof. dr hab. inż. Bożena Waszkiewicz-Robak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
53. Dr hab. inż., prof. UMG Aleksandra Wilczyńska, Uniwersytet Morski w Gdyni
54. Dr hab. inż., prof. URK Mariusz Witczak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
55. Dr inż. Elwira Worobiej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
56. Dr hab., prof. UP Karolina Wójciak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
57. Dr hab. inż., prof. SGGW Małgorzata Wroniak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
58. Dr hab., prof. SGGW Małgorzata Ziarno, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
59. Dr hab. inż., prof. SGGW Dorota Zielińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

-
60. Dr hab., prof. URK Rafał Ziobro, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
 61. Dr hab. inż., prof. UR Agata Znamirska, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
 62. Prof. dr hab. Anna Żbikowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita Prezes PTTŻ	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-62; e-mail: agnieszka.kita@upwr.edu.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Sekretarz PTTŻ	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: (42) 631-27-77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. UMG Aleksandra Wilczyńska Oddział Gdański	UM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: (58) 558-62-81; e-mail: a.wilczyńska@wpit.umg.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UP Małgorzata Karwowska Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: (81) 462-33-41; e-mail: malgorzata.karwowska@up.lublin.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: (42) 631-27-77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. UR Mariusz Witczak Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel.: (12) 662-48-35; e-mail: rrwiczka@cyf-kr.edu.pl
Prof. dr hab. inż. Iwona Konopka Oddział Olsztyński	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-726 OLSZTYN Tel.: (89) 523-34-66; e-mail: iwona.konopka@uwm.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UR Małgorzata Dżugan Oddział Podkarpacki	UR w Rzeszowie, ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 RZESZÓW Tel.: (17) 872-16-19; e-mail: mdzugan@ur.edu.pl
Dr hab., prof. ZUT Izabela Dmytrów Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: (91) 449-65-00; e-mail: izabela.dmytrow@gmail.com
Dr hab. inż., prof. SGGW Ewa Jakubczyk Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: (22) 593-75-62; e-mail : ewa_jakubczyk@sggw.pl
Dr hab. inż. Małgorzata Gumienna Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 848-72-67; e-mail: gumienna@up.poznan.pl
Prof. dr hab. inż. Joanna Kawa-Rygielska Oddział Wrocławski	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-64; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl joanna.kawa-rygielska@upwr.edu.pl
SEKCJE	
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 KOSZALIN Tel.: 609-807-618; e-mail: janjasienczyk@poczta.onet.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Technologii Mięsa	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: (91) 449-66-00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UP Magdalena Rudzińska Chemii i Technologii Tłuszczów	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 848-72-76; e-mail: magdar@up.poznan.pl
Prof. dr hab. inż. Antoni Gołachowski Technologii Węglowodanów	UPWr, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: (71) 320-77-68; e-mail: antoni.golachowski@upwr.edu.pl
Dr hab. inż. Dorota Walkowiak-Tomczak Technologii Owoców i Warzyw	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 846-60-43; e-mail: dorota.walkowiak@up.poznan.pl
Dr inż. Monika Przeor Młodej Kadry Naukowej	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (61) 848-73-30; e-mail: monika.przeor@up.poznan.pl