



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 4 (133)

Kraków 2022

Rok 29

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Lesław Juszczyk; e-mail: rrjuszcz@cyf-kr.edu.pl; tel. 12 662-47-78

Zastępca redaktora naczelnego: prof. dr hab. inż. Mariusz Witczak

Sekretarz redakcji (kontakt z autorami): e-mail: redakcja@pttz.org

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

Redaktor statystyczny: prof. dr hab. Mariusz Witczak

Stali współpracownicy: dr Grażyna Morkis (Kraków)

Rada Naukowa: prof. dr hab. Tadeusz Sikora (*przewodniczący*), prof. dr hab. Grażyna Bortnowska, prof. dr hab. Jacek Domagała, prof. dr hab. Jozef Golian (Słowacja), prof. dr hab. Anna Gramza-Michałowska, prof. dr hab. Waldemar Gustaw, prof. dr hab. Grażyna Jaworska, prof. dr hab. Henryk Jeleń, prof. dr hab. Miroslava Kačániová (Słowacja), prof. dr hab. Joanna Kawa-Rygielska, prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr hab. Elżbieta Klewicka, prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska, prof. dr hab. Jolanta Król, prof. dr hab. Katarzyna Majewska, prof. dr hab. Stanisław Mleko, prof. dr hab. Mariusz Piskula, prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, prof. dr hab. Dorota Żyżelewicz.

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 2022
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

ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4 (133)

Kraków 2022

Rok 29

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
KAMILA GODERSKA, GRZEGORZ NIKRANDT: Wybrane substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego i ich rola w zapobieganiu nowotworom.....	5
MARCELINA KARBOWIAK, ANETA BRZEZICKA, DOROTA ZIELIŃSKA: Wpływ suplementacji probiotykami stosowanymi jako psychobiotyki na zdrowie psychiczne i samopoczucie dotknięte pandemią Covid-19 u młodzieży i młodych dorosłych – przegląd literatury aktualnego stanu wiedzy.....	27
ZUZANNA POSADZKA, AGATA M. PAWŁOWSKA, JOANNA KASZUBA, KAROLINA PYCIA: Wykorzystanie przecieru z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego (<i>Beta vulgaris</i> L.) do produkcji chlebów gryczanych o podwyższonym potencjale przeciwutleniającym.....	50
AGNIESZKA RUDZKA, MAREK ZBOROWSKI, ŁUKASZ CHOJNOWSKI, ROBERT MADEJ: Wpływ nawyków żywieniowych i stylu życia kierowców transportu publicznego MPK w Częstochowie S.A. na ogólne samopoczucie - badania pilotażowe	72
AGNIESZKA TKACZYŃSKA, ELŻBIETA RYTEL: Wpływ odmiany ziemniaków o czerwonym i fioletowym miąższu na ciemnienie enzymatyczne bulw oraz właściwości przeciwutleniające	85
ANNA PRUSAK, DARIUSZ RAŚ, MARTA WOŹNIAK, MAGDALENA NIEWCZAS-DOBROWOLSKA: Rola mediów społecznościowych i influencer marketingu w kształtowaniu zachowań konsumenckich u młodych osób: przypadek lodów ekipy friza	100
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	112
BEATA MIKUTA: IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu ŻYWNOSĆ – ŻYWIENIE – DIETETYKA	115
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Honorowym Profesorem Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie	119
Technolog Żywności	123
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 130 – 133.....	127
Wykaz nazwisk Autorów w 2022 roku	130
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2022 roku.....	131

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 (133)

Kraków 2022

Vol. 29

CONTENTS

From the Editor	3
KAMILA GODERSKA, GRZEGORZ NIKRANDT: Selected bioactive substances of plant origin and their role in cancer prevention.....	5
MARCELINA KARBOWIAK, ANETA BRZEZICKA, DOROTA ZIELIŃSKA: The impact of the supplementation of probiotics used as psychobiotics on adolescents' and young adults' mental health and well-being affected by the Covid-19 pandemic – a literature review of the current state of knowledge.....	27
ZUZANNA POSADZKA, AGATA M. PAWŁOWSKA, JOANNA KASZUBA, KAROLINA PYCIA: The use of fermented beetroot (<i>Beta vulgaris</i> L.) puree for the production of buckwheat bread with increased antioxidant potential.....	50
AGNIESZKA RUDZKA, MAREK ZBOROWSKI, ŁUKASZ CHOJNOWSKI, ROBERT MADEJ: Impact of eating habits and lifestyle of public transport drivers of mpk in Czestochowa S.A. on general well-being – pilot study.....	72
AGNIESZKA TKACZYŃSKA, ELŻBIETA RYTEL: Effect of red and purple flesh potato varieties on enzymatic darkening of tubers and antioxidant properties.....	85
ANNA PRUSAK, DARIUSZ RAŚ, MARTA WOŹNIAK, MAGDALENA NIEWCZAS-DOBROWOLSKA: The role of social media and influencer marketing in shaping consumer behavior among young people: the case of ekipa friza ice cream	100
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation	112
BEATA MIKUTA: IX National Scientific Conference of the series FOOD - NUTRITION - DIETETICS	115
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Honorary Professor of the University of Life Sciences in Lublin	119
The Food Technologist	123
Annual contents "Food" No. 130 - 133	127
Index of Authors in 2022	130
Index of Reviewers in 2022.....	131

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(133) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, w którym publikujemy artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce z zakresu nauk o żywności i żywieniu. Wybrane artykuły są pokłosiem IX Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej z cyklu ŻYWNOSĆ - ŻYWIENIE - DIETETYKA pt. „Żywienie dzieci w/po pandemii”, zorganizowanej w dniach 17 - 18 listopada 2022 r. przez Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Częstochowie.

Zapraszamy również do lektury tzw. stałych działów, w których zamieściliśmy m.in. informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, oraz zmianach w prawie żywnościowym. Zamieszczony został również spis artykułów opublikowanych w roku 2022 oraz wykazy Autorów i Recenzentów.

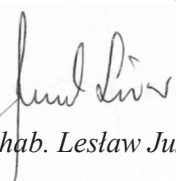
Państwu Recenzentom przekazujemy wyrazy wdzięczności za opiniotwórczą i społeczną pracę na rzecz czasopisma.

Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej: <http://wydawnictwo.pttz.org> oraz strony Zarządu Głównego PTTŻ: <https://pttz.org/pl>

Życzymy Państwu zdrowia i wielu sukcesów w roku 2023.

Kraków, grudzień 2022 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

Publikacja dofinansowana z projektu „Rozwój dobrych praktyk wydawniczych i edytorskich oraz digitalizacja publikacji naukowych wydawanych w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość w latach 2021-2023” - zadanie finansowane w ramach umowy RCN/SN/0195/2021/1 ze środków Ministra Edukacji i Nauki w ramach programu „Rozwój czasopism naukowych”.



POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI
ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI



Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski,
Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

zapraszają na:

XV Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu "Żywność XXI
wieku" ***"Żywność jako wyzwanie dla nauki i przemysłu"***
21 - 22 września 2023 r. KRAKÓW

Zgłoszenia: https://wtz.urk.edu.pl/konferencja_zywnosc_XXI_wieku.html

Kontakt: dr hab. inż. prof. URK Dorota Gałkowska, tel. (12) 662 47 77

e-mail: zywnoscxxi@urk.edu.pl; <https://pttzm.org/>

KAMILA GODERSKA, GRZEGORZ NIKRANDT

WYBRANE SUBSTANCJE BIOAKTYWNE POCHODZENIA ROŚLINNEGO I ICH ROLA W ZAPOBIEGANIU NOWOTWOROM

Streszczenie

Wprowadzenie. Nowotwory stanowią poważne wyzwanie dla zdrowia publicznego. Leczenie chorób nowotworowych jest kosztowne, obciążone występowaniem wielu działań niepożądanych, a w przypadku niektórych typów raka nieefektywne. Związane jest to z wysokim stopniem skomplikowania zaburzeń metabolicznych towarzyszących rozrostowi tkanki nowotworowej. W związku z tym szczególną uwagę zwraca się na profilaktykę pierwotną, której celem jest zmniejszenie ryzyka zachorowania. Działania obejmujące profilaktykę pierwotną skupiają się na obniżeniu narażenia na modyfikowalne czynniki ryzyka, do których zalicza się m. in. palenie tytoniu, spożywanie alkoholu, niska aktywność fizyczna oraz nieodpowiednia dieta.

Wyniki i wnioski. W pracy zaprezentowano doniesienia literaturowe dotyczące ochronnego wpływu związków bioaktywnych pochodzenia roślinnego względem rozwoju nowotworów. Scharakteryzowano poszczególne grupy związków, takich jak błonnik, stilbeny, karotenoidy, glukozyzanolany, betalainy, fitytiany, flawonoidy, izoflawony i antocyjany. Omówiono antykancerogenne właściwości składników bioaktywnych z uwzględnieniem molekularnych mechanizmów leżących u podstaw ich działania. Szczególną uwagę zwrócono na obecne w pożywieniu źródła związków o działaniu przeciwnowotworowym oraz sposób działania tych substancji na procesy wzrostu i migracji komórek nowotworowych. Ponadto przedstawiono wyniki eksperymentów z wykorzystaniem modeli *in vitro* i *in vivo*, jak i prób kliniczno-kontrolnych z udziałem ludzi.

Słowa kluczowe: nowotwory, profilaktyka, składniki bioaktywne, mechanizmy molekularne przeciwutleniające

Wprowadzenie

Obecne dane epidemiologiczne oraz, co jeszcze bardziej niepokojące, rosnący trend częstości występowania i umieralności na raka, spodziewany w ciągu najbliższych 40 lat, sugerują, że obciążenie chorobami nowotworowymi jest i pozostanie na

Dr hab. inż. K. Goderska ORCID: 0000-0003-4724-075X, Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, mgr. G. Nikrandt, Katedra Żywienia Człowieka i Dietetyki, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań; Kontakt: kamila.goderska@up.poznan.pl

długo na poziomie epidemii. Choroby nowotworowe można uznać jeden z najważniejszych problemów publicznej opieki zdrowotnej, który nakłada duże obciążenie kliniczne i powoduje zużycie ogromnej ilości zasobów ekonomicznych. Zaawansowane nowotwory żołądka, woreczka żółciowego, przelyku, wątroby czy trzustki charakteryzuje 5-letnia przeżywalność na poziomie $\leq 5\%$. Wszystkie te przesłanki sugerują konieczność poszukiwania skutecznych metod prewencji, wśród których na szczególną uwagę zasługuje prozdrowotny model żywienia [23, 42].

Wybrane substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego i ich rola w zapobieganiu nowotworom

Błonnik pokarmowy

Błonnikiem pokarmowym nazywa się polimery węglowodanów, które zawierają więcej niż 10 monomerów i nie są hydrolizowane przez enzymy w jelicie cienkim. Błonnik pokarmowy obejmuje liczną, niejednorodną chemicznie grupę substancji, takich jak polisacharydy nieskrobiowe i związki niepolisacharydowe (ligniny), natomiast biorąc pod uwagę ich rozpuszczalność w wodzie wyróżnia się: rozpuszczalne (pektyny, alginiany, karageny, część hemiceluloz, agar, gумы oraz śluzy roślinne) i nierozpuszczalne składniki błonnika (ligniny, większość hemiceluloz, celuloza) [45]. Polimery węglowodanów należą do następujących kategorii:

- jadalnych i naturalnie występujących w żywności polimerów węglowodanowych,
- polimerów węglowodanowych otrzymywanych z surowców metodami chemicznymi, fizycznymi lub enzymatycznymi, wykazujących korzystny wpływ fizjologiczny, który został potwierdzony badaniami,
- polimerów węglowodanowych otrzymanych metodą syntetyczną, wykazujących korzystny wpływ fizjologiczny, który potwierdzony został badaniami.

Źródłami błonnika pokarmowego są: produkty zbożowe, nasiona roślin strączkowych, owoce, warzywa, orzechy oraz substancje pochodzenia zwierzęcego, takie jak chityna [9]. Głównymi źródłami błonnika w diecie Polaków w latach 2000-2009 były: przetwory zbożowe (41,5 %), warzywa (26,4 %) i ziemniaki (11,8 %) , a jego spożycie wahało się od 29,5 g/dzień (rok 2000) do 25,4 g/dzień (rok 2009) [10].

Przeciwnowotworowe działanie błonnika może wiązać się z takimi mechanizmami, jak:

- zwiększenie objętości stolca oraz przyspieszenie pasażu jelitowego, co prowadzi do zmniejszenia czasu kontaktu potencjalnych kancerogenów z błoną śluzową jelita grubego;
- wiązanie potencjalnych kancerogenów i kwasów żółciowych w przewodzie pokarmowym;

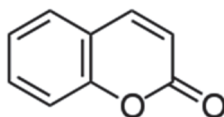
- stymulacja fermentacji w jelicie grubym, co zwiększa produkcję krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, takich jak masłowy. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe sprzyjają apoptozie, hamują proliferację oraz promują różnicowanie się komórek;
- zmniejszenie pH treści jelitowej;
- stymulacja rozwoju korzystnej dla zdrowia człowieka mikroflory jelitowej.

W badaniu kohortowym *Swedish Mammography Cohort* stwierdzono związek pomiędzy spożyciem błonnika pokarmowego zawartego w zbożach a ryzykiem zachorowania na nowotwór okrężnicy. U kobiet, które spożywały co najmniej 13,6 g błonnika/dobę stwierdzono obniżenie ryzyka zachorowania o 27 % w porównaniu do kobiet, które spożywały poniżej 7,4 g błonnika/dobę (RW = 0,77; 95 % PU: 0,57 ÷ 1,03; $p = 0,03$). W raporcie wydanym przez Światową Fundację Badań nad Rakiem i Amerykański Instytut Badań nad Rakiem w roku 2007 stwierdzono, że produkty będące źródłami błonnika pokarmowego prawdopodobnie wykazują działanie ochronne w stosunku do nowotworu jelita grubego [45]. Istnieją również ograniczone dowody wskazujące na ochronne działanie błonnika pokarmowego w stosunku do raka przełyku [42]. W związku z tym, że produkty spożywcze różnią się ilością oraz rodzajem włókna pokarmowego, prawdopodobnie wpływ diety bogatej w błonnik na ryzyko wystąpienia nowotworów uzależniony jest od rodzaju spożywanych produktów [29].

Kumaryny

Kumaryny są to związki fenolowe występujące głównie w owocach (szczególnie cytrusowych), warzywach (np. pomidory, papryka, brokuły), roślinach strączkowych i selerowatych oraz w roślinach leczniczych (np. cynamon, lubczyk, mięta pieprzowa, herbata zielona) (Rys. 1). Kumaryny mają wpływ na aktywność enzymów I i II fazy odpowiedzialnych za metabolizm wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), hamując tworzenie adduktów WWA-DNA w tkankach myszy. Stwierdzono, że liniowe furanokumaryny hamują aktywność niektórych izoenzymów cytochromu P450 (1A1 i 1B1), wstrzymując tym samym aktywację metaboliczną benzo(a)pirenu, który jest czynnikiem prokancerogennym [20]. Izoforma P450 1B1 posiada zdolność aktywowania szeregu różnych kancerogenów żywnościowych i środowiskowych, jak i składników dymu tytoniowego, w tym WWA. Podwyższony poziom białka enzymatycznego P450 1B1 obserwuje się w komórkach nowotworowych wątroby, jelita cienkiego, żołądka, tkanki łącznej, okrężnicy, pęcherza moczowego, nerek, jajnika, mózgu, piersi, przełyku, skóry, płuc, węzłów chłonnych, jąder i macicy. Brak lub niski poziom tego białka potwierdzono zaś w tkankach prawidłowych [36]. Wykazano, że kumaryna i jej pochodna – umbelliferon, hamują proliferację wielu linii komórek nowotworowych człowieka, w tym złośliwego raka prostaty (DU145 i LNCaP) i nowotworu nerki (786-O i A-498), natomiast 6,7-dihydroksykumaryna

działa specyficznie cytotoksycznie w stosunku do komórek czerniaka (A373), białaczki promielocytowej (HL-60) i nowotworu jamy ustnej (HSC-2, HSC-3). Również w badaniach klinicznych stwierdzono przeciwnowotworowe działanie tych związków w leczeniu czerniaka złośliwego, raka nerki i raka prostaty u ludzi. Kumaryna podawana w stężeniach 10 i 40 mg/kg masy ciała, przejawia umiarkowane działanie antynowotworowe w stosunku do allogenicznego mięśniaka Sarcoma-180 [4], a kumaryna i 7-hydroksykumaryna podawane w stężeniu 50 mg/kg masy ciała myszy znacząco hamowały wzrost guza pierwotnego [38]. W badaniach na szczurach stwierdzono, że dieta bogata w kumaryny w sposób istotny chroni przed rozwojem nowotworu wątroby indukowanego przez aflatoksynę B1. Zaobserwowano również, że wprowadzenie diety wzbogaconej w auropten zwiększa aktywność enzymów II fazy (S-transferazy glutationowej i reduktazy chinonowej) w okrzynicy i wątrobie szczurów [4].

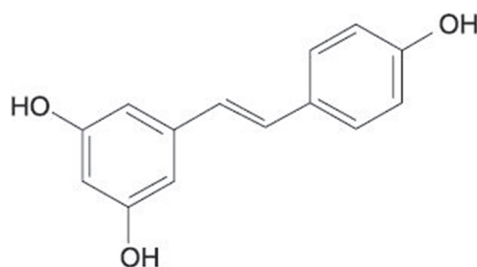


Rys. 1. Budowa chemiczna kumaryny [25]

Fig. 1. Chemical structure of coumarin [25]

Stilbeny

Stilbeny jest to grupa polifenoli zbudowanych z dwóch pierścieni fenolowych połączonych cząsteczką etenu. Rośliny produkują stilbeny w odpowiedzi na uszkodzenie, zagrzybienie, stres i promieniowanie UV. Najważniejszym przedstawicielem stilbenów o działaniu przeciwnowotworowym jest resweratrol, związek rozpuszczalny w tłuszczach [19] (Rysunek 2). Występuje w formie *cis* i *trans*, przy czym w przyrodzie dominuje forma *trans*, charakteryzująca się wyższą aktywnością biologiczną od formy *cis*. Forma *trans* łatwo ulega przekształceniu w formę *cis* pod wpływem czynników zewnętrznych, takich jak podwyższone pH, światło, temperatura [31].



Rys. 2. Budowa chemiczna *trans*-resweratrolu [22]

Fig. 2. Chemical structure of *trans*-resveratrol [22]

Jego budowa chemiczna jest podobna do syntetycznego dietylostilbestrolu estrogenowego, w związku z czym zaliczany jest również do fitoestrogenów. Występuje on w dużych ilościach w korzeniu rdestowca ostrokończystego, uprawianego głównie w Japonii i Chinach, orzeszkach ziemnych ($0,02 \div 1,8$ mg/g), winogronach, przy czym czarne odmiany winogron są najlepszym naturalnym źródłem tego związku, a zielone zawierają go mniej niż czerwone. Zawartość resweratrolu w świeżych skórkach winogron waha się w przedziale $50 \div 100$ mg/g. Największą zawartość resweratrolu mają czerwone winogrona odmiany Pinot noir. Związek ten występuje również w owocach jagodowych (żurawina, borówka amerykańska, borówka czernica, borówka brusznica, morwa, maliny, truskawki, czarna porzeczka), jabłkach i owocach chlebowca [13].

Resweratrol wykazuje wielokierunkowe działanie w ustroju. Przypisuje się mu m.in. działanie kardioprotekcyjne, immunomodulacyjne, hepatoprewencyjne, neuroprotekcyjne, przeciwcukrzycowe i chemioprewencyjne. Wchłaniany jest w jelicie cienkim w ilości ok. 70 %, a następnie transportowany jest do wątroby, gdzie ulega przemianom do glukuronianu i siarczanów (VI), a następnie wydalany jest z moczem i żółcią. W związku z tym, że resweratrol szybko ulega transformacji, jego ilość w osoczu jest niewielka [31]. Okres połowicznego rozpadu wynosi $8 \div 14$ minut, a jego metabolity są obecne we krwi do 9 godzin [22].

Wyjątkową właściwością resweratrolu jest jego zdolność do hamowania każdego z etapów nowotworzenia (inicjacji, promocji i progresji). Hamowanie fazy inicjacji wynika z jego zdolności do detoksykacji kancerogenów w komórkach raka wątroby na zasadzie indukcji reduktazy chinonowej (QR-2), zdolności do usuwania reaktywnych form tlenu, aktywności przeciwmutagennej. Resweratrol działa również poprzez zmniejszenie aktywności i ekspresji izoenzymów cytochromu P450: CYP1A1, CYP1A2 i CYP2B1 [13]. Indukuje również ekspresję genu p53, posiadającego zdolność do hamowania procesów nowotworowych. Hamuje także czynniki transkrypcyjne NF- κ B i STAT3. Czynniki te wpływają na procesy proliferacji, apoptozy i różnicowania się komórek nowotworowych. Ponadto ogranicza reakcje zapalne poprzez hamowanie aktywności cyklooksigenazy-2 (COX-2) [27]. Wpływ resweratrolu na fazę progresji można wytłumaczyć jego hamującym wpływem na polimerazę DNA i reduktazę rybonukleotydową. W badaniach wykazano również jego zdolność do hamowania angiogenezy, m.in. poprzez zmniejszenie unaczynienia zmian nowotworowych *in vivo*. Obniża produkcję mediatorów angiogenezy, takich jak interleukina 8 (IL-8) i czynnik wzrostu śródbłonna naczyń (VEGF). Wykazano zdolność resweratrolu do zwiększania wrażliwości komórek nowotworowych na niektóre chemioterapeutyki, takie jak metotreksat, cisplatyna czy doksorubicyna. W badaniach przeprowadzonych na komórkach przewlekłej białaczki szpikowej, raka szyjki macicy oraz szpiczaka mnogiego wykazano, że resweratrol może zwiększać wrażliwość komórek nowotworowych na działanie promieniowania X. Stwierdzono aktywność przeciwnowotworową resweratrolu

w odniesieniu do kilku typów komórek nowotworowych, w tym: raka jajnika, raka prostaty, białaczki limfatycznej B-komórkowej, raka okrężnicy, chłoniaka nieziarniczego, raka piersi oraz czerniaka złośliwego, zarówno pod kątem działania proapoptotycznego, jak i antyproliferacyjnego [24].

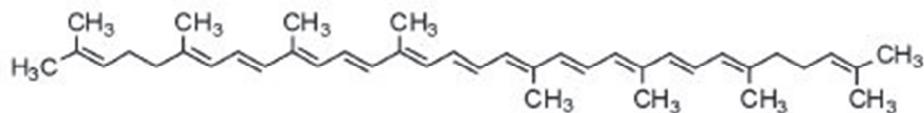
Badano wpływ ekstraktu z winogron na hamowanie procesu nowotworowego u człowieka. Pacjentom cierpiącym na nowotwór jelita grubego po udanej resekcji guza podawano przez 2 tygodnie ekstrakt z winogron, zawierający $0,073 \div 0,114$ mg resweratrolu. Pomimo niskiej dawki zaobserwowano zmniejszenie ekspresji genów związanych z rozwojem procesów nowotworowych. W kolejnych badaniach stosowano dawki 500 mg i 1 g resweratrolu, co skutkowało zmniejszeniem proliferacji komórek nowotworowych jelita grubego zależnym od dawki. W innym badaniu przez 29 dni podawano osobom zdrowym resweratrol w dawkach od 500 mg do 5 g. We krwi badanych stwierdzono niezależne od dawki zahamowanie wytwarzania czynników wzrostu IGFBP-3 oraz IGF-1, które związane są z rozwojem procesu nowotworowego [27]. Jako fitoestrogen reguluje również ekspresję wielu genów związanych z rozwojem raka piersi [13].

Pomimo korzystnego i wielokierunkowego działania resweratrolu, możliwości jego wykorzystania są mocno ograniczone ze względu na jego szybkie tempo transformacji do siarczanów i glukuronidów i niską biodostępność, w związku z czym obecnie trwają prace nad możliwościami wykorzystania jego pochodnych. Przykładowo metoksylowa pochodna resweratrolu, 3,5,3',4',5'-pentametoksy-*trans*-stilben hamuje proliferację komórek raka piersi silniej od resweratrolu, a pterostilben posiada lepsze od resweratrolu właściwości antyangiogenne [28].

Karotenoidy

Karotenoidy są to związki polienowe zbudowane z jednostek izoprenoidowych. Są to pomarańczowe, żółte lub czerwone związki, które chronią rośliny przed uszkodzeniami świetlnymi, biorą również udział w procesie fotosyntezy. Zidentyfikowano blisko 600 karotenoidów, z czego około 60 dostarczanych jest w codziennej diecie. Wyróżnia się dwie podgrupy karotenoidów: karoteny, które mogą tworzyć formy cykliczne (np. β -karoten) oraz ksantofile – utlenione formy karotenoidów (np. zeaksantina, luteina [41]). Do najważniejszych źródeł karotenoidów należą pomarańczowe, żółte i zielone owoce i warzywa, m.in. pomidory, marchew, papryka czerwona, szpinak, melon, dynia, kapusta włoska [43].

Do karotenoidów zasługujących na uwagę ze względu na swoje prozdrowotne właściwości należy likopen. Jest to rozpuszczalny w tłuszczach, czerwony barwnik, występujący w roślinach i niektórych mikroorganizmach. Do najważniejszych źródeł likopenu w diecie zalicza się pomidory, różowe grejpfruty, arbuzy, guawę i papaję [41].

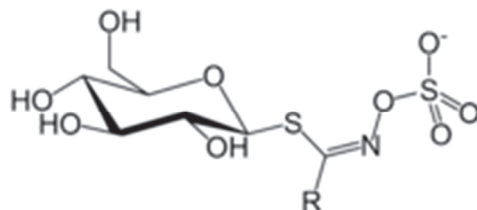
Rys. 3. Budowa chemiczna all-*trans*-likopenu [41]Fig. 3. Chemical structure of all-*trans*-lycopen [41]

W produktach świeżych likopen występuje głównie w formie izomeru all-*trans* (Rys. 3). W wyniku działania temperatury i światła ulega izomeryzacji do form: 15-*cis*, 13-*cis*, 9-*cis* oraz 5-*cis*. Obróbka termiczna produktów zawierających likopen zwiększa jego biodostępność, bez wpływu na potencjał antyoksydacyjny. Do wchłaniania likopenu niezbędne są lipidy i sole kwasów żółciowych, w związku z czym spożywanie go w posiłku wraz z tłuszczem zwiększa jego biodostępność. Obecność błonnika i steroli roślinnych w pokarmie może wpłynąć negatywnie na jego obecność w surowicy, obniżając ją nawet o 40%. Produkty metabolizmu likopenu wydalane są głównie z żółcią i moczem, przenikają również do mleka matek karmiących. Likopen posiada najwyższą spośród karotenoidów zdolność do zmiatania wolnych rodników [41]. Posiada też zdolność do aktywowania ekspresji genów kodujących m.in. ubichinon (NQO1), S-transferazę glutationową (GSTs), oksydoreduktazę NAD(P)H, ligazę glutationowocysteinową (GCL), oksygenazę hemową 1 (HO-1), reduktazę glutationową (GSR), UDP-glukoroniltransferazę. Są to enzymy neutralizujące toksyny (w tym kancerogeny) i wolne rodniki. Likopen wpływa na regulację cyklu komórkowego poprzez hamowanie ekspresji cyklin D i E oraz zatrzymanie cyklu podziału komórki w fazie G. Takie działanie zaobserwowano w ludzkich komórkach raka piersi (MCF-7), raka wątrobowokomórkowego (Hep3B), nowotworu prostaty (LNCaP), raka macicy (ECC-1), raka jelita (HCC) oraz w badaniach *in vivo* na myszach. Likopen może aktywować proces apoptozy w zależności od rodzaju komórek. Inicjację apoptozy obserwowano w komórkach nowotworu prostaty (LNCaP) już przy stężeniu 10 nM. Wykazano, że likopen wpływa na hamowanie metastazy i angiogenezy komórek nowotworowych. Wpływ na metastazę, inwazyjność i częstość podziałów komórek nowotworowych wywierają różne czynniki, m. in. płytkopochodny czynnik wzrostu (PDGF-BB). W badaniach na ludzkich komórkach czerniaka (A2058) stwierdzono, że likopen hamuje migrację komórek zależną od płytkopochodnego czynnika wzrostu. Wykazano, że likopen hamuje metastazę i adhezję komórek nowotworu wątroby (SK-Hep-1), charakteryzujących się wysoką inwazyjnością. Działanie to wynika ze zdolności tego karotenoidu do zmniejszania aktywności metaloproteinaz MMP-9 i MMP-2. Stwierdzono, że likopen w stężeniach 1 ÷ 4 μM zmniejsza ryzyko zachorowania na raka płuc, piersi, prostaty, białaczkę i nowotwory układu pokarmowego, a dziesięć razy wyższym stężeniu również raka jajnika i wątroby, natomiast przy stężeniu 20 ÷ 60 μM aktywuje

apoptozę i hamuje proliferację komórek. Ogranicza również podziały komórek białaczki erytroblastycznej, chłoniaka typu Burkitta, ostrej białaczki szpikowej i raka jelita [3]. Stwierdzono odwrotnie proporcjonalną zależność pomiędzy stężeniem likopenu w osoczu krwi a ryzykiem zachorowania na nowotwór szyjki macicy. Zaobserwowano również obniżenie ryzyka zachorowania na raka piersi u kobiet mających wysoki poziom likopenu w osoczu krwi. Wyniki innych badań sugerują, że spożywanie 30 mg likopenu dziennie przez 3 tygodnie moduluje rozwój raka prostaty [17]. Metaanaliza wykazała, że istnieje pozytywna korelacja pomiędzy spożyciem likopenu a ryzykiem zachorowania na raka prostaty. U osób spożywających przetworzone pomidory stężenie likopenu we krwi było wyższe niż u osób spożywających surowe pomidory [3].

Glukozynolany

Glukozynolany to wtórne metabolity roślin należące do tioglikozydów. Są rozpuszczalne w wodzie. Znanych jest ponad 90 glukozylanów, a w zależności od ich budowy chemicznej wyróżnia się glukozyłany: alifatyczne (łańcuch boczny stanowi pochodna waliny, metioniny, leucyny, izoleucyny lub alaniny), indolowe (łańcuch boczny stanowi pochodna tryptofanu) oraz aromatyczne (łańcuch boczny stanowi pochodna tyrozyny bądź fenyloalaniny). Źródłami glukozynolanów są warzywa krzyżowe (brokuł, kalafior, jarmuż, kalarepa, kapusta pekińska, kapusta włoska, kapusta głowiasta czerwona i biała, kapusta chińska oraz kapusta brukselska). Działanie prozdrowotne wykazują produkty przemian glukozynolanów. Na zawartość glukozynolanów w produktach spożywczych mają wpływ warunki przechowywania i procesy technologiczne. Rozdrabnianie warzyw powoduje uwolnienie mirozynazy i wzrost zawartości pochodnych glukozynolanów. Kiszenie prowadzi do całkowitego rozpadu glukozynolanów i wzrostu zawartości ich pochodnych, takich jak indolo-3-karbinol i sulforafan. Gotowanie powoduje straty zawartości glukozynolanów ze względu na przechodzenie tych związków do roztworu oraz rozkład termolabilnych glukozynolanów, zwłaszcza indolilowych glukozynolanów. Ponadto dyfuzja wody powoduje duże straty glukozynolanów podczas gotowania. Stosowanie wysokiej temperatury unieczynnia mirozynazę. Smażenie i stosowanie mikrofal również zmniejsza ilość glukozynolanów w produktach, jednak w mniejszym stopniu niż gotowanie. Przechowywanie brokułów przez 5 dni w temperaturze 0° C spowodowało wzrost zawartości glukobrasycyny i glukorafaniny, które są pochodnymi glukozynolanów. Przemiana glukozynolanów do ich prozdrowotnych pochodnych nie przebiega ze stuprocentową wydajnością. Glukorafanina ulega przekształceniom, w wyniku których 80 % glukorafaniny ulega przemianom do nitryli, a 20 % do sulforafanu, związku o działaniu przeciwnowotworowym. Niektóre pochodne wykazują również szkodliwe działanie na zdrowie człowieka – przykładem jest indolo-3-karbinol, który może indukować kancerogenezę [35].

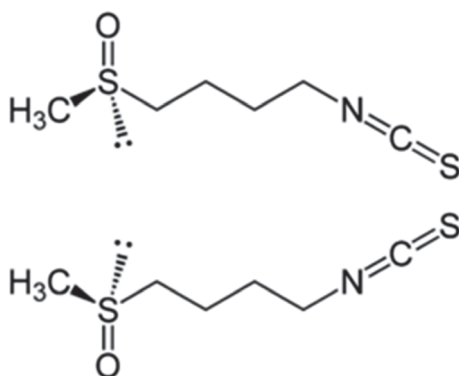


Rys. 4. Budowa chemiczna glukozynolanów [1]

Fig. 4. Chemical structure of glucosinolates [1]

Sulforafan jest związkiem o silnej aktywności przeciwnowotworowej, powstającym w wyniku hydrolizy glukorafaniny z udziałem mirozynazy (Rys. 5). Od tego procesu w dużym stopniu zależy absorpcja i biodostępność sulforafanu. Badania wykazały sześciokrotne obniżenie biodostępności sulforafanu gdy przemiany glukozynolanów zachodziły bez udziału mirozynazy. W innych badaniach stwierdzono trzykrotnie wyższe stężenia izotiocyanianów w moczu u osób, które spożywały surowe brokuły w porównaniu z osobami spożywającymi brokuły gotowane na parze. W związku z tym spożywanie brokułów surowych może przynosić większe korzyści chemoprewencyjne niż spożywanie brokułów poddanych obróbce termicznej. Sulforafan posiada zdolność hamowania wszystkich etapów kancerogenezy. Reguluje aktywność oraz poziom ekspresji enzymów I i II fazy. Wykazano, że sulforafan posiada hamujące działanie w stosunku do enzymów I fazy: CYP1A1, CYP2B1, CYP2B2, CYP3A4 i CYP2E1. W badaniach *in vitro* oraz *in vivo* stwierdzono wpływ na enzymy fazy II, przy czym w badaniach *in vitro* wpływ ten był różny, w zależności od wykorzystanej linii komórkowej. U zwierząt, którym podawano brokuły, zaobserwowano 4 ÷ 5 krotny wzrost aktywności reduktazy NAD(P)H (NQO1). W innych badaniach, na szczurach F334, sulforafan podawany w dawce 3,5 $\mu\text{mol/g}$ masy ciała/dzień przez 5 dni zwiększał aktywność enzymów, m.in. S-transferazy glutationowej (GST) i reduktazy NAD(P)H (NQO1) w komórkach stercza. W komórkach nabłonkowych piersi MCF-10F sulforafan zmniejszał tworzenie się adduktów benzo(a)pirenu z DNA o 63 ÷ 81 %, przy czym zauważalne działanie tego związku zaobserwowano już przy stężeniu poniżej 0,1 μM . Wiele badań *in vitro* wykazało antyprolifacyjne działanie sulforafanu. Liczne badania *in vitro* wykazały również proapoptyczne działanie sulforafanu w stosunku do komórek nowotworowych wielu typów. W niewielu badaniach *in vitro* wykazano działanie antyangiogenne sulforafanu. Wyniki tych badań sugerują, że sulforafan zakłóca podstawowe etapy angiogenezy. Wykazano zdolność ekstraktu z brokułów bogatego w sulforafan do zmniejszania aktywności metaloproteinazy-9, która jest głównym enzymem w procesie przerzutowania. Ekstrakt ten obniżał zdolność komórek raka piersi MDA-MB-231 do przerzutowania [40]. Duży wpływ na skuteczność che-

moprewencyjnego działania izotiocyjanianów mają polimorfizmy. Badano wpływ spożywania roślin krzyżowych na ryzyko wystąpienia raka płuca w zależności od polimorfizmu S-transferazy glutationowej. U osób posiadających genotyp GSTM1 oraz palących papierosy stwierdzono, że wysokie spożycie roślin krzyżowych bogatych w izotiocyjaniany korelowało dodatnio z obniżeniem ryzyka zachorowania na raka płuc o 40 %. W grupie badanych z genotypem GSTT1 lub mieszanym nie obserwowano podobnej zależności [29].



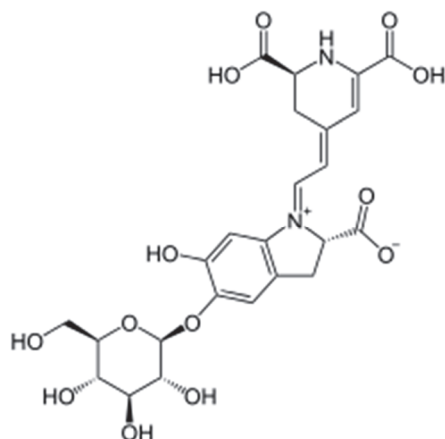
Rys. 5. Budowa chemiczna sulforafanu – enancjomer R i S [40, 43]

Fig. 5. Chemical structure of sulforaphane – enantiomer R and S [40, 43]

Betalainy

Betalainy należą do barwników występujących w dużych ilościach m.in. w burakach czerwonych. Znanych jest obecnie około 50 barwników betalainowych. Są to składniki mało stabilne termicznie, podczas obróbki termicznej ulegają rozpadowi do kwasu betalaminowego i cukru. Proces ten dodatkowo przyspieszają: światło, tlen, jony miedzi i żelaza, temperatura [32, 39].

Betalainy indukują aktywność enzymów fazy II. U myszy karmionych czerwonymi burakami stwierdzono hamowanie rozwoju nowotworu płuc i skóry. Betaina wyizolowana z buraka zwyczajnego obniżała aktywność cyklooksyzgenaz (COX 1 i COX2), a w stopniu zależnym od dawki ograniczała rozwój linii komórkowych nowotworów jelita, żołądka, płuc, ośrodkowego układu nerwowego i piersi. Z kolei betanina wyizolowana z owoców opuncji figowej indukowała apoptozę w komórkach przewlekłej białaczki szpikowej (K652) (Rysunek 6). Biodostępność betalain jest niska. Badano zmiany stężenia betaniny we krwi po spożyciu owoców kaktusa. Po 3 godzinach od spożycia poziom betaniny w surowicy wyniósł jedynie około 3,5 % spożytej betaniny. Spowodowane jest to dużą wrażliwością betalain na zmiany pH i podwyższoną temperaturę [32].



Rys. 6. Budowa chemiczna betaniny [24]

Fig. 6. Chemical structure of betanin [24]

Fityniany

Fityniany są to związki występujące głównie w nasionach roślin (Rys. 7). Magazynują one fosfor oraz inozytol na potrzeby kiełkujących roślin. Tworzą one kompleksy ze składnikami mineralnymi, głównie z żelazem i cynkiem, w czym upatruje się ich negatywną rolę w żywieniu człowieka. Jednakże w ostatnich latach zwraca się uwagę na potencjalne właściwości przeciwnowotworowe tych związków. Stwierdzono hamujący wpływ fitynianów na rozwój ludzkich komórek nowotworu okrężnicy, piersi, prostaty, szyjki macicy. Wykazano, że sposób działania fitynianów jest różny w zależności od rodzaju linii komórkowych oraz zależny od czasu i dawki. Badano na myszach wpływ podaży fitynianów i inozytoli na rozwój nowotworu jelita grubego indukowanego 1,2-dimetylohydrazyną (DMH). Zaobserwowano statystycznie istotne zmniejszenie częstości występowania nowotworu jelita grubego. W innym badaniu, na szczurach, zaobserwowano znaczny wpływ fitynianów na zahamowanie rozwoju raka indukowanego 7,12-dimetylobenz[α]antracenenem. Zaobserwowano też, że wysoka podaż fitynianów chroniła szczury przed wystąpieniem spontanicznego raka sutka. Badanie to wykazało również, że wysoka podaż fitynianów była bardziej skuteczna niż wysoka podaż błonnika w zapobieganiu doświadczalnym nowotworom sutka. Wykazano w badaniu *in vitro*, że podaż fitynianów pochodzących z kukurydzy i ryżu ograniczała wzrost ludzkich komórek gruczolakoraka trzustki (PANC 1 i MIAPACA) o 37,1 ÷ 91,5 %. Fityniany posiadają działanie antyproliferacyjne wynikające z ich zdolności do hamowania fazy S oraz zatrzymywania komórek w fazie G0/G1 cyklu komórkowego [15].

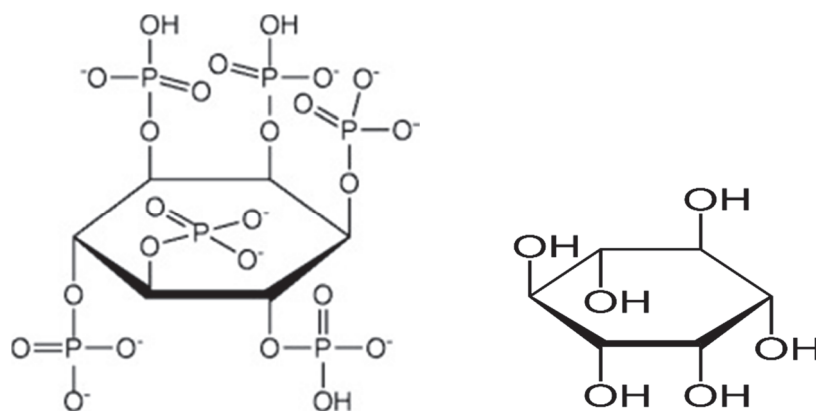
Rys. 7. Budowa chemiczna kwasu fitynowego i *myo*-inozytolu [26]Fig. 7. Chemical structure of phytic acid and *myo*-inositol [26]

Tabela 1. Zawartość fitynianów (mg/g suchej masy) w wybranych produktach pochodzenia roślinnego [15]

Table 1. Phytate content (mg/g dry weight) of selected products of plant origin [15]

Produkt spożywczy / Food product	Zawartość fitynianów (mg/g suchej masy) Phytate content (mg/g dry weight)
Ryż (polerowany, gotowany) Rice (polished, boiled)	1,2 ÷ 3,7
Ryż (niepolerowany, gotowany) Rice (unpolished, boiled)	12,7 ÷ 21,6
Chleb kukurydziany / Corn bread	4,3 ÷ 8,2
Chleb pszenny / Wheat bread	3,2 ÷ 7,3
Płatki owsiane / Oat flakes	8,4 ÷ 12,1
Makaron / Pasta	0,7 ÷ 9,1
Tofu / Tofu	8,9 ÷ 17,8
Orzeszki ziemne / Peanuts	9,2 ÷ 19,7
Biała fasola / White beans	9,6 ÷ 13,9
Nasiona soi / Soybean seeds	9,2 ÷ 16,7
Gryka / Buckwheat	9,2 ÷ 16,2
Ziarno amarantusa / Amaranth grain	10,6 ÷ 15,1
Fasola zwyczajna / Common bean	8,3 ÷ 13,4
Sorgo / Sorghum	5,9 ÷ 11,8

Flawonoidy

Flawonoidy są to związki bioaktywne występujące powszechnie w żywności pochodzenia roślinnego. Spożywane wraz z dietą wykazują wielokierunkowe działanie na

organizm człowieka. W zależności od budowy chemicznej wyróżnia się różne podklasy flawonoidów: flawony, flawanole, flawanony, flawonole, izoflawony i antocyjany. Źródłami tych związków w diecie człowieka są owoce, warzywa, nasiona, orzechy, przyprawy [18].

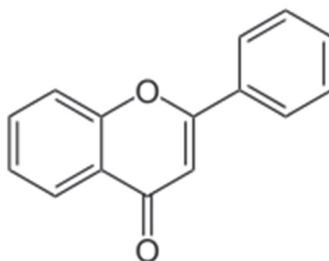
Tabela 2. Przykłady wybranych flawonoidów [18]

Table 2. Examples of selected flavonoids [18]

Podklasa / Subclass	Przykłady związków / Examples of compounds
Flawonole / Flavonols	Kwercetyna, kemferol, mirycetyna / Quercetin, kaempferol, myricetin
Flawony / Flavons	Luteolina, tangeretyna, apigenina / Luteolin, tangeretin, apigenin
Flawanony / Flavanones	Hesperedyna, naringenina / Hesperedin, naringenin
Flawanole / Flavanols	Katechina, epikatechina, epigallokatechina, galusan epigallokatechiny (EGCG) Catechin, epicatechin, epigallocatechin, epigallocatechin gallate (EGCG)
Antocyjany Anthocyanins	Cyjanidyna, malwidyna / Cyanidin, malvidin
Izoflawony / Isoflavones	Daidzeina, genisteina / Daidzein, genistein

Flawony

Do flawonów występujących w żywności w większych ilościach i o znaczeniu prozdrowotnym należą luteolina i apigenina. Występują one w postaci glikozydów w pietruszce, selerze, karczochach, owocach cytrusowych [6] (Rys. 8).



Rys. 8. Element strukturalny flawonu [16]

Fig. 8. The structural element of flavone [16]

Luteolina jest flawonem, który spożywany jest w codziennej diecie w małych ilościach (poniżej 1 mg/dobę). Niemniej jednak, niektóre badania epidemiologiczne sugerują odwrotną korelację między spożyciem luteoliny a ryzykiem wystąpienia niektórych nowotworów. Luteolina wykazuje specyficzne działanie przeciwzapalne i przeciwnowotworowe, co częściowo można wyjaśnić jej aktywnością przeciwutleniającą i zdolnością do zmiatania wolnych rodników. Luteolina może opóźniać lub blokować

rozwój komórek nowotworowych *in vivo* i *in vitro* poprzez ochronę przed czynnikami kancerogennymi, hamowanie proliferacji komórek nowotworowych, indukcję zatrzymania cyklu komórkowego oraz indukcję apoptozy przy udziale wewnętrznych i zewnętrznych szlaków sygnałowych. W przypadku guzów litych luteolina wykazuje właściwości antyangiogenne. Luteolina, podobnie jak inne flawonoidy, wykazuje wiele efektów farmakologicznych *in vitro* i *in vivo*, które mogą przyczyniać się do jej antynowotworowego działania, pod warunkiem że w tkankach docelowych zostaną osiągnięte jej odpowiednio wysokie stężenia [34].

Tabela 3. Wybrane mechanizmy działania przeciwnowotworowego luteoliny [34]

Table 3. Selected mechanisms of luteolin antitumour action [34]

Cel działania / Purpose of action	Wpływ luteoliny / Effect of luteolin
Proliferacja komórek nowotworowych Cancer cell proliferation	Inhibicja proliferacji różnych linii komórkowych <i>in vitro</i> Inhibition of proliferation of various cell lines <i>in vitro</i>
Zatrzymanie cyklu komórkowego Cell cycle arrest	Indukcja zatrzymania cyklu komórkowego w fazie G2/M, S lub G0/1 Induction of cell cycle arrest in the G2/M, S or G0/1 phase
Kaspaza 9 / Caspase 9	Aktywacja kaspazy 9 / Caspase 9 activation
Kaspaza 3/6/7 / Caspase 3/6/7	Aktywacja kaspazy 3 / Caspase 3 activation
Topoizomerazy / Topoisomerases	Hamowanie aktywności topoizomerazy I i II Inhibition of topoisomerase I and II activity
Fas/CD95	Zwiększanie ekspresji Fas/CD95 Upregulation of Fas/CD95
FASN / Fatty acid synthase	Hamowanie syntezy kwasów tłuszczowych w komórkach nowotworowych Inhibition of fatty acid synthesis in cancer cells
DFF-45	Aktywacja czynnika fragmentacji DNA Activation of the DNA fragmentation factor

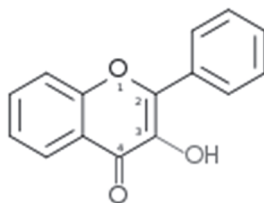
Badano wpływ 23 różnych flawonoidów na rozwój ludzkich komórek białaczki promielocytowej (HL60) i wykazano, że luteolina odznaczała się jedną z najlepszych wartości medialnego stężenia inhibitora, wynoszącą 12,5 μM . Lepszą wartością tego parametru cechował się jedynie 3,6-dihydroksyflawon (8,8 μM). W innym badaniu wyizolowano luteolinę z roślin azjatyckich stosowanych tradycyjnie w leczeniu nowotworów (*Epimedium koreaonum* i *Terminalia arjuna*) i stwierdzono, że hamuje ona proliferację ludzkich komórek raka piersi (MCF-7) i wątroby (HepG2) w sposób zależny od dawki. W jednym z badań sprawdzano wpływ luteoliny na rozwój raka gruczołu krokowego u myszy. Po 18 dniach próby masa nowotworu wynosiła 180 mg w grupie kontrolnej, 125 mg u myszy otrzymujących 5mg luteoliny/kg masy ciała i 110 mg u myszy otrzymujących 10 mg luteoliny/ kg masy ciała ($p = 0,011$). W badaniu tym nie stwierdzono również działania toksycznego luteoliny [34].

Obserwacje kliniczne wskazują, że czynnik wzrostu hepatocytów (HGF, znany też jako SF – czynnik rozproszony) i jego receptor, kinaza tyrozynowa (c-Met), sprzyjają przerzutowaniu komórek raka wątroby, jednocześnie zwiększając ich inwazyjność. Badano wpływ flawonoidów, w tym luteoliny, kwercetyny, bajkaleiny, katechiny i genisteiny na migrację zależną od HGF i inwazję komórek HepG2. Luteolina wykazywała najwyższy potencjał antymigracyjny i zapobiegania inwazji określonej w teście komory Boydena, z istotnym hamowaniem tych procesów przy stężeniu 5 μM , aż do kompletnej inhibicji przy stężeniu 8-krotnie wyższym. W badaniu na liniach ludzkich komórek raka płaskonabłonkowego (A431) luteina (medialne stężenie inhibitora wynosiło 19 μM) i kwercetyna (medialne stężenie inhibitora wynosiło 21 μM) były najsilniejszymi z ośmiu flawonoidów hamującymi proliferację komórek i sekrecję metaloproteinaz macierzowych MMP-9 i MMP-2. Luteolina zmniejszała aktywność MMP-9 o 94 %, a MMP-2 o 73 % [34].

W badaniu kontrolnym przeprowadzonym w Stanach Zjednoczonych obserwowano grupę 1434 pacjentów z rakiem piersi i 1440 osób stanowiących grupę kontrolną. Zaobserwowano zmniejszenie ryzyka wystąpienia raka piersi, najbardziej zauważalne wśród kobiet w okresie pomenopauzalnym, które spożywały wysokie ilości flawonoli (ryzyko względne wynosiło 0,54), flawonów (ryzyko względne wynosiło 0,63, przy wartościach od 0,45 do 0,83), flawan-3-oli (ryzyko względne wynosiło 0,74) i lignanów (ryzyko względne wynosiło 0,69) w porównaniu z grupą kontrolną [34].

Flawonole

Flawonole występują w żywności pochodzenia roślinnego i są najszerzej rozpowszechnioną grupą spośród wszystkich klas flawonoidów. Występują najczęściej w formie glikozydów. Najczęściej występującymi flawonolami są kemferol, mirycetyna i kwercetyna. Do przykładowych źródeł flawonoli należą cebula, jabłka, a dobrym źródłem zarówno flawonoli, jak i flawonów, są nasiona gryki [6].



Rys. 9. Element strukturalny flawonolu [16]

Fig. 9. The structural element of flavonol [16]

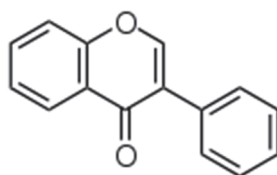
Badania przeprowadzone przez fińskich naukowców udowodniły, że spożycie mirycetyny na wysokim poziomie znacznie obniża ryzyko wystąpienia raka prostaty.

W innych badaniach stwierdzono, że mirycetyna, kemferol i kwercetyna zmniejszają ryzyko zachorowania na raka trzustki o 23 %, pod warunkiem spożywania nie więcej niż jednej lampki wina dziennie [14].

Kwercetyna, ze względu na właściwości przeciwnowotworowe, zasługuje na szczególną uwagę. Działa antyprolifacyjnie i proapoptycznie w wielu liniach komórek nowotworowych, m.in. raka wątroby (HepG2), białaczki szpikowej (HL-60), nerwiaka płodowego (SH-SY5Y). Posiada zdolność do hamowania cyklu komórkowego w fazie G1 oraz G2/M, wpływa na ekspresję białek regulatorowych zaangażowanych w procesy proliferacji komórek, m.in. cykliny (A, B, D, E), kinazy cyklinozależne i ich inhibitory. W badaniach kwercetyna zatrzymywała komórki raka piersi w fazie G2/M. Kwercetyna wykazuje działanie synergistyczne z innymi substancjami o działaniu przeciwnowotworowym. Stwierdzono, że w komórkach raka trzustki wykazujących oporność na daunorubicynę, kwercetyna hamowała ekspresję i aktywność glikoproteiny P, białka związanego z występowaniem oporności wielolekowej. W innym badaniu leczono opornego na leczenie raka piersi, stosując kwercetynę wraz z doksorubicyną (cytostatykiem) i tamoksyfenem (antyestrogenem). Zaobserwowano ograniczenie angiogenezy i zahamowanie proliferacji komórek nowotworowych [12].

Izoflawony

Izoflawony są to aromatyczne polifenole (Rys. 10). Ich struktura chemiczna jest zbliżona do struktury hormonów steroidowych, ale nie są one pochodnymi cholesterolu. Ze względu na swoją budowę chemiczną mogą jednak wykazywać działanie hormonalne w organizmach ludzi i zwierząt, w związku z czym bywają nazywane hormonami niesteroidowymi. Izoflawony zidentyfikowano w ponad trzystu rodzajach roślin, najczęściej w ich nasionach i korzeniach. W dużych ilościach znajdują się w soczewicy, soi, koniczynie czerwonej, nasionach roślin bobowatych i szpinaku. W organizmach ludzkich izoflawony są hydrolizowane przez mikroflorę i enzymy układu pokarmowego do aktywnych form, zwanych aglikonami, m.in. daidzeiny, genisteiny, glicysteiny [2].



Rys. 10. Element strukturalny izoflawonu [16]

Fig. 10. The structural element of isoflavone [16]

Najwyższe stężenie izoflawonów w surowicy krwi obserwuje się w ciągu 2 ÷ 8 godzin po spożyciu. Ulegają metabolizmowi w wątrobie, gdzie sprzęgane są z kwasem glukoronowym i siarczanami. Znaczna część spożytej genisteiny i daidzeiny usuwana jest z organizmu z żółcią i moczem w ciągu 24 godzin [8].

Budowa chemiczna izoflawonów przypomina budowę 17 β -estradiolu, w związku z czym oddziałują z receptorami estrogenowymi. Powinowactwo genisteiny do receptora estrogenowego β jest porównywalne z powinowactwem 17 β -estradiolu. W przypadku innych izoflawonów powinowactwo do receptorów estrogenowych jest 100 ÷ 500 razy niższe niż powinowactwo 17 β -estradiolu [8].

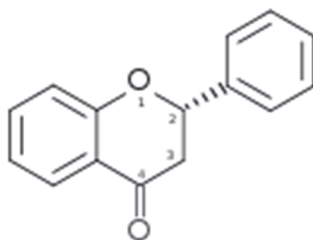
Genisteina jest głównym izoflawonem soi, ponadto występuje w nasionach roślin strączkowych. Występuje ona w roślinach w formie nieaktywnej postaci tj. 7-O- β -D-glukopiranozylogenisieiny i dopiero po odpowiednich przekształceniach w przewodzie pokarmowym ulega przemianom do aktywnego aglikonu. Badania wskazują na odwrotną zależność pomiędzy wysokim spożyciem produktów sojowych bogatych w genisteinę a zachorowalnością na nowotwory prostaty i sutka i śmiertelnością z powodu tych nowotworów. W krajach Dalekiego Wschodu, gdzie spożywa się średnio 20 ÷ 80 mg genisteiny dziennie, śmiertelność z powodu raka prostaty i sutka jest aż 4 ÷ 10 razy niższa w porównaniu do śmiertelności z tych samych powodów w krajach Zachodu, gdzie spożywa się tylko 1 ÷ 3 mg genisteiny dziennie. Stężenie genisteiny w osoczu populacji azjatyckich jest 7 ÷ 110 razy wyższe niż stężenie tego fitoestrogenu w osoczu mieszkańców krajów zachodnich. Ponadto genisteina działa również poprzez mechanizmy inne niż te związane z receptorami estrogenowymi. Posiada zdolność inhibicji proteinowych kinaz, pełniących ważną rolę w proliferacji komórek różnego typu. Jest ponadto inhibitorem topoizomerazy II, przez co hamuje podziały komórkowe i ich wzrost. Zaobserwowano również wpływ genisteiny na angiogenezę, m.in. poprzez obniżanie wytwarzania czynnika wzrostu śródbłonka naczyniowego (VEGF) i transformującego czynnika wzrostu beta (TGF- β). Przytoczone badania wskazują na istotną rolę genisteiny i innych izoflawonów w prewencji nowotworów [21].

Flawanony

Flawanony występują w owocach cytrusowych w postaci glikozydów. W dużych ilościach występują w pomarańczach i grejpfrutach, przy czym ich zawartość w tkance miękkiej jest niższa niż w skórce [6].

Jednym z flawanonów o aktywności przeciwnowotworowej jest naryngenina. Receptory estrogenowe są celem wielu terapii nowotworów piersi. Wieloletnie stosowanie terapii antyestrogenowych przy użyciu takich leków jak tamoksyfen może spowodować oporność nowotworu na te leki. Komórki odporne na tamoksyfen mogą się rozwijać w wyniku aktywacji szlaków kinazy 3-fosfatydyloinozytolu (PI3K) i kinazy

białkowej aktywowanej mitogenem (MAPK). W badaniu na komórkach ludzkiego raka piersi opornego na tamoksyfen (Tam-R MCF7) wykazano, że naryngenina jest inhibitorem szlaków PI3K oraz MAPK, osłabiającym proliferację komórek nowotworowych i indukującym ich apoptozę [33]. Wykazano również, że naryngenina indukuje aktywność kinazy białkowej aktywowanej przez AMP (AMPK) i zmniejsza fosforylację białka wiążącego czynnik inicjacji translacji (4EPB) w ludzkich komórkach nowotworu piersi (MCF-7). Właściwości te zostały powiązane z działaniem przeciwnowotworowym takich leków jak metformina czy inhibitory mTOR. Na podstawie tych wyników zbadano zdolność naryngeniny do modulowania wzrostu komórek ludzkiego nowotworu piersi (MCF-7) i mysich komórek nowotworu piersi (E0771). W obu modelach stwierdzono zmniejszenie liczby żywych komórek nowotworowych w sposób zależny od dawki naryngeniny oraz czasu jego podawania. W badaniu tym naryngenina zmniejszała ekspresję cykliny D1 i zwiększała ekspresję proapoptycznego białka Bax, co sugeruje, że naryngenina może hamować proliferację komórek nowotworu piersi poprzez indukcję zatrzymania cyklu komórkowego i promowanie apoptozy [10]. Wykazano również, że naryngenina może hamować migrację ludzkich komórek raka płuc (A549) w sposób zależny od stężenia, na zasadzie hamowania aktywności metaloproteinaz macierzowych 2 i 9 (MMP-2, MMP-9) [5].



Rys. 11. Element strukturalny flawanonu [16]

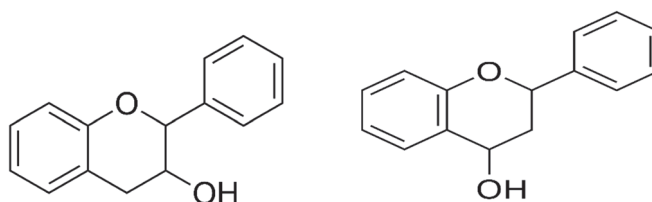
Fig. 11. The structural element of flavanone [16]

Flawanole

Flawanole, w przeciwieństwie do innych flawonoidów, występują w żywności w postaci wolnej – nieglikozydowej, jako różne stereoizomery. Obecnie uważa się, że związki te spożywane są w największych ilościach spośród wszystkich flawonoidów. Występują w owocach, zielonej herbacie i gorzkiej czekoladzie [6].

Jednym z flawanoli o obiecującym działaniu przeciwnowotworowym jest galusan epigallokatechiny (EGCG). Aktywuje on apoptozę komórek nowotworowych, nie wpływając cytotoksycznie na komórki zdrowe. Badania *in vitro* wykazały, że galusan epigallokatechiny dezaktywuje czynnik transkrypcyjny NFκB, hamuje aktywność ki-

naz zależnych od cyklin, aktywuje kaspazy i generuje reaktywne formy tlenu w komórkach nowotworowych, tym samym kierując je na drogę apoptozy. W badaniach na modelach zwierzęcych wykazano, że EGCG wykazuje ochronne działanie w stosunku do wielu kancerogenów wywołujących nowotwory takich narządów jak skóra, płuco, wątroba, jelito i przełyk. Wykazano, że EGCG może być stosowany wraz z innymi związkami chemicznymi, np. z kurkumina w leczeniu nowotworów przełyku. Inne badania wskazują też na wpływ galusanu epigallokatechiny na wzrost adhezji komórkowej, co zapobiega rozprzestrzenianiu się guza i hamuje jego wzrost. Flawanolom obecnym w herbacie zielonej przypisuje się również działanie blokujące rozwój już istniejących komórek nowotworowych, w szczególności nowotworów jamy ustnej, gardła, żołądka, trzustki, przełyku, okrężnicy, jelita grubego, piersi i skóry [7].

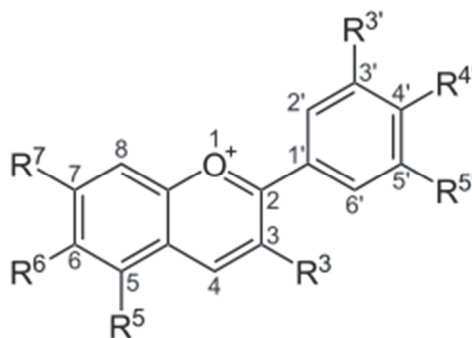


Rys. 12. Wzór chemiczny flawan-3-ol (flawanolu) i flawan-4-ol [16]

Fig. 12. Chemical structure of flavan-3-ol and flavan-4-ol [16]

Antocyjany

Antocyjany są to barwniki rozpuszczalne w wodzie, występujące w formie kationu flawyliowego (Rys. 13). Ich budowa chemiczna może być zróżnicowana i bardzo złożona. W wyniku hydrolizy kwasowej antocyjany ulegają degradacji do aglikonów. Głównymi źródłami antocyjanów są: czarna porzeczka, borówka czernica, kapusta czerwona i aronia [26].



Rys. 13. Wzór chemiczny kationu flawyliowego ($R^x = H, OH, OCH_3$) [37]

Fig. 13. Chemical structure of flavylium cation ($R^x = H, OH, OCH_3$) [37]

Antocyjany wykazują wysoką aktywność antyoksydacyjną. Zwiększają ekspresję enzymów II fazy, m.in. S-transferazę glutationową (GST). W badaniach różnych komórek nowotworowych *in vitro* wykazano wysoką aktywność antyproliferacyjną antocyjanów. Aktywność tę tłumaczy się wpływem na białka regulatorowe zaangażowane w kontrolę cyklu komórkowego (np. p53, p27, cyklina A, cyklina D1). Wykazano też, że antocyjany wpływają na angiogenezę, m.in. przez zablokowanie szlaku sygnału dla PI3K/Akt [26].

Literatura

- [1] Agerbirk N., Olsen C.E.: Glucosinolate structures in evolution. *Phytochem.* 2012, 77, 16-45.
- [2] Bachanek I., Czauderna M.: Izoflawony–struktura, aktywność biologiczna oraz metody oznaczania przy użyciu wysokosprawnej chromatografii cieczowej. *Wiad. Chem.*, 2014, 68 (7,8), 661-681.
- [3] Belter A., Giel-Pietraszuk M., Oziewicz S., Chomczyński P., Barciszewski J.: Likopen – występowanie, właściwości oraz potencjalne zastosowanie. *Postępy Biochem.* 2011, 57(4), 372-380.
- [4] Bielawska K., Malinowska M., Cyuńczyk M. Wpływ kumaryny na organizm człowieka. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 2014, 47(2), 213-221.
- [5] Chang H.L., Chang Y.M., Lai S.C., Chen K.M., Wang K.C., Chiu, T.T., Chang F.H., Hsu L.S.: Naringenin inhibits migration of lung cancer cells via the inhibition of matrix metalloproteinases-2 and-9. *Exp. Ther. Med.* 2017, 13(2), 739-744.
- [6] Czapski J.: Związki fenolowe. W: Czapski J., Górecka D. (red). *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia.* Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. 2014, 134-140.
- [7] Donejko M., Niczyporuk M., Galicka E., Przyłipiak A.: Właściwości antynowotworowe galusanu epigallokatechiny zawartego w zielonej herbacie. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2013, 67, 26-34.
- [8] Forma E., Szymczak A., Krześlak A.: Wybrane ksenoestrogeny i ich wpływ na zdrowie człowieka. *Folia Med. Łódź.*, 2013, 40(1), 79-97.
- [9] Górecka D., Anioła J.: Błonnik pokarmowy. W: Czapski, J., Górecka, D. (red). *Żywność prozdrowotna. Składniki i technologia* Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, 2014, 100.
- [10] Górecka D., Janus P., Borysiak-Marzec P., Dziedzic K.: Analiza spożycia błonnika pokarmowego i jego frakcji w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu w oparciu o dane GUS. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011, 92(4), 705-708.
- [11] Ke J.Y., Tian M., Kliewer K.L., Schwartz S.J., Reidl K.M., Tsai S.Y., Belury M.A.: Evaluation of a citrus flavonoid as a chemopreventive agent against breast cancer. *Cancer Res.* 2014, 19(74), 2151-2151.
- [12] Kobylińska A., Janas K.M.: Prozdrowotna rola kwercetyny obecnej w diecie człowieka. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2015, 69, 51-62.
- [13] Kopeć A., Piątkowska E., Leszczyńska T., Biezanowska-Kopeć R.: Prozdrowotne właściwości resweratrolu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 5(78), 5-15.
- [14] Król D., Gregorczyk M., Szymańska A., Jankiewicz U., Kowalczyk P.: Substancje antyoksydacyjne w czerwonym winie. *Postępy Fitoter.* 2013, 1(14), 260-262.
- [15] Kumar V., Sinha A. K., Makkar H.P., Becker K.: Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food Chem.* 2010, 120(4), 945-959.

- [16] Kumar S, Pandey AK.: Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Sci. World J.* 2013, 29, 162750.
- [17] Kwiatkowska E.: Likopen w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Postępy Fitoter.*, 2010, 1(11), 38-41.
- [18] Kozłowska A, Szostak-Wegierek D.: Flavonoids--food sources and health benefits. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 2014, 65(2),79-85.
- [19] Majewski G., Lubecka-Pietruszewska K., Kaufman-Szymczyk A., Fabianowska-Majewska K.: Przeciwnowotworowe właściwości wybranych roślinnych polifenoli z grupy flawonoidów i stilbenów. *Zdr. Publ.* 2012, 122(4), 434-443.
- [20] Malinowska M., Bielawska K.: Metabolizm i właściwości antyoksydacyjne kumaryn. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2013, 46(3), 393-403.
- [21] Maliszewska M.: Genisteina i 3, 3'-diindolilometan w chemoprewencji nowotworów. *Postępy Fitoter.* 2013, 1(14), 248-255.
- [22] Maliszewska M.: Kurkumina, indolo-3-karbinol i resweratrol w chemoprewencji raka sutka. *Postępy Fitoter.* 2013, 1(14), 28-35.
- [23] Mattiuzzi C., Lippi G.: Current cancer epidemiology. *J. Epidemiol. Glob. Health*, 2019, 9(4), 217.
- [24] National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 12300103, Betanin, AldrichCPR. Retrieved February 13, 2023 from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Betanin_-AldrichCPR.
- [25] National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 323, Coumarin. Retrieved February 13, 2023 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin>.
- [26] National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 892, Inositol. Retrieved February 13, 2023 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Inositol>.
- [27] National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 890, Phytic acid. Retrieved February 13, 2023 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phytic-acid>.
- [28] Mikuła-Pietrasik J., Kuczmarska A., Książek K.: Biologiczna wielofunkcyjność resweratrolu i jego pochodnych. *Postępy Biochem.*, 2015, 4, 336-343.
- [29] Olejnik A., Tomczyk J., Kowalska K., Grajek W.: Rola naturalnych składników diety w chemioprewencji nowotworów jelita grubego. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2010, 64, 175-187
- [30] Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T.: Antocyjany--charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 4(77), 24-35.
- [31] Przysławski J., Dziecioł M.: Resweratrol - aktualny stan wiedzy. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2012, 45(4), 1166-1174.
- [32] Puzanowska-Tarasiewicz H., Kuźmicka L., Tarasiewicz M.: Antyoksydanty a reaktywne formy tlenu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2010, 43(1), 9-14.
- [33] Ramos J., Hatkevich T., Eanes L., Santos-Sanchez I., Patel Y. M.: Naringenin Inhibits Proliferation and Survival of Tamoxifen Resistant Breast Cancer Cells. In: Phuc Van Pham (red.) *Breast Cancer-From Biology to Medicine*, InTech, 2017, 541-542.
- [34] Seelinger G., Merfort L., Wölflle U., Schempp C.M.: Anti-carcinogenic effects of the flavonoid luteolin. *Molecules*, 2008, 13(10), 2628-2651.
- [35] Sikorska-Zimny K.: Wybrane glukozytolany i ich pochodne: źródła, właściwości oraz działanie na organizm człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2016, 49 (1), 96-105.
- [36] Szafer H., Cichocki M., Majchrzak-Celińska A.: Nowe cytochromy P450 jako biomarkery i potencjalne cele oddziaływania w chemioprewencji i terapii nowotworów. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2013, 67, 709-718.

- [37] Szaniawska M., Taraba A., Szymczyk K.: Budowa, właściwości i zastosowanie antocyjanów. *Nauki Inż. Technol.*, 2015, 2(17), 63-78.
- [38] Stefanova T.H., Nikolova N.J., Toshkova R.A., Neychev H.O.: Antitumor and immunomodulatory effect of coumarin and 7-hydroxycoumarin against Sarcoma 180 in mice. *J. Exp. Ther. Oncol.* 2007, 6(2), 107-15.
- [39] Szalaty M.: Znaczenie fizjologiczne oraz biodostępność betacjanin. *Postępy Fitoter.*, 2008, 1(9), 20-25.
- [40] Tomczyk J., Olejnik A.: Sulforafan–potencjalny czynnik w prewencji i terapii chorób nowotworowych. *Postępy Hig. Med. Dosw.* 2010, 64, 590-603.
- [41] Wawrzyniak D., Wawrzyniak O., Chomczyński P., Oziewicz S., Barciszewski J.: Likopen w chemoprewencji chorób nowotworowych oraz sercowo-naczyniowych. *Nauka*, 2015, 3, 125-150.
- [42] World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Diet, nutrition, physical activity and cancer: a global perspective. Continuous Update Project Expert Report 2018.
- [43] Vanduchowa A., Anzenbacher P., Anzenbacherova E.: Isothiocyanate from Broccoli, Sulforaphane, and Its Properties. *J. Med. Food.*, 22(2), 121-126.
- [44] Zabłocka K., Biernat J.: Wpływ wybranych składników pożywienia na ryzyko rozwoju raka płuca – nienasycone kwasy tłuszczowe, izotiocyjaniany, selen. *Contemp. Oncol.*, 2010, 14 (1), 54-58.
- [45] Zalega J., Szostak-Węgierek D.: Żywność w profilaktyce nowotworów. Część I. Polifenole roślinne, karotenoidy, błonnik pokarmowy. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013, 94(1), 41-49.

THE SCALE OF FOOD WASTE AMONG STUDENTS OF THE UNIVERSITY OF WARMIA AND MAZURY IN OLSZTYN

S u m m a r y

Background. Cancer poses a major public health challenge. Cancer treatment is expensive, burdened with many side effects, and in the case of some types of cancer, ineffective. This is related to the high degree of complexity of metabolic disorders accompanying the growth of neoplastic tissue. Therefore, special attention is paid to primary prevention, the aim of which is to reduce the risk of disease. Primary prevention activities focus on reducing exposure to modifiable risk factors, which include e.g. smoking, alcohol consumption, low physical activity and poor diet.

Results and conclusion. The paper presents literature reports on the protective effect of bioactive compounds of plant origin against the development of cancer. Individual groups of compounds such as fibre, stilbenes, carotenoids, glucosinolates, betalains, phytitanins, flavonoids, isoflavones and anthocyanins were characterized. The anti-carcinogenic properties of bioactive ingredients are discussed, taking into account the molecular mechanisms underlying their action. Particular attention was paid to the sources of compounds with anticancer activity present in food and the way these substances act on the processes of growth and migration of cancer cells. In addition, the results of experiments using in vitro and in vivo models as well as case-control trials with human participants are presented.

Key words: cancer, prevention, bioactive ingredients, molecular mechanisms, antioxidants 

MARCELINA KARBOWIAK, ANETA BRZEZICKA, DOROTA ZIELIŃSKA

THE IMPACT OF THE SUPPLEMENTATION OF PROBIOTICS USED AS PSYCHOBIOPTICS ON ADOLESCENTS' AND YOUNG ADULTS' MENTAL HEALTH AND WELL-BEING AFFECTED BY THE COVID-19 PANDEMIC – A LITERATURE REVIEW OF THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

S u m m a r y

Background. During the COVID-19 pandemic, various factors resulted in dramatic changes in the living environment of adolescents and young adults, consequently, harming their well-being and having a negative impact on their mental health. Therefore, supporting the mental health of young populations has been an imperative goal of recent research. There is a growing interest in the use of probiotics as psychobiotics to potentially aid in this goal. The review aimed to capture the current state of the literature on the impact of psychobiotic supplementation on mental health of adolescents and young adults in the light of the COVID-19 pandemic. The scope of the work included a systematic search of three databases: PubMed, Web of Science and Scopus, and the ClinicalTrials.gov clinical trial database.

Results and conclusion. A preliminary search did not allow to find studies referring to the COVID-19 pandemic. Narrowing queries down to studies conducted before the pandemic allowed to identify eighteen studies aimed at determining whether supplementation with probiotics improves the mental health of adolescents and young adults. In the included studies, the impact of probiotic consumption on stress levels, depressive symptoms, cognitive functioning and neurodevelopment were assessed most often. The evidence ambiguously indicates the effectiveness of probiotic interventions in ensuring mental health of adolescents and young adults. This is probably due to the limited number of small and short-term studies, as well as their heterogeneity. The results emerging from the existing literature are encouraging, but it is not possible to formulate an unequivocal recommendation. It is essential to plan and conduct new research into the role of probiotics in mental health and to verify their clinical efficacy in combating negative health effects caused by the coronavirus pandemic, including those affecting the mental health of adolescents and young adults.

Mgr M. Karbowski, ORCID: 0000-0002-5643-3468, Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego; dr hab. A. Brzezicka, prof. SWPS, ORCID: 0000-0003-1950-4180, Katedra Psychologii Biologicznej, Wydział Psychologii, Centrum Badań Neuropoznawczych, SWPS Uniwersytet Humanistycznospołeczny, ul. Chodakowska 19/31, 03-815 Warszawa; dr hab. D. Zielińska, prof. SGGW, ORCID: 0000-0001-7845-1352, Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa. Kontakt: marcelina_karbowskiak@sggw.edu.pl

Key words: COVID-19 pandemic; mental health; probiotics; psychobiotics; adolescents

Introduction

Mental health has been threatened in an unprecedented manner by the COVID-19 pandemic. Indeed, the youngest population was most exposed to the negative effects of the COVID-19 pandemic in terms of mental health. A systematic review of data reporting the prevalence of major depressive disorder ($n = 46$) and anxiety disorders ($n = 27$) during the COVID-19 pandemic, conducted by The Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study (GBD), indicated that females were affected more by the pandemic than males, and younger age groups were more affected than older age groups [1]. The vulnerable developmental stage of children and adolescents may result in a higher risk of mental health problems, as do their fears of infection, home confinement, suspension of regular schoolwork and extracurricular activities, physical distancing mandates and larger-scale threats, such as global financial recessions and related consequences. Samji et al. [2] conducted a review of 16 articles presenting data on a total of 127,923 children and adolescents. Compared to pre-pandemic estimates, children and adolescents reported a higher prevalence of COVID-19-related fear and concerns, as well as depressive and anxious symptoms [2]. According to the studies included in the review, COVID-19 pandemic control measures had a detrimental effect on the mental health of children and adolescents [2]. It is worth pointing out that COVID-19 has been declared by UNESCO the most severe disruption to global education in history, estimating 1.6 billion students in over 190 countries were fully or partially out of school in 2020 [3]. As a result of school closures and broader social restrictions, young people were unable to gather in physical spaces, which surely affected their ability to learn, as well as their ability to interact with each other.

For this reason, due to numerous reports on the microbiome-gut-brain interaction, best illustrated in the animal models [4, 5, 6], the question is whether the modulation of the composition of the intestinal microbiota could reduce anxiety, fear and stress, and positively affect the mental health of adolescents and young adults, which worsened during the COVID-19 pandemic. The microbiota-gut-brain axis – bidirectional communication between the microbiome and the brain – has gained prominence as a potentially relevant pathway for maintaining human health. It has been also repeatedly highlighted by research in the past decade that gut microbiota influences brain function, cognition, and subsequent behavior in childhood and adolescence [7, 8]. It has been also demonstrated in animal models that gut microbiota is important for the initial development of the brain, including synaptogenesis and myelination of brain areas, as well as brain responsiveness and function throughout the lifespan [9, 10]. Additionally, it is known that the composition of the human microbiome in certain psychiatric and

neurodevelopmental disorders differs from that in healthy individuals and is characterized by lower abundances of beneficial microbes (e.g. butyrate-producing *Faecalibacterium*) [11]. Such research has opened opportunities for the development and testing of a class of novel microbiome-targeted therapies including probiotics (and postbiotics), prebiotics and synbiotics reconfiguring the microbiome in a more beneficial manner, leading to improved brain function. The term “psychobiotics” refers to these therapies. Psychobiotics appear as a promising adjuvant for conditions such as depression, whose prevalence has been increasing since the COVID-19 pandemic, especially in the youth population. The advantages of psychobiotics include safety, low cost and lesser invasiveness than in some cases of traditional treatment of mental health issues and illnesses [12]. There is still a great deal of nascent research in psychobiotics, but regrettably, it is still a long way to go before specific recommendations could be formulated. To date, there have been limited summaries examining the evidence that psychobiotics can improve cognitive and emotional functioning in both adolescents and young adults, as well as systematic reviews of the evidence in young people.

One class of psychobiotics – probiotics – is defined as “live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer a health benefit on the host” [13]. It is important that the strains of probiotic bacteria used for human consumption are not pathogenic and must survive the transit through the gastrointestinal tract [14]. Probiotics, depending on the bacterial strain, can release neuroactive substances [15]. According to research, the *Bifidobacterium* family is associated with the expression of GABA in the brain, whereas the *Enterococcus* and *Streptococcus* families are associated with serotonin production, and lactic acid bacteria are implicated in GABA and acetylcholine production [16]. *In vitro* and animal research has reliably laid out the psychotropic impacts of probiotics. For example, Bravo’s et al. [17] findings highlighted the importance of bacteria in the bidirectional communication of the gut–brain axis. Supplementation of *L. rhamnosus* JB-1 reduced GABAA α 2 mRNA expression in the prefrontal cortex and amygdala, but increased GABAA α 2 in the hippocampus in mice model. Importantly, *L. rhamnosus* JB-1 also decreased the level of stress-induced corticosterone and anxiety and depression-related behavior. What is more significant, the neurochemical and behavioral impacts were not found in vagotomized mice, establishing the vagus nerve as a significant modulatory constitutive communication channel between the brain and the gut [17]. In another study [18], mice that received a mixture of four probiotic strains of lactic acid bacteria together with toxin lipopolysaccharide administration revealed a shorter duration of depression- and anxiety-like behavior and did not display as severe stress responses in adulthood compared to placebo [18]. Thus, there is an urgent need to translate these results to humans, where probiotics could prove to be a source of potential ingredients to support mental health in adolescents and young adults.

The aim of this review was to capture the current state of the literature on probiotics used as psychobiotics in healthy adolescents and young adults, to reduce anxiety stress and depression or improve emotional well-being and cognitive functioning that have deteriorated since the COVID-19 pandemic.

Materials and methods

Preliminary study

At the first stage, the ClinicalTrials.gov clinical trial database with PICO research questions [19] was searched to identify ongoing or completed studies that included: (P) a healthy young population, (I) an intervention with probiotic microorganisms, (C) comparing to placebo and/or treatment as the usual, (O) with endpoints that included measures of stress, anxiety, depression caused by the COVID-19 pandemic. No such studies were found. For this reason, it was decided to focus on searching the adequate and existing literature on this research topic and referring results to the COVID-19 pandemic.

Protocol

The same PICO scheme was used to fulfil the literature search. The search was performed on trials in healthy humans aged 11–25 for which active psychobiotic treatment included probiotics. The primary outcomes were anxiety and depression symptomatology and cognitive functions, and the secondary outcomes were stress and/or attention and/or neurodevelopment measures. In order to include all the possible studies, no restrictions were placed on the type, quantity or length of probiotic intervention, and studies using postbiotics/paraprobiotics and probiotic supplements in conjunction with other interventions (i.e. synbiotics) were also included. To that end, studies without a comparator, such as a placebo control group and/or treatment as the usual group, were also included.

Selection criteria

Controlled trials assessing anxiety/depression and/or stress, cognition, attention or neurodevelopment with at least one active treatment group in both subclinical and clinical populations were included. Inclusion criteria were as follows: (1) mean age in the range of 11–25 years old, (2) healthy and clinical samples, (3) minimal measures obtained pre- and postintervention, (4) probiotic administration in any form (alternatively: postbiotics, formerly paraprobiotics, and/or synbiotics) (5) anxiety/depression or cognition measured as primary or secondary outcomes with stress or attention, or neurodevelopment proxies also included when present, (6) the use of validated measurement instruments, (7) published and peer-reviewed data and (8) any date of publication. Exclusion criteria were as follows: (1) administration of prebiotics or other

psychobiotics, (2) duplicate data/publications, and (3) unpublished data to ensure good research quality.

Search strategy, study selection, and data extraction

A search of the following three databases: Scopus, Web of Science, and PubMed was performed in March 2023 to identify formally published experimental trials on humans in the English language. Each database was searched using well-defined terms. The keywords utilized in the various databases can be made available upon request. The identified outputs were imported into Rayyan® web application, and duplicates were removed. A statistical synthesis of the results was not possible due to the heterogeneity of the study characteristics, including the characteristics of the population, the interventions and the outcomes. To guide the review process, the PRISMA diagram [20] was utilized.

Results

Study selection

The search strategy resulted in 226 de-duplicated studies that were screened to identify the thirteen eligible studies for inclusion. In addition, seven studies were identified by scanning bibliographies of included publications. The final output reached eighteen studies (Fig. 1).

Included studies characteristics

Table 1 provides a comprehensive summary of each study's characteristics [21-38]. All studies included healthy adolescents or young adults. Studies concerning clinical samples, including e.g. attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD), learning disabilities and mood disorders, have been qualified in the exclusion criteria. Among the most common study designs, a cohort of selected university students was followed prior to, during, and after the exams [22-26, 28, 30, 38]. Various genera of microorganisms were utilized in the included studies: *Saccharomyces*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, *Lactobacillus*, *Limosilactobacillus*, *Bifidobacterium*, and *Streptococcus*, which were administered singularly or as an appropriate combination thereof [29, 31, 36-38]. As capsules, powders or sachets, these were delivered with a daily dose of up to 1×10^{11} colony-forming units (CFUs) and a length of intervention ranging from 14 days to approximately 2 years.

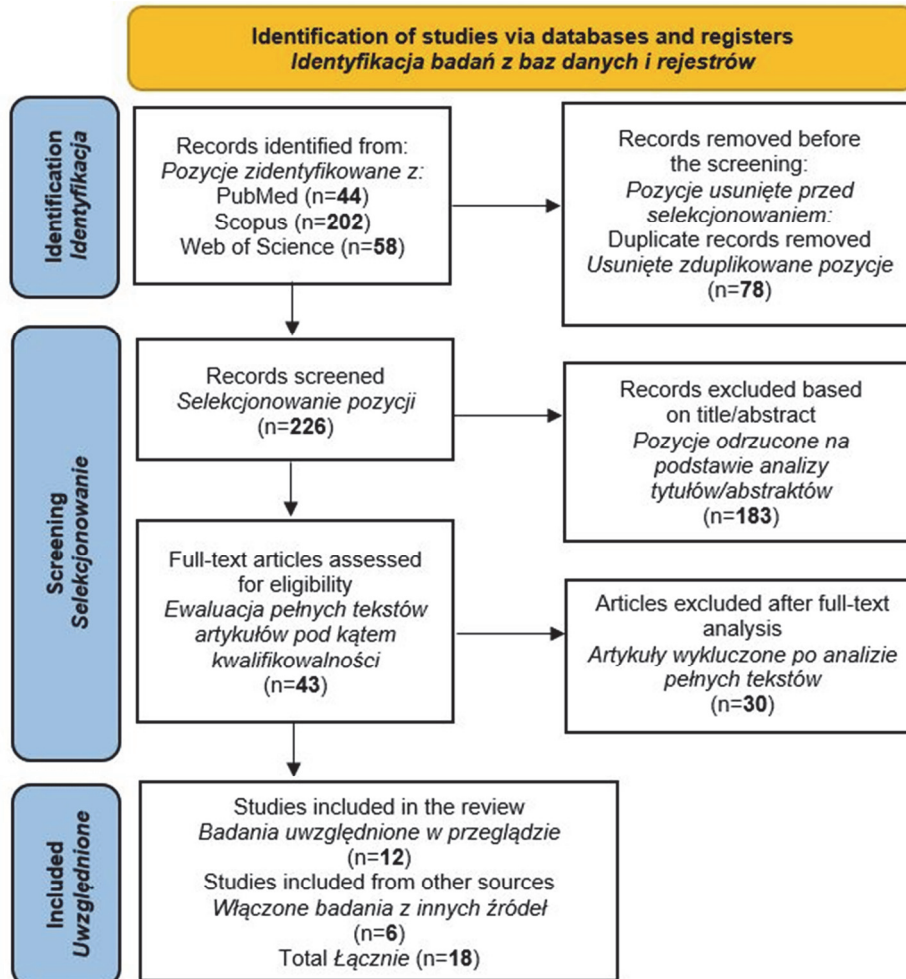


Fig. 1. PRISMA flowchart illustrating the identification of studies for inclusion

Rys. 1. Schemat blokowy PRISMA ilustrujący proces identyfikacji badań do włączenia

Heterogeneity

The outcomes of the study were highly heterogeneous. There were eight studies that included healthy participants under conditions of stress [22-24, 26- 28, 30] and in ten studies participants were under normal daily conditions [21, 27, 29, 31-37]. Among all eighteen identified studies, thirteen administered probiotics to reduce stress symptoms [21-31, 34, 38]. In turn, ten studies assessed the impact of probiotic therapy on reducing the symptoms of depression and/or anxiety [24-26, 32-38]. In five studies the support of cognitive functions/attention through the administration of probiotics was assessed [21, 27, 31, 35, 36].

Table 1. Characteristics of the studies included in the review.
Tabela 1. Charakterystyka badań włączonych do przeglądu.

Study Badanie	Tested parameter Badany parametr	Effect within group Efekt w obrębie grupy	Effect between groups Efekt między grupami	Intervention and dose (CFU) Interwencja i dawka (jtk)	Duration (days) Czas trwania (dni)	Number of participants (active/control) Liczba uczestników (grupa badana/ kontrolna)	Mean age Średnia wieku
Stress studies Badania dotyczące stresu							
Adikari et al. (2020) [21]	Electrodermal responses, heart rate Reakcja skórno-galwaniczna, tętno	-	ns	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i> (3×10^{10})	56	10/9	19.0
Andersson et al. (2016) [22]	Salivary cortisol, salivary immunoglobulin A Kortyzol w ślinie, immunoglobulina A w ślinie	+ +	↓ ns	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> 299v (1×10^{10})	14	21/20	18 ÷ 30
Culpepper et al. (2016) [23]	Self-reported stress Samooceena stresu	-	↓ for B. bifidum only, only in sleep-deprived individuals tylko dla B. bifidum w grupie osób z zaburzeniami snu	<i>Bifidobacterium bifidum</i> R0071 (3×10^9)	42	145/147/142/147	19.9
Karbownik et al. (2020) [24]	Salivary cortisol, salivary metanephrine, PSS heart rate Kortyzol w ślinie, metanefryna w ślinie, PSS, tętno,	+ ns +	ns ns ↑	<i>Saccharomyces boulardii</i> (5×10^9)	30	31/29	22.6

Kato-Kataoka et al. (2016a) [25]	Visual analogue stress scale, salivary cortisol, salivary alpha-amylase Wizualna analogowa skala stresu, kortyzol w ślinie, alfa-amylaza w ślinie	- ns	↓ ns	<i>Lactocaseibacillus casei</i> Shiota (100×10 ⁹)	56	23/24	22.8
Kato-Kataoka et al. (2016b) [26]	Salivary cortisol, salivary immunoglobulin A Kortyzol w ślinie, immunoglobulina A w ślinie	-	ns	<i>Lactocaseibacillus casei</i> Shiota (100×10 ⁹)	56	24/23	22.9
Kelly et al. (2017) [27]	PSS, self-reported stress SECT cortisol SECT PSS, kortyzol SECT, samoocena stresu SECT	ns -	ns ns	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> (1×10 ⁹)	28	15/14	24.6
Marcos et al. (2004) [28]	Serum cortisol Kortyzol w surowicy	-	ns	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> / <i>Streptococcus salivarius thermophilus</i> <i>Lactocaseibacillus casei</i> DN114001 (1×10 ⁹)	21	73/63	18-23
Moller et al. (2017) [29]	Blood pressure, PASAT Ciśnienie krwi, PASAT	-	ns	The mix of 8 strains Mieszanka 8 szczepów (112,5×10 ⁹)	14	57/48	20.2
Nishida et al. (2017) [30]	Salivary cortisol Kortyzol w ślinie	-	↓	<i>Lactobacillus gasserii</i> CP2305 (1×10 ¹¹) (paraprobiotic)	84	34/35	25.0

Papalini et al. (2019) [31]	Visual analog scale, salivary cortisol, salivary alpha-amylase, heart rate, blood pressure Wizualna skala analogowa, kortyzol w ślinie, alfa-amylaza w ślinie, tętno, ciśnienie krwi	+	ns	ns	The mix of 9 strains Mieszanka 9 szczepów (2.5×10^9)	28	29/29	21.5	
Salleh et al. (2021) [34]	PSS	ns	↓	↓	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i> (3×10^{10})	42	15/15	19.7	
Venkataraman et al. (2021) [38]	Serum cortisol, PSS Kortyzol w surowicy, PSS	<	↓	↓	The mix of 6 strains Mieszanka 6 szczepów (2×10^9 , 1×10^9)	28	36/38	21.4	
Anxiety / Depression studies Badania dotyczące lęku / depresji									
Karbownik et al. (2020) [24]	DASS, STAI	<	ns	ns	<i>Saccharomyces boulardii</i> (5×10^9)	30	31/29	22.6	
Kato-Kataoka et al. (2016a) [25]	STAI	-	ns	ns	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i> (100×10^9)	56	23/24	22.8	
Kato-Kataoka et al. (2016b) [26]	STAI	-	ns	ns	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i> (100×10^9)	56	24/23	22.9	
Qin et al. (2021) [32]	Hamilton Depression Rating Scale and Hamilton Anxiety Scale Skala Depresji Hamiltona i Skala Lęku Hamiltona	<	↓	↓	<i>Bifidobacterium longum</i> subsp. <i>longum</i> (1.2×10^{10})	15	60/60	18-24	

Rianda et al. (2022) [33]	Children's Depression Inventory Inwentarz depresji dziecięcej	-	↓	<i>Limosilactobacillus reuteri</i> DSM17938 / <i>Lactocaseibacillus casei</i> CRL431 (5×10^8)	18	53/70/55/60	11-18
Salleh et al. (2021) [34]	The Brunel mood scale and CSAI-2 Skala nastroju Brunela i CSAI-2	ns	↓	<i>Lactocaseibacillus casei</i> Shirota (3×10^{10})	42	15/15	19.7
Slykerman et al. (2018) [35]	CES-DC	-	ns	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> HN001, <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> HN019 (6×10^9)	751 *	109/118/115	11
Steenbergen et al. (2015) [36]	BDI-II, BAI	ns	↓	The mix of 9 strains Mieszanka 9 szczepów ($2,5 \times 10^9$)	28	20/20	19.9
Tran et al. (2019) [37]	BAI PSWQ	-	ns (BAI total) ↓ 50×10^9 CFU only ns (BAI ogółem) ↓ tylko dla 50×10^9 jtk	The mix of 10-15 ($10-20 \times 10^9$) and 16-20 strains ($40-50-20 \times 10^9$) Mieszanki 10-15 ($10-20 \times 10^9$) i 16-20 szczepów ($40-50-20 \times 10^9$)	28	14/13/11/15/ 15	20.6

Venkataraman et al. (2021) [38]	DASS, STAI	<	↓	The mix of 6 strains Mieszanka 6 szczepów (2×10^9 , 1×10^9)	28	36/38	21.4
Cognition / Attention studies / Badania dotyczące funkcji poznawczych i uwagi							
Adikari et al. (2020) [21]	DVT-RT	+	↓	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i> (3×10^{10})	56	10/9	19.0
Kelly et al. (2017) [27]	CANTAB	+	ns	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> (1×10^9)	28	15/14	24.6
Papalini et al. (2019) [31]	CBCL-AP, emotional face-matching, emotional face-word Stroop, color-word Stroop, digit span backward test CBCL-AP, emocjonalne dopasowanie twarzy, emocjonalna twarz-słowo efekt stroopa, kolor-słowo efekt stroopa, test wsteczny rozpiętości cyfr	+	ns	The mix of 9 strains Mieszanka 9 szczepów ($2,5 \times 10^9$)	28	29/29	21.5
Slykerman et al. (2018) [35]	CANTAB	-	ns	<i>Lactocaseibacillus rhamnosus</i> HN001, <i>Bifidobacterium animalis subsp. lactis</i> HN019 (6×10^9)	751*	109/118/115	11
Steenbergen et al. (2015) [36]	LEIDS-r	+	↓	The mix of 9 strains Mieszanka 9 szczepów ($2,5 \times 10^9$)	28	20/20	19.9

Neurodevelopment studies / Badania dotyczące neurorozwoju						
Rianda et al. (2022) [33]	Brain-derived neurotrophic factor Neurotroficzny czynnik pochodzenia mózgowego	-	↓ only for <i>L. reuteri</i> DSM17938 ↓ tylko dla <i>L. reuteri</i> DSM17938	<i>Limosilactobacillus reuteri</i> DSM17938 <i>Lactocaseibacillus casei</i> CRL431 (5×10^8)	18	53/70/55/60 11-18

Explanatory notes / Objasnienia:

↓: improvement vs. placebo; ↑: diminishment vs. placebo; ns: no significant effect; +: improvement of performance vs. baseline; -: not reported or not applicable;
↓: poprawa w porównaniu z placebo; ↑: zmniejszenie vs. placebo; ns: brak istotnego wplywu; +: poprawa w stosunku do stanu wyjściowego; -: nie zgłoszono lub nie dotyczy;

* given to mothers from 35 weeks gestation until six months in the case of breastfeeding, given to children from birth until two years
podawany matkom od 35 tygodnia ciąży do sześciu miesięcy w przypadku karmienia piersią, podawany dzieciom od urodzenia do dwóch lat

CFU – colony-forming unit; PSS – Perceived Stress Scale; SECPT – socially evaluated cold pressor test; PASAT – Paced Auditory Serial Addition Test; DASS – Depression Anxiety Stress Scale; STAI – State-Trait Anxiety Inventory; CSAI-2 – The Competitive State Anxiety Inventory-2; CES-DC – The Center for Epidemiologic Studies Depression Scale for Children; BDI II – The Beck Depression Inventory; BAI – The Beck Anxiety Inventory; PSWQ – Penn State Worry Questionnaire; DVT – digit vigilance test; RT – reaction times; CANTAB – Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery; CBCL-AP – Child Behavior Checklist – Attentional Problems; LEIDS-r – Leiden Index of Depression Sensitivity-Revised;
jtk – jednostka tworząca kolonię; PSS – skala odczuwanego stresu; SECPT – test zimnopresyjny; PASAT – test seryjnego dodawania bodźców słuchowych; DASS – skala depresji, lęku oraz stresu; STAI – inwentarz stanu i cechy lęku; CSAI-2 – test natężenia niepokoju; CES-DC – skala depresji dziecięcej centrum badań epidemiologicznych; BDI II – skala depresji Becka; BAI – skala lęku Becka; PSWQ – test skali zamartwienia/lęku; DVT – zadanie czujności psychomotorycznej; RT – czas reakcji; CANTAB – zautomatyzowana bateria testów neuropsychologicznych Cambridge; CBCL-AP – lista kontrolna zachowania dziecka – problemy z uwagą; LEIDS-r – Leiden index wrażliwości na depresję – uaktualniony;

In addition, one study examined the effects of a probiotic therapy on neurodevelopment [33]. A variety of stress measures were used, including salivary cortisol, self-reported stress, blood pressure, heart rate, serum cortisol and performance on a behavioral task (Perceived Stress Scale, PSS). Several validated instruments were used to assess anxiety in the studies, such as the Beck Anxiety Inventory (BAI), Beck Depression Inventory (BDI), State-Trait Anxiety Inventory (STAI), and Depression, Anxiety, Stress test (DASS). Finally, a range of assessment tools was used to measure the support of cognition – The Digit Vigilance Test (DVT), The Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB), the Leiden Index of Depression Sensitivity-Revised (LEIDS-R), and Emotional Face-Matching, Emotional Face-Word Stroop, Color-Word Stroop and Digit Span Backward Test. The effects of probiotic supplementation on neurodevelopment were studied in two ways, either through The Bayley Scales of Infant and Toddler Development or brain-derived neurotrophic factor (BDNF). The variety of research methods and results obtained from the studies makes it difficult to make direct comparisons between them. Its occurrence is most likely due to the novelty of the field. In future studies, it is important to replicate the findings reported in these studies and to confirm the efficacy and tolerability of the doses, as applicable.

Intervention effects

The review revealed mixed results regarding the effects of probiotics on mental health among young people, possibly due to the reasons which were mentioned above.

Stress outcomes

Six of the thirteen studies that measured stress found no significant effects, which could be due to the lack of statistical power [21, 26-29, 31]. In most studies, the number of participants in each arm oscillated around only twenty individuals, which is rather a small number in this type of research [21, 22, 25-27, 31, 34]. However, in a slightly larger study conducted by Nishida et al. [30] paraprobiotics of *Lactobacillus gasseri* CP2305 improved stress and sleep quality in healthy Japanese medical students. Even so, the bacteria strain had been inactivated before consumption, at which point it no longer constituted a probiotic but a postbiotic (formerly paraprobiotic). Compared with the placebo group, paraprobiotics intake significantly reduced the escalation of cortisol levels [30]. A very careful examination of the results led the authors to conclude that the stress-relief effect was related to anti-inflammatory mechanisms, which was the result of changes in the microbiota composition caused by paraprobiotics supplementation. Similarly, Salleh et al. [34] found that with supplementation of probiotic *Lacticaseibacillus casei* Shirota after six weeks, the stress levels of young badminton players significantly decreased by 20 % ($p < 0.001$), but no significant

changes were detected in the placebo group. Notably, the same intervention also decreased anxiety levels by 16 % ($p < 0.001$) [34]. In other study [25], the same strain *L. casei* Shirota posed the intervention, but differences in favor of probiotic therapy were observed only for outcomes including IO salivary cortisol levels ($p < 0.05$) [25]. In the same study, another interesting dependence was demonstrated. Milk fermented with *L. casei* Shirota was found to be effective in preserving gut microbiota diversity, and it also alleviated abdominal dysfunction during a stressful period of academic study in healthy medical students [25]. As another example, in a randomized, double-blind, placebo-controlled study, *Lactiplantibacillus plantarum* 299v administered to 41 students with upcoming exams led to a reduction in corticosterone levels after 10 days [22]. In contrast, Karbownik et al. study [24] obtained quite different results, where probiotics (*Saccharomyces boulardii*) were even linked to an increase in heart rate, which could be interpreted as increased physiological stress [24].

According to the reviewed literature, probiotics were found to have mixed results in reducing stress in a young population. Given the wide variety of strains that were tested (Table 1), the efficacy of the strain or taxonomic group cannot be clearly indicated.

Anxiety/depression outcomes

In the case of assessing the impact of psychobiotics on the symptoms of depression or anxiety, in half of the studies, significant differences were noted in favor of the group supplementing probiotics [32, 33, 34, 36, 38]. Qin et al. [32] conducted a study in which a probiotic supplement containing *Bifidobacterium longum* subsp. *longum* was used for anxious college students. The results showed that anxiety decreased in the experimental group compared to the control group after 15 days of intervention [32]. In another study [33] re-enrolled 238 adolescents, 10 years after supplementation with low-lactose milk with either 5×10^8 *Limosilactobacillus reuteri* DSM17938 ($n = 55$), or either with 5×10^8 CFU/d *L. casei* CRL431 ($n = 60$). On the Children's Depression Inventory, the "reuteri" group scored 0.38 SD (0.01 ÷ 0.75) ($p = 0.044$) lower than the control group [33]. Similar results were obtained in the [38] study where a multi-strain probiotic or placebo capsules were administered twice a day for 28 days. As a result, students who consumed probiotics showed a significant reduction in their DASS and STAI scores as compared to a placebo group at the end of the trial [38]. Steenbergen et al. [36] hypothesized that the four-week supplementation of multispecies probiotics may act as an adjuvant strategy to ameliorate or prevent depression. It demonstrated a significantly reduced overall cognitive reactivity to sad mood, which was largely accounted for by reduced rumination and aggressive thoughts [36]. It is important to emphasize that even though satisfactory results were achieved in all the studies using supplements containing multiple strains of probiotics [35, 36, 37, 38], the overall results

for single strains could not be accurately assessed. On the other hand, no significant differences between the probiotic and placebo groups were noted in the study of Karbownik et al. [24], Kato-Kataoka et al. [25] and Kato-Kataoka et al. [26] in DASS and STAI scores. Curiously enough, a significant difference between the groups in the opposite direction to the expected was reported. In the probiotic group on the CES-DC scale, scores were higher than in the placebo group [35]. The situation looks similar to the effect reported in Tran et al. study [37], in which adverse effects, such as increased BAI scores were observed [37].

Based on all the available literature, probiotics showed mixed results in treating depression and/or anxiety in adolescents and young adults. Thus, it is stated that the literature currently does not definitely support probiotic use in reducing anxiety/depression.

Cognition/attention outcomes

The effectiveness of probiotics in improving cognition was only established in two out of five interventional studies [21, 36]. A decrease in reaction times in the digit vigilance test was demonstrated following 56 days of *L. casei* Shirota administration in young football players [21]. Steenbergen et al. [36] exhibited that a four-week multi-species probiotic intervention reduced self-reported cognitive reactivity to sad mood, as indexed by the LEIDS-r [36]. Moreover, Papalini et al. [31] observed improvements in working memory in the digit span-backward test after the use of multispecies probiotics for 28 days, but only under conditions of acute psychophysical stress [31]. In contrast, other studies [27, 35] did not reveal significant changes in cognition outcomes after the implementation of oral probiotics. Disparities may be caused either by the heterogeneity of the studies or by different strains of probiotics being used. In the study of Slykerman et al. [35], probiotic strains such as *Lacticaseibacillus rhamnosus* HN001 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* HN019 were unassociated with cognitive improvements in adolescents. This study was as interesting insofar as the assessment was conducted after 11 years of probiotics ingestion. Pregnant women consumed one of two preparations of probiotics from 35 weeks gestation until six months in the case of breastfeeding, and their infants received the same treatment from birth to two years. At the age of eleven, the adolescents were assessed for intelligence, executive function, attention, depression and anxiety to determine whether providing probiotics in early life improved their later neurocognitive development [35]. Nevertheless, no benefit was found in either probiotic over the placebo [35].

To sum up, despite several individual studies reporting significant improvements in specific cognitive domains, cumulative results from all studies found no significant effect of probiotics on young people cognition.

Neurodevelopment outcomes

Finally, in one study an attempt was made to determine whether probiotics may contribute to an adolescents' central nervous system (CNS) development and susceptibility to neurological disorders [33]. Rianda et al. [33] evaluated the effect of probiotics supplementation supported with calcium in childhood on the later serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in adolescents. In the "reuteri" group results were 0.49 SD (0.02 ÷ 0.95) ($p = 0.04$) lower on the serum brain-derived neurotrophic factor compared to the regular calcium intake group [33]. The serum BDNF was used as a tracer neurotrophin for the gut-brain axis [33].

To summarize the evidence on the modulation of the gut microbiota as a potential strategy for neurological disorders and CNS development, despite the hopeful results of quoted study, still seems largely unexplored.

Discussion

Preliminary research failed to find studies referring to the COVID-19 pandemic, using the established PICO research questions, which means that the topic is very fresh and new and that no research results have been published so far. Hence, this systematic review summarized the current evidence about the effectiveness of probiotic-based interventions in managing stress and depression/anxiety as well as improving cognitive and attention abilities, as well as neurodevelopment in humans, including adolescents and young adults.

Assumptions based on the reference of the analyzed results from the time before the pandemic and unrelated to the pandemic are subject to uncertainty and cannot be referred to in a universal way, however, these are the most adequate data currently available. To the best of our knowledge, no studies have been planned or completed till now to assess the impact of probiotic supplementation on the mental health of adolescents affected by the coronavirus pandemic.

Most of the authors agree that it would be disastrous to ignore the immediate and long-term psychological effects of the COVID-19 pandemic, especially among adolescents and young adults. Young people faced fears, uncertainties, substantial changes to their routines, as well as physical and social isolation, alongside a high level of parental stress [2]. Even though not all mental health issues can be prevented, there are steps to ensure child mental health. One of these steps could be the use of psychotropic medications. However, in view of the immense hazards of psychotropic drugs, there has been an ongoing exploration of the possibilities of treating mental disorders using "green" or "natural" alternatives with an acceptable safety profile [39]. Probiotics, when used as psychobiotics, meet this criterion perfectly.

In light of this review's results, it can be concluded that so far there has been limited evidence for the use of probiotics as psychobiotics to reduce stress and depression/anxiety, improve cognition and attention and neurodevelopment in young people. Several factors contributed to these findings – the heterogeneity of treatment, dosage and duration made direct comparisons of interventions difficult. In addition, the way in which outcome measures were conceptualized varied across studies, complicating the assessment of stress, anxiety/depression, cognition, attention and neurodevelopment indices. It is important to note that the authors of the included studies did not use any systematic methodology to assess whether a strain or formulation of probiotics exhibited a psychobiotic effect and each of them chose the assays that they considered to be the most suitable for their study, which resulted in a very variable, heterogeneous array of experiments. In this sense, it leads to a wide range of results (even for the same strains used), which are difficult to compare or classify according to specific criteria. Nevertheless, all probiotic intervention doses seemed similar across cognition/attention, stress and anxiety/depression studies ($1 \times 10^9 \div 3 \times 10^{10}$ CFU). The strain that most often appeared in favor of psychobiotic therapy was *Lactocaseibacillus casei* Shirota [21, 25, 26, 33, 34]. Moreover, even this strain had different effects in different studies. For example, in the study of Salleh et al. [34] *Lactocaseibacillus casei* Shirota (with a dosage of 3×10^{10}) was effective in reducing the PSS score, although results of another study [21] revealed that there is no significant difference between the probiotic (*Lactocaseibacillus casei* Shirota with the same dosage), and placebo groups for heart rate and electrodermal responses. Results of another study showed that *Lactocaseibacillus casei* Shirota (3×10^{10}) decreased anxiety levels significantly [34], although the same results were not delivered by both studies of Kato-Kataoka et al. [25] and [26] (both in doses of 100×10^9). On the other hand, in studies that used supplements containing a mixture of probiotic strains [29, 31, 36-38], it was not possible to accurately assess the overall effects of a specific strain. In this case, it is possible that only one of the probiotic strains in the supplement mixture was providing beneficial outcomes or that the net performance was a result of synergistic interactions between several strains in the probiotic mixture in the supplement [36, 40].

Based on the evidence reviewed, it is impossible to recommend a specific intervention that young people could use to improve their mental health that may be affected by the COVID-19 pandemic, i.e. reduce stress, eliminate the risk of anxiety/depression and/or improve cognitive functions and attention.

Merely in one of the eighteen included studies, secondary outcomes included stool bacterial counts [32]. And in turn, two studies conducted assessments of stool properties and/or frequency and/or faecal form and color in accordance with the Bristol Stool Scale (BSS) [23, 30]. As noted by Basso et al. [41] and Cohen Kadosh et al. [12] in their reviews on related topics: “all future studies should include stool sample col-

lections for gut microbial sequencing to assess direct impacts of the intervention on the gut microbiome”. Moreover, it would be also useful to assess metabolome of the faeces, however, this was not done in any of the included studies. It is also noteworthy that studies did not account for dietary measures or the consumption of other probiotic products or fermented foods (such as yogurt or sauerkraut). Consequently, it cannot be excluded that the consumption of probiotics was accompanied by spontaneous dietary changes which indirectly accounted for the effect.

The results of the presented review are in agreement with those found in previous systematic reviews and meta-analyses of probiotics intervention on cognitive/stress/anxiety outcomes in young people. Basso et al. [41] analyzed the effect on anxiety, stress and cognition via both prebiotic and probiotic intake in adolescents and young adults. They emphasized that more research is required to draw out consistency in the effects. That inconsistency was due to non-homogeneity in the trials conducted. They suggested consideration of three key factors in future psychobiotic trials: the specificity of a population sample, the specificity of intervention and homogeneity in outcomes acquired [41]. Cohen Kadosh et al. [12] provided a meta-analysis concerning psychobiotic interventions (prebiotics and probiotics) for anxiety in young people, where extracted post-intervention outcomes as standard mean differences (SMDs) and pooled them based on a random-effects model. Due to the fact that pooled SMD was -0.03 (95 % CI: -0.21, 0.14), there was no effect of psychobiotics to treat anxiety in young people [12]. In turn, a sensitivities analysis demonstrated an SMD of 0.16 (95 % CI: 0.38, 0.07), suggesting that psychobiotics are insufficient in treating human anxiety [12]. For related literature reviews, but including the adult population, Marx et al. [42] got to prebiotics, probiotics and fermented foods and cognitive outcomes. According to the researchers, more than half of the eligible studies reported improved cognitive outcomes following an active intervention, but this evidence was not captured in the meta-analysis, which showed no evidence of beneficial effects [42]. On the other hand, Eastwood et al. [43] in their systematic review of probiotic effects on cognition in all ages, pointed out concerns regarding the quality of the studies although the majority of studies indicated improvements in cognition induced by probiotics [43].

Undoubtedly, the influence of probiotics can even be extended to the brain, affecting psychological well-being and cognitive function. The key here is the gut-brain axis, the bidirectional communication network that links the enteric and central nervous systems. Animal studies provide a compelling illustration of the power of this communication system. Microbiota-depleted rodents, either as a result of an antibiotic therapy or as a result of being raised in sterile environments, exhibit a variety of behavioral defects [4-6]. Strikingly, it is a reversible process, recolonization allows to counteract these effects [44]. It is well known that certain psychiatric and neurodevelopmental disorders can alter the composition of the microbiome in the human body. This

is where psychobiotics can come in handy to reconfigure the microbiome to a more preferential profile, with benefits for the brain. The prospect of psychobiotic treatment is exciting, particularly considering the rising prevalence of disorders such as depression following from the COVID-19 pandemic, and the small number of drug discoveries that have taken place over the past few years for such conditions. For this reason, it is worth asking whether psychobiotic interventions in the form of probiotics may be effective in supporting the already fragile mental health of young people, which has been debilitated by the COVID-19 pandemic. The interpretation of the included psychobiotic research requires the consideration of several factors. To measure psychiatric symptoms, a variety of tools are available, making it difficult to summarize the results. In addition, a myriad of product types and effects shown is currently hindering the ability to draw solid conclusions regarding probiotic interventions. It is important to note, however, that this treatment is safe, affordable and less invasive than some sorts of traditional treatment for mental illness. Young patients who resist or do not respond to the standard treatment of depression/anxiety and/or chronic stress may find the ability to modify the microbiota appealing. In addition, thanks to psychobiotics, it will be possible to increase cognitive functions and support the development of adolescents' brain, which is undergoing amazing transformations. Nevertheless, the evidence cited in this review of the literature tempers enthusiasm, and the future will exhibit whether the excitement of the scientific community was justified.

Conclusions

Currently available evidence presented in this review indicates that probiotic interventions are variously effective for supporting cognitive/attentional function, reducing stress, preventing depression/anxiety and/or altering neurodevelopment in adolescents or young adults. The lack of a consistent treatment effect may be attributed to the limited number of studies. The lack of statistically powered studies due to the small study groups and the significant clinical heterogeneity relating to the population, psychiatric test design and intervention formulation. The future study should be conducted to solve the issues identified. It should be also emphasized, that no studies on psychobiotic interventions in young populations in the light of the pandemic of COVID-19 disease have been found. Nevertheless, research conducted before the pandemic was indirectly related to the current times. A growing number of diagnosed mental problems in the youngest population groups hopefully will force work on finding an effective remedy for the global mental health crisis.

Literatura

- [1] COVID-19 Mental Disorders Collaborators. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *Lancet*, 2021, 398(10312), 1700-1712. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02143-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02143-7) [date accessed: December 22, 2022].
- [2] Samji H, Wu J, Ladak A, Vossen C, Stewart E, Dove N, Long D., Snell G.: Review: Mental health impacts of the COVID-19 pandemic on children and youth - a systematic review. *Child Adolesc. Ment. Health*, 2022, 27(2), 173–89.
- [3] UNESCO Education: from disruption to recovery. UNESCO, 2021. Available from: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse#:~:text=One%20year%20into%20the%20COVID,result%20of%20the%20health%20crisis> [date accessed: December 22, 2022].
- [4] Bercik P., Denou E., Collins J., Jackson W., Lu J., Jury J., Deng Y., Blennerhassett P., Macri J., McCoy K.D., Verdu E.F., Collins S.M.: The intestinal microbiota affect central levels of brain-derived neurotrophic factor and behavior in mice. *Gastroenterology*, 2011, 141(2), 599–609.
- [5] Gareau M.G., Wine E., Rodrigues D.M., Cho J.H., Whary M.T., Philpott D.J., Macqueen G., Sherman P.M.: Bacterial infection causes stress-induced memory dysfunction in mice. *Gut*, 2011, 60(3), 307-17.
- [6] Kelly J.R., Borre Y., O' Brien C., Patterson E., El Aidy S., Deane J., Kennedy P.J., Beers S., Scott K., Moloney G., Hoban A.E., Scott L., Fitzgerald P., Ross P., Stanton C., Clarke G., Cryan J.F., Dinan T.G.: Transferring the blues: Depression-associated gut microbiota induces neurobehavioural changes in the rat. *J. Psychiatr. Res.* 2016, 82, 109-118.
- [7] Fung T.C., Olson C.A., Hsiao E.Y.: Interactions between the microbiota, immune and nervous systems in health and disease. *Nat. Neurosci.* 2017, 20(2), 145-155.
- [8] de Weerth C.: Do bacteria shape our development? Crosstalk between intestinal microbiota and HPA axis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2017, 83, 458-471.
- [9] Diaz Heijtz R.: Fetal, neonatal, and infant microbiome: Perturbations and subsequent effects on brain development and behavior. *Semin. Fetal. Neonatal. Med.* 2016, 21(6), 410-417.
- [10] Luczynski P., McVey Neufeld K-A., Oriach C.S., Clarke G., Dinan T.G., Cryan J.F.: Growing up in a bubble: Using germ-free animals to assess the influence of the gut Microbiota on brain and behavior. *Int. J. Neuropsychopharmacol.*, 2016, 19(8), pyw020.
- [11] Liu R.T., Rowan-Nash A.D., Sheehan A.E., Walsh R.F.L., Sanzari C.M., Korry B.J., Belenky P.: Reductions in anti-inflammatory gut bacteria are associated with depression in a sample of young adults. *Brain Behav. Immun.*, 2020, 88, 308-324.
- [12] Cohen Kadosh K., Basso M., Knytl P., Johnstone N., Lau J.Y.F., Gibson G.R.: Psychobiotic interventions for anxiety in young people: a systematic review and meta-analysis, with youth consultation. *Transl. Psychiatry*, 2021, 11(1), 352.
- [13] Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merenstein D.J., Pot B., Morelli L., Canani R.B., Flint H.J., Salminen S., Calder P.C., Sanders M.E.: Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 2014, 11(8), 506-514.
- [14] Hardy H., Harris J., Lyon E., Beal J., Foey A.D.: Probiotics, prebiotics and immunomodulation of gut mucosal defences: homeostasis and immunopathology. *Nutrients*, 2013, 5(6), 1869-1912.
- [15] Dinan T.G., Stanton C., Cryan J.F.: Psychobiotics: a novel class of psychotropic. *Biol. Psychiatry*, 2013, 74(10), 720-726.
- [16] Sarkar A., Lehto S.M., Harty S., Dinan T.G., Cryan J.F., Burnet P.W.J.: Psychobiotics and the manipulation of bacteria-gut-brain signals. *Trends Neurosci.*, 2016;39(11):763–81.

- [17] Bravo J.A., Forsythe P., Chew M.V., Escaravage E., Savignac H.M., Dinan T.G., Bienenstock J., Cryan J.F.: Ingestion of *Lactobacillus* strain regulates emotional behavior and central GABA receptor expression in a mouse via the vagus nerve. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2011, 108(38), 16050-16055.
- [18] Murray E., Sharma R., Smith K.B., Mar K.D., Barve R., Lukasik M., Pirwani A.F., Malette-Guyon E., Lamba S., Thomas B.J., Sadeghi-Emamchaie H., Liang J., Mallet J.F., Matar C., Ismail N.: Probiotic consumption during puberty mitigates LPS-induced immune responses and protects against stress-induced depression- and anxiety-like behaviors in adulthood in a sex-specific manner. *Brain Behav. Immun.* 2019, 81, 198-212.
- [19] Nishikawa-Pacher A.: Research questions with PICO: A universal mnemonic. *Publications*, 2022, 10(3), 21.
- [20] Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., Boutron I., Hoffmann T.C., Mulrow C.D., Shamseer L., Tetzlaff J.M., Akl E.A., Brennan S.E., Chou R., Glanville J., Grimshaw J.M., Hróbjartsson A., Lalu M.M., Li T., Loder E.W., Mayo-Wilson E., McDonald S., McGuinness L.A., Stewart L.A., Thomas J., Tricco A.C., Welch V.A., Whiting P., Moher D.: The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, 2021, 372, n71.
- [21] Adikari A.M.G.C.P., Appukutty M., Kuan G.: Effects of daily probiotics supplementation on anxiety induced physiological parameters among competitive football players. *Nutrients*, 2020, 12(7), 1920.
- [22] Andersson H., Tullberg C., Ahrné S., Hamberg K., Lazou Ahrén I., Molin G., Sonesson M., Håkansson A.: Oral administration of *Lactobacillus plantarum* 299v reduces cortisol levels in human saliva during examination induced stress: A randomized, double-blind controlled trial. *Int. J. Microbiol.* 2016, 8469018.
- [23] Culpepper T., Christman M.C., Nieves C. Jr, Specht G.J., Rowe C.C., Spaiser S.J., Ford AL, Dahl W.J., Girard S.A., Langkamp-Henken B.: *Bifidobacterium bifidum* R0071 decreases stress-associated diarrhoea-related symptoms and self-reported stress: a secondary analysis of a randomised trial. *Benef. Microbes*, 2016, 7(3), 327-336.
- [24] Karbownik M.S., Kręczyńska J., Kwarta P., Cybula M., Wiktorowska-Owczarek A., Kowalczyk E., Pietras T., Szmraj J.: Effect of supplementation with *Saccharomyces boulardii* on academic examination performance and related stress in healthy medical students: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 2020, 12(5), 1469.
- [25] Kato-Kataoka A., Nishida K., Takada M., Kawai M., Kikuchi-Hayakawa H., Suda K., Ishikawa H., Gondo Y., Shimizu K., Matsuki T., Kushiro A., Hoshi R., Watanabe O., Igarashi T., Miyazaki K., Kuwano Y., Rokutan K.: Fermented milk containing *Lactobacillus casei* strain Shirota preserves the diversity of the gut Microbiota and relieves abdominal dysfunction in healthy medical students exposed to academic stress. *Appl. Environ. Microbiol.* 2016, 82(12), 3649-3658.
- [26] Kato-Kataoka A., Nishida K., Takada M., Suda K., Kawai M., Shimizu K., Kushiro A., Hoshi R., Watanabe O., Igarashi T., Miyazaki K., Kuwano Y., Rokutan K.: Fermented milk containing *Lactobacillus casei* strain Shirota prevents the onset of physical symptoms in medical students under academic examination stress. *Benef. Microbes*, 2016, 7(2), 153-156.
- [27] Kelly J.R., Allen A.P., Temko A., Hutch W., Kennedy P.J., Farid N., Murphy E., Boylan G., Bienenstock J., Cryan J.F., Clarke G., Dinan T.G.: Lost in translation? The potential psychobiotic *Lactobacillus rhamnosus* (JB-1) fails to modulate stress or cognitive performance in healthy male subjects. *Brain Behav. Immun.*, 2017, 61, 50-59.
- [28] Marcos A., Wärnberg J., Nova E., Gómez S., Alvarez A., Alvarez R., Mateos J.A., Cobo J.M.: The effect of milk fermented by yogurt cultures plus *Lactobacillus casei* DN-114001 on the immune response of subjects under academic examination stress. *Eur. J. Nutr.* 2004, 43(6), 381-389.
- [29] Möller C.M., Olsa E.J.A., Ginty A.T., Rapelje A.L., Tindall C.L., Holesh L.A., Petersen K.L., Conklin S.M.: Influence of acute multispecies and multistrain probiotic supplementation on cardio-

- vascular function and reactivity to psychological stress in young adults: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Psychosom. Med.* 2017, 79(8), 914-919.
- [30] Nishida K., Sawada D., Kawai T., Kuwano Y., Fujiwara S., Rokutan K.: Para-psychobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 ameliorates stress-related symptoms and sleep quality. *J. Appl. Microbiol.* 2017, 123(6), 1561-1570.
- [31] Papalini S., Michels F., Kohn N., Wegman J., van Hemert S., Roelofs K., Arias-Vasquez A., Aarts E.: Stress matters: Randomized controlled trial on the effect of probiotics on neurocognition. *Neurobiol. Stress*, 2019, 10(100141), 100141.
- [32] Qin Q., Liu H., Yang Y., Wang Y., Xia C., Tian P., Wei J., Li S., Chen T.: Probiotic supplement preparation relieves test anxiety by regulating intestinal Microbiota in college students. *Dis. Markers*, 2021, 5597401.
- [33] Rianda D., Suradijono S.H.R., Setiawan E.A., Susanto F., Meilianawati M., Prafiantini E., Kok F.J., Shankar A.H., Agustina R.: Long-term benefits of probiotics and calcium supplementation during childhood, and other biomedical and socioenvironmental factors, on adolescent neurodevelopmental outcomes. *J. Funct. Foods*, 2022, 91, 105014.
- [34] Salleh R.M., Kuan G., Aziz M.N.A., Rahim M.R.A., Rahayu T., Sulaiman S., Kusuma D.W.Y., Adikari A.M.G.C.P., Razam M.S.M., Radhakrishnan A.K., Appukutty M.: Effects of probiotics on anxiety, stress, mood and fitness of badminton players. *Nutrients*, 2021, 13(6), 1783.
- [35] Slykerman R.F., Kang J., Van Zyl N., Barthow C., Wickens K., Stanley T., Coomarasamy C., Purdie G., Murphy R., Crane J., Mitchell E.A.: Effect of early probiotic supplementation on childhood cognition, behaviour and mood a randomised, placebo-controlled trial. *Acta Paediatr.* 2018, 107(12), 2172-2178.
- [36] Steenbergen L., Sellaro R., van Hemert S., Bosch J.A., Colzato L.S.: A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain Behav. Immun.* 2015, 48, 258-264.
- [37] Tran N., Zhebrak M., Yacoub C., Pelletier J., Hawley D.: The gut-brain relationship: Investigating the effect of multispecies probiotics on anxiety in a randomized placebo-controlled trial of healthy young adults. *J. Affect. Disord.* 2019, 252, 271-277.
- [38] Venkataraman R., Madempudi R.S., Neelamraju J., Ahire J.J., Vinay H.R., Lal A., Thomas G., Stephen S.: Effect of multi-strain probiotic formulation on students facing examination stress: A double-blind, placebo-controlled study. *Probiotics Antimicrob. Proteins*, 2021, 13(1), 12-18.
- [39] Zielińska D., Karbowskiak M., Brzezicka A.: The role of psychobiotics to ensure mental health during the COVID-19 pandemic-A current state of knowledge. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19(17), 11022.
- [40] Dahiya D., Nigam P.S.: Clinical potential of microbial strains, used in fermentation for probiotic food, beverages and in synbiotic supplements, as psychobiotics for cognitive treatment through gut-brain signaling. *Microorganisms*, 2022, 10(9), 1687.
- [41] Basso M., Johnstone N., Knytl P., Nauta A., Groeneveld A., Cohen Kadosh K.: A systematic review of psychobiotic interventions in children and adolescents to enhance cognitive functioning and emotional behavior. *Nutrients*, 2022, 14(3), 614.
- [42] Marx W., Scholey A., Firth J., D'Cunha N.M., Lane M., Hockey M., Ashton M.M., Cryan J.F., O'Neil A., Naumovski N., Berk M., Dean O.M., Jacka F.: Prebiotics, probiotics, fermented foods and cognitive outcomes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosci. Biobehav. Rev.*, 2020, 118, 472-484.
- [43] Eastwood J., Walton G., Van Hemert S., Williams C., Lampion D.: The effect of probiotics on cognitive function across the human lifespan: A systematic review. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2021, 128, 311-327.


- [44] Kamimura I., Kaneko R., Morita H., Mogi K, Kikusui T.: Microbial colonization history modulates anxiety-like and complex social behavior in mice. *Neurosci. Res.* 2021, 168, 64-75.

**WPLYW SUPLEMENTACJI PROBIOTYKAMI STOSOWANYMI JAKO PSYCHOBIOLOGI
NA ZDROWIE PSYCHICZNE I SAMOPOCZUCIE DOTKNIĘTE PANDEMIĄ COVID-19
U MŁODZIEŻY I MŁODYCH DOROSŁYCH – PRZEGLĄD LITERATURY
AKTUALNEGO STANU WIEDZY**

Streszczenie

Wprowadzenie. W czasie pandemii COVID-19 różne czynniki spowodowały dramatyczne zmiany w środowisku życia młodzieży i młodych dorosłych, które doprowadziły do pogorszenia ich samopoczucia i negatywnie wpłynęły na ich zdrowie psychiczne. Dlatego wspieranie zdrowia psychicznego młodych populacji jest nadrzędnym celem badań prowadzonych w ostatnim czasie. Z tego względu, istnieje duże zainteresowanie stosowaniem probiotyków jako psychobiologów. Przegląd miał na celu uchwycenie aktualnego stanu literatury dotyczącego wpływu suplementacji probiotykami stosowanymi jako psychobiologiki na zdrowie psychiczne młodzieży i młodych dorosłych w świetle pandemii COVID-19. Zakres pracy obejmował systematyczne przeszukiwanie trzech baz danych: PubMed, Web of Science i Scopus oraz bazy badań klinicznych ClinicalTrials.gov.

Wyniki i wnioski. Wstępne poszukiwania nie pozwoliły na odnalezienie opracowań odnoszących się do pandemii COVID-19. Zawężone kwerendy do badań przeprowadzonych przed pandemią pozwoliły zidentyfikować osiemnaście opracowań, których celem było ustalenie, czy suplementacja probiotykami poprawia zdrowie psychiczne młodzieży i młodych dorosłych. We włączonych badaniach najczęściej oceniano wpływ spożycia probiotyków na poziom stresu, objawy depresyjne, funkcje poznawcze i neuro-rozwoj. Zgromadzone dowody niejednoznacznie wskazują na skuteczność interwencji probiotycznych w zapewnieniu zdrowia psychicznego dzieci i młodzieży. Wynika to prawdopodobnie z ograniczonej liczby małych i krótkoterminowych badań, a także ich heterogeniczności. Wyniki wyłaniające się z istniejącego piśmiennictwa są zachęcające, jednak nie jest możliwe sformułowanie jednoznacznej rekomendacji. Niezbędne jest zaplanowanie i przeprowadzenie badań nad rolą probiotyków w zapewnieniu zdrowia psychicznego oraz weryfikacja ich skuteczności klinicznej w zwalczaniu negatywnych skutków zdrowotnych wywołanych pandemią koronawirusa, w tym wpływających na zdrowie psychiczne młodzieży i młodych dorosłych.

Słowa kluczowe: pandemia COVID-19; zdrowie psychiczne; probiotyki; psychobiologiki; młodzież 

ZUZANNA POSADZKA, AGATA M. PAWŁOWSKA, JOANNA KASZUBA,
KAROLINA PYCIA

**WYKORZYSTANIE PRZECIERU Z KISZONEGO KORZENIA BURAKA
ĆWIKŁOWEGO (*BETA VULGARIS* L.) DO PRODUKCJI CHLEBÓW
GRYCZANYCH O PODWYŻSZONYM POTENCJALE
PRZECIWIUTLENIAJĄCYM**

Streszczenie

Wprowadzenie. Pieczywo bezglutenowe jest obecnie bardzo ważnym rodzajem asortymentu produktów zbożowych. Coraz lepsze poznanie surowców do jego wytwarzania pozwala także udoskonalać jakość technologiczną i nadawać również temu pieczywu cech żywności prozdrowotnej. Celem pracy było opracowanie technologii produkcji oraz ocena jakości chleba bezglutenowego (gryczanego) na zakwasie, w wariantach, w których w połowie bądź w całości dodawaną wodę zastępowano przecierem z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.). Przeprowadzone badania obejmowały oznaczenia kwasowości ogólnej żurków, pomiary przebiegu fermentacji ciasta z wykorzystaniem fermentografu oraz ocenę fizykochemiczną otrzymanych chlebów. Przeprowadzono także oznaczenia właściwości przeciwutleniających gotowych produktów z podziałem na mięksisz i skórkę pieczywa.

Wyniki i wnioski. Przeprowadzone analizy jednoznacznie wskazały, że zastąpienie wody przecierem z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego korzystnie wpływa na przebieg fermentacji ciasta gryczanego i na jego ogólną jakość oraz charakteryzuje się większą, w porównaniu z próbą kontrolną, aktywnością przeciwutleniającą. Udowodniono także, że przedłużenie fermentacji fazy – żurku – do 4 dni wpływa korzystnie na jakość produktu końcowego.

Słowa kluczowe: mąka gryczana, przecier z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego, chleb gryczany na zakwasie, żywność funkcjonalna, potencjał przeciwutleniający

Wprowadzenie

Obecnie pieczywo bezglutenowe cieszy się większą popularnością, gdyż coraz więcej konsumentów deklaruje się jako osoby chorujące na celiakię bądź cierpiące na

Mgr inż. Z. Posadzka ORCID: 0000-0003-4232-6175, dr A.M. Pawłowska ORCID: 0000-0002-5871-4669, dr inż. J. Kaszuba ORCID: 0000-0002-3327-8370, dr inż. K. Pycia ORCID: 0000-0001-7337-0860, Zakład Ogólnej Technologii Żywności i Żywności Człowieka, Instytut Technologii Żywności i Żywności Człowieka, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski, ul. A. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów; Kontakt: z.posadzka@ur.edu.pl

alergię pokarmową na białka glutenowe ziarna pszenicy [17]. Jednakże wiele osób stosuje dietę bezglutenową bez potwierdzonych wskazań medycznych. Jest to wynikiem popularyzacji produktów bezglutenowych przez celebrytów. Badania rynkowe przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych i Australii w 2015 r. wskazały, że aż 47 % badanej grupy respondentów było na diecie bezglutenowej bez konsultacji konieczności jej stosowania z lekarzem. Jest to bardzo niebezpieczne, gdyż samodzielne wykluczenie glutenu może uniemożliwić późniejszą diagnostykę celiakii oraz powodować niedobory składników mineralnych (m.in.: cynku, magnezu, żelaza, wapnia), witamin (m.in. witaminy D, kwasu foliowego) i błonnika pokarmowego [8].

Pieczywo bezglutenowe ma często gorszą jakość i wartość odżywczą niż chleby z konwencjonalnych surowców [17]. Dane literaturowe dowodzą, że pieczywo żytnie wytwarzane metodą pośrednią cechuje się nie tylko lepszą jakością, ale też wyższą wartością prozdrowotną. Udowodniono, że zastosowanie już trójfazowej fermentacji ciasta chlebowego wpływa ochronnie na związki biologicznie aktywne pochodzące z surowców. Taka metoda produkcji poprawia także cechy jakościowe chleba, takie jak m.in. objętość bochenka czy wilgotność mięksiszu, gdyż ten staje się bardziej pulchny i dłużej zachowuje świeżość [2, 4].

Przy poszukiwaniu nowych sposobów wzbogacenia pieczywa, a zwłaszcza pieczywa bezglutenowego, szczególną uwagę należy zwrócić na możliwość wprowadzenia do jego receptury kiszonej produktów owocowo-warzywnych, bowiem części jadalne owoców i warzyw zawierają szereg związków o charakterze przeciwutleniającym (np. kwasy fenolowe, antocyjany, flawonoidy). Ich dodatkowe utrwalenie przez fermentację mlekową zachodzącą w kiszonce sprawia, że produkt ten jest jeszcze cenniejszym źródłem tych substancji. Popularnym przykładem surowca warzywnego wykorzystywanego do kiszenia jest korzeń buraka ćwikłowego. Dlatego też chleb bezglutenowy na zakwasie, do którego dodatkowo wprowadzono kiszone owoce lub warzywa mógłby stać się bardzo dobrą alternatywą dla osób wrażliwych na gluten i poszukujących pieczywa o podwyższonym potencjale przeciwutleniającym.

Celem pracy było opracowanie technologii produkcji oraz ocena jakości chleba bezglutenowego (gryczanego) na zakwasie, z udziałem przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego (*Beta vulgaris* L.).

Material i metody badań

Material badany

Materiałem badanym był chleb bezglutenowy – gryczany, wyprodukowany metodą trójfazową „na żurku” w trzech wariantach (0 – bez udziału przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego, 1 – z 50-procentowym udziałem przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego, 2 – ze 100-procentowym udziałem przecieru z kiszonego

buraka ćwikłowego) oraz dwoma sposobami prowadzenia pierwszej fazy fermentacji ciasta tj. żurku, 2 dni (A) i 4 dni (B).

Do wypieku użyto mieszanki skomponowanej w proporcji 1:1 z mąki gryczanej pełnoziarnistej (BioPlanet, Polska) o składzie (g/100 g mąki): węglowodany – 71; białko – 13; błonnik – 5,9; tłuszcz – 3,1 oraz zmielonej kaszy gryczanej niepalonej (BioPlanet, Polska) o składzie (g/100 g kaszy): węglowodany – 75; białko – 12; błonnik – 10,42; tłuszcz – 2,7.

Przecier z kiszonych korzeni buraka ćwikłowego otrzymano przez poddanie 2,5 kg korzeni buraków ćwikłowych (*Beta vulgaris* L.) pokrojonych na mniejsze części i połączonych z 5 litrami wody destylowanej, fermentacji (temperatura: 28 °C, czas fermentacji: 7 dni) przy użyciu startera bakterii fermentacji mlekowej (Zakwaska do kwasu, VIVO, Ukraina) w ilości 0,5 g (szczepy: *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaris*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium lactis*). Otrzymaną kiszonkę zmiksowano łącznie z zalewą przy pomocy blendera kielichowego Zelmer ZSB4799 (B&B Trends, Hiszpania) i przeznaczono do produkcji chleba.

Metody badań

Próbnny wypiek laboratoryjny

Badane chleby gryczane wykonano metodą pośrednią – trójfazową „na żurku” w modyfikacji własnej wypieku przemysłowego, foremkowego, która dotyczyła zmian jedynie w obrębie składu recepturowego prób badanych i czasu fermentacji żurku (pierwszej fazy prowadzenia ciasta). Recepturę i sposób prowadzenia ciasta zamieszczono w tabeli 1. Żurek (faza I) o wydajności 300% powstał w wyniku samoczynnej fermentacji (temperatura: 28 °C), mieszanki mąki i kaszy gryczanej w stosunku 1:1, wody i/lub kiszzonego przecieru buraczanego zmieszanych w proporcjach podanych w tabeli 1. Czas fermentacji tej fazy wynosił 2 (próba A) lub 4 dni (próba B). Kwas (faza II) o wydajności 200 % uzyskano poprzez połączenie żurku (fazy I) z kolejną porcją mieszanki wypiekowej, wody i/lub kiszzonego przecieru buraczanego oraz drożdży w ilości określonej recepturą (Tabela 1). Fermentacja tej fazy trwała 3 h i prowadzona była w temperaturze 32 °C. Ciasto właściwe (faza III) o wydajności 165 % powstało poprzez połączenie poprzedniej fazy prowadzenia ciasta tj. kwasu z kolejną, określoną recepturą (Tabela 1) ilością mieszanki mąki i kaszy gryczanej, wody i/lub kiszzonego przecieru buraczanego oraz soli. Do przygotowania ciasta właściwego użyto miasiarki typu R4 (Mesko-AGD, Polska), wyposażonej w miedzadło hakowe. Fermentacja końcowa ciasta odbywała się w komorze fermentacyjnej (Sveba Dahlen, Fristad, Szwecja) w temperaturze 32 °C i wilgotności względnej 85 % przez 40 minut. Do wypieku przeznaczono kęsy ciasta o masie ok. 300 g. Następnie kęsy ciasta w foremkach przeznaczono do końcowego rozrostu w komorze fermentacyjnej (temperatura: 32 °C,

wilgotność względna: 85 %, czas rozrostu: 30 minut), po czym wstawiono je do zaparowanej komory pieca. Wypiek prowadzono w piecu elektrycznym Classic (Sveba Dahlen, Fristad, Szwecja) w temperaturze 230 °C przez 40 minut. Wypiek każdego wariantu badanego pieczywa powtórzono trzykrotnie, co stanowiło 3 partie produkcyjne.

Sporządzone żurki przed wypiekiem poddano badaniom kwasowości ogólnej żurków metodą miareczkową według Jakubczyka i Habera [9].

Analiza fermentogaficzna

Oznaczenie właściwości fermentacyjnych mieszanki wypiekowej i zdolności zatrzymania w cieście CO₂ wytworzonego w trakcie fermentacji przeprowadzono z wykorzystaniem fermentografu laserowego (Sadkiewicz Instruments, Bydgoszcz, Polska) według metody opracowanej przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy w modyfikacji własnej. Badaniom poddano kęs ciasta właściwego (faza III) o masie 250 g. Cykl pomiarowy trwał 90 minut, a pomiary były rejestrowane co 2 minuty i zapisywane na wykresie (fermentogramie). Na podstawie wykresu wyznaczono następujące parametry fermentacji ciasta: czas punktu krytycznego [min] – najwłaściwszy czas do przeprowadzenia wypieku; objętość ciasta w punkcie krytycznym [cm³] i objętość gazów (CO₂) wytworzonych podczas fermentacji w czasie [cm³].

Ocena jakości pieczywa

Po zakończonym wypieku zważono gorące chleby oraz ponownie wystudzone pieczywo. Następnie dokonano oceny procesu wypiekowego chleba gryczanego poprzez obliczenie wskaźników jakościowych takich jak: wydajność ciasta [%], upiek [%], strata wypiekowa całkowita [%], wydajność pieczywa [%] [9]. Objętość pieczywa [cm³] oznaczono metodą uproszczoną w materiale sypkim (nasiona prosa) oraz obliczono objętość właściwą [cm³/g] badanych chlebów [1]. Oznaczenie wilgotności miękkiszu pieczywa wykonano metodą suszarkową [13]. Kwasowość ogólną pieczywa oznaczono metodą miareczkową [9]. Instrumentalny pomiar parametrów tekstury miękkiszu (test TPA) wykonano przy użyciu teksturometru Shimadzu EZ Test – LX 1000N (Kioto, Japonia). Badane próbki miękkiszu chleba o kształcie sześciangu o wymiarach a = 20 mm poddano podwójnemu ścisnaniu do 50 % ich pierwotnej wysokości przez głowicę o średnicy d = 25 mm. Do obliczenia wartości parametrów profilu tekstury miękkiszu wykorzystano oprogramowanie TrapezjumX. Wyznaczono: twardość [N], sprężystość [-], żujność [N] i spoistość (kohezyjność) [-]. Pomiary tekstury miękkiszu każdego rodzaju chleba z każdej partii produkcyjnej wykonano w trzech powtórzeniach.

Tabela 1. Receptury chlebów gryczanych na zakwasie z udziałem przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego
 Table 1. Recipes for buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Faza prowadzenia ciasta Dough phase	Gryczana mieszanka wypiekowa Buckwheat baking blend [g]	Woda Water [g]	Kiszony przecier buraczany Fermented beetroot puree [g]	Drożdże Yeast [g]	Sól Salt [g]	Temperatura fermentacji Fermentation temperature [°C]	Czas fermentacji fazy Time of fermentation	Wydajność fazy Phase yield [%]
A0								
żurek/ I sourdough phase	100	200	-	-	-	28	2 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	200	-	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	250	-	-	15	32	40 min.	165
A1								
żurek/ I sourdough phase	100	100	100	-	-	28	2 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	100	100	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	125	125	-	15	32	40 min.	165
A2								
żurek/ I sourdough phase	100	-	200	-	-	28	2 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	-	200	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	-	250	-	15	32	40 min.	165
B0								
żurek/ I sourdough phase	100	200	-	-	-	28	4 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	200	-	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	250	-	-	15	32	40 min.	165

B1									
żurek/ I sourdough phase	100	100	100	100	-	-	28	4 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	100	100	100	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	125	125	125	-	15	32	40 min.	165
B2									
żurek/ I sourdough phase	100	-	200	200	-	-	28	4 dni	300
kwasy/ II sourdough phase	300	-	200	200	10	-	32	3 h	200
ciasto właściwe/ dough	600	-	250	250	-	15	32	40 min.	165

Ocena organoleptyczna pieczywa

Jakość organoleptyczną badanego pieczywa oceniono zgodnie z PN-A 74108: 1996, opisaną przez Diowkszą i Sadowską [7] z modyfikacją według własnej karty oceny. Chleby zostały ocenione z uwzględnieniem takich wyróżników, jak: wygląd zewnętrzny bochenka, wygląd skórki i miękiszu, a także smak i zapach pieczywa.

Tabela 2. Ocena jakości organoleptycznej pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

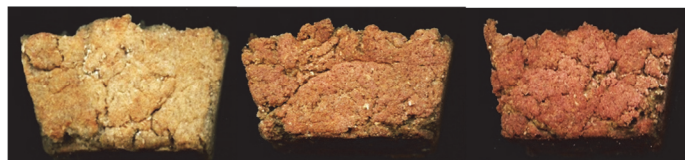
Table 2. Scoring in sensory evaluation of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Wyróżnik jakości / Quality parameter		Wynik / Score			
		Bardzo dobra Very good	Dobra Good	Dostateczna Satisfactory	Słaba / Poor
Wygląd zewnętrzny bochenka Loaf appearance		5	4	1	0
Wygląd skórki Crust	Barwa / Colour	3	2	1	0
	Grubość / Thickness	4	3	1	0
	Powierzchnia Overall appearance	4	3	1	0
Wygląd miękiszu Crumb	Porowatość Porosity	4	3	1	0
	Elastyczność Resilience	3	2	1	0
Smak pieczywa / Taste of bread		6	5	1	0
Zapach pieczywa / Smell of bread		6	5	1	0

Na podstawie oceny ogólnej (sumy ocen wszystkich wyróżników) chleby zostały zakwalifikowane do następujących klas jakości: „bardzo dobra” I ($35 \div 28$), „dobra” II ($27 \div 23$), „dostateczna” III ($22 \div 18$) lub „słaba” IV ($17 \div 0$). Chleby były oceniane przez zespół respondentów w wieku $28 \div 55$ lat (5 kobiet i 5 mężczyzn).

Oznaczenie potencjału przeciwutleniającego pieczywa

Otrzymane chleby gryczane poddano także ocenie potencjału przeciwutleniającego poprzez pomiary zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej metodami z rodnikami ABTS^{•+} i DPPH[•]. Ze względu na widoczne na fotografiach 1 ÷ 4 różnice w koncentracji związków biologicznie aktywnych pochodzących z kiszzonego przecieru buraczanego w częściach chlebów badania wykonano osobno dla miękiszu i skórki pieczywa.



Fot. 1. Chleby gryczane na żurku dwudniowym.
Photo 1. Buckwheat bread with two-day rye sourdough.



Fot. 2. Przekroje chlebów gryczanych na żurku dwudniowym.
Photo 2. Cross-sections of buckwheat bread with two-day rye sourdough.



Fot. 3. Chleby gryczane na żurku czterodniowym.
Photo 3. Buckwheat bread with four-day rye sourdough.



Fot. 4. Przekroje chlebów gryczanych na żurku czterodniowym.
Photo 4. Cross-sections of buckwheat bread with four-day rye sourdough.

Na podstawie danych literaturowych [9] ustalono, że skórka badanego chleba stanowiła 15 % masy bochenka, natomiast miękisz – 85 %. W tym celu osobno skórkę i miękisz pieczywa zliofilizowano (czas liofilizacji: 48 h, temperatura: -42°C , ciśnienie: 0,010 MPa) przy użyciu liofilizatora ALPHA 1-2 LD plus (Christ, Berlin, Niemcy) i następnie zmielono w młynku laboratoryjnym CEMOTEC 1090 (Foss, Hillerød, Dania). Jako rozpuszczalnika w przygotowaniu ekstraktów użyto 50-procentowego roztworu metanolu (v/v) (Chempur, Polska) zakwaszonego 1-procentowym roztworem kwasu mrówkowego (Chempur, Polska). W celu otrzymania ekstraktu odważano 5 g

liofilizatu, który rozpuszczano w 5 cm³ 50-procentowego roztworu metanolu. Próbkę następnie poddano działaniu ultradźwięków przy użyciu zestawu do obróbki ultradźwiękowej (Polsonic, Polska) przez 30 minut. Kolejno odwirowano w wirówce automatycznej Centrifuge 5430 (Eppendorf, USA) (6 min, 7500 obr/min) i zdekantowano supernatant, którego użyto do dalszych analiz.

Oznaczenie zawartość polifenoli ogółem wykonano metodą Xianggun i wsp. [18]. Wyniki końcowe podano w przeliczeniu na mg kwasu galusowego (GAE)/100 g suchej masy produktu. Analizę aktywności przeciwutleniającej wykonano metodą z kationorodnikiem ABTS^{•+} [15] oraz metodą z rodnikiem DPPH[•] [19]. Wyniki podano w mmol Trolox/100 g suchej masy produktu.

Analiza statystyczna

Wszystkie oznaczenia zostały wykonane w 3 powtórzeniach. Uzyskane wyniki zostały opracowane statystycznie przy użyciu programu Statistica 13.3. (StatSoft, Inc., Tulsa, OK). Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe wartości średniej. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji przy $p \leq 0,05$ w celu określenia istotności obserwowanych różnic pomiędzy poszczególnymi średnimi wynikami i określenia wpływu poszczególnych czynników na wyniki końcowe (test Duncana).

Wyniki i dyskusja

W tabeli 3 przedstawiono wyniki oznaczenia kwasowości ogólnej żurków.

Tabela 3. Kwasowość ogólna żurków (I fazy fermentacji ciasta)

Table 3. Total acidity of first sourdough phase

Próba / Sample		Kwasowość ogólna żurku TTA of first sourdough phase [stopnie kwasowości]
A	0	8,50 ^a ± 0,16
	1	12,43 ^b ± 0,09
	2	18,63 ^d ± 0,31
B	0	13,03 ^c ± 0,20
	1	19,79 ^e ± 0,07
	2	20,60 ^f ± 0,19
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values		
czynnik 1 / factor 1		< 0,001
czynnik 2 / factor 2		< 0,001
czynnik 1 x czynnik 2 / factor 1 x factor 2		< 0,001

Objaśnienia/Explanatory notes:

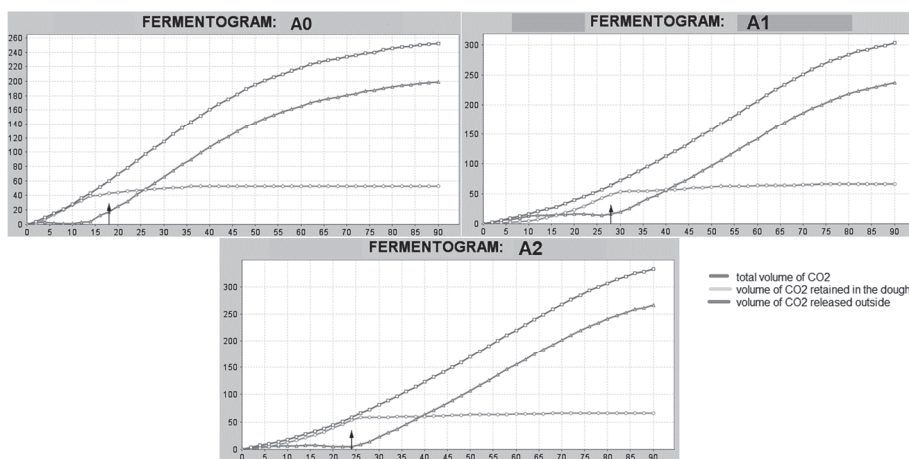
a, b, ... - średnie wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie statystycznie przy $p \leq 0,05$ / mean values marked with the same letter in the columns do not differ significantly at significance

level of $p \leq 0.05$; Czynniki 1/Factor 1 – czas fermentacji żurku (A-2 dni; B-4 dni)/ time of fermentation of first sourdough phase (A-2 days; B-4 days); Czynniki 2/Factor 2 – wielkość udziału kiszonego przecieru buraczanego w recepturze chleba (0-próba kontrolna, bez udziału; 1-50% udział kiszonego przecieru buraczanego; 2-100% udział kiszonego przecieru buraczanego)/ amount of added fermented beetroot puree in bread recipe (0-control sample, without fermented beetroot puree; 1-50 % addition of fermented beetroot puree; 2-100 % addition of fermented beetroot puree); Czynniki 1 x Czynniki 2/Factor 1 x Factor 2 – zależności pomiędzy czasem fermentacji żurku a wielkością udziału w recepturze kiszonego przecieru buraczanego/ interactions between time of fermentation first sourdough phase and amount of added fermented beetroot puree.

We wszystkich analizowanych wariantach chleba gryczanego, zarówno czas trwania fermentacji żurku, wielkość udziału kiszonego przecieru buraczanego jak i interakcje obydwu czynników miały istotny wpływ na kwasowość żurku ($p < 0,05$) (Tabela 3). Parametr ten wahał się w granicach od 8,50 (A0) do 20,60 stopni kwasowości (B2). Uzyskane wyniki wskazują, że udział kiszonego przecieru buraczanego ($pH = 3,58$) skutkowało zwiększeniem kwasowości ogólnej w porównaniu z próbą kontrolną, co świadczy o silniejszym ukwaszeniu ciasta. Podobne zależności, dotyczące kwasowości ogólnej, uzyskały Carbó i wsp. [6], które w badaniach żurków bezglutenowych powstałych z mieszanki wypiekowej (mąka z nasion amarantusa, mąka gryczana i mąka z nasion komosy ryżowej w proporcji 1:1:1) oraz wody, fermentowanych spontanicznie zanotowały wartości kwasowości ogólnej na poziomie od 18 do 20 stopni kwasowości. Znacznie większe wartości uzyskali Axel i wsp. [3] dla żurków na bazie mąki z nasion komosy ryżowej. Cytowani autorzy zanotowali kwasowość ogólną żurków wynoszącą średnio 35 stopni. Takie rozbieżności w wartościach omawianego parametru mogą wynikać z różnego sposobu prowadzenia fermentacji żurku przez cytowanych autorów oraz w badaniach własnych (Tabela 3). W badaniach Carbó i wsp., [6] bazowano na spontanicznej fermentacji mąki i wody, a zatem także mikroflorze własnej surowców. W przypadku badań Axel i wsp. [3] próby zakwasów chlebowych zadano wybranymi szczepami bakterii kwasu mlekowego (*Lactobacillus amylovorus* DSM19280) zdolnymi do produkcji tak dużej ilości tego kwasu. Podobną zależność zaobserwowano w badaniach własnych (Tabela 3) opartych na fermentacji całych korzeni buraka ćwikłowego z udziałem konkretnych szczepów bakterii (szczepy: *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaris*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium lactis*) i następnie dodawanych jako przecier do fazy żurku badanego ciasta gryczanego fermentowanego spontanicznie.

Pełny obraz fermentacji ciasta dla każdego wariantu badanego chleba zamieszczono na wykresach 1 i 2 oraz w tabeli 4. Wykres 1 przedstawia zapisy z pomiarów fermentograficznych dla ciast na żurku 2-dniowym, tj. próbę kontrolną (A0), wariant z 50-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego w recepturze (A1) i wariant ze 100-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego w recepturze chleba (A2). Wykres tworzą trzy linie przedstawiające całkowitą objętość gazów

w cieście oraz objętość CO₂ zatrzymanego i wydzielonego poza ciasto. Na ich podstawie można przewidywać w jaki sposób przebiegała fermentacja badanych wariantów chleba gryczanego na zakwasie z udziałem wybranego dodatku buraczanego.



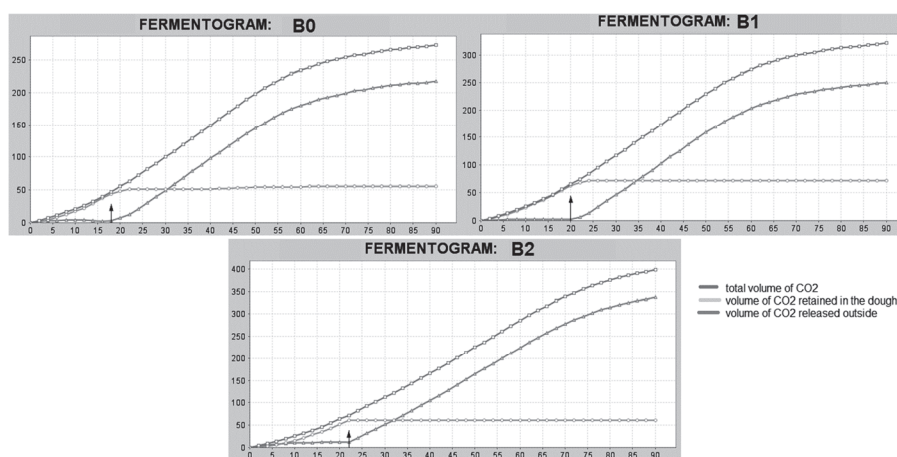
Rys. 1. Fermentogramy ciast na żurku 2-dniowym; A0 - próba kontrolna; A1 - próba z 50-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego; A2 - próba ze 100-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego.

Fig. 1. Fermentographic profiles of the two-day first sourdough phase dough; A0 - control sample; A1 - sample with 50 % addition of fermented beetroot puree; A2 - sample with 100 % addition of fermented beetroot puree.

Na podstawie analizy fermentograficznej (wykres 2) stwierdzono znaczący wpływ zastosowanego dodatku w postaci przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego na czas fermentacji kęsa ciasta oraz objętość CO₂ wydzielonego w trakcie pomiaru. Fermentogramy prób A1 i A2 wskazały na większą – w stosunku do próby kontrolnej (A0) – objętość gazów zatrzymanych w cieście, ale także dłuższy czas ich fermentacji. Prawdopodobnie mogło być to wynikiem wprowadzenia z wybranym dodatkiem porcji błonnika pokarmowego i związków polifenolowych nie tylko rywalizujących o wodę z ziarnami skrobi mieszanki wypiekowej, ale też tworzące kompleksy ze składnikami tej mieszanki mąki i kaszy gryczanej. Można się także spodziewać, że natychmiastowy wzrost kwasowości faz fermentacji ciasta po dodaniu kiszonego przecieru buraczanego przyczynił się do wytworzenia dodatkowej porcji gazów.

Wykres 2 obrazuje przebieg fermentacji ciast wytworzonych z użyciem żurku 4-dniowego dla próby kontrolnej (B0) oraz dla poszczególnych wariantów badanych: z 50-procentowym udziałem przecieru z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego w masie wody (B1) i ze 100-procentowym udziałem przecieru kiszonego buraczanego (B2). Na podstawie analizy fermentograficznej stwierdzono, że optymalnym sposobem

przewodzenia fermentacji ciasta był ten, w którym przecier z kiszonego korzenia buraka ćwikłowego zastosowano w 50-procentowym udziale zastępującym wodę dodawaną w poszczególnych fazach prowadzenia ciasta kontrolnego. Wówczas kęs ciasta osiągał największą objętość (B1-62,33 cm³), przy podobnym jak próba kontrolna czasie optymalnego rozrostu (20 minut). Ilość gazów wydzielonych poza ciasto w tym badanym wariancie (B1) także była najmniejsza i wynosiła 2,00 cm³. Porównując wyniki badań własnych z wynikami innych autorów [5, 10, 12] zaobserwowano, że dostarczanie kolejnej porcji mikroflory pochodzącej z przecieru z kiszonego korzeni buraka ćwikłowego znacząco przyspieszyło końcową fermentację kęsów ciasta oraz zwiększyło ich objętość.



Rys. 2. Fermentogramy ciast na żurku 4-dniowym; B0 - próba kontrolna; B1 - próba z 50-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego; B2 - próba ze 100-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego.

Fig. 2. Fermentographic profiles of the four-day first sourdough phase dough; B0 - control sample; B1 - sample with 50 % addition of fermented beetroot puree; B2 - sample with 100 % addition of fermented beetroot puree.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki parametrów fermentacji ciasta właściwego (faza III) oznaczone przy użyciu fermentografu laserowego.

Porównanie wyników badań procesu fermentacji fazy ciasta właściwego potwierdziło istotne zróżnicowanie wartości dla badanych wariantów. Zarówno czas fermentacji żurków, jak i wielkość udziału kiszonego przecieru buraczanego miały istotny wpływ na czas rozrostu ciasta. Najdłuższy czas rozrostu ciasta uzyskano w badaniach wariantu A1 (28 min), a najkrótszy – dla A0 i B0 (19 min). Zaobserwowano zależność zwiększenia objętości całkowitej gazów w cieście w miarę zwiększenia udziału

Tabela 4. Wyniki analizy fermentograficznej ciast z gryczanej mieszanki wypiekowej na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru z korzenia buraka ćwikłowego

Table 4. Results of the fermentographic analysis of the buckwheat blend sourdough dough with fermented beetroot puree

Próba / Sample		Optimalny czas fermentacji ciasta Optimal dough fermentation time [min]	Całkowita objętość CO ₂ wydzielona w krytycznym punkcie fermentacji Total volume of CO ₂ in the dough [cm ³]	Objętość CO ₂ zatrzymana w cieście w krytycznym punkcie fermentacji Volume of CO ₂ retained in the dough [cm ³]	Objętość CO ₂ wydzielona poza ciasto w krytycznym punkcie fermentacji Volume of CO ₂ released outside the dough [cm ³]
A	0	19,00 ^a ± 1,00	60,33 ^c ± 1,53	42,00 ^a ± 2,64	18,33 ^e ± 1,53
	1	28,00 ^d ± 1,53	62,33 ^{c,d} ± 1,53	46,67 ^b ± 1,53	15,67 ^d ± 0,58
	2	24,00 ^c ± 1,53	57,00 ^b ± 1,00	51,33 ^c ± 1,53	5,67 ^b ± 1,15
B	0	19,00 ^a ± 1,00	46,00 ^a ± 1,00	42,67 ^a ± 1,53	3,33 ^a ± 1,53
	1	20,00 ^{a,b} ± 1,53	64,33 ^d ± 2,08	62,33 ^d ± 2,08	2,00 ^a ± 0,00
	2	21,00 ^b ± 0,58	72,00 ^e ± 1,00	61,67 ^d ± 1,53	10,33 ^c ± 1,53
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values					
czynnik 1/ factor 1		< 0,001	0,207	< 0,001	< 0,001
czynnik 2/ factor 2		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 1 x czynnik 2 factor 1 x factor 2		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in. Tab. 3

przecieru z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego w szczególności dla prób o wydłużonej do 4 dni fermentacji żurku (dla B0 – 46,00 cm³, a dla B2 – 72,00 cm³). W zanotowanym punkcie rozrostu optymalnego ciasta objętość gazów zatrzymanych w cieście była o 10 ÷ 20 cm³ większa dla prób badanych (w obu wariantach A i B) w porównaniu z próbami kontrolnymi (A0 ÷ 42,00 cm³; B0 ÷ 42,67 cm³). Świadczy to korzystnym wpływie zastosowanego udziału przecieru buraczanego na zdolności fermentacyjne zastosowanej do wypieku mieszanki mąki gryczanej, a co za tym idzie na intensyfikację fermentacji ciasta. Prawdopodobnie było to powodem natychmiastowego zwiększenia kwasowości po dodaniu kiszzonego przecieru buraczanego do kolejnych faz fermentacji ciasta, co spowodowało wytworzenie dodatkowej porcji gazów w cieście i zwiększyło ich ogólną objętość. Istotne dla objętości gazów w cieście było też wydłużenie czasu fermentacji żurku z 2 do 4 dni, gdyż ciasta wariantów B wykazały o 20 cm³ większą objętość w punkcie rozrostu optymalnego ciasta niż ciasta wariantów A (Tabela 4).

W tabeli 5 przedstawiono średnie wartości parametrów procesu wypiekowego badanego pieczywa.

Tabela 5. Główne wyróżniki procesu wypiekowego pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

Table 5. Main features of breadmaking process of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba/ Sample		Wydajność ciasta Dough yield [%]	Upiek Oven loss [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]
A	0	134,80 ^b ± 0,05	10,73 ^b ± 0,63	16,94 ^b ± 0,05	111,98 ^b ± 0,05
	1	133,37 ^a ± 0,01	9,92 ^a ± 0,06	16,03 ^a ± 0,28	112,11 ^b ± 0,51
	2	133,57 ^a ± 0,01	10,06 ^a ± 0,02	16,36 ^a ± 0,35	111,56 ^b ± 0,38
B	0	137,23 ^d ± 0,05	12,31 ^d ± 0,14	19,76 ^e ± 0,16	110,31 ^a ± 0,50
	1	136,64 ^c ± 0,10	11,52 ^c ± 0,35	19,17 ^d ± 0,05	110,36 ^a ± 0,09
	2	136,87 ^c ± 0,12	12,07 ^{c,d} ± 0,34	18,66 ^c ± 0,03	111,49 ^b ± 0,31
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values					
czynnik 1/ factor 1		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 2/ factor 2		< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,198
czynnik 1 x czynnik 2 factor 1 x factor 2		< 0,001	0,470	0,010	< 0,001

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in. Tab. 3

Analiza statystyczna parametrów procesu wypiekowego pieczywa gryczanego wykazała istotne zróżnicowanie wydajności ciasta pośród badanych wariantów (Tabela 5). W przypadku prób, w których fermentację żurku prowadzono 4 dni (B), wyniosła od 136,64 (B1) do 137,23 (B0) i była średnio o 3 % większa w porównaniu z wydajnością ciasta na żurku, którego fermentacja trwała 2 dni (A). W przypadku upieku i straty wypiekowej całkowitej istotny wpływ na wartości tego parametru miały wielkość udziału kiszzonego przecieru buraczanego w recepturze chleba oraz czas prowadzenia fermentacji żurku, jednak nie zanotowano istotnego wpływu interakcji tych czynników na uzyskane wartości (Tabela 5). Zanotowano większe, o około 2 ÷ 3 %, średnie wartości tych parametrów w badaniach wariantów na żurku 4-dniowym (B) w porównaniu z tymi uzyskanymi z użyciem żurku 2-dniowego (A). Na wydajność pieczywa istotny wpływ miał czas trwania fermentacji żurku oraz jego powiązanie z wielkością udziału przecieru z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego w badanym pieczywie. Nie odnotowano istotnego statystycznie wpływu wielkości udziału kiszzonego przecieru buraczanego w recepturze na wydajność pieczywa. W przypadku

wszystkich badanych wariantów omawiany parametr mieścił się w przedziale od 110,31 (B0) do 112,11 % (A1).

W tabeli 6 przedstawiono wyniki badań parametrów fizykochemicznych badanego pieczywa.

Tabela 6. Parametry fizykochemiczne pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

Table 6. Physicochemical parameters of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba Sample		Masa pieczywa Bread weight [g]	Objętość pieczywa Loaf volume [cm ³]	Objętość właściwa pieczywa Specific volume [cm ³ /g]	Wilgotność miękiszu pieczywa Crumb moisture [%]	Kwasowość ogólna miękiszu pieczywa TTA of bread [stopnie kwasowości]
A	0	252,51 ^c ± 5,34	240 ^b ± 14	0,95 ^a ± 0,62	52,63 ^b ± 0,17	3,96 ^a ± 0,19
	1	247,83 ^{b,c} ± 3,22	220 ^a ± 14	0,87 ^a ± 0,62	51,71 ^b ± 1,92	4,98 ^c ± 0,09
	2	247,75 ^{b,c} ± 4,01	215 ^a ± 21	0,85 ^a ± 0,11	50,65 ^b ± 0,62	5,58 ^d ± 0,06
B	0	242,18 ^a ± 0,31	275 ^c ± 7	1,14 ^b ± 0,73	41,28 ^a ± 2,30	4,30 ^b ± 0,03
	1	243,27 ^{a,b} ± 0,13	290 ^d ± 28	1,20 ^b ± 0,07	42,67 ^a ± 0,34	5,30 ^d ± 0,01
	2	246,77 ^{a,b} ± 0,10	265 ^c ± 7	1,10 ^b ± 0,89	40,61 ^a ± 0,64	6,00 ^e ± 0,01
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values						
czynnik 1 factor 1		0,502	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 2 factor 2		< 0,001	< 0,001	0,100	0,118	< 0,001
czynnik 1 x czynnik 2 factor 1 x factor 2		< 0,001	< 0,001	0,121	0,329	< 0,001

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab 3

Masa pieczywa uzyskanego dla badanych wariantów recepturowych różniła się istotnie pod względem wielkości udziału kiszzonego przecieru buraczanego. Nie zanotowano wpływu czasu fermentacji użytego żurku na wyniki tego parametru (Tabela 6). W przypadku chlebów wypieczonych metodą prowadzenia ciasta z użyciem żurków 2-dniowych wystąpiło istotne zmniejszenie masy bochenków (1,85 i 1,89 %) po wprowadzeniu do receptury kiszzonego przecieru z korzenia buraka ćwikłowego w porównaniu z próbą kontrolną. W badaniach chlebów, do wytworzenia których użyto żurku po 4 dniach jego fermentacji (B) wystąpiła odwrotna zależność. Zaobserwowano zwiększenie masy bochenka chleba pod wpływem zastąpienia wody w części lub całości przecierem z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego. Wariant z 50-procento-

wym udziałem kiszonego przecieru (B1) wykazał masę o 0,45 %, natomiast wariant ze 100-procentowym udziałem kiszonego przecieru (B2) – masę o 1,89 % większą niż masa próby kontrolnej (B0).

W przypadku objętości pieczywa i wilgotności miększu istotny wpływ na zróżnicowanie wartości tych paramentów miał jedynie czas prowadzenia fermentacji żurku (Tabela 6). Większą objętością – średnio o 10 cm³ – cechowało się pieczywo wytworzone na żurku, który fermentował 4 dni (B). Podobne wyniki badań objętości pieczywa (od 1,5 do 1,7 cm³/g) uzyskali Mert i wsp. [11] dla chlebów na zakwasie z mieszanki mąki ryżowej i mąki z kasztanów jadalnych. Wilgotność miększu pieczywa z prowadzenia ciasta na żurku 2-dniowym była większa (Tabela 6). Wartości były średnio o 10% większe niż te dla wariantów B. Podobne wartości wilgotności miększu uzyskały Diowksz i Sadowska [7], w badaniach wpływu użycia do produkcji pieczywa gryczanego dodatku zakwasu fermentującego przez 24 godziny. W przypadku kwasowości ogólnej pieczywa badanych chlebów gryczanych (Tabela 6) zanotowano istotny wpływ zarówno czasu trwania fermentacji żurku, jak i wielkości udziału kiszonego przecieru buraczanego w recepturze badanego pieczywa. W badaniach wariantów z zastosowaniem żurku 2-dniowego (A) nie potwierdzono wpływu udziału kiszonego przecieru buraczanego na omawiany parametr. Natomiast dla wariantów recepturowych, w których faza żurku była fermentowana przez 4 dni (B), zanotowano istotny wzrost kwasowości pieczywa. Dla próby B1 był to o 1 stopień kwasowości większy wynik, a dla próby B2 o 1,7 stopnia kwasowości w porównaniu z próbą kontrolną (B0 – 4,30 stopni kwasowości).

Profil tekstury miększu badanego pieczywa gryczanego przedstawiono w tabeli 7.

Porównanie wyników badań parametru twardości miększu badanych chlebów gryczanych pozwoliło zauważyć istotne zwiększenie wartości omawianego parametru pod wpływem udziału kiszonego przecieru buraczanym w recepturze. Była ona większa w przypadku chlebów z wariantów B średnio od 24 do 27 N w porównaniu z pieczywem z wariantów A. Oba badane czynniki jakościowe miały wpływ na twardość miększu, z wyjątkiem ich wzajemnego powiązania. Sprężystości miększu badanych chlebów gryczanych nie były zróżnicowane pod wpływem zarówno czasu trwania fermentacji pierwszej fazy prowadzenia ciasta (czynnik 1), jaki i wielkości udziału kiszonego przecieru buraczanego w recepturze badanego pieczywa (czynnik 2). Zarówno w przypadku wariantów A, jak i B, zwiększenie ilości kiszonego przecieru buraczanego w składzie ciasta użytego do jego wytworzenia spowodowało zmniejszenie sprężystości miększu uzyskanego wyrobu gotowego. Na żujność miększu badanego chleba gryczanego miały wpływ czas trwania fermentacji żurku użytego do wytworzenia chleba oraz jego powiązanie z udziałem kiszonego przecieru buraczanego

Tabela 7. Profil tekstury miększu (TPA test) pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

Table 7. Bread Crumb Texture Profile Analyses (TPA test) of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba/Sample		Twardość Hardness [N]	Sprężystość Resilience [-]	Żujność Gumminess [N]	Spoistość Cohesiveness [-]
A	0	33,86 ^a ± 2,04	1,04 ^{b,c} ± 0,28	9,31 ^{c,d} ± 0,35	0,28 ^b ± 0,07
	1	33,34 ^a ± 7,01	1,11 ^c ± 0,38	8,41 ^c ± 0,34	0,25 ^b ± 0,02
	2	46,79 ^{a,b} ± 5,28	0,70 ^{a,b} ± 0,01	9,94 ^d ± 1,18	0,30 ^b ± 0,00
B	0	59,49 ^{b,c} ± 8,85	0,85 ^{a,b,c} ± 0,07	4,46 ^a ± 0,70	0,09 ^a ± 0,01
	1	59,24 ^{b,c} ± 4,41	0,77 ^{a,b,c} ± 0,02	5,83 ^b ± 0,14	0,13 ^a ± 0,01
	2	70,59 ^c ± 12,53	0,67 ^a ± 0,03	3,75 ^a ± 1,08	0,08 ^a ± 0,01
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values					
czynnik 1/ factor 1		< 0,001	0,068	< 0,001	< 0,001
czynnik 2/ factor 2		< 0,001	0,063	0,784	0,985
czynnik 1 x czynnik 2 factor 1 x factor 2		0,966	0,466	< 0,001	0,048

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab 3

w recepturze chleba. Większą żujność wykazał miększ pieczywa wariantów A. W przypadku wariantów B, dla których zastosowano 4-dniową fermentację pierwszej fazy prowadzenia ciasta (żurku) zanotowano odwrotną zależność. Spoistość miększu badanego pieczywa gryczanego była istotnie zróżnicowana jedynie pod względem czasu trwania fermentacji pierwszej fazy prowadzenia ciasta, tj. żurku. Większą spoistością miększu charakteryzowało się pieczywo wytworzone z ciasta na żurku, którego fermentacja trwała 2 dni (A). Podobne rezultaty twardości miększu pieczywa uzyskali Różyło i wsp. [16], natomiast wyniki tego parametru uzyskane w badaniach prowadzonych przez Diowkszą i Sadowską [7] były niższe w porównaniu z uzyskanymi w omawianych badaniach (Tabela 7). Cytowane autorki [7] uzyskały jednak wartości pozostałych parametrów tekstury miększu zbliżone do tych zanotowanych w badaniach wariantów (A), czyli z użyciem żurku 2-dniowego (Tabela 7).

W tabeli 8 przedstawiono wyniki oceny organoleptycznej badanego pieczywa gryczanego na zakwasie, wzbogaconego przecierem z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego.

Porównanie wyników oceny organoleptycznej potwierdziło ich istotne zróżnicowanie pod względem czasu fermentacji fazy żurku (czynnik 1) użytego do produkcji ocenianych chlebów gryczanych i wielkości udziału kiszzonego przecieru buraczanego w recepturze ocenianych chlebów (czynnik 2). Respondenci najlepiej ocenili chleby „na żurku”, który poddano 4-dniowej fermentacji (B) i z udziałem kiszzonego przecieru

buraczanego (B1, B2). Te warianty zaliczono do I klasy jakości. W najmniejszym stopniu zespołowi oceniających odpowiadały chleby „na żurku” dwudniowym (A), zwłaszcza próba kontrolna (A0) i wariant z 50-procentowym udziałem kiszonego przecieru buraczanego (A1), które zostały zaliczone do IV klasy jakości. Zanotowane różnice w ocenach respondentów najprawdopodobniej były spowodowane małą objętością i porowatością miększu badanego pieczywa wpływającą na oceny za wygląd zewnętrzny bochenków i wygląd miększu, szczególnie pieczywa na żurku dwudniowym (A).

Tabela 8. Wyniki oceny organoleptycznej badanego pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszonego przecieru buraczanego

Table 8. Results of sensory evaluation of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba Sample	Wygląd zewnętrzny Appearance	Wygląd skórki Crust	Wygląd miększu Crumb	Smak pieczywa Taste of bread	Zapach pieczywa Smell of bread	Ocena ogólna Total score	Klasa jakości Quality class	
A	0	0,0 ^a ±1,1	3,0 ^a ±0,2	2,0 ^a ±0,2	1,0 ^a ±0,2	5,0 ^a ±0,2	11,0 ^a ±0,8	IV
	1	0,0 ^a ±0,9	5,0 ^b ±0,4	2,0 ^a ±0,2	5,0 ^b ±0,3	5,0 ^a ±0,3	17,0 ^b ±0,5	IV
	2	0,0 ^a ±0,4	5,0 ^b ±0,6	2,0 ^a ±0,2	6,0 ^c ±0,7	6,0 ^b ±0,4	19,0 ^c ±0,6	III
B	0	4,0 ^b ±1,5	7,0 ^c ±0,2	5,0 ^b ±0,2	1,0 ^a ±0,2	5,0 ^a ±0,2	21,0 ^a ±0,9	III
	1	5,0 ^c ±1,0	9,0 ^d ±0,8	5,0 ^b ±0,5	5,0 ^b ±0,4	6,0 ^b ±0,3	30,0 ^d ±0,8	I
	2	4,0 ^b ±0,2	9,0 ^d ±0,7	5,0 ^b ±0,6	6,0 ^c ±0,6	6,0 ^b ±0,1	30,0 ^d ±0,7	I
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values								
czynnik 1 factor 1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	
czynnik 2 factor 2	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	
czynnik 1 x czynnik 2 factor 1 x factor 2	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	–	

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab 3

W tabelach 9 i 10 przedstawiono wyniki analiz zawartości polifenoli ogółem oraz aktywności przeciwutleniającej odpowiednio w skórce i miększu badanego pieczywa.

W przypadku skórki badanego pieczywa gryczanego (Tabela 9) istotnym czynnikiem różnicującym uzyskane wyniki była wielkość udziału procentowego kiszonego przecieru buraczanego w recepturze chleba. W miarę jego zwiększania odnotowano większą zawartość polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą wobec rodników ABTS^{•+} i DPPH[•]. Skórka chlebów uzyskanych ze 100-procentowym udziałem

Tabela 9. Potencjał przeciwutleniający skórki pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

Table 9. Antioxidant potential of crust of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba Sample		Masa skórki Crust weight [g]	Wilgotność skórki Crust moisture [%]	Polifenole ogółem TPC [mg GAE/100g s.m.]	Aktywność przeciwutleniająca Antioxidant activity [mmol Trolox/100 g s.m.]	
					metoda z ABTS*	metoda z DPPH*
A	0	37,88	26,32	175,54 ^{b,c} ± 6,54	2,58 ^d ± 0,05	0,20 ^a ± 0,01
	1	37,17	25,86	170,70 ^{b,c} ± 4,85	2,22 ^a ± 0,04	0,21 ^b ± 0,01
	2	37,17	25,33	180,42 ^c ± 2,62	2,53 ^d ± 0,05	0,35 ^c ± 0,01
B	0	36,33	20,64	164,75 ^a ± 1,57	2,33 ^b ± 0,05	0,23 ^c ± 0,01
	1	36,49	21,34	179,32 ^c ± 0,41	2,45 ^c ± 0,02	0,24 ^d ± 0,01
	2	37,02	20,31	187,68 ^d ± 1,82	2,57 ^d ± 0,01	0,38 ^f ± 0,01
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values						
czynnik 1/ factor 1				0,342	0,617	< 0,001
czynnik 2/ factor 2				< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 1 x czynnik 2/ factor 1 x factor 2				< 0,001	< 0,001	< 0,001

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab 3

Tabela 10. Potencjał przeciwutleniający miększu pieczywa gryczanego na zakwasie z udziałem kiszzonego przecieru buraczanego

Table 10. Antioxidant potential of crumb of buckwheat sourdough bread with fermented beetroot puree

Próba Sample		Masa miększu Crumb weight [g]	Wilgotność miększu Crumb moisture [%]	Polifenole ogółem TPC [mg GAE/100g s.m.]	Aktywność przeciwutleniająca Antioxidant activity [mmol Trolox/100 g s.m.]	
					metoda z ABTS ⁺⁺	metoda z DPPH [*]
A	0	214,63	52,63	179,97 ^a ± 1,38	3,04 ^c ± 0,13	0,21 ^a ± 0,01
	1	210,66	51,71	187,71 ^b ± 1,82	2,37 ^a ± 0,14	0,22 ^b ± 0,01
	2	210,58	50,65	194,75 ^c ± 1,26	2,64 ^b ± 0,05	0,23 ^c ± 0,01
B	0	205,85	41,28	180,82 ^a ± 1,50	2,59 ^b ± 0,03	0,23 ^c ± 0,01
	1	206,78	42,67	187,05 ^b ± 0,89	2,40 ^a ± 0,03	0,24 ^d ± 0,01
	2	209,75	40,61	180,46 ^a ± 2,06	2,68 ^b ± 0,08	0,25 ^e ± 0,01
ANOVA dwuczynnikowa wartości <i>p</i> / Two-way ANOVA <i>p</i> -values						
czynnik 1/ factor 1				< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 2/ factor 2				< 0,001	< 0,001	< 0,001
czynnik 1 x czynnik 2/ factor 1 x factor 2				< 0,001	< 0,001	0,740

Objaśnienia jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab 3

kiszzonego przecieru buraczanego (A2, B2), zawierała więcej polifenoli ogółem i była to średnio o 5 % większa zawartość od odpowiednich prób kontrolnych. Wymienione warianty chleba wykazywały także większą aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z próbami kontrolnymi.

Zaobserwowano istotne różnice pomiędzy badanymi parametrami miększu, na które wpływ miały czas trwania fermentacji żurku oraz wielkość udziału kiszzonego przecieru buraczanego w recepturze badanego chleba (Tabela 10). Miększ chlebów badanych wariantów A i B wykazał większą zawartość polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą w porównaniu z próbami kontrolnymi (A0 i B0). W badaniach wariantów A, miększ chleba ze 100-procentowym udziałem kiszzonego przecieru buraczanego (A2) miał o 10 % większą zawartość związków polifenolowych niż próba kontrolna (A0). W przypadku wariantu B zawartość polifenoli ogółem w miększu chlebów kształtowała się w granicach od 180,46 do 187,05 mg kwasu galusowego na 100 g s.m. Spośród badanych chlebów w obrębie wariantu B większą o 3 % zawartością polifenoli charakteryzował się miększ chleba z 50-procentowym udziałem kiszzonego przecieru buraczanego (B1) w porównaniu z chlebem ze 100-procentowym udziałem tego dodatku (B2). Aktywność przeciwutleniająca miększu wszystkich badanych wariantów chleba gryczanego była istotnie zróżnicowana pod wpływem czasu trwania fermentacji żurku oraz wielkości udziału kiszzonego przecieru buraczanego. Zaobserwowano, że w miarę zwiększenia udziału kiszzonego przecieru buraczanego w recepturze parametr ten ulegał zwiększeniu średnio o 0,10 mmol Trolox/100 g s.m. (ABTS⁺) i 0,01 mmol Trolox/100 g s.m. (DPPH⁺).

Uzyskane wyniki zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej, zarówno w przypadku miększu jak i skórki pieczywa, potwierdzają zasadność użycia kiszzonego przecieru buraczanego w celu podwyższenia wartości przeciwutleniającej badanego pieczywa gryczanego, które jest bogatym źródłem związków biologicznie czynnych [12].

Wnioski

1. Wydłużenie czasu fermentacji żurku (I fazy fermentacji ciasta) z dwóch do czterech dni wpłynęło korzystnie na parametry fermentacji ciasta i objętość badanego pieczywa.
2. Udział w recepturze przecieru z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego poprawił ogólną jakość, wygląd skórki, smak i zapach oraz zwiększył wartość przeciwutleniającą badanego pieczywa gryczanego.
3. Udział w recepturze kiszzonego przecieru buraczanego połączony z wydłużeniem fermentacji żurku do czterech dni poprawił jakość sensoryczną badanego pieczywa w zakresie wyglądu ogólnego oraz wyglądu skórki i miększu.

4. Wydłużenie czasu fermentacji żurku do czterech dni oraz zastąpienie wody, standardowo stosowanej w recepturze – kiszonym przecierem z korzenia buraka ćwikłowego pozwoliło na uzyskanie pieczywa o najkorzystniejszej wartości przeciwtleniającej.

Literatura

- [1] AACC. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). Method 10-05. The Association, St Paul, Minnesota, 2000.
- [2] Arendt E., Katina K., Liukkonen K.H., Autio K., Flander L., Poutanen K., Ulmer H.M.: Wpływ zakwasu na właściwości odżywcze pieczywa W: Brandt M.J., Ganzle M. (red.): Zakwas. Technologia w piekarni. PWN, Warszawa 2015, ss. 69-81.
- [3] Axel, C., Röcker, B., Brosnan, B., Zannini, E., Furey, A., Coffey, A., Arendt, E. K.: Application of *Lactobacillus amylovorus* DSM 19280 in gluten-free sourdough bread to improve the microbial shelf life. *Food Microbiol.* 2015, 47, 36-44.
- [4] Brandt M.J.: Wpływ zakwasu na jakość pieczywa W: Brandt M.J., Ganzle M. (red.): Zakwas. Technologia w piekarni. PWN, Warszawa 2015, ss. 37-48.
- [5] Cappa, C., Lucisano, M., Raineri, A., Fongaro, L., Foschino, R., Mariotti, M.: Gluten-free bread: Influence of sourdough and compressed yeast on proofing and baking properties. *Foods*, 2016, 5(4), 69.
- [6] Carbó, R., Gordún, E., Fernández, A., Ginovart, M.: Elaboration of a spontaneous gluten-free sourdough with a mixture of amaranth, buckwheat, and quinoa flours analyzing microbial load, acidity, and pH. *Food Sci. Technol. Int.* 2020, 26(4), 344-352.
- [7] Diowksz A., Sadowska A.: Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-free buckwheat bread quality. *Food Biosci.* 2021, 43, 101309.
- [8] Dittfeld A., Gwizdek K., Parol D., Michalski M.: Dieta bezglutenowa - charakterystyka grup docelowych. *Postepy Hig. Med. Dosw.* 2018, 72, 227-239.
- [9] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych: praca zbiorowa, wyd. SGGW w Warszawie, Warszawa 1983, ss. 291-320.
- [10] Mariotti, M., Cappa, C., Picozzi, C., Tedesco, B., Fongaro, L., Lucisano, M.: Compressed yeast and type I gluten-free sourdough in gluten-free breadmaking. *Food Bioproc. Technol.* 2017, 10(5), 962-972.
- [11] Mert I. D., Campanella O. H., Sumnu G., Sahin S.: Gluten-free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. 9th Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being", 8-9.05.2014, 239, ss. 239-242.
- [12] Piasecka-Józwiak, K., Słowik, E., Rozmierska, J., Chabłowska, B.: Development of organic buckwheat gluten-free bread, characterized by a high level of bioactive compounds. *J. Res. Applic. Agri. Engin.* 2016, 61(4), 110-116.
- [13] PN-A-74108:1996P. Pieczywo. Metody badań. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- [14] Pruska-Kędzior, A., Kędzior, Z., Gorący, M., Pietrowska, K., Przybylska, A., Szychalska, K.: Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur. Food Res. Technol.* 2008, 227(5), 1523-1536.
- [15] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.* 1999, 26, 1231-1237.

- [16] Różyło R., Rudy S., Krzykowski A., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło K., Skonecki S.: Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality, *Int. J. Food Sci. Technol.* 2015, 50, 313-322.
- [17] Wolska P., Ceglińska A., Dubicka A.: Produkcja pieczywa na żurkach ze zbóż bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 5 (72), 104-111.
- [18] Xianggun G., Ohlander M., Jeppson N., Bjork L.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrient in fruits of sea buckthorn during maturation, *J. Agri. Food Chem.* 2000, 48, 1485-1490.
- [19] Yen Gow-Chin, Chen Hui-Yin: Antioxidant activity of various tea extracts in relations to their antimutagenicity. *J. Agri. Food Chem.* 1995, 43, 1, 27-32.

**THE USE OF FERMENTED BEETROOT (*BETA VULGARIS* L.) PUREE FOR
THE PRODUCTION OF BUCKWHEAT BREAD WITH INCREASED
ANTIOXIDANT POTENTIAL**

S u m m a r y

Background. Gluten-free bread is nowadays a very important type of grain products. The growing knowledge of raw materials for its production allows also to improve technological quality and ensures this bread has characteristics of health-promoting food. The aim of the work was to develop a production technology and assess the quality of gluten-free (buckwheat) sourdough bread having the following variants: with half or all of the added water being replaced with fermented beetroot (*Beta vulgaris* L.) puree. The research included the determination of the total acidity of the first sourdough phase, the measurements of the dough fermentation process by means of a fermentograph and the physicochemical evaluation of the produced loaves of bread. Antioxidant properties of the finished products were also determined, broken down into bread crumb and crust.

Results and conclusion. The analyzes conducted clearly indicated that replacing water with fermented beetroot puree had a positive effect on the fermentation of buckwheat dough, its overall quality and was characterized by higher antioxidant activity compared to the control sample. It was also proven that extending the fermentation of the liquid sourdough to four days had a positive effect on the quality of the final product.

Key words: buckwheat flour, fermented beetroot puree, buckwheat sourdough bread, functional food, antioxidant potential ☒

AGNIESZKA RUDZKA, MAREK ZBOROWSKI, ŁUKASZ CHOJNOWSKI,
ROBERT MADEJ

**WPLYW NAWYKÓW ŻYWIENIOWYCH I STYLU ŻYCIA KIEROWCÓW
TRANSPORTU PUBLICZNEGO MPK W CZĘSTOCHOWIE S.A.
NA OGÓLNE SAMOPOCZUCIE - BADANIA PILOTAŻOWE**

Streszczenie

Wprowadzenie. W trosce o zasoby ludzkie i jakość usług przewozowych, firmy transportowe potrzebują informacji, które pozwoliłyby na zaprojektowanie efektywnych interwencji pozwalających na ograniczenie występowania nadwagi i otyłości wśród kierowców i związanego z nimi ryzyka. By zaprojektować takie interwencje, niezbędna jest wiedza na temat nawyków kierowców i ich wpływu na zdrowie. Niniejsza praca miała na celu zbadanie wpływu nawyków żywieniowych i stylu życia kierowców transportu publicznego MPK w Częstochowie S.A. na ogólne samopoczucie. Metodę badawczą stanowiła ankieta złożona z autorskich pytań dotyczących stylu życia i nawyków żywieniowych kierowców, a także 24-godzinny wywiad żywieniowy i kwestionariusza samopoczucia WHO-5.

Wyniki i wnioski. Wysoki odsetek (42%) badanych kierowców charakteryzowało złe samopoczucie. Kierowcy o złym samopoczuciu częściej niż pozostali kierowcy palili papierosy i sypiali mniej niż 6 godzin na dobę, a także rzadziej suplementowali dietę witaminą D, rzadziej spożywali kawę i przekąski oraz rzadziej spożywali posiłki. Dwie grupy kierowców różniło również spożycie błonnika - było ono niższe u kierowców o złym samopoczuciu. Jediną różnicą istotną statystycznie pomiędzy badanymi grupami był odsetek palaczy, jednak biorąc pod uwagę dane literaturowe przyszłe badania powinny uwzględnić również pozostałe wyróżnione czynniki i zostać wykonane z udziałem około 270 osób. Dalsze prace nad wpływem nawyków kierowców mogą wspomóc projektowanie efektywnych interwencji, wspierających zrównoważone środowisko pracy w przedsiębiorstwach zajmujących się transportem.

Słowa kluczowe: kierowcy, ogólne samopoczucie, dieta, styl życia, zrównoważone środowisko pracy

Dr inż. A. Rudzka ORCID: 0000-0002-3425-360X, Katedra Dietetyki i Badań Żywności, Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie, al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa; mgr inż. M. Zborowski ORCID: 0000-0003-2695-2491, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, ul. Kościuszki 2G, 33-300 Nowy Sącz; insp. Ł. Chojnowski, mgr inż. R. Madej, Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Częstochowie S. A., al. Niepodległości 30, 42-216 Częstochowa. Kontakt: a.dudkiewicz@ujd.edu.pl

Wprowadzenie

Kierowcy zawodowi są grupą populacyjną szczególnie narażoną na występowanie nadwagi, otyłości i związanych z nią chorób. Nadwaga dotyczy już 67 % mężczyzn wykonujących ten zawód [13], a w związku ze wzrostem występowania otyłości wraz z wiekiem [8] i starzeniem się polskiego społeczeństwa [7] należy się spodziewać, że problem będzie narastał.

Otyłość kierowców stanowi problem nie tylko dla nich samych, ale również dla zatrudniających ich pracodawców. Badania wskazują, że otyłość zwiększa ryzyko uczestnictwa w wypadku drogowym o 55 % [15], a ponadto sprawia, że osoby gorzej radzą sobie z powrotem do zdrowia po przebytej infekcji. Badania prowadzone w trakcie pandemii COVID-19 wykazały, że osoby otyłe w zależności od BMI mogą być nawet czterokrotnie bardziej narażone na hospitalizację oraz nawet dwukrotnie bardziej na śmierć w przypadku zachorowania w porównaniu do osób o prawidłowej masie ciała [6]. Ponadto otyłość zwiększa ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych, a te, według ekspertów, stanowią obecnie największe wyzwanie dla ochrony zdrowia publicznego zarówno w Polsce, jak i na świecie [21]. W Polsce w 2019 r. 21 % wskaźnika DALY (ang. *disability adjusted life-years*), który jest wykorzystywany do określania ogólnego stanu zdrowia społeczeństwa w przeliczeniu na lata życia utracone wskutek przedwczesnej śmierci lub choroby było bezpośrednio związane z chorobami układu krążenia [21]. W związku z tym absencja w pracy dla osób otyłych z powodów zdrowotnych może być wydłużona, a badania wskazują, że jest ona 1,5 do 2 razy zwiększona w porównaniu z osobami o prawidłowej masie ciała [27].

Ponadto nieregularne godziny pracy, które towarzyszą zawodowi kierowcy, mogą skłaniać do negatywnych zachowań żywieniowych, skutkujących chorobami układu pokarmowego, schorzeniami onkologicznymi oraz zaburzeniami neuropsychicznymi [17].

W trosce o bezpieczeństwo, jakość świadczonych usług transportowych oraz przyszłość organizacji zapewniających takie usługi w interesie pracodawcy leży dbałość o stworzenie zrównoważonego środowiska pracy dla kierowców. Jednym z najważniejszych celów pracodawców chcących utrzymać zrównoważone środowisko pracy jest dbałość o zdrowie pracowników, w tym promocja zdrowia fizycznego i psychicznego, jak i identyfikacja zagrożeń psychospołecznych w miejscu pracy, by można było wprowadzić efektywne działania w celu eliminowania lub ograniczania tych zagrożeń [4, 9]. By prowadzić działania związane zarówno w promocją zdrowia, jak i z dążeniem do ograniczania zagrożeń dla zdrowia kierowców, niezbędne jest zrozumienie nawyków tej grupy zawodowej i ich wpływu na zdrowie. Aktualnie brakuje badań, które łączyłyby nawyki żywieniowe i styl życia kierowców ze zdrowiem psychicznym.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań pilotażowych przeprowadzonych z udziałem kierowców Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego (MPK) w Częstochowie S. A., które miały na celu identyfikację czynników ryzyka dla ogólnego samopoczucia kierowców wynikających z nawyków żywieniowych oraz stylu życia.

Material i metody badań

W badaniach wykorzystano kwestionariusz składający się z 24-godzinnego wywiadu żywieniowego, kwestionariusza samopoczucia WHO-5 [25] oraz pytań dotyczących podstawowych informacji o osobie badanej (płeć, wiek), pomiarów antropometrycznych, opisu nawyków żywieniowych i stylu życia (aktywność fizyczna, palenie oraz zwyczajowy czas snu).

Metodologia badawcza została zatwierdzona pod względem etycznym decyzją nr. KE-U/3/2022 Komisji ds. Etyki Badań Naukowych Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie.

Kwestionariusz WHO-5 jest metodą stosowaną do oceny ogólnego samopoczucia w różnych grupach populacyjnych na całym świecie [31]. Wykorzystywany jest on m.in. do badań przesiewowych osób cierpiących na depresję [1]. Sam wynik kwestionariusza nie diagnozuje depresji, wspomaga natomiast selekcję osób, które powinny przejść kompletne badanie. Kwestionariusz pozwala wyrazić samopoczucie na skali 25- lub 100-punktowej. Wartości skali wahają się od 0 – skrajnie złe samopoczucie, do 25 lub 100 – bardzo dobre samopoczucie. Za wskazanie dalszych badań w kierunku depresji (dalej w artykule zwane „złym samopoczuciem”) uważa się wynik poniżej 13 (w skali 25-punktowej) lub 52 (w skali 100-punktowej), a także skrajnie negatywną odpowiedź na jedno z pięciu zadawanych w kwestionariuszu pytań [25].

Badania prowadzone były w 2022 roku w Częstochowie w okresie znoszenia obustrzeń związanych z pandemią COVID-19 i składały się z dwóch części. Pierwsza część badań odbyła się w lutym, stacjonarnie, na wydziale Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie i wzięło w niej udział pięciu kierowców. Druga część badań odbyła się w kwietniu i ankiety zostały rozprawdzone w siedzibie MPK w Częstochowie S. A. wśród pozostałych kierowców. Kierowcy biorący udział w drugiej części badań wypełnili 28 ankiet z 50 rozprawdzonych. W sumie w badaniach wzięło udział 33 kierowców, co stanowi ok. 10 % osób zatrudnianych przez przedsiębiorstwo na tych stanowiskach. Z 33 kierowców biorących udział w badaniu tylko 15 wypełniło rubrykę wywiadu 24-godzinnego w sposób pozwalający na interpretację uzyskanych wyników.

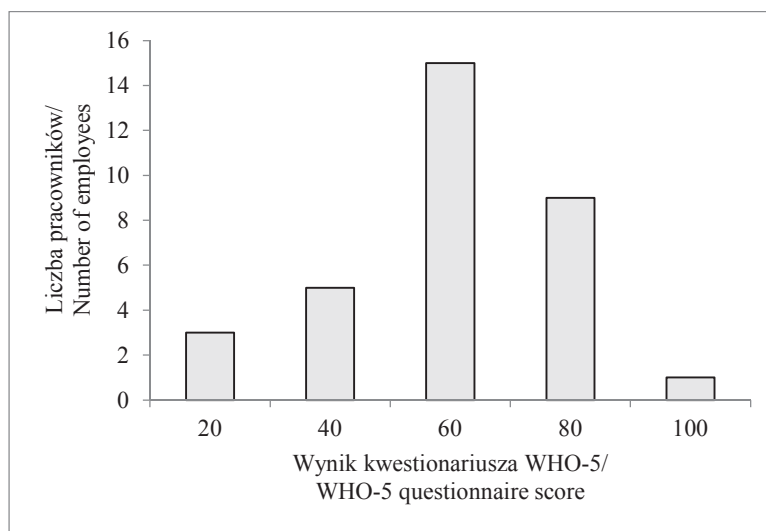
Do pierwszej części badania zgłosili się sami mężczyźni, natomiast w drugiej części uczestniczyło również siedem kobiet oraz jedna osoba, która nie określiła płci w kwestionariuszu.

Analiza statystyczna została wykonana po podzieleniu kierowców na dwie grupy, według wyników kwestionariusza WHO-5. Do pierwszej grupy przydzielono osoby o złym samopoczuciu a do drugiej – pozostałe. Różnice statystyczne między odsetkiem kierowców mających konkretne nawyki w wyróżnionych grupach zostały porównane za pomocą testu niezależności χ^2 , natomiast różnice w wartościach średnich procentowych pokrycia zapotrzebowania na składniki pokarmowe oraz procent energii pozyskiwanej z tłuszczu i węglowodanów zostały porównane za pomocą testu t-studenta dla prób niezależnych. Statystyki zostały wykonane przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do wykonania testów t-studenta wykorzystano Microsoft Excel, natomiast do przeprowadzenia testów χ^2 – program Statistica, wersja 13.0 (StatSoft, Polska).

Wyniki i dyskusja

Samopoczucie kierowców według kwestionariusza WHO-5

Wyniki badania WHO-5 w skali 100 punktowej zostały podsumowane na Rys. 1.



Rys. 1. Histogram podsumowujący wartość indeksu samopoczucia WHO-5 kierowców biorących udział w badaniu

Fig. 1. Histogram summarizing the value of the WHO-5 well-being index of the drivers participating in the study

Średni wynik uzyskany z kwestionariusza WHO-5 wyniósł 54. Wśród badanych 33 kierowców, aż 14 charakteryzowało złe samopoczucie. Stanowi to 42 % wszystkich badanych.

W Polsce aktualnie brakuje prac wykorzystujących kwestionariusz WHO-5 do badania samopoczucia kierowców, jednak badania takie pojawiają się w innych krajach. W Korei Południowej, gdzie badano samopoczucie grupy kierowców zarówno autobusów, taksówek, jak i ciężarówek, aż 39,9 % kierowców charakteryzowało złe samopoczucie [28], podobnie jak w prezentowanych badaniach własnych. Z drugiej strony średni wynik kwestionariusza WHO-5 dla kierowców ciężarówek przemierzających autostrady Francji wyniósł 70 [3], a więc znacznie wyżej niż w obecnych badaniach.

Narodowość kierowców może mieć wpływ na samopoczucie mierzone za pomocą kwestionariusza WHO-5. Wskazują na to wyniki badań przeprowadzonych na próbkach ogółu populacji 32 krajów europejskich w 2012 roku [30]. Badania te wykazały, że w Polsce aż 33,4 % z 2262 badanych osób charakteryzowało złe samopoczucie, co stanowiło 27. wynik licząc od najlepszego. Dla porównania Francja znajdowała się na miejscu 18. z odsetkiem badanych o złym samopoczuciu równym 26,7 %. Biorąc pod uwagę samopoczucie ogólnej populacji w różnych krajach, należałoby spodziewać się, że również wśród kierowców te różnice będą się utrzymywały. Polscy kierowcy mogą więc charakteryzować się gorszym samopoczuciem niż kierowcy francuscy, natomiast ważnym pytaniem jest, czy profesja kierowcy predysponuje do gorszego samopoczucia. Według systematycznego przeglądu literatury na temat kardio-metabolicznych czynników ryzyka i stanu zdrowia psychicznego wśród kierowców ciężarówek specyficzny, izolowany charakter pracy kierowców zawodowych może skutkować złym stanem zdrowia psychicznego, a w konsekwencji krótszą oczekiwaną długością życia w porównaniu z innymi grupami zawodowymi [10].

Ciekawym aspektem jest również wpływ pandemii na samopoczucie kierowców. Badania przedstawione w niniejszej pracy zostały wykonane w okresie znoszenia obostrzeń, a ograniczenia z nich wynikające oraz brak aktywności fizycznej mogły prowadzić do zmniejszenia odporności na stres wśród kierowców [34]. Praca wykonana w trakcie pandemii wskazała, że wśród 923-osobowej grupy Polaków średnie samopoczucie WHO-5 było na poziomie 55 [19], co jest wynikiem bardzo zbliżonym do uzyskanego dla kierowców w niniejszych badaniach. Autorzy wspomnianej publikacji nie podają odsetka grupy badanej charakteryzującej się złym samopoczuciem. Jednak zakładając rozkład normalny dla wyników kwestionariusza WHO-5 i odchylenie standardowe podane w publikacji, na poziomie 21, 40 ÷ 44 % badanych Polaków mogło cierpieć z powodu złego samopoczucia. Jest to o 6,6 ÷ 10,6 % wyższy odsetek niż ten podany w badaniach przedpandemicznych [30]. To wskazuje, że samopoczucie ogółu populacji rzeczywiście się pogorszyło podczas pandemii. Co za tym idzie, również samopoczucie kierowców mogło ulec pogorszeniu.

W celu określenia czy nawyki żywieniowe oraz styl życia kierowców wpływają na wyniki kwestionariusza WHO-5, badaną próbkę kierowców podzielono na dwie

grupy: GD- osoby o złym samopoczuciu oraz GH- pozostałe osoby, które następnie porównano pod kątem badanych cech. Wyniki badań nawyków kierowców oraz spożycia makroskładników pokarmowych dla obu grup kierowców zostały podsumowane w Tabelach 1 i 2.

Samopoczucie kierowców a styl życia

Udział mężczyzn w obu wyodrębnionych w badaniach grupach był porównywalny i wynosił kolejno 76 % dla GH i 79 % dla GD. Obie grupy składały się z osób w podobnym wieku (kolejno średnio 38 i 39 lat) oraz indeksie masy ciała BMI (ang. *body mass index*). Indeks ten wynosił średnio 28 dla każdej z grup, co wskazuje na nadwagę. W GH było 6 osób z nadwagą oraz 4 osoby otyłe, natomiast w GD: 3 osoby z nadwagą i 6 osób otyłych. Obie grupy również charakteryzowały się podobną średnią wartością współczynnika aktywności fizycznej – PAL (ang. *Physical Activity Level*) na poziomie ok. 1,6. Wartość ta świadczy o niewielkiej aktywności fizycznej w trakcie

Tabela 1. Rozpowszechnienie badanych nawyków wśród kierowców w grupach GH i GD
Table 1. Prevalence of examined habits among drives in GH and GD groups

Badany nawyk / Examined habit	GH	GD	Istotność statystyczna Statistical significance
	(% osób / respondents)		
Zadeklarowana aktywność fizyczna Declared physical activity	88	67	p > 0,05
Sen dłuższy niż 6 h na dobę Sleep longer than 6 h a day	44	14	p > 0,05
Palenie papierosów / Smoking	6	43	p < 0,05
Spożywanie przekąsek / Snacking	67	50	p > 0,05
Spożywanie posiłków typu fast food częściej niż raz w miesiącu Eating fast-food meals more often than once a month	50	43	p > 0,05
Spożywanie napojów energetyzujących Consuming energy drinks	72	71	p > 0,05
Spożywanie kawy/ Drinking coffee	94	71	p > 0,05
Spożywanie ≥ 3 posiłków w ciągu dnia Consumption of ≥ 3 meals a day	53	36	p > 0,05
Spożywanie wody w ciągu dnia Drinking water during the day	94	71	p > 0,05
Spożywanie płynów w objętości > 1 l dziennie Drinking > 1 l of liquids a day	94	93	p > 0,05
Regularne suplementowanie witaminy D Regular supplementation of vitamin D	39	14	p > 0,05

Explanatory notes / objaśnienia:

GH – kierowcy bez wskazań do badań w kierunku depresji oraz GD – kierowcy z takimi wskazaniami wyłonieni na podstawie kwestionariusza WHO-5;

GH – drivers without indications for testing for depression and GD – drivers with such indications selected based on the WHO-5 questionnaire.

dnia, takiej jak spacer czy sprzątanie. Tylko pięciu kierowców w całej badanej próbie zadeklarowało, że regularnie chodzi na siłownię bądź uprawia sport, jednak aż 24 osoby odpowiedziały na pytanie o aktywność fizyczną podając jej szczegóły i większość z tych osób należała do grupy GH (Tabela 1). Promocja aktywności fizycznej wśród kierowców jest postrzegana jako jedna ze strategii kontroli masy ciała [5].

Na pytanie o długość snu mniej niż połowa ankietowanych z obu grup wskazała, że trwa on dłużej niż 6 godzin na dobę. Jednak w GH odsetek ten był większy (44 %) w porównaniu do GD (14 %), choć nie różnił się istotnie. Jakość i długość snu są czynnikami wpływającymi na zdrowie oraz samopoczucie, a obecnie za optymalną długość snu uważa się 7 ÷ 8 godzin [2, 11]. Niniejsze badania wykazały, że większość kierowców nie przestrzega tych zaleceń, co mogło mieć negatywny wpływ na wyniki badania samopoczucia.

Tabela 2. Pokrycie zapotrzebowania na wybrane składniki pokarmowe i energię oraz proporcja kaloryczności diety dostarczana przez białko i tłuszcz u kierowców zakwalifikowanych do grup GH i GD

Table 2. Coverage of the demand for selected nutrients and energy as well as the proportion of the dietary calorific value provided by protein and fat in drivers qualified to the GH and GD groups

Badany nawyk / Examined habit	GH	GD	Istotność statystyczna Statistical significance
	(średnia ± odchylenie standardowe mean ± standard deviation)		
% pokrycia zapotrzebowania na energię Coverage of energy demand ¹	75 ± 23	73 ± 43	p > 0,05
% pokrycia zapotrzebowania na białko Coverage of protein demand ^{2,3}	206 ± 65	187 ± 111	p > 0,05
% pokrycia zapotrzebowania na błonnik Coverage of fibre demand ³	79 ± 45	59 ± 31	p > 0,05
% energii z tłuszczu / Energy from fat	36 ± 7	33 ± 13	p > 0,05
% energii z węglowodanów Energy from carbohydrates	47 ± 8	52 ± 13	p > 0,05

GH – kierowcy bez wskazań do badań w kierunku depresji oraz GD – kierowcy z takimi wskazaniem wyłonieni na podstawie kwestionariusza WHO-5;

GH – drivers without indications for testing for depression and GD - drivers with such indications selected based on the WHO-5 questionnaire.

¹Na podstawie rekomendacji FAO/WHO, ²Obliczono na podstawie należnej masy ciała oszacowanej ze wzoru Lorentza, ³Obliczono na podstawie referencyjnych wartości spożycia podawanych przez EFSA/

¹Based on FAO/WHO recommendations, ²Calculated based on ideal body weight estimated using the Lorentz formula, ³Calculated based on reference intake values provided by EFSA

Kolejnym nawykiem mogącym negatywnie wpływać na samopoczucie jest palenie papierosów. Na przykład Lappan i in. (2020) w badaniach przeprowadzonych wśród Amerykanów >50 roku życia, wykazali, że bycie palaczem było powiązane

z niższą satysfakcją z życia, niższym poziomem optymizmu oraz pozytywnych emocji i poczucia celu w życiu, natomiast Takao i in. (2021) stwierdzili statystycznie istotnie niższy wynik samopoczucia mierzonego za pomocą kwestionariusza WHO-5 wśród Japończyków, którzy palili w porównaniu do niepalących, jednocześnie wskazując, że różnica ta była niewielka, a po uwzględnieniu takich cech jak wiek, płeć, BMI oraz jakość snu stawała się statystycznie nieistotna [16, 29]. W niniejszej pracy udział palaczy w grupie GD był znacznie i statystycznie istotnie wyższy w porównaniu do grupy GH, co wskazuje, że palenie może wpływać negatywnie na samopoczucie kierowców.

Samopoczucie kierowców a nawyki żywieniowe

Badając nawyki żywieniowe kierowców, zadano pytania zarówno dotyczące spożycia żywności, jak i napojów, a także suplementację witaminą D. Procentowo więcej kierowców z GH spożywało przekąski, kawę i wodę w ciągu dnia, a także suplementowało dietę witaminą D oraz spożywało min. 3 posiłki w ciągu dnia w porównaniu do kierowców w grupie GD. Żadna z tych różnic nie była statystycznie istotna ze względu na małą liczbę uczestników badania. By wykazać statystyczną istotność, zakładając niezmiennie proporcje pomiędzy dwoma grupami, przyszłe badania powinny obejmować ok. 270 osób (analiza mocy, przy założeniu mocy na poziomie 0,8 oraz istotności statystycznej $\alpha = 0,05$).

Dostępna literatura, zgodnie z obserwacjami poczynionymi w niniejszych badaniach, dostarcza dowodów na korzystne efekty spożycia kawy oraz suplementacji witaminą D na samopoczucie [12, 26]. Suplementacja witaminą D miała pozytywny wpływ na zmniejszenie symptomów depresji u młodzieży [12], natomiast badania wśród kohorty amerykańskich pielęgniarek wykazały, że spożycie umiarkowanej liczby filiżanek kawy dziennie (1 ÷ 3) było związane z podwyższonym prawdopodobieństwem utrzymywania się optymizmu [26].

Praca kierowców zawodowych charakteryzuje się zmiennością, co sprzyja nieregularnym posiłkom i spożywaniu przekąsek. Mimo że w literaturze brakuje badań przedstawiających wpływ częstości spożycia posiłków na samopoczucie, niewątpliwym faktem jest, że zbyt mała ilość posiłków charakteryzujących się wysoką podażą energii skutkuje otyłością oraz powikłaniami metabolicznymi, co zwiększa ryzyko wystąpienia cukrzycy [17]. Niedziałek i Duda-Zalewska [23], analizując zachowania żywieniowe kierowców, zaobserwowały, że większość badanych spożywało średnio trzy posiłki w ciągu dnia. Wśród pracowników zmianowych konieczne jest propagowanie właściwych nawyków żywieniowych, uwzględniających regularność przyjmowania posiłków oraz dbałość o właściwe nawodnienie.

Wyniki z badań wyborów żywieniowych określone za pomocą wywiadu 24 godzinnego wskazują na niewielkie różnice w pokryciu zapotrzebowania na energię oraz białko, a także udział energii czerpanej z tłuszczu oraz węglowodanów pomiędzy gru-

pami kierowców. Natomiast kierowcy w GH zdawali się spożywać więcej błonnika niż kierowcy w GD, choć różnica nie była statystycznie istotna. Badania innych zespołów, w których skupiano się nad określeniem wpływu składników pokarmowych na wskaźnik samopoczucia mierzony za pomocą kwestionariusza WHO-5 wykazały pozytywną korelację wartości tego wskaźnika z podażą błonnika w diecie u zróżnicowanych grup populacyjnych, np. kobiet w ciąży czy studentów i studentek [32, 33], co sugeruje, że również takiego efektu można spodziewać się u kierowców i potwierdza wyniki niniejszych badań. Innymi składnikami pokarmowymi, wykazującymi podobny związek we wspomnianych badaniach były asparaginian oraz witaminy z grupy B, a także magnez. Ponadto kilku autorów przedstawiło dowody na wpływ jakości diety na wskaźnik samopoczucia WHO-5. Według tych badań wskaźnik samopoczucia był pozytywnie skorelowany z jakością żywienia definiowaną według założeń DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) [22] oraz negatywnie – z prozapalnym potencjałem diety [20, 24].

Istotnym czynnikiem ukierunkowanym na zachowanie właściwej masy ciała jest utrzymanie bilansu energetycznego pozwalającego na utrzymanie masy ciała, redukcję lub inny cel dietetyczny. Według Łokieć i Górskiej-Ciebiady [17] praca kierowcy może być klasyfikowana jako lekka. Nie istnieją zatem podstawy do zwiększania zapotrzebowania energetycznego, poza pewnymi wyjątkami (np. praca w obniżonej temperaturze otoczenia).

Zachowanie i propagowanie zasad zdrowego żywienia opartego o produkty charakteryzujące się niskim stopniem przetworzenia powinno znacząco wpłynąć na poprawę stanu zdrowia kierowców, a w konsekwencji zmniejszenie ryzyka wystąpienia chorób dietozależnych przez wiele lat wykonywania pracy zawodowej. Jeśli uwzględnimy nowe trendy na rynku produktów spożywczych wynikające z zapotrzebowania konsumentów na żywność wygodną, rozwiązaniem mającym na celu indywidualne dostosowanie diety pod względem potrzeb energetycznych może być wybór posiłków dystrybuowanych w formie cateringu dietetycznego [35]. Jak podaje Maj [18], do dominujących powodów korzystania z tej formy posiłków należy chęć redukcji masy ciała oraz brak czasu na samodzielne przygotowywanie posiłków. Alternatywnym rozwiązaniem może być wdrożenie zdrowych i wartościowych pod względem odżywczym przekąsek np. batonów z bakalii, które cieszą się coraz większą popularnością [14].

Podsumowując, w niniejszej pracy wykazano potrzebę dalszych badań nad nawykami kierowców zarówno dotyczących żywienia, jak i stylu życia, które mogłyby wpływać na samopoczucie psychiczne tej grupy zawodowej. Przyszłe prace powinny szczególnie skupić się na potwierdzeniu wpływu takich czynników jak: długość snu, palenie papierosów, spożycie kawy, częstość spożywania posiłków, suplementacja witaminą D oraz podaż błonnika w diecie na samopoczucie kierowców.

Wyniki badań niniejszej pracy wskazują, że dieta kierowców nie jest dostosowana do ich zapotrzebowania na makroskładniki pokarmowe. Należałoby, jak w przypadku ogólnej populacji, zalecić dobór diety do indywidualnego zapotrzebowania kierowców uwzględniając wiek, masę ciała, wzrost oraz współczynnik aktywności fizycznej. Dodatni bilans energetyczny predysponuje do zwiększenia masy ciała, a w konsekwencji rozwoju chorób dietozależnych. Ważnym kierunkiem zmian świadomości pracowników zmianowych, w tym kierowców, jest edukacja z zakresu umiejętności czytania etykiet produktów spożywczych oraz dokonywania wartościowych wyborów żywieniowych. Dotyczy to w szczególności wyboru pieczywa, rodzaju tłuszczów, typów mięsa, słodzonych i gazowanych napojów oraz gotowych przekąsek charakteryzujących się dobrym składem. Kierowcy powinni wzbogacać posiłki o warzywa i owoce, będące źródłem błonnika pokarmowego, składników mineralnych oraz witamin. Dieta powinna również uwzględniać obecność chudego mięsa, np. drobiu oraz ryb morskich. Należy również uwzględniać w jadłospisie mleko oraz jego fermentowane przetwory. Dbając o nawodnienie, należy wybierać wodę o dopasowanym stopniu mineralizacji. Podsumowując, model żywienia kierowców nie powinien znacząco odbiegać od zaleceń żywieniowych propagowanych przez Narodowe Centrum Edukacji Żywieniowej dla społeczeństwa polskiego.

Wnioski

1. Wyniki badań opisanych w niniejszej pracy wykazały, że wysoki odsetek (aż 42%) kierowców cierpi z powodu złego samopoczucia. Metoda wykorzystana w badaniach sugeruje, że osoby te powinny poddać się badaniom pod kątem występowania depresji.
2. W oparciu o historyczną literaturę, pandemia COVID-19 i związane z nią obostrzenia mogły wpłynąć na wyniki badań samopoczucia kierowców.
3. W celu zaprojektowania efektywnych interwencji, które mogłyby być wykorzystane przez pracodawców zatrudniających kierowców dla utrzymania zrównoważonego środowiska pracy, niezbędne są badania weryfikujące wyniki niniejszych badań z udziałem większej, liczącej przynajmniej 270 osób, grupy uczestników.
4. Dalsze prace badające wpływ nawyków żywieniowych i dotyczących stylu życia na samopoczucie kierowców powinny wziąć pod uwagę zwłaszcza:
 - a) Nawyki o potencjalnie negatywnym wpływie: palenie papierosów i zbyt krótki sen (poniżej 6 godzin),
 - b) Nawyki o potencjalnie pozytywnym wpływie: suplementacja diety witaminą D, spożywanie kawy, częste posiłki, w tym spożywanie przekąsek,
 - c) Wpływ podaży błonnika z dietą.

Podziękowanie

Autorzy publikacji pragną podziękować Pani Patrycji Gnacy za wkład w przygotowanie formularza ankiety.

Literatura

- [1] Cichoń E., Kiejna A., Kokoszka A., Gondek T., Rajba B., Lloyd C.E., Sartorius N.: Validation of the Polish version of WHO-5 as a screening instrument for depression in adults with diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 2020, 159, 107970.
- [2] Consensus Conference Panel, Watson N.F., Badr M.S., Belenky G., Bliwise D.L., Buxton O.M., Buysse D., Dinges D.F., Gangwisch J., Grandner M.A., Kushida C., Malhotra R.K., Martin J.L., Patel S.R., Quan S.F., Tasali E., Twery M., Croft J.B., Maher E., Barrett J.A., Thomas S.M., Heald J.L.: Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society on the Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: Methodology and Discussion. *Sleep*, 2015, 38 (8), 1161-1183.
- [3] Delhomme P., Gheorghiu A.: Perceived stress, mental health, organizational factors, and self-reported risky driving behaviors among truck drivers circulating in France. *J. Saf. Res.*, 2021, 79, 341-51.
- [4] Forum Odpowiedzialnego Biznesu.: Raport „Odpowiedzialny biznes w Polsce 2020. Dobre praktyki”. Dostęp w Internecie [14.07.2021] na: <https://odpowiedzialnybiznes.pl/publikacje/raport-2020/>
- [5] French S.A., Harnack L.J., Toomey T.L., Hannan P.J.: Association between body weight, physical activity and food choices among metropolitan transit workers. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2007, 4, 52.
- [6] Gao M., Piernas C., Astbury N.M., Hippisley-Cox J., O’Rahilly S., Aveyard P., Jebb S.A.: Associations between body-mass index and COVID-19 severity in 6·9 million people in England: a prospective, community-based, cohort study. *The Lancet Diabetes Endocrinol.*, 2021, 9 (6), 350–359.
- [7] Główny Urząd Statystyczny.: Sytuacja demograficzna osób starszych i konsekwencje starzenia się ludności Polski w świetle prognozy na lata 2014-2050. Dostęp w Internecie [04.01.2023] na: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/sytuacja-demograficzna-osob-starszych-i-konsekwencje-starzenia-sie-ludnoscipolski-w-swietle-prognozy-na-lata-2014-2050,18,1.html>
- [8] Główny Urząd Statystyczny.: Odsetek osób w wieku powyżej 15 lat według indeksu masy ciała (BMI). Dostęp w Internecie [04.01.2023] na: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/zdrowie/zdrowie/odsetek-osob-w-wieku-powyzej-15-lat-wedlug-indeksu-masy-ciala-bmi,23,1.html>
- [9] Grupa Robocza ds. Relacji z Osobami Świadczącymi, Pracę działającą przy Zespole ds. Zrównoważonego Rozwoju i Społecznej Odpowiedzialności, Przedsiębiorstw – organie pomocniczym Ministra Finansów, Funduszy i Polityki Regionalnej.: Przewodnik CSR po bezpiecznym i Zrównoważonym Środowisku Pracy. 2021. Dostęp w Internecie [14.07.2021] na: <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/10378-przewodnik-CSR-po-bezpiecznym-i-zrownowazonym-srodowisku-pracy.pdf>
- [10] Guest A.J., Chen Y.L., Pearson N., King J.A., Paine N.J., Clemes S.A.: Cardiometabolic risk factors and mental health status among truck drivers: a systematic review. *BMJ Open*, 2020, 10, e038993.
- [11] Halson S.L., Shaw G., Versey N., Miller D.J., Sargent C., Roach G.D., Nyman L., Carter J.M., Baar K.: Optimisation and Validation of a Nutritional Intervention to Enhance Sleep Quality and Quantity. *Nutrients*, 2020, 12 (9), 2579.

- [12] Högberg G., Gustafsson S.A., Hällström T., Gustafsson T., Klawitter B., Petersson M.: Depressed adolescents in a case-series were low in vitamin D and depression was ameliorated by vitamin D supplementation. *Acta Paediatr.*, 2012, 101 (7), 779–783.
- [13] Koło Naukowe Dietetyków z Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.: Raport o stanie zdrowia kierowców zawodowych. 2017. Dostęp w Internecie [07.07.2021] na: https://truckerslife.eu/2015/upload/raport_o_stanie_zdrowia_kierowcow_zawodowych.pdf
- [14] Kowalski S., Oracz J., Skotnicka M., Mikulec A., Gumul D., Mickowska B., Mazurek A., Sabat R., Wywrocka-Gurgul A., Żyżelewicz D.: Chemical Composition, Nutritional Value, and Acceptance of Nut Bars with the Addition of Edible Insect Powder. *Molecules.*, 2022, 27 (23), 8472.
- [15] Krajewska O., Walczak-Gałęzewska M., Markuszewski L., Pupek-Musialik D., Bogdański P.: Kierowca – zawód szczególnie narażony na ryzyko zdrowotne. *Forum Zaburzeń Metabolicznych*, 2017, 8 (3), 112–116.
- [16] Lappan S., Thorne C.B., Long D., Hendricks P.S.: Longitudinal and Reciprocal Relationships Between Psychological Well-Being and Smoking. *Nicotine Tob Res.*, 2020, 22 (1), 18–23.
- [17] Łokieć K., Górską-Ciebiada M.: Nutritional behaviours of shift workers. *Med Og Nauk Zdr.*, 2020, 26 (3), 213–220.
- [18] Maj A.: „Dieta z pudełka” – motywacje osób korzystających z gotowego cateringu dietetycznego. *Acta Universitatis Lodzianis Folia Sociologica*, 2016, 58, 165–75.
- [19] Marta P., Jakub H., Anna P., Kornelia K.K., Agnieszka W.: Can Well-Being, Positive Affect, or Contact with the Elderly Be Potential Predictors of Attitudes towards Older People? A Study on the Polish Population. *Biomed. Res. Int.*, 2022, 9198970.
- [20] Meegan A.P., Perry I.J., Phillips C.M.: The Association between Dietary Quality and Dietary Guideline Adherence with Mental Health Outcomes in Adults: A Cross-Sectional Analysis. *Nutrients*, 2017, 9 (3), 238.
- [21] Mikulec A., Zborowski M., Klimczak A.: Functional food in the primary prevention of cardiovascular diseases. *J. Educ. Health Sport*, 2022, 12 (7), 848–863.
- [22] National Heart, Lung and Blood Institute.: DASH Eating Plan. Dostęp w Internecie [28.12.2022] na: <https://www.nhlbi.nih.gov/education/dash-eating-plan>
- [23] Niedziałek S., Duda-Zalewska A.: Potrzeby zdrowotne zawodowych kierowców. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011, 92 (2), 216–220.
- [24] Phillips C.M., Shivappa N., Hébert J.R., Perry I.J.: Dietary inflammatory index and mental health: A cross-sectional analysis of the relationship with depressive symptoms, anxiety and well-being in adults. *Clin. Nutr.*, 2018, 37 (5), 1485–1491.
- [25] Psychiatric Research Unit, WHO Collaborating Centre in Mental Health.: Wskaźniki Dobrego Samopoczucia (WHO-5). Dostęp w Internecie [05.01.2023] na: <https://www.psykiatri-regionh.dk/who-5/who-5-questionnaires/Pages/default.aspx>
- [26] Qureshi F., Stampfer M., Kubzansky L.D., Trudel-Fitzgerald C.: Prospective associations between coffee consumption and psychological well-being. *PLOS ONE*, 2022, 17 (6), e0267500.
- [27] Schmier J.K., Jones M.L., Halpern M.T.: Cost of obesity in the workplace. *Scand. J. Work, Environ. Health*, 2006, 32 (1), 5–11.
- [28] Shin D.S., Jeong B.Y.: Structural Equation Model of Work Situation and Work-Family Conflict on Depression and Work Engagement in Commercial Motor Vehicle (CMV) Drivers. *Appl. Sci.*, 2021, 11 (13), 5822.
- [29] Takao T., Sumi N., Yamanaka Y., Fujimoto S., Kamada T.: Associations between lifestyle behaviour changes and the optimal well-being of middle-aged Japanese individuals. *Biopsychosoc. Med.*, 2021, 15 (1), 8.

- [30] Thomson H., Snell C., Bouzarovski S.: Health, Well-Being and Energy Poverty in Europe: A Comparative Study of 32 European Countries. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2017, 14 (6), 584.
- [31] Topp C.W., Østergaard S.D., Søndergaard S., Bech P.: The WHO-5 Well-Being Index: A systematic review of the literature. *Psychother. Psychosom.*, 2015, 84, 167–176.
- [32] Ugartemendia L., Bravo R.Y., Castaño M., Cubero J., Zamoscik V., Kirsch P.B., Rodríguez A., Reuter M.: Influence of diet on mood and social cognition: a pilot study. *Food Funct.*, 2020, 11 (9), 8320–8330.
- [33] Yelverton C.A., Rafferty A.A., Moore R.L., Byrne D.F., Mehegan J., Cotter P.D., Van Sinderen D., Murphy E.F., Killeen S.L., McAuliffe F.M.: Diet and mental health in pregnancy: Nutrients of importance based on large observational cohort data. *Nutrition*, 2022, 96, 111582.
- [34] Zborowski M., Mikulec A.: Zachowania żywieniowe studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu podczas pandemii COVID-19. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2021, 28 (4), 98–110.
- [35] Zborowski M., Mikulec A.: Dietary Catering: The Perfect Solution for Rational Food Management in Households. *Sustainability*, 2022, 14 (15), 9174.

IMPACT OF EATING HABITS AND LIFESTYLE OF PUBLIC TRANSPORT DRIVERS OF MPK IN CZESTOCHOWA S. A. ON GENERAL WELL-BEING – PILOT STUDY

Summary

Background. Out of concern for human resources and the quality of transport services, transport companies need information that would allow them to design effective interventions to reduce the prevalence of overweight and obesity among drivers and the associated risks. To design such interventions, knowledge about habits of drivers and their impact on health is essential. This study was aimed at examining the impact of eating habits and lifestyle of public transport drivers of MPK in Czestochowa S.A. on general well-being. The research method applied was a survey that included original questions about the lifestyle and eating habits of drivers, as well as a 24-hour dietary recall and the WHO-5 well-being questionnaire.

Results and conclusions. A high percentage (42 %) of the surveyed drivers were characterized by a poor well-being. These drivers were more likely to smoke and sleep less than 6 hours a night than other drivers, and were less likely to supplement their diet with vitamin D, consumed less coffee and snacks, and ate less frequent meals. The two groups of drivers also differed in fibre intake, which was lower in drivers with a poor well-being. The only statistically significant difference between the study groups was the percentage of smokers, however, taking into account the literature data, future studies should also take into account other mentioned factors and be carried out with the participation of about 270 drivers. Further work on the impact of drivers' habits may allow designing effective interventions to support the sustainable working environment in transport companies.

Key words: drivers, general well-being, diet, lifestyle, sustainable work environment 

AGNIESZKA TKACZYŃSKA, ELŻBIETA RYTEL

WPLYW ODMIANY ZIEMNIAKÓW O CZERWONYM I FIOLETOWYM MIĄSZU NA CIEMNIENIE ENZYMATYCZNE BULW ORAZ WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWIUTLENIAJĄCE

Streszczenie

Wprowadzenie. Ziemniaki odmian o kolorowym miąższu stają się coraz bardziej popularne w Polsce. Jednym z wyróżników jakości bulw jest skłonność do ciemnienia miąższu. Celem badań było określenie wpływu odmiany ziemniaków o czerwonym i fioletowym miąższu na zmianę ich barwy zaraz po przecięciu bul, po upływie 1h i 4h od ich przekrojenia oraz na zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniającą. Materiałem badawczym były ziemniaki trzech odmian o fioletowym miąższu: Provita, Double Fun, Violet Queen oraz trzech odmian o czerwonym miąższu: Magenta, Mulberry Beauty, Lily Rose. Surowiec pochodził od polskich producentów ziemniaków z sezonu wegetacyjnego 2020 i 2021 r. W ziemniakach oznaczono podstawowy skład chemiczny, zawartość polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą ABTS⁺⁺ (μM TROLOX/1 g s.m) i DPPH (μM TROLOX/1 g s.m). Barwę miąższu bulw i jej zmiany określono kolorymetrycznie przy użyciu Minolty CR-200.

Wyniki i wnioski. Zawartość polifenoli ogółem w ziemniakach odmian o fioletowej barwie miąższu była wyższa średnio o 2% , aktywność przeciwutleniająca ABTS⁺⁺ kształtowała się na poziomie 71,2, a DPPH 21,0 μM TROLOX/1 g s.m w porównaniu z ziemniakami o czerwonym miąższu (ABTS⁺⁺ 60,5 i DPPH 15,5 μM TROLOX/1 g s.m). Ziemniaki badanych odmian charakteryzowały się niską skłonnością do ciemnienia enzymatycznego bulw. Miąższ bulw o fioletowym zabarwieniu bezpośrednio po przekrojeniu był ciemniejszy (L^* średnio 41,8), odznaczał się również większym udziałem barwy niebieskiej (b^* średnio -2,8) oraz mniejszym udziałem barwy czerwonej (a^* średnio 3,8) od miąższu ziemniaków o czerwonej barwie. Natomiast miąższ ziemniaków o czerwonej barwie bezpośrednio po ich przekrojeniu, odznaczał się barwą z większym udziałem odcienia żółtego (b^* średnio 7,2), który po upływie 4 godzin od ich przekrojenia utrzymywał się na tym samym poziomie.

Słowa kluczowe: ziemniaki o czerwonym i fioletowym miąższu, polifenole ogółem, aktywność przeciwutleniająca, ciemnienie enzymatyczne

Wprowadzenie

Ziemniak jest jedną z najbardziej popularnych i najczęściej uprawianych roślin w Polsce i na świecie. W sezonie wegetacyjnym 2019/2020 produkcja ziemniaków na świecie wynosiła 370,4 mln ton, w Europie 107,3 mln ton. [25]. W Polsce natomiast zbiory ziemniaków wyniosły 6,57 mln ton, a w kolejnym sezonie 2020/2021 zwiększyły się do 8,87 mln ton. [20]. Wzrost produkcji surowca wynikał z wyższych plonów w ostatnich latach. Ziemniaki przeznaczone są głównie do konsumpcji bezpośredniej, do produkcji wyrobów smażonych, suszonych oraz skrobi [30]. Biorąc pod uwagę kierunki wykorzystania, ziemniaki klasyfikowane są na odmiany jadalne oraz skrobiowe.

W Krajowym Rejestrze zarejestrowane są 63 odmiany jadalne, 11 do przetwórstwa i 31 skrobiowych (stan na 20 luty 2022 rok) [3, 15]. Od 2022 roku do Krajowego Rejestru wpisano kolejne 3 odmiany jadalne [3, 15].

Tabela 1. Ilość odmian ziemniaków w krajowym rejestrze w 2022 r. (stan na 20 luty br.) [3, 15]

Table 1. The number of potato varieties in the national register in 2022 (as of February 20, this year) [3, 15]

Odmiany / Variety	Krajowe / Domestic	Zagraniczne / Foreign	Razem / Total
Jadalne / Edible	50	13	63
Do przetwórstwa / For processing	1	10	11
Skrobiowe / Starchy	28	3	31
Razem / Total	79	26	105

Zgodnie z globalnymi trendami oraz zmieniającymi się wymaganiami konsumentów wprowadzane są na rynek nowe odmiany ziemniaków, charakteryzujące się bardziej atrakcyjną barwą i walorami smakowo-zapachowymi. Do takich ziemniaków można zaliczyć bulwy o czerwonym i fioletowym miąższu. Ziemniaki tych odmian są coraz bardziej popularne w Europie, ale również i w Polsce. W 2021 roku w Polsce zarejestrowano odmianę o fioletowej barwie Provita. Kolorowe ziemniaki, oprócz atrakcyjnej barwy w porównaniu do bulw o tradycyjnym żółtym lub kremowym miąższu, zawierają 2 ÷ 3 razy więcej związków biologicznie aktywnych. Szczególnie bogate są w kwasy fenolowe i antocyjany [2, 5].

Jednym z czynników określających przydatność ziemniaków do spożycia i przetwórstwa spożywczego są ich cechy organoleptyczne. Bulwy ziemniaków powinny charakteryzować się dobrym smakiem, charakterystycznym zapachem oraz odpowiednią konsystencją po ugotowaniu. Barwa ziemniaków jest jednym z wyróżników jakości ziemniaków wpływających na ich akceptowalność przez konsumentów. Barwa ziemniaków zależy od ich skłonności do ciemnienia enzymatycznego. Bulwy charakteryzu-

jące się zwiększoną tendencją do ciemnienia enzymatycznego mają gorszą jakość konsumpcyjną oraz ograniczone możliwości wykorzystania w przemyśle spożywczym [6]. Ciemnienie enzymatyczne bulw w dużej mierze zależy od czynników genetycznych, a także uprawowych i środowiskowych w okresie wegetacji. Gospodarka światowa nastawiona jest na duże zyski, stosując w rolnictwie konwencjonalny system uprawy. Przyczynia się on do stosowania intensywnego nawożenia mineralnego, które może wpłynąć na pogorszenie jakości bulw, zwiększając ich tendencję do ciemnienia miąższu [27]. Szybkość ciemnienia ziemniaków zależy od aktywności enzymów oraz od zawartości związków fenolowych w bulwach [6, 27]. Zmiany barwy miąższu ziemniaków odmian o kolorowej barwie różnią się od zmian zachodzących w surowcu o tradycyjnym jaśniejszym miąższu. Niekorzystne zmiany barwy miąższu zachodzące w bulwach ziemniaków są wynikiem procesów enzymatycznego utlenienia polifenoli (między innymi tyrozyny lub kwasu chlorogenowego) przez oksydazę polifenolową i peroksydazę. Początkowe reakcje katalizowane przez oksydazę polifenolową tworzą czerwono-brązowe o-chinony, które są bardzo reaktywne. Otrzymane produkty pośrednie przechodzą następnie szereg nieenzymatycznych reakcji, w wyniku których tworzą się nierozpuszczalne, wysokocząsteczkowe związki melaninowe [7].

Celem badań było określenie wpływu odmiany ziemniaków o czerwonym i fioletowym miąższu na zmianę ich barwy zaraz po przecięciu bulw, po upływie 1h i 4h od ich przekrojenia oraz na zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniającą.

Materiały i metody badań

Materiałem badawczym były ziemniaki trzech odmian o fioletowym miąższu: Provita, Double Fun, Violet Queen oraz trzech odmian o czerwonym miąższu: Magenta, Mulberry Beauty, Lily Rose. Ziemniaki zakupiono bezpośrednio od producentów z firmy Holstar Sp. z o.o., z Hodowli Ziemniaka Zamarte Sp. z o.o. oraz od polskich rolników. Surowiec uprawiany był w sezonie wegetacyjnym 2020 i 2021r. Informacje dotyczące charakterystyki surowca i sposobu jego uprawy zamieszczono w Tabeli 2.

W badanych odmianach ziemniaków, zaraz po zbiorze oznaczono podstawowy skład chemiczny: suchą masę [1], zawartość skrobi [1], zawartość cukrów ogółem i redukujących metodą kolorymetryczną z zastosowaniem odczynnika DNS (kwas 3,5 dinitrosalicylowy) [16], zawartość białka ogółem metodą Kieldahla. Zawartość białka obliczono przy użyciu współczynnika 6.25 [1]. W ziemniakach oznaczono również zawartość polifenoli ogółem metodą Folina-Ciocalteu i aktywność przeciwutleniającą ABTS⁺ metodą spektrofotometryczną [13, 28]. Oznaczono również barwę miąższu bulw metodą obiektywną za pomocą kolorymetru CR-200-Minolta, wyskalowanego według skali Huntera w jednostkach L*, a*, b*. Barwę ziemniaków zmierzono po przecięciu bulw, po upływie 1h i 4h od przekrojenia ziemniaków [23]. Oznaczenia podstawowego składu chemicznego ziemniaków (suchej masy, cukrów ogółem i redu-

kujących, białka ogółem, skrobi) wykonano w 3 powtórzeniach laboratoryjnych, natomiast zawartość polifenoli, aktywność przeciwutleniającą i barwę wykonano w 6 powtórzeniach laboratoryjnych. Otrzymane wyniki stanowią średnią z powtórzeń laboratoryjnych i 2 lat badań.

Tabela 2. Charakterystyka surowca
Table 2. Raw material characteristics

Odmiana Variety	Kolor mięszu Color of flesh	Rejon / Area	Grupa wczesności Earliness group	Sposób uprawy Way of cultivation	Typ kulinarny Culinary type
Provita	fioletowy / purple	woj. kujawsko-pomorskie	wczesne / early	konwencjonalna conventional	B
Double Fun	fioletowy / purple	woj. zachodnio-pomorskie	średnio wczesne medium early	zrównoważona balanced	B
Violet Queen	fioletowy / purple	woj. zachodnio-pomorskie	średnio wczesne medium early	zrównoważona balanced	AB
Mulberry Beauty	czerwony / red	woj. zachodnio-pomorskie	późne / late	zrównoważona balanced	B
Magenta Love	czerwony / red	woj. podkarpackie	wczesne do średnio późne / early to mid-late	zrównoważona balanced	AB
Lily Rose	czerwony / red	woj. podkarpackie	wczesne do średnio późne / early to mid-late	zrównoważona balanced	A

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

Typy kulinarne: A - sałatkowy, B - ogólnoużytkowy, C - mączysty; Culinary types: A - salad, B - general, C - meal;

tabela opracowana na podstawie danych uzyskanych od producentów ziemniaków / the table prepared on the basis of data obtained from potato manufacturers

Analiza statystyczna

Wyniki zostały przedstawione za pomocą jedno- i dwuczynnikowej analizy wariancji przy użyciu pakietu Statistica 13.1. Wyznaczono grupy homogeniczne z zastosowaniem testu Duncana i najmniejszą istotną różnicę NIR za pomocą testu Fischera, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ oraz określono współczynnik korelacji liniowej (r) pomiędzy badanymi odmianami, a zawartością polifenoli ogółem, aktywnością przeciwutleniającą oznaczoną metodą ABTS⁺, DPPH[•] oraz wyróżnikami barwy (L^* , a^* , b^*).

Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników, stwierdzono, że badane odmiany ziemniaków o kolorowym miąższu charakteryzują się odpowiednim składem chemicznym (Tab. 3) i mogą być polecane zarówno do konsumpcji, jaki i do przetwórstwa spożywczego. Sucha masa ziemniaków wynosiła średnio 19,8 %, zawartość białka ogółem – 1,8 % a skrobi – 12,9 %. Ilość cukrów ogółem i redukujących w surowcu kształtowała się na poziomie 0,7 % i 0,3 %. Ziemniaki przeznaczone do konsumpcji powinny zawierać 16 ÷ 22 % suchej masy, 10 ÷ 16 % skrobi i poniżej 1 % cukrów redukujących [9, 22].

Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny [%] w ziemniakach odmian o fioletowym i czerwonym miąższu (średnie z sezonu wegetacyjnego 2020 i 2021 r.)

Table 3. Basic chemical composition [%] in potatoes of purple and red flesh varieties (average values for the 2020 and 2021 growing seasons)

Odmiana Variety	Kolor miąższu Color of flesh	Sucha masa Dry matter	Białko ogółem Total protein	Skrobia met. wagi R-P Starch R-P weight method	Zawartość cukrów Sugar content	
					Ogółem In total	Redukujące Reducing
Provita	Fioletowy purple	19,7 ^b ± 0,74	1,97 ^{cd} ± 0,12	14,0 ^b ± 1,43	0,34 ^a ± 0,11	0,15 ^a ± 0,11
Double Fun		21,9 ^d ± 1,08	1,71 ^b ± 0,06	14,7 ^b ± 1,15	0,38 ^a ± 0,07	0,15 ^a ± 0,03
Violet Queen		20,9 ^c ± 0,61	2,08 ^d ± 0,38	13,6 ^{ab} ± 0,82	0,78 ^c ± 0,15	0,30 ^b ± 0,07
Mulberry Beauty	Czerwony red	21,5 ^d ± 1,54	1,62 ^a ± 0,67	15,3 ^b ± 1,25	0,57 ^b ± 0,16	0,31 ^b ± 0,09
Magenta Love		17,3 ^a ± 0,87	1,93 ^c ± 0,84	10,2 ^a ± 0,61	1,29 ^e ± 0,20	0,78 ^d ± 0,38
Lily Rose		17,2 ^a ± 0,28	1,70 ^{ab} ± 0,23	9,65 ^a ± 0,75	0,99 ^d ± 0,06	0,50 ^c ± 0,24

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

a,b,c,d,e - grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między odmianami, (analiza jednoczynnikowa)

a,b,c,d,e - groups of homogeneous showing significant differences among varieties, (one-way ANOVA)

Bulwy przeznaczone do produkcji frytek i czipsów posiadają odrębne wymagania surowcowe pod względem cech jakościowych i składu chemicznego. Ziemniaki kierowane do produkcji frytek powinny zawierać 20 ÷ 22 % suchej substancji i 14 ÷ 16 % skrobi. Zawartość cukrów redukujących w bulwach nie powinna przekraczać 0,3 % [4, 9, 17]. Natomiast ziemniaki do produkcji czipsów powinny zawierać 21 ÷ 25 % suchej masy, 15 ÷ 19 % skrobi i mniej niż 0,25 % cukrów redukujących [9, 17]. Ziemniaki odmian o kolorowym miąższu zawierają około 2 ÷ 3-krotnie więcej związków polifenolowych w porównaniu do bulw o jasnej, tradycyjnej barwie [18]. Badane odmiany ziemniaków zawierały od 4,61 do 9,46 (mg GAE/1 g s.m.) polifenoli ogółem (Tab. 4). Aktywność przeciwutleniająca ziemniaków odmian o fioletowym miąższu oznaczona

metodą ABTS⁺⁺ wynosiła średnio 71,2 μM TROLOX/1 g s.m, o czerwonym miąższu – 60,5 μM TROLOX/1 g s.m. Ziemiaki odmian fioletowych charakteryzowały się również wyższą aktywnością przeciwutleniającą zmierzoną metodą DPPH^{*} (średnio 21,0 μM TROLOX/1 g s.m) w porównaniu do bulw o czerwonym miąższu (średnio 15,5 μM TROLOX/1 g s.m) (Tab. 4). Wśród odmian o fioletowej barwie najwięcej polifenoli ogółem miały bulwy odmiany Violet Quenn (9,46 mg GAE/1 g s.m.), ziemniaki tej odmiany charakteryzowały się również najwyższą aktywnością przeciwutleniającą ABTS⁺⁺ (88,8 μM TROLOX/1g s.m) oraz DPPH^{*} (21,4 μM TROLOX/1 g s.m) (Tab. 4). Natomiast wśród ziemniaków o czerwonej barwie najwięcej polifenoli ogółem zawierały bulwy odmiany Magenta Love – 5,83 mg GAE/1 g s.m. Ziemiaki tej odmiany wykazywały aktywność ABTS⁺⁺ na poziomie 65,2 μM TROLOX/1 g s.m, a DPPH 19,5 μM TROLOX/1g s.m (Tab. 4). Nemš i wsp. [18] porównały zawartość związków fenolowych oraz potencjał antyoksydacyjny ziemniaków odmian o kolorowym i tradycyjnym żółtym miąższu. Według autorek ziemniaki odmian o jasnym miąższu zawierają średnio około 5 razy mniej polifenoloi ogółem i wykazują niższą aktywność przeciwutleniającą ABTS⁺⁺. Podobne zależności stwierdzili również Hamouz i wsp. [10] oraz Lachman i wsp. [14], Soare i wsp. [24] i Pazderů i wsp. [21].

Tabela 4. Zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniająca zmierzona metodą ABTS⁺⁺ i DPPH^{*} ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu (średnie z sezonu wegetacyjnego 2020 i 2021r)

Table 4. Total polyphenol content and antioxidant activity measured by the ABTS⁺⁺ and DPPH^{*} method in purple and red flesh potatoes (average values for the 2020 and 2021 growing seasons)

Odmiana Variety	Kolor miąższu Color of flesh	Polifenole ogółem Total phenolic content [mg GAE/1 g s.m.]	ABTS ⁺⁺ [μM TROLOX/1 g s.m]	DPPH [*] [μM TROLOX/1 g s.m]
Provita	fioletowy purple	4,61 ^a ± 0,86	51,0 ^a ± 6,64	19,9 ^c ± 12,1
Double Fun		8,80 ^c ± 3,42	73,9 ^c ± 11,5	21,6 ^d ± 11,0
Violet Queen		9,46 ^d ± 2,65	88,8 ^b ± 12,5	21,4 ^d ± 8,80
Mulberry Beauty	czerwony red	5,31 ^b ± 3,50	58,5 ^{ab} ± 11,2	14,9 ^b ± 7,32
Magenta Love		5,83 ^b ± 0,82	65,2 ^b ± 12,1	19,5 ^c ± 11,9
Lily Rose		5,68 ^b ± 1,69	57,7 ^a ± 9,16	12,0 ^a ± 3,44

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

a,b,c,d,e - grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między odmianami; (analiza jednoczynnikowa)

a,b,c,d,e - groups of homogeneous showing significant differences among varieties, (one-way ANOVA)

Ważną cechą jakości ziemniaków jest ich barwa, która determinowana jest przede wszystkim uwarunkowaniami genetycznymi [2, 26]. W ziemniakach odmian o jasnym miąższu za ich barwę odpowiadają karotenoidy i flawonole, a w ziemniakach odmian o kolorowym miąższu – antocyjany [10]. Antocyjany należą do grupy flawonoidów, które wykazują właściwości antyoksydacyjne, przeciwzapalne, przeciwtleniające, przeciwnowotworowe [18, 19].

Tabela 5. Ciemnienie enzymatyczne ziemniaków oznaczone po przecięciu bulw, po upływie 1 godziny i 4 godzin od ich przekrojenia (średnie z sezonu wegetacyjnego 2020 i 2021r)

Table 5. Enzymatic darkening of potatoes determined after cutting tubers, 1 hour and 4 hours after their cutting (average values for the 2020 and 2021 growing seasons)

Odmiana / Variety	Kolor miąższu Color of flesh	Ciemnienie enzymatyczne / Enzymatic darkening		
		L*		
		0h	1h	4h
Provita	Fioletowy purple	43,0 ^{bc} ± 3,53	42,8 ^{bc} ± 2,74	45,1 ^{de} ± 3,07
Double Fun		41,7 ^{ab} ± 2,23	42,8 ^{bc} ± 2,12	45,5 ^e ± 3,03
Violet Queen		40,8 ^a ± 1,61	42,1 ^{abc} ± 1,00	43,8 ^{cd} ± 0,82
Mulberry Beauty	Czerwony red	53,0 ^g ± 2,16	52,0 ^g ± 1,99	52,8 ^g ± 2,07
Magenta Love		49,3 ^f ± 2,38	49,4 ^f ± 2,23	49,8 ^f ± 2,29
Lily Rose		51,9 ^g ± 2,98	52,7 ^g ± 2,63	53,4 ^g ± 2,47

Objaśnienia: / Explanatory notes:

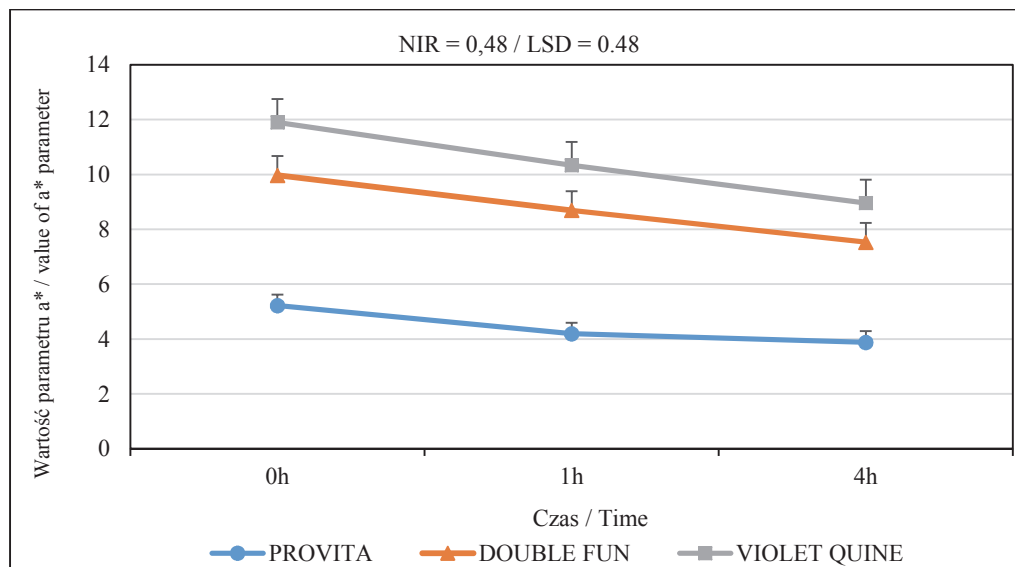
a,b,c,d,e,f,g - grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między odmianami i czasem pomiaru, (analiza dwuczynnikowa)

a,b,c,d,e,f,g - groups of homogeneous showing significant differences among varieties and measurement time, (two-way ANOVA)

Wyniki pomiaru barwy ziemniaków o kolorowym miąższu przedstawiono w Tabeli 5 oraz na Rys. 1, 2, 3 i 4. Bulwy odmian o fioletowym zabarwieniu bezpośrednio po przekrojeniu charakteryzowały się ciemniejszym kolorem w porównaniu do ziemniaków o czerwonej barwie. Różnica wynikała z wyższej zawartości polifenoli ogółem w ziemniakach odmian o fioletowym miąższu o około 2 % w porównaniu do ziemniaków o czerwonej barwie (Tab. 4). Wartość parametru L* (Tab. 5), określająca jasność bulw ziemniaków o fioletowym miąższu wahała się w granicach od 40,8 (Violet Queen) do 43,0 (Provita), a o czerwonym miąższu – w przedziale od 49,3 (Magenta) do 53,0 (Mulberry Beauty). Im bardziej jednolity i intensywnie wybarwiony był miąższ ziemniaków, tym niższa była wartość parametru L* (Tab. 5). Wśród ziemniaków o fioletowej barwie, taką odmianą była Violet Queen, a wśród bulw o czerwonym miąższu – Magenta Love (Tab. 5). W badaniach przeprowadzonych przez Iborrę-Bernad i wsp. [11] wartość parametru L* ziemniaków odmiany Vitelotte o fioletowym miąższu wynosiła 25,4. W ziemniakach odmian o kolorowym miąższu analizowanych

przez Rytel i wsp. [23] jasność (parametr L^*) wynosiła od 32 (Vitelotte) do 38,3 (Blue Congo) wśród bulw odmian o fioletowym miąższu oraz od 50,7 (Rote Emma) do 57,3 (Rosalinde) wśród bulw o czerwonym miąższu.

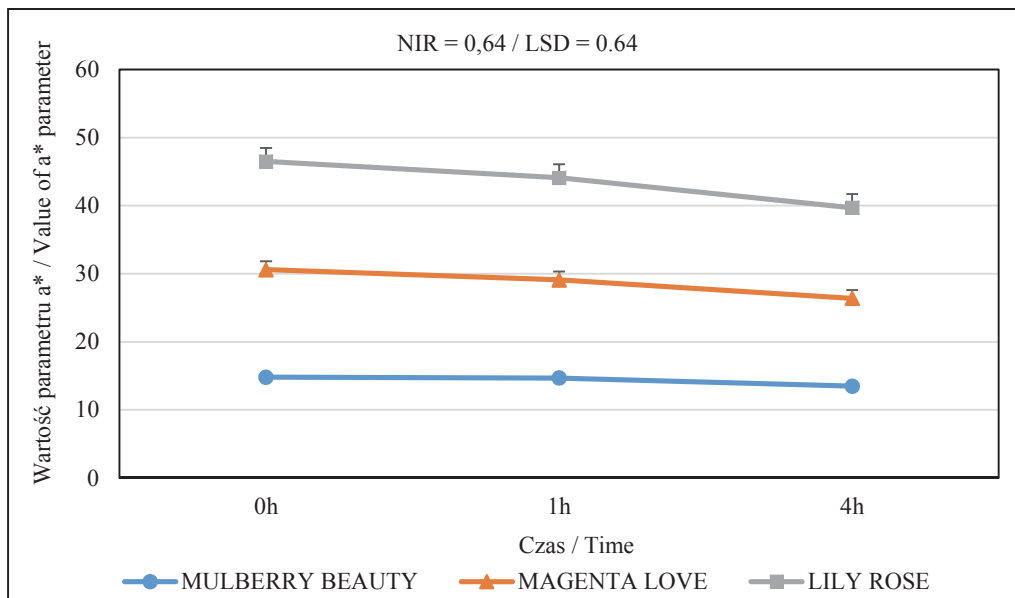
Bezpośrednio po przekrojeniu bulw barwa miąższu ziemniaków odmian o fioletowym zabarwieniu odznaczała się mniejszym udziałem barwy czerwonej (niższa wartość wyróżnika a^*) (Rys. 1), który kształtował się w przedziale od 1,9 (Violet Queen) do 5,2 (Provita) w porównaniu do miąższu ziemniaków czerwonych, w których wartość parametru a^* (Rys. 2) wynosiła od 14,8 (Mulberry Beauty) do 15,9 (Lily Rose). Według Iborry-Bernad i wsp. [11] wartość parametru a^* ziemniaków odmiany Vitelotte o fioletowym miąższu wynosi 10,0. Podobne zależności stwierdzili Rytel i wsp. [23] – ziemniaki fioletowe wykazywały udział barwy czerwonej (a^*) od 6,5 (Blaue Elise) do 15,4 (Blue Congo), a ziemniaki czerwone – od 19,0 (Rote Emma) do 23,2 (Rosalinde).



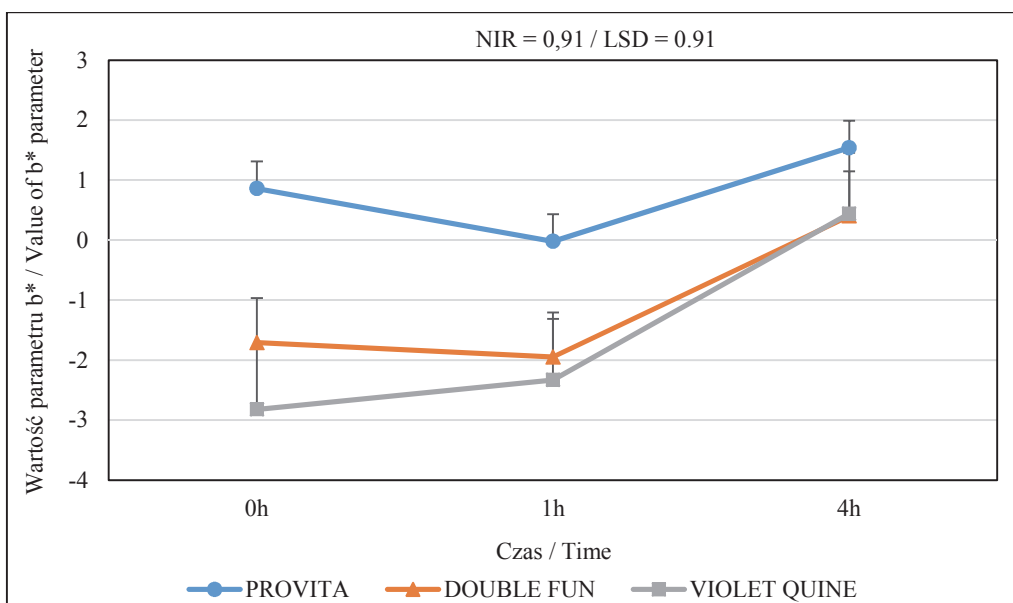
Rys. 1. Wartość parametru a^* ziemniaków odmian o fioletowym miąższu

Fig. 1. Value of the a^* parameter of purple flesh potato varieties

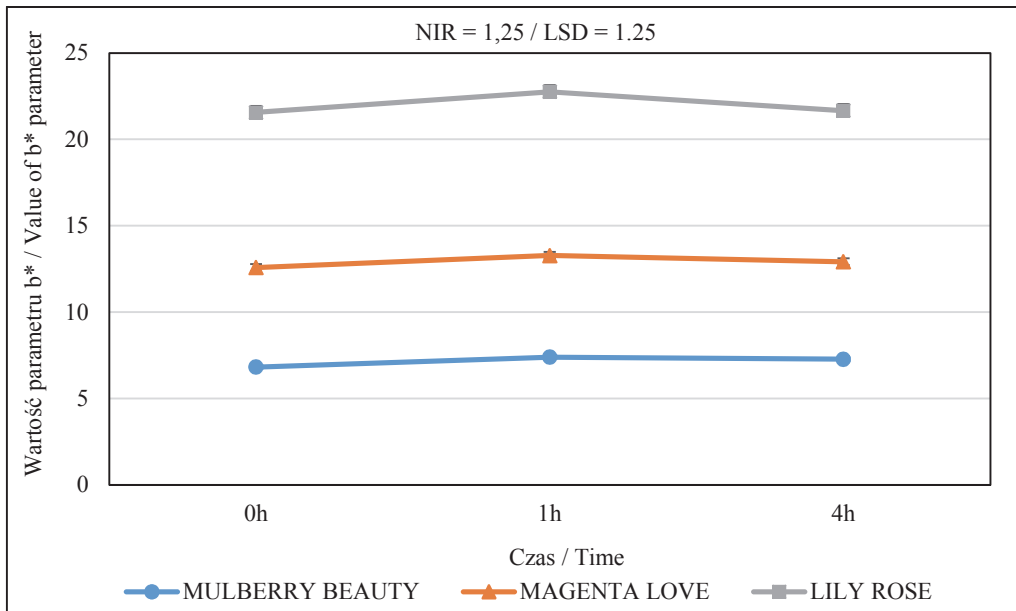
Ponadto miąższ ziemniaków odmian o czerwonym zabarwieniu bezpośrednio po ich przekrojeniu, odznaczał się barwą z niewielkim udziałem odcienia żółtego, parametr b^* (Rys. 4) wynosił średnio 7,2, natomiast wśród odmian o fioletowym miąższu przeważał odcień niebieski (parametr b^* wynosił średnio -0,9) (Rys.3). Iborry-Bernad i wsp. [11] określili wartość tego parametru na poziomie 5,9 dla ziemniaków odmiany Vitelotte o fioletowej barwie. W badaniach przeprowadzonych przez Rytel i wsp. [23] wartość parametru b^* dla odmian o czerwonym miąższu wynosiła średnio 3,2, a dla odmian o fioletowej barwie -7,2.



Rys. 2. Wartość parametru a* ziemniaków odmian o czerwonym miąższu
 Fig. 2. Value of the a* parameter of red flesh potato varieties



Rys. 3. Wartość parametru b* ziemniaków odmian o fioletowym miąższu
 Fig. 3. Value of the b* parameter of purple flesh potato varieties



Rys. 4. Wartość parametru b^* ziemniaków odmian o czerwonym miąższu

Fig. 4. Value of the b^* parameter of red flesh potato varieties

Przeprowadzone badania wykazały, że ziemniaki odmian o czerwonym i fioletowym miąższu charakteryzowały się stabilną barwą miąższu, która nie zmieniała się po upływie 1 godziny i 4 godzin od przecięcia bulw. Średnia wartość parametru L^* bulw o fioletowej barwie mieściła się w przedziale od 41,8 (zaraz po przekrojeniu bulw) do 44,8 (po 4 h od ich przecięcia). Natomiast jasność miąższu ziemniaków o czerwonym miąższu wynosiła średnio od 51,4 do 52,0. Miąższ ziemniaków o fioletowej barwie z upływem czasu wykazywał większy udział barwy żółtej, po 4 godzinach stwierdzono wzrost wartości parametru b^* z -0,9 (zaraz po przecięciu bulw) do 0,2 (po upływie 4 godzin od ich przekrojenia) (rys. 1, 3). Natomiast wartość parametru a^* obniżyła się z wartości 4,0 do 3,0 co świadczy o zmianie barwy ziemniaków w kierunku zielonej (rys. 1). Badane ziemniaki o czerwonym miąższu charakteryzowały się większą stabilnością oznaczonych parametrów barwy (rys. 2,4). Miąższ bulw tych odmian zaraz po przecięciu wykazywał wyższy udział barwy czerwonej, wartość parametru a^* wynosiła średnio 15,5 i większy udział barwy żółtej ($b^* = 7,2$) od odmian fioletowych. Oznaczone wartości parametrów barwy ziemniaków czerwonych zmieniały się w mniejszym zakresie – stwierdzono zmniejszenie udziału barwy czerwonej (parametr a^* zmienił się w zakresie od 15,5 do 13,2) i udziału barwy żółtej na tym samym poziomie. wartość parametru b^* wynosiła 7,2) (rys. 1,4). Rytel i wsp. [23] również stwierdzili niewielkie zmiany wartości parametrów L^* , a^* , b^* w ziemniakach odmian o koloro-

wym miąższu po upływie 1 i 4 h od przecięcia bulw. Według badań autorów [23] po 4 godzinach od przekrojenia bulw, wartość parametru L^* oznaczona w ziemniakach o czerwonym miąższu wynosiła od 53,6 do 54, a w bulwach odmian o fioletowej barwie kształtowała się w zakresie od 35,2 do 38. Stwierdzono również zmniejszenie udziału barwy czerwonej, zarówno w ziemniakach o fioletowej barwie, jak i o barwie czerwonej. Natomiast po upływie 4 godzin od przecięcia ziemniaków zwiększyła się wartość parametru b^* i wzrósł udział barwy żółtej – zarówno w fioletowych, jak i w czerwonych ziemniakach.

Grudzińska i wsp. [8], Keutgen i wsp. [12] oraz Zagórska i Grudzińska [29] przedstawili wyniki badań barwy ziemniaków odmian o żółtym miąższu. Badane odmiany ziemniaków charakteryzowały się niską skłonnością do ciemnienia enzymatycznego. Badania prowadzono zaraz po zbiorze i po upływie 7 miesięcy przechowywania ziemniaków. Autorzy stwierdzili, że wartość parametru L^* (jasność) miąższu bulw badanych odmian wynosiła średnio od 4,7 (zaraz po zbiorze) do 4,3 (po 7 miesiącach przechowywania). Keutgen i wsp. [12] również przeprowadzili badania ziemniaków o jasnym miąższu i stwierdzili, że średnie zmiany wartości parametru L^* wynosiły od 8,75 (zaraz po zbiorze) do 8,2 (po 6 miesiącach przechowywania). Na podstawie badań innych autorów i badań własnych można stwierdzić, że ziemniaki obecnie dostępne na rynku zarówno odmian o tradycyjnym, jak i o czerwonym i fioletowym miąższu charakteryzują się stabilną barwą, która nie zmienia się w czasie. Zmianie ulegają natomiast parametry odpowiedzialne za udział barwy niebieskiej/zielonej (parametr b^*), czy żółtej/ czerwonej (parametr a^*). Na podstawie obliczonych współczynników korelacji (Tab. 6) nie stwierdzono wpływu odmiany ziemniaków na zawartość polifenoli ogółem oraz aktywność przeciwutleniającą oznaczoną dwoma różnymi metodami. Wykazano korelację między odmianami a oznaczonymi parametrami barwy miąższu bulw L^* , a^* , b^* .

Tabela 6. Wartości współczynników korelacji liniowej pomiędzy odmianami ziemniaków a zawartością polifenoli ogółem, aktywnością przeciwutleniającą oznaczoną metodą ABTS⁺⁺, DPPH[•] oraz wartościami barwy L^* , a^* , b^* (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$)

Table 6. Values of linear correlation coefficients among potato varieties and total polyphenol content, antioxidant activity determined by ABTS⁺⁺, DPPH[•] and L^* , a^* , b^* color values (significance level $\alpha = 0.05$)

Odmiany ziemniaków Potato varieties	Polifenole ogółem Total phenolic content [mg GAE/1g s.m.]	ABTS ⁺⁺ [μ M ROLOX / 1 g s.m]	DPPH [•] [μ M TROLOX / 1 g s.m]	L^*	a^*	b^*
	0,10*	0,10*	0,30*	0,70**	0,80**	0,80**

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

* - wartości nieistotne / not significant;

** - wartości istotne / significant.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Ziemiaki badanych odmian charakteryzowały się suchą masą od 16,5 do 23,0 %, zawartością skrobi od 9,6 do 16,7 % oraz cukrów ogółem i redukujących – odpowiednio 0,7 % i 0,3 %. Badane odmiany charakteryzowały się również niską skłonnością do ciemnienia enzymatycznego miąższu. W związku z tym ziemiaki o kolorowym miąższu mogą być polecane zarówno do konsumpcji, jaki i do przetwórstwa spożywczego.
2. W badanych ziemniakach stwierdzono różnice w zawartości związków polifenolowych oraz aktywności przeciwutleniającej ABTS⁺ (μM TROLOX/1g s.m) i DPPH (μM TROLOX/1g s.m). Wyższą zawartością polifenoli ogółem o 15 % oraz wyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się ziemiaki odmian o fioletowym miąższu.
3. Nie stwierdzono zmian wartości pomiaru parametru L* w ziemniakach odmian o czerwonym miąższu, natomiast wartości tego parametru w ziemniakach odmian o fioletowej barwie zmieniały się w czasie.
4. Ziemiaki odmian o czerwonym miąższu odznaczały się barwą z niewielkim udziałem koloru żółtego (parametr b*) i wyższym udziałem koloru czerwonego (parametr a*), a ziemiaki o fioletowej barwie miały większy udział koloru niebieskiego (parametr b*).
5. Po upływie 4 godzin od przecięcia ziemniaków miąższ bulw o fioletowej barwie wykazywał większy udział koloru żółtego i zielonego, natomiast ziemiaki o czerwonej barwie wykazywały niższy udział koloru czerwonego.
6. Stwierdzono istotną korelację pomiędzy parametrami barwy bulw (L*, a*, b*) a odmianą ziemniaków.

Autorzy uzyskali środki finansowe w ramach projektu badawczego z Narodowego Centrum Nauki, nr 2019/35/O/NZ9/00168, pt.: „Wykorzystanie soków owocowych i warzywnych do stabilizacji barwy antocyjanów wyizolowanych z ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu”.

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC: Washington, DC, USA., 1995.
- [2] Bech A.: Hodowla oraz właściwości prozdrowotne ziemniaków o fioletowej barwie miąższu. Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl. 2020, (290), 11-14.
- [3] Charakterystyka odmian jadalnych. [on line]. Charakterystyka Krajowego Rejestru odmian ziemniaka. IHAR-PIB. Dostęp w Internecie [Wydanie XVIII, 2015]: <https://polskiziemniak.pl/charakterystyka-odmian-jadalnych/>

- [4] Charakterystyka odmian skrobiowych. [on line]. Charakterystyka Krajowego Rejestru odmian ziemniaka. IHAR-PIB. Dostęp w Internecie [Wydanie XVIII, 2015]: <https://polskiziemniak.pl/charakterystyka-odmian-skrobiowych/>
- [5] Eichorn S., Winterhalter P.: Anthocyanins from pigmented potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. Food Res. Int. 2005, 38, 943-948.
- [6] Grudzińska M., Zgórska K.: Ciemnienie enzymatyczne miazgi bulw ziemniaka w zależności od odmiany. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 2006, 511(2), 579-584.
- [7] Grudzińska M., Zgórska K.: Intensywność ciemnienia enzymatycznego a zawartość związków fenolowych w różnych częściach bulw ziemniaka. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 2006, 511(2), 585-591.
- [8] Grudzińska M., Czerko Z., Wierzbicka A., Pietraszko M., Zgórska K.: Zmiany wybranych cech technologicznych 15 odmian ziemniaków w czasie przechowywania. Acta Agrophys. 2016, 23(3), 381-395.
- [9] Grudzińska M., Mańkowski D.: Straty masy surowca w procesie smażenia frytek ziemniaczanych w zależności od odmiany. Annales UMCS sectio E Agricultura, 2018, 73, 1, 51-61.
- [10] Hamouz K., Lachman J., Pazderů K., Tomásek J., Hejtmánková K., Pivec V.: Różnice w zawartości antocyjanów i aktywności przeciwutleniającej bulw ziemniaka o różnym zabarwieniu miąższu. Roślina, Gleba i Środowisko., 2011, 57 (10), 478-485.
- [11] Iborra Bernad C., García Segovia P., Martínez Monzó J.: Effect of vacuum cooking treatment on physicochemical and structural characteristics of purple flesh potato. Int. J. Food Sci. Technol. 2014, 49(4), 943-951.
- [12] Keutgen, A. J., Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E., Murawska, B., & Spychaj-Fabisiak, E.: Wpływ przechowywania na procesy ciemnienia bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) i ich właściwości prozdrowotne. Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2014, 53, 86-88.
- [13] Kucharska A.: Związki aktywne owoców derenia. Rozprawa habilitacyjna. Monografie CXLVIII, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu., 2012, ss. 70.
- [14] Lachman J., Hamouz K., Sulc M., Orsák M., Dvorak P.: Differences in phenolic content and antioxidant activity in yellow and purple-fleshed potatoes grown in the Czech Republic. Plant Soil and Environ. 2008, 54(1), 1-6.
- [15] Lenartowicz T., Grudzińska M., Erlichowski, T.: Nowe odmiany ziemniaka 2022. Ziemniak Polski 2022, (2), 3-9.
- [16] Lindsay H. A.: Colorimetric estimation of reducing sugars in potatoes with 3,5-dinitrosalicylic acid. Potato Res. 1973, 16, 176-179.
- [17] Lisińska G.: Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaków. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 2006, 511, 81-94.
- [18] Nemš A., Miedzianka J., Pęksa A., Kita A.: Zawartość związków prozdrowotnych w ziemniakach odmian o różnej barwie miąższu. Brom. Chem. Toksykol. 2015, 47(3), 473-478.
- [19] Nemš A., Pęksa A.: Polyphenols of coloured-flesh potatoes as native antioxidants in stored fried snacks. LWT - Food Sci. Technol. 2018, 97, 597-602.
- [20] Nowacki W.: Polski sektor ziemniaczany po 1,5 roku trwania pandemii wywołanej COVID-19. [on line]. POLSKI ZIEMNIAK. Dostęp w Internecie [2021/05]: https://polskiziemniak.pl/wp-content/uploads/2021/05/Polski_sektor.pdf
- [21] Pazderů K., Hamouz K., Lachman J., Kasal P.: Yield potential and antioxidant activity of potatoes with coloured flesh. Plant, Soil and Environ. 2015, 61(9), 417-421.

- [22] Rytel E., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Konsystencja ziemniaków gotowanych i produktów smażonych w zależności od zawartości polisacharydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 2006, 511(2), 601-609.
- [23] Rytel E., Nemš A., Pęksa A., Kita A., Miedzianka J., Tajner-Czopek A., Hamouz K.: Discolouration of raw and cooked coloured fleshed potatoes differing in anthocyanins and polyphenols content. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2019, 54(1), 92-101.
- [24] Soare R., Dinu M., Babeanu C., Soare M.: Evaluation and comparison of antioxidant activity and biochemical compounds in some coloured potato cultivars. *Plant, Soil and Environ.* 2020, 66(6), 281-286.
- [25] Stańko S., Mikuła A.: Zmiany w produkcji, handlu zagranicznym i zużyciu krajowym ziemniaków w Polsce w latach 2001-2019. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego*, 2021, 21(1), 33-51.
- [26] Urbanowicz J.: Fitotoksyczna reakcja pięciu odmian ziemniaka na powszchodowe stosowanie metrybuzyny. Część II. Wpływ na wybrane cechy jakości bulw. *Biul. IHAR.*, 2010, 257-258, 197-205
- [27] Wszelaczyńska E., Pobereżny J., Gościnną K., Chmielewski J., Laba S.: Ciemnienie bulw ziemniaka - możliwości jego ograniczania. *Przem. Spoż.* 2017, 71(11).
- [28] Yen G., Chen H.: Antioxidant activity of various tea extracts in relations to their antimutagenicity. *J. Agri. Food Chem.* 1995, 43, 27-32.
- [29] Zgórska K., Grudzińska M.: Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophys.* 2012, 19(1), 203-214.
- [30] Zagórska K.: Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych. *Inż. Przetw. Spoż.* 2013, 3(4), 5-9.


EFFECT OF RED AND PURPLE FLESH POTATO VARIETIES ON ENZYMATIC DARKENING OF TUBERS AND ANTIOXIDANT PROPERTIES

Summary

Background. Colored-flesh potato varieties are becoming more and more popular in Poland. One of the distinctive features of tuber quality is a tendency for the enzymatic darkening of flesh. The aim of the research was to determine the effect of red and purple flesh potato varieties on the change of their color immediately after cutting tubers, one hour and four hours after their cutting, and on the total polyphenol content and antioxidant activity. The research material was three purple flesh potato varieties: Provita, Double Fun, Violet Queen and three red flesh potato varieties: Magenta, Mulberry Beauty, Lily Rose. The raw material came from Polish producers from the 2020 and 2021 growing seasons. Basic chemical composition, total polyphenol content and ABTS⁺⁺ (μM TROLOX/1g d.m.) and DPPH (μM TROLOX/1g d.m.), as well as antioxidant activity were determined for the potatoes. The color of tuber flesh and its changes were determined calorimetrically using a Minolta CR-200.

Results and conclusions. Purple flesh potatoes were characterized by higher total polyphenol content (by 2%) and higher antioxidant activity of ABTS⁺⁺ and DPPH^{*} (71.2, and 21.0 μM TROLOX/1g d.m. respectively) in comparison to the red varieties (ABTS⁺⁺ – 60.5 and DPPH – 15.5 μM TROLOX/1g d.m.). The potato varieties tested were characterized by a low tendency for the enzymatic darkening of tubers. The flesh of purple potatoes immediately after cutting was darker (L^* 41.8 on average). It was also characterized by a higher share of blue (b^* -2.8 on average) and a lower share of red (a^* 3.8 on average) than for

red flesh potatoes. The flesh of red potatoes after cutting was characterized by a color with a higher proportion of yellow shade (parameter b^* was 7.2 on average), which did not change after four hours after cutting.

Key words: antioxidant activity, enzymatic darkening, total polyphenols, red and purple flesh potatoes 

ANNA PRUSAK, DARIUSZ RAŚ, MARTA WOŹNIAK,
MAGDALENA NIEWCZAS-DOBROWOLSKA

**ROLA MEDIÓW SPOŁECZNOŚCIOWYCH I INFLUENCER MARKETINGU
W KSZTAŁTOWANIU ZACHOWAŃ KONSUMENCKICH U MŁODYCH
OSÓB: PRZYPADEK LODÓW EKIPY FRIZA**

Streszczenie

Wprowadzenie. Celem zaprezentowanych badań jest studium przypadku, polegające na analizie ogólnodostępnych artykułów internetowych opisujących zjawisko wpływu influencerów w kontekście zachowań konsumenckich na rynku artykułów spożywczych w Polsce. Dotyczy to w szczególności produktów żywnościowych o charakterze niepodstawowym, impulsowym, o wysokiej zawartości tłuszczu i cukru. Przykładem tego jest omówiony w obecnym artykule, niespotykany wcześniej popyt na lody sorbetowe Koral Ekipa wśród dzieci i młodzieży szkolnej (do 17. roku życia). Było to zjawisko obserwowane w kwietniu 2021 roku jako efekt kampanii marketingowej PLL Koral przeprowadzonej we współpracy z najpopularniejszymi, polskimi youtuberami znanymi jako Ekipa Friza.

Wyniki i wnioski. Zaprezentowane studium przypadku pokazuje siłę mediów społecznościowych i *influencer marketingu* w zakresie kształtowania zachowań konsumenckich wśród dzieci i młodzieży szkolnej. Jednym z przedmiotów komercyjnej działalności Ekipy Friza była współpraca ze znanymi producentami i dystrybutorami wyrobów spożywczych w Polsce, jak PPL Koral, Dooti Donuts, Krynica Vitamin i Millano Group. Ekipa asygnowała swoją nazwą cztery produkty spożywcze, przy czym lody Koral-Ekipa, wprowadzone pod koniec marca 2021 roku, odnotowały największy sukces rynkowy. Ich sprzedaż przewyższała o co najmniej 300 % inne nowości produktowe w ponadczterdziestoletniej historii firmy Koral. Wysokie wskaźniki sprzedaży lodów zostały osiągnięte już w marcu i kwietniu, co skłoniło producenta do uruchomienia dodatkowej linii, pozwalającej wytwarzać ok. 1 mln sztuk lodów na dobę. W tym kontekście autorzy nawiązali także do wpływu zjawiska *influencer marketingu* na zdrowie młodych osób i, w konsekwencji, całego społeczeństwa.

Słowa kluczowe: media społecznościowe, influencer marketing, zachowania konsumenckie, YouTube, lody Ekipy

Dr hab. A. Prusak ORCID: 0000-0002-8344-658X, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków; dr D. Raś ORCID: 0000-0002-8112-8748; dr M. Woźniak ORCID: 0000-0003-3991-8153, Instytut Dziennikarstwa, Mediów i Komunikacji Społecznej, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie, ul. Grodzka 40, 31-002 Kraków; dr inż. M. Niewczas-Dobrowolska ORCID: 0000-0001-5664-9886, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków; Kontakt: stradaa@uek.krakow.pl

Wprowadzenie

Wielu współczesnych badaczy zwraca uwagę na problem kształtowania zachowań, szczególnie młodzieży i dzieci, przez media społecznościowe. W obecnym artykule przedstawiono studium przypadku dotyczące wpływu grupy influencerów, zwanej *Ekipą Friza*, na kształtowanie postaw i zachowań konsumenckich na rynku żywności najmłodszej generacji Polaków. Jest to jednak dużo szerszy problem społeczny, którego przyczyny i konsekwencje znacząco wykraczają poza tę sferę życia nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie.

Friz to pseudonim najpopularniejszego polskiego influencera-przedsiębiorcy, twórcy piosenek, filmów i opowieści o odwiedzanych przez siebie miejscach i wydarzeniach. Jego konto w serwisie YouTube zostało założone 15 października 2010 roku. Przez pierwszy rok funkcjonowania materiały publikowane były codziennie, w roku 2022 i obecnie ma to miejsce kilka razy w miesiącu. Z czasem zmienił się także charakter publikowanych treści, które stawały coraz bardziej lifestyle'owe, co pozwoliło podtrzymać zainteresowanie wśród nastolatków. Do końca października 2022 roku Friz uzyskał 4,69 mln subskrybentów w serwisie YouTube, a wszystkie jego filmy wyświetlono ponad 2 miliardy razy. Charakterystycznym, firmowym znakiem Friza jest luksusowa willa z basenem i sauną oraz otwartą przestrzenią (*open space'em*). Tam spotykają się członkowie Ekipy Friza, czyli grupa znajomych influencerów, żyjących z nim w jednym domu i nagrywających wspólne treści, stąd sugerowany przekaz, że ich motywem przewodnim była przyjaźń. Choć prezentowane materiały adresowane są przede wszystkim do młodych odbiorców, to oddziałują na całe społeczeństwo, a ich popularność przekracza nawet wskaźniki osiągnięte przez znanych polityków. Influencer prowadzi także szeroką działalność komercyjną, np. poprzez sklep z gadżetami czy współpracę reklamową z różnymi markami, także w branży żywnościowej. W 2022 roku Ekipa zadebiutowała na warszawskiej giełdzie papierów wartościowych jako Ekipa Holding S.A., jednak w tym samym roku projekt EKIPA został zamknięty, czego przyczyną były wewnętrzne spory o akcje Holdingu [32].

Cały projekt nie był przypadkowym przedsięwzięciem, lecz starannie przemyślanym planem biznesowym, podobnie jak opisana w tym artykule kampania marketingowa lodów Koral Ekipa. Studium przypadku, będące celem prowadzonych badań, dotyczy kilku istotnych problemów. Pierwszy z nich to popularność mediów społecznościowych i ich wpływ na zachowania konsumenckie dzieci i młodzieży szkolnej. Przykładowo serwis YouTube jest szczególnie popularny wśród dzieci w wieku 5-15 lat [19]. Drugi problem to styl życia prezentowany przez youtuberów i influencerów, który nie tylko różni się od modelu życia przeciętnych odbiorców ich filmów, ale często promuje zachowania i produkty potencjalnie szkodliwe dla zdrowia. Co więcej, *influencer marketing* jest coraz częściej wykorzystywanym narzędziem marketingowym [33]. Tymczasem marketing żywności tzw. niezdrowej, czyli o wysokiej zawar-

tości tłuszczu oraz cukru i jednocześnie ubogiej w składniki odżywcze, został rozpoznany jako czynnik systemowy mający jednoznacznie negatywny wpływ na zdrowie dzieci i nazwany wprost przez niektóre źródła “naruszeniem ich prawa do zdrowia” [25]. Ponieważ *influencer marketing* kojarzony jest w dużej mierze z promowaniem niezdrowych nawyków żywieniowych wśród najmłodszych, coraz częściej prowadzone są dyskusje dotyczące wykorzystania jego potencjału do kształtowania zachowań prozdrowotnych w tej grupie [7].

Celem artykułu jest zwrócenie uwagi, poprzez studium przypadku, na zjawisko wpływu influencerów na wybory konsumenckie i zachowania żywieniowe wśród dzieci i młodzieży szkolnej w Polsce, co stało się szczególnie widoczne w trakcie pandemii Covid-19 i związanej z tym przymusowej izolacji. Na podstawie badań wykazano, że podobnie jak w innych krajach, tak i w Polsce zjawisko to także występuje.

Przegląd literatury

W literaturze przedmiotu z obszaru psychologii, medycyny oraz żywienia można znaleźć liczne artykuły dotyczące wpływu szeroko definiowanych mediów społecznościowych na zachowania konsumenckie i nawyki żywieniowe młodych osób, w tym dzieci, co jest szczególnie alarmujące. Bazując na badaniach, można wskazać, że codzienna dieta młodych osób charakteryzuje się wysokim poziomem spożycia żywności niepodstawowej, obejmującej produkty wysokoenergetyczne o ubogiej zawartości składników odżywczych, czyli między innymi słodkie i pikantne przekąski oraz napoje. W powiązaniu z niskim spożyciem produktów bogatych w składniki odżywcze, w tym warzyw i owoców, przyczynia się to do wzrostu otyłości i wynikających z niej różnych chorób cywilizacyjnych [9, 27]. Szacuje się, że w ciągu zaledwie czterech ostatnich dekad liczba otyłych dzieci i nastolatków na świecie wzrosła z 11 do 124 milionów [35]. To skłania światowe organizacje i rządy do identyfikacji przyczyn tego fenomenu i opracowania strategii przeciwdziałania tym negatywnym trendom.

Wykazano, że jedną z przyczyn zjawiska rosnącej otyłości wśród dzieci i młodzieży jest marketing produktów bogatych w tłuszcze i cukry [18]. Wielu badaczy dowiodło empirycznie istnienie związku przyczynowo-skutkowego pomiędzy ekspozycją młodych ludzi na komunikaty dotyczące żywności w mediach społecznościowych a ich nawykami żywieniowymi. Przykładowo, Qutteina i wsp. [23] na podstawie badań na grupie obejmującej ponad 1000 młodych Belgijczyków w wieku od 11 do 19 lat stwierdzili, że istnieje pozytywna korelacja pomiędzy ich ekspozycją na przekazy dotyczące artykułów spożywczych w mediach społecznościowych, czy też na ogólne komunikaty związane z żywnością, a wiedzą na temat żywienia, postawami, zachowaniami i postrzeganymi normami. Związek ten kształtował się różnie w zależności od rodzaju żywności i był szczególnie silny w przypadku żywności niepodstawowej. Podobne wnioski wynikają z badań prowadzonych w Indonezji, które dodatkowo wyka-

zały związek pomiędzy informacjami na temat żywności pozyskanymi przez młodych ludzi z mediów społecznościowych a ich niedostateczną wiedzą na temat zdrowego żywienia, która bezpośrednio przyczynia się do otyłości [10].

Coates i wsp. [4] wprost zwracają uwagę na ogromną popularność platformy YouTube wśród dzieci, a w szczególności na wpływ popularnych vlogerów (influencerów) na kształtowanie zachowań tej grupy społecznej. Przeprowadzone badania miały na celu wyznaczenie zakresu i charakteru komunikatów związanych z jedzeniem i napojami, pojawiających się na filmach YouTube, publikowanych przez popularnych wśród dzieci brytyjskich influencerów. Analiza ponad 380 takich filmów wykazała, że jedynie 27 nie odnosiło się w żaden sposób do żywności czy napojów. W pozostałych przypadkach najczęściej odniesień zanotowano w stosunku do słodkich ciast i fast-foodów, najmniej zaś – do owoców i warzyw. Podobne badania zawartości mediów społecznościowych pod kątem sposobu reprezentacji jedzenia i napojów prowadzone były także w innych częściach świata. Przykładowo Theodore i wsp. [26] zbadali treści serwisów Facebook, Twitter i YouTube w Meksyku pod kątem częstości i perswazyjności komunikatów marketingowych dotyczących żywności i napojów o ubogiej zawartości składników odżywczych. Duża częstotliwość przekazów dotyczących napojów wysokosłodzonych skłoniła badaczy do konkluzji, że marketing cyfrowy stanowi poważne zagrożenie dla dzieci i młodzieży na całym świecie, prowadząc do negatywnych, sprzyjających otyłości nawyków żywieniowych. Ponadto, ze względu na stosowanie perswazyjnych technik, powinien on zostać prawnie uregulowany. W tym zakresie Coates i wsp. [5] próbowali ustalić, czy umieszczenie specjalnego ostrzeżenia w mediach społecznościowych informującego o tym, że dane treści zawierają reklamę produktu, ma wpływ na zachowanie badanych osób. Badania obejmowały 151 dzieci (dziewczynek i chłopców) w wieku od 9 do 11 lat, którym w serwisie YouTube przedstawiono filmy popularnych influencerów, zawierających reklamę “niezdrowych” przekąsek, po które dzieci chętniej sięgały bezpośrednio po badaniu. Co znamienne, nawet ostrzeżenie o reklamie produktu nie miało żadnego przełożenia na ich wybory, co pokazuje siłę wpływu vlogerów internetowych.

Z drugiej strony media społecznościowe mogą być wykorzystywane jako kanał przekazu informacji o różnego rodzaju zagrożeniach związanych z żywnością [20] lub do promowania zdrowego stylu życia i prawidłowego żywienia, szczególnie wśród dzieci i młodzieży, służąc tym samym pozytywnym celom [7]. Powyższy przegląd skłania zatem do sformułowania pytań: jak bardzo istotny jest to problem, jak wpływowym narzędziem są media społecznościowe i jak dużą rolę pełnią influencerzy w procesach kształtowania postaw oraz zwyczajów żywieniowych (i nie tylko) młodego pokolenia.

Problem badawczy i metodyka badań

Problemem badawczym jest wpływ najpopularniejszych polskich vlogerów (influencerów), znanych jako Ekipa, na zachowania i wybory konsumenckie młodzieży szkolnej (do 17. roku życia). Dotychczas nie prowadzono szerszych badań dotyczących skali tego zjawiska, ani też nie analizowano innych aspektów działalności tej grupy twórców polskiego YouTube'a. Istnieją jednak dane rynkowe potwierdzające wysoką popularność social mediów wśród coraz młodszego audytorium [8].

Celem zaprezentowanych badań jest studium przypadku, polegające na analizie ogólnodostępnych artykułów internetowych opisujących zjawisko ponadnormatywne go popytu na lody oznaczane daną marką (brandowane) przez popularnych w Polsce youtuberów. Studium przypadku jest metodą badawczą dobrze ugruntowaną w metodologii badań, szczególnie jakościowych, i może obejmować trzy podejścia: generowanie teorii, testowanie teorii i opracowywanie teorii [13]. Przedstawione badania wpasowują się w testowanie teorii o rosnącym wpływie influencerów na zachowania żywieniowe młodego pokolenia. To z kolei może mieć bezpośrednie przełożenie na rosnące występowanie nadwagi i otyłości u coraz to młodszych osób, powodując zwiększoną zapadalność na choroby cywilizacyjne. Przegląd literatury wskazuje na występowanie tego typu powiązań w różnych krajach świata. Dlatego na początku postawiono pytanie badawcze, czy w Polsce również mamy do czynienia z tym zjawiskiem.

W celu opracowania studium przypadku przeanalizowano treści dostępne w internetowych serwisach społecznościowych oraz informacyjnych, w tym pochodzących z branży spożywczej (m.in. www.portalspozywczy.pl, www.wiadomoscispozywcze.pl) oraz dotyczącej zdrowia (np. www.zywienie.abczdrowie.pl). Zostały one wyodrębnione na podstawie słów kluczowych takich jak: *lody Ekipy* (141000 wyników), *Ekipa Friza* (141000 wyników), *lody Friza* (40700 wyników), *pączki Ekipy* (39700 wyników), *donuty Ekipy* (6280 wyników), *napoje Ekipy* (70900 wyników).

Przedstawiona analiza zawiera jedynie skrót wyników badań prowadzonych od lutego 2022 do lutego 2023 roku, które w rzeczywistości były obszerniejsze i obejmowały dużo szerszy zakres niż jedynie aspekt żywnościowy fenomenu Ekipy, przykładowo rolę mediów społecznościowych w kształtowaniu różnych zachowań społecznych. Niemniej jednak stwierdzono, iż wpływ influencerów na wybory żywieniowe młodych Polaków to zjawisko zarówno ciekawe, jak i potencjalnie niebezpieczne dla zdrowia publicznego i jako takie zasługuje na szczególną uwagę.

Wpływ influencerów na zachowania konsumenckie młodych osób na rynku żywności

Celem badań jest pokazanie na wybranym przykładzie skali zjawiska wpływu influencerów w kontekście zachowań konsumenckich na rynku artykułów spożywczych o charakterze niepodstawowym, impulsowym, o wysokiej zawartości tłuszczu i cukru oraz sztucznych barwników, co niewątpliwie może mieć przełożenie na kondycję zdrowotną społeczeństwa. Jednym z przedmiotów komercyjnej działalności Ekipy Friza była bowiem współpraca ze znanymi producentami i dystrybutorami wyrobów spożywczych w Polsce. Ekipa Holding S.A. sygnowała swoim logiem cztery produkty spożywcze (z wyłączeniem napojów alkoholowych): 1) lody firmy PPL Koral (od marca 2021); 2) pączki typu amerykańskiego, czyli donuty firmy Dooti Donuts (od września 2022); 3) napoje o smaku oranżady produkowane we współpracy PPL Koral i Krynica Vitamin (od września 2022) oraz 4) czekoladowe praliny marki Chocotopus od Millano Group (od października 2022). Fakt ten został odnotowany m.in. na stronie Forum Rynku Spożywczego i Handlu [28] oraz na innych stronach branżowych rynku spożywczego [21].

Lody typu sorbetowego w polewie z gumy balonowej ze strzelającym cukrem były pierwszym produktem spożywczym opatrzonym marką (brandowanym) i promowanym przez Ekipe. Zostały wprowadzone na rynek pod koniec marca 2021 roku, w czasie pandemii Covid-19, jako nowa linia wyrobów firmy Koral. Na początku opracowano je w dwóch smakach: cytrynowym i truskawkowym, a w roku 2022 wprowadzono smaki pomarańczowy i jabłkowy. Produkt ten od momentu pojawienia się na rynku odnotował sukces sprzedażowy niespotykany dotychczas na rynku spożywczym, co najmniej w skali Polski. Według przedstawicieli marki Koral, lody Ekipy Friza sprzedawały się co najmniej 300 % lepiej niż jakiegokolwiek nowości produktowe w ponadczterdziestoletniej historii firmy. Ponadto wysokie wskaźniki sprzedażowe lodów zostały osiągnięte już w marcu i kwietniu, przełamując tzw. barierę pogodową, co nie zdarzało się na polskim rynku od wielu lat [2]. Zainteresowanie było tak duże, że lody bardzo szybko zniknęły ze sklepów, a w mediach społecznościowych dzielono się informacjami, gdzie można je kupić [22]. Tak wysoki i nietypowy jak na "chłodne" miesiące popyt na lody skłonił PLL Koral do uruchomienia dodatkowej linii produkcyjnej, pozwalającej wytwarzać ok. 1 mln sztuk lodów na dobę [6].

W sezonie 2021 PPL Koral został liderem sprzedaży lodów w sklepach do 300 m² powierzchni w dwóch segmentach: lodów na patyku do 65 ml (53 % udziału w rynku) oraz lodów impulsowych (33,5 % udział w rynku) [16]. Co więcej, sama kampania wygenerowała w internecie zainteresowanie marką (*buzz*) i podekscytowanie (*hype*) o wartości reklamowej blisko 86 mln zł netto, a na rynku wtórnym przedmiotem licytacji i sprzedaży były opakowania po lodach Koral Ekipa warte nawet dwieście tysięcy złotych [37].

Ów sukces marketingowy nie był jednak przypadkiem, lecz wynikał z dobrze przemyślanej strategii. Według informacji Forum Spożywczego i Handlu była to “najskuteczniejsza kampania marketingowa” w Polsce w ostatnich latach promująca nowość produktową, czyli lody Koral Ekipa. Kampania ta miała dwa równorzędne cele: wzrost udziału marki PPL Koral w segmencie lodów konsumowanych bezpośrednio po zakupie, tzw. impulsowych oraz zwiększenie świadomości jej istnienia w grupie osób w wieku 9-17 lat. Co istotne, lody Koral Ekipa zostały wprowadzone na rynek w trakcie pandemii Covid-19, kiedy to w wyniku lockdownu i ograniczeń znacząco spadła sprzedaż lodów impulsowych (o 20 % w stosunku do roku poprzedniego). W tym samym czasie wzrosła sprzedaż lodów rodzinnych, co oznaczało zmianę nawyków konsumenckich w tym segmencie produktów. Dlatego kampania ta prowadzona była w warunkach dużej niepewności. Jej oryginalność polegała na zaangażowaniu influencerów, dając im możliwość wpływu na kształt i walory smakowe, sygnując wyrób ich logiem oraz wykorzystując potencjał komunikacyjny Ekipy do promowania produktu adresowanego do dzieci i młodzieży szkolnej. Wybór Ekipy Friza jako medium również nie był przypadkowy, a stanowił efekt dogłębnej analizy rynkowej, która wykazała, że odpowiedź na potrzeby grupy docelowej 9-17 lat można znaleźć w tej właśnie grupie influencerów [29]. Koncepcja strategiczna kampanii, prowadzonej w całości w internecie w digitalu, bazowała na wykorzystaniu fascynacji młodych osób uniwersum Ekipy Friza oraz pokazywanym przez nią barwnym światem, odzwierciedlonym w kolorowym opakowaniu lodów z podwójnym logiem Koral i Ekipa [16]. Co interesujące, pozostałe produkty sygnowane logiem Ekipy nie osiągnęły już tak wysokich wyników sprzedażowych.

Z drugiej strony, szerokiej krytyce w mediach poddano skład lodów, w szczególności wysoką zawartość wody i cukru, tłuszczu kokosowego, soku z koncentratu oraz długą listę dodatków, które w większej ilości są szkodliwe dla zdrowia (szczególnie młodych ludzi). Skład ten jest jednak porównywalny do składu innych lodów sorbetowych dostępnych na rynku [12]. Podobną krytykę wyrażano pod adresem pozostałych produktów sygnowanych marką Ekipy Friza, zwracając przy tym uwagę na rosnący problem otyłości u dzieci w Polsce [11]. Poza tym, opakowania po lodach Koral Ekipa znalazły się na liście przedmiotów zabronionych na jednym z największych polskich serwisów sprzedażowych [31]. Z analizy treści internetowych wynika, że największej krytyce zarówno w mediach społecznościowych, jak i na portalach branżowych zostały poddane pączki typu donut ze “sztucznie wyglądającą”, niebiesko-różowo-fioletową polewą cukrową i kolorową posypką. Krytykowano zarówno skład, wygląd, jak i walory smakowe tych produktów Ekipy [1, 14, 15, 24]. W aspekcie składu pączków zwracano uwagę na barwnik spożywczy – kontrowersyjny błękit brylantowy E133. Jest on zakazany w niektórych krajach jako dodatek do żywności, gdyż wykazuje potencjalne działanie kancerogenne i może powodować szereg innych problemów zdrowotnych

[3]. Warto nadmienić, że barwnik ten jest obecny w wielu innych produktach spożywczych, natomiast pojawienie się na rynku donutów Ekipy spowodowało w mediach społecznościowych szerszą dyskusję na temat jego szkodliwości, a także na temat szkodliwości innych dodatków spożywczych [36].

Podsumowanie i wnioski

Według raportu Instytutu Żywności i Żywienia z 2018 roku (obecnie: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – PIB), polskie dzieci zaliczane są do najszybciej tyjących w Europie, o czym w sposób niebudzący wątpliwości świadczą dane statystyczne. W latach 70. ubiegłego wieku nadmierną masę ciała notowano w Polsce u mniej niż 10 % uczniów, natomiast z raportów opracowanych na zlecenie Ministra Zdrowia wynika, że w 2018 r. nadwagę miało nawet 30,5 % dzieci w wieku szkolnym [17]. Takie dane są alarmujące i jednoznacznie wskazują na potrzebę szerszej edukacji zdrowotnej w zakresie prawidłowego żywienia i zdrowego trybu życia.

Dlatego w Narodowym Programie Zdrowia na lata 2021-2025, czyli podstawowym dokumencie polityki zdrowia publicznego w Polsce, określono dwa cele operacyjne bezpośrednio nawiązujące do poprawy zachowań zdrowotnych: profilaktykę nadwagi i otyłości oraz profilaktykę uzależnień [34]. Realizacja tych celów może być powiązana z szerzej rozumianą edukacją medialną, a także z wykorzystaniem potencjału mediów społecznościowych i influencerów do przekazywania komunikatów dotyczących zachowań prozdrowotnych, szczególnie wśród młodego pokolenia. Tymczasem przypadek lodów Koral Ekipa to przykład, który choć niewątpliwie stanowi duży sukces marketingowy, to jednocześnie pokazuje negatywną stronę zjawiska wpływu influencerów na zachowania konsumenckie młodych osób. Chociaż przypadek ten był niejako jednorazowym zdarzeniem i żaden inny produkt nie powtórzył już tego sukcesu, to skala i efekty tego zjawiska potwierdzają wyniki licznych badań naukowych prowadzonych w tym obszarze na całym świecie. Skłania to także do konkluzji o społecznej odpowiedzialności zarówno producentów, jak i samych influencerów. Powyższe spostrzeżenie ważne jest tym bardziej w odniesieniu do kontekstu sytuacji kryzysowej, jaką była pandemia Covid-19 [30].

Przedstawione studium przypadku to temat z pogranicza komunikacji, *influencer marketingu*, zachowań konsumentów oraz czynników kształtujących nawyki żywieniowe dzieci i młodzieży szkolnej. Zwrócenie uwagi na te wszystkie aspekty jest konieczne dla opracowania spójnych wytycznych, mających na celu ochronę konsumentów (szczególnie młodych) przed wpływem reklam produktów potencjalnie szkodliwych dla zdrowia. Bardzo ważnym elementem tych wytycznych powinny być odpowiednio skonstruowane programy edukacyjne kierowane zarówno do dzieci i młodzieży, jak i do ich rodziców.

Literatura

- [1] AK (2021) Pączki Ekipy w Biedronce. Jaki mają skład? Artykuł internetowy Forum Rynku Spożywczego i Handlu, dostępny na [portalspozywczy.pl](https://www.portalspozywczy.pl/slodycze-przekaski/wiadomosci/paczki-ekipy-w-biedronce-jaki-maja-sklad,209170.html) (<https://www.portalspozywczy.pl/slodycze-przekaski/wiadomosci/paczki-ekipy-w-biedronce-jaki-maja-sklad,209170.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [2] Bankier.pl (2021) Lody Ekipa przełamały barierę pogodową. Biły rekordy sprzedaży już w marcu i kwietniu. Artykuł internetowy dostępny na portalu Bankier.pl (<https://www.bankier.pl/wiadomosc/Lody-Ekipa-przelamaly-bariere-pogodowa-Bily-rekordy-sprzedazy-juz-w-marcu-i-kwietniu-8154337.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [3] Bury M. (2019) Szkodliwy błękit brylantowy. Jest w wielu produktach spożywczych (WIDEO). Artykuł internetowy dostępny na portalu [zywienie.abczdrowie.pl](https://zywienie.abczdrowie.pl/szkodliwy-blekit-brylantowy-jest-w-wielu-produktach-spozywczych-wideo) (<https://zywienie.abczdrowie.pl/szkodliwy-blekit-brylantowy-jest-w-wielu-produktach-spozywczych-wideo>). Dostęp: 01.02.2023.
- [4] Coates, A.E., Hardman, Ch.A., Halford, J.C.G., Christiansen, P. i Boyland, E.J. (2019[1]) Social Media Influencer Marketing and Children's Food Intake: A Randomized Trial. *Pediatrics*, 143(4), 1-9.
- [5] Coates, A.E., Hardman, Ch.A., Halford, J.C.G., Christiansen, P. i Boyland, E.J. (2019[2]) The effect of influencer marketing of food and a "protective" advertising disclosure on children's food intake. *Pediatric Obesity*, 14(10), 1-9.
- [6] Dąbrowska-Cydzik J. (2021) Korral oszołomiony sukcesem lodów Ekipa. Friz z milionem złotych zysku w marcu. Artykuł internetowy dostępny na portalu [wirtualnemedial.pl](https://www.wirtualnemedial.pl/artykul/korral-sukces-lodow-ekipa-jaka-sprzedaz-friz-milion-zlotych-zysku-w-marcu) (<https://www.wirtualnemedial.pl/artykul/korral-sukces-lodow-ekipa-jaka-sprzedaz-friz-milion-zlotych-zysku-w-marcu>). Dostęp: 01.02.2023.
- [7] De Jans S., Spielvogel I., Naderer B., Hudders L. (2021) Digital food marketing to children: How an influencer's lifestyle can stimulate healthy food choices among children. *Appetite*, 162, 1-13.
- [8] Deloitte (2021) Raport: Digital Consumer Trends 2021 – część druga. Raport internetowy dostępny na portalu [www2.deloitte.com](https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/Digital-Consumer-Trends-2021-part-2.html) (<https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/Digital-Consumer-Trends-2021-part-2.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [9] Diethelm K., Jankovic N., Moreno L.A. *i in.* (2012) Food intake of European adolescents in the light of different food-based dietary guidelines: results of the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutrition*, 15(3), 386-398.
- [10] Firmansyah, Tamtomo, D.G., Cilmiaty, R. (2019) Nutritional booklet and social media: Their effects on adolescents' fattening-food knowledge and consumption. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 633, 1-7.
- [11] Gazeta Krakowska (2021) Miażdżąca krytyka napojów Ekipy Friza. "20 łyżeczek cukru w litrze?". Artykuł internetowy dostępny na portalu [gazetakrakowska.pl](https://gazetakrakowska.pl/miazdzaca-krytyka-napojow-ekipy-friza-20-lyzeczki-cukru-w-litrze/ar/c3-15825337) (<https://gazetakrakowska.pl/miazdzaca-krytyka-napojow-ekipy-friza-20-lyzeczki-cukru-w-litrze/ar/c3-15825337>). Dostęp: 01.02.2023.
- [12] Grzęda-Łozicka K. (2021) Dietetyk o lodach Friza i Ekipy: "Generalnie to samo słodkie zło". Artykuł internetowy dostępny na portalu [zywienie.abczdrowie.pl](https://zywienie.abczdrowie.pl/dietetyk-o-lodach-friza-i-ekipy) (<https://zywienie.abczdrowie.pl/dietetyk-o-lodach-friza-i-ekipy>). Dostęp: 01.02.2023.
- [13] Ketokivi, M. and Choi, T. (2014). Renaissance of case research as a scientific method. *Journal of Operations Management*, 32 (5), 232-240.
- [14] Kondratiuk N. (2022) Oburzający skład pączków Ekipy Friza. "Już sam wygląd odstrasza". Artykuł internetowy dostępny na portalu [haps.pl](https://haps.pl/Haps/7,167709,28286575,oburzajacy-sklad-paczki-ekipy-friza-mlodziez-kupuje-na-potege.html) (<https://haps.pl/Haps/7,167709,28286575,oburzajacy-sklad-paczki-ekipy-friza-mlodziez-kupuje-na-potege.html>). Dostęp: 01.02.2023.

- [15] Kopeć P. (2022) Ten skład mrozi krew w żyłach. Donut Ekipy zbyt niezdrowy? Artykuł internetowy dostępny na portalu ding.pl (<https://ding.pl/blog/artykuly/ten-sklad-mrozi-krew-w-zylach-donut-ekipy-zbyt-niezdrowy,3690>). Dostęp: 01.02.2023.
- [16] Mordarska B. (2021) Lody Koral Ekipa – BłogieChwile w czasie pandemii. Artykuł internetowy dostępny na portalu Veneo.pl (<https://veneo.pl/blog/lody-koral-ekipa-blogiechwile-w-tracie-pandemii>). Dostęp: 01.02.2023.
- [17] NIK (2021). Otyłość i nadwaga u dzieci - coraz większy problem, coraz mniej skuteczne działania. Artykuł internetowy Najwyższej Izby Kontroli, dostępny na portalu nik.gov.pl (<https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/otylosc-i-nadwaga-u-dzieci-coraz-wiekszy-problem-coraz-mniej-skuteczne-dzialania.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [18] Norman J., Kelly B., McMahon A.T., i in. (2018) Sustained impact of energy-dense TV and online food advertising on children's dietary intake: a within-subject, randomised, crossover, counter-balanced trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 1-11
- [19] Ofcom (2022) Children and parents: media use and attitudes report 2022. Raport (https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0024/234609/childrens-media-use-and-attitudes-report-2022.pdf). Dostęp: 01.02.2023.
- [20] Overbey, K.N., Jaykus, L-A., Chapman, B.J. (2017) A Systematic Review of the Use of Social Media for Food Safety Risk Communication, *Journal of Food Protection*, 80(9), 1537-1549.
- [21] Pańczyk A. (2022) Po lodach i napojach przyszedł czas na kolejną kategorię. Ekipa wypuszcza praliny. Artykuł internetowy dostępny na portalu wiadomoscispozywcze.pl (<https://wiadomoscispozywcze.pl/artykuly/10474/po-lodach-i-napojach-przyszed-czas-na-kolejna-kategorie-ekipa-wypuszcza-praliny/>). Dostęp: 01.02.2023.
- [22] Posełek D. (2021) „Dzień dobry! Czy są lody Ekipa?” - o efekcie śnieżnej kuli w marketingu. Artykuł internetowy dostępny na portalu Veneo.pl (<https://veneo.pl/blog/-dzien-dobry-czy-sa-lody-ekipa-o-efekcie-snieznej-kuli-w-marketingu>). Dostęp: 01.02.2023.
- [23] Qutteina, Y., Hallez, L., Raedschelders, M., De Backer, Ch. i Smits, T. (2022) Food for teens: how social media is associated with adolescent eating outcomes. *Public Health Nutrition*, 25(2), 290-302.
- [24] Rojek-Kielbasa A. (2022) Spróbowałam paczków Ekipy. Oto moja opinia. Artykuł internetowy dostępny na portalu onet.pl (<https://gotowanie.onet.pl/artykuly/sprobowalam-paczkow-ekipy-oto-moja-opinia/11h3dxy>). Dostęp: 01.02.2023.
- [25] Tatlow-Golden M., Garde, A. (2020) Digital food marketing to children: Exploitation, surveillance and rights violations. *Global Food Security*, 27, 1-9.
- [26] Théodore F.L., López-Santiago M., Cruz-Casarrubias C., Mendoza-Pablo P.A., Barquera S., Tolentino-Mayo L. (2021) Digital marketing of products with poor nutritional quality: a major threat for children and adolescents. *Public Health*, 198, 263-269.
- [27] Toumpakari Z., Haase A.M. i Johnson L. (2016) Adolescents' non-core food intake: a description of what, where and with whom adolescents consume non-core foods. *Public Health Nutrition*, 19(9), 1645-1653.
- [28] Tubilewicz A. (2021) Sukces Lodów Ekipy to nie przypadek. Analizujemy spożywczy fenomen roku. Artykuł internetowy Forum Rynku Spożywczego i Handlu, dostępny na portalspozywczy.pl (<https://www.portalspozywczy.pl/slodycze-przekaski/wiadomosci/sukces-lodow-ekipy-to-nie-przypadek-analizujemy-spozywczy-fenomen-roku,206524.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [29] Tubilewicz A. (2022) Ekipa sprzeda wszystko? Kim są influencerzy od lodów i paczków. Artykuł internetowy Forum Rynku Spożywczego i Handlu, dostępny na portalspozywczy.pl (<https://www.portalspozywczy.pl/slodycze-przekaski/wiadomosci/ekipa-sprzeda-wszystko-kim-sa-influencerzy-od-lodow-i-paczkow,209226.html>). Dostęp: 01.02.2023.

- [30] Urbaś J. (2020) Społeczna odpowiedzialność influencera w czasie pandemii. *Studia Socialia Cracoviensia*, 12(1), 89-107.
- [31] Walczak-Grudzka M. (2021) Papierki, opakowania po lodach "Ekipa" na liście "przedmiotów zabronionych" na OLX. Co jeszcze? Artykuł internetowy dostępny na portalu [tarnow.naszemiasto.pl](https://tarnow.naszemiasto.pl/papierki-opakowania-po-lodach-ekipa-na-liscie-przedmiotow/ar/c15-8299530) (<https://tarnow.naszemiasto.pl/papierki-opakowania-po-lodach-ekipa-na-liscie-przedmiotow/ar/c15-8299530>). Dostęp: 01.02.2023.
- [32] Wątor J., Czubkowska S. (2022) Krótka przypowieść o Ekipie, tłustych kontraktach i mocno wirtualnej przyjaźni. Artykuł internetowy (<https://spidersweb.pl/plus/2022/12/ekipa-friz-tromba-koniec>). Dostęp: 01.02.2023.
- [33] Weinlich P., Semerádová T. (2022) Emotional, cognitive and conative response to influencer marketing. *New Techno Humanities*.
- [34] Wojtyński B., Goryński P. (red.) (2022) Sytuacja zdrowotna ludności Polski i jej uwarunkowania. Raport Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Warszawa (<https://www.pzh.gov.pl/raport-sytuacja-zdrowotna-ludnosci-polski-i-jej-uwarunkowania/>). Dostęp: 01.02.2023.
- [35] World Health Organization (2017) Tenfold Increase in Childhood and Adolescent Obesity in Four Decades: New Study by Imperial College London and WHO (<https://www.who.int/news/item/11-10-2017-tenfold-increase-in-childhood-and-adolescent-obesity-in-four-decades-new-study-by-imperial-college-london-and-who>). Dostęp: maj 2021.
- [36] Wrona A. (2022) Kłopotliwe E133. Czy błękit brylantowy jest bezpieczny? Artykuł internetowy Forum Rynku Spożywczego i Handlu, dostępny na [portalspozywczy.pl](https://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/klopotliwe-e-133-czy-blekit-brylantowy-jest-bezpieczny,209499.html) (<https://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/klopotliwe-e-133-czy-blekit-brylantowy-jest-bezpieczny,209499.html>). Dostęp: 01.02.2023.
- [37] Żądło A. (2021) Papierki za setki tysięcy złotych i bójkę w sklepach. Artykuł internetowy dostępny na portalu [Newsweek.pl](https://www.newsweek.pl/polska/spoleczenstwo/gdzie-dostane-lody-ekipy-ekipa-friza-stala-sie-prawdziwym-fenomenem/jr10ypr) (<https://www.newsweek.pl/polska/spoleczenstwo/gdzie-dostane-lody-ekipy-ekipa-friza-stala-sie-prawdziwym-fenomenem/jr10ypr>). Dostęp: 21.04.2021.


THE ROLE OF SOCIAL MEDIA AND INFLUENCER MARKETING IN SHAPING CONSUMER BEHAVIOR AMONG YOUNG PEOPLE: THE CASE OF EKIPA FRIZA ICE CREAM

Summary

Background. The aim of the presented research is a case study consisting in an analysis of publicly available Internet articles describing the phenomenon of influencers' impact in the context of consumer behavior on the food market in Poland. This applies in particular to non-basic, impulsive, high-fat and high-sugar content foodstuffs. An example of that is previously unprecedented demand for Koral Ekipa sorbet ice cream among children and school youth (up to 17 years of age), which is discussed in this paper. It was a phenomenon observed in April 2021 as a result of the PLL Koral marketing campaign carried out in cooperation with the most popular Polish youtubers, known as Ekipa Friza (Friz's Team).

Results and conclusions. The presented case study demonstrates the power of social media and influencer marketing in shaping consumer behavior among children and school youth. One of the commercial activities of the Team was cooperation with well-known producers and distributors of food products in Poland, such as PPL Koral, Dooti Donuts, Krynica Vitamin and Millano Group. The team assigned its name to four food products, with the Koral-Ekipa ice cream, introduced at the end of March 2021, having the greatest market success. Their sales exceeded by at least 300% other new products in over forty years of Koral's history. High sales figures for ice cream were already achieved in March and April, which

prompted the manufacturer to launch an additional line, allowing the production of about one million ice creams a day. In this context, the authors also referred to the impact of influencer marketing on the health of young people and, consequently, the whole society.

Key words: social media, Ekipa ice cream, YouTube, influencer marketing, consumer behavior 

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 wg stanu na dzień 31 grudnia 2022 r.

Polskie akty prawne

1. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 16 września 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o organizacji rynków owoców i warzyw oraz chmielu. (Dz. U. 2022 r., poz. 2101).

Obwieszczenie zawiera jednolity tekstu ustawy z dn. 19 grudnia 2003 r. o organizacji rynków owoców i warzyw oraz chmielu. Ustawa ta określa zadania i właściwości jednostek organizacyjnych i organów w zakresie określonej przepisami Unii Europejskiej organizacji rynków:

- owoców i warzyw;
- chmielu.

Do organizacji ww. rynków nie stosuje się przepisów o ochronie konkurencji.

2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 września 2022 r. w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermentowanych napojów winiarskich, rodzajów tych napojów, ich dodatkowego znakowania oraz szczegółowych wymagań, które powinny spełniać te napoje. (Dz. U 2022, poz. 2113).

Rozporządzenie określa:

- szczegółowy sposób wyrobu napojów winiarskich,
- rodzaje fermentowanych napojów winiarskich,

- szczegółowe wymagania organoleptyczne, fizyczne, chemiczne, które powinny spełniać fermentowane wyroby winiarskie,
 - dodatkowe określenia charakteryzujące dany fermentowany napój winiarski, które są stosowane albo mogą być stosowane w nazwie tego fermentowanego napoju winiarskiego.
3. Ustawa z dn. 7 października 2022 r. o zmianie ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych oraz ustawy o ochronie roślin przed agrofagami. (Dz. U. 2022 r., poz. 2254).

W ustawie z dn. 21 grudnia 2000 r. o jakości artykułów rolno-spożywczych wprowadzono szereg szczegółowych zmian dotyczących funkcjonowania podmiotów produkujących artykuły rolno-spożywcze oraz zakresu zadań Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.
 4. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 3 listopada 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy. (Dz. U. 2022 r., poz. 2365).

W rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 17 maja 2011 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy wprowadzono zmiany w wykazie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby (pełny wykaz ww. zawiera nowy załącznik nr 1).
 5. Ustawa z dn. 22 grudnia 2022 r. o zmianie ustawy o paszach i ustawy o odpadach. (Dz. U. 2022 r., poz. 2722).

Zmiany w ustawie z dn. 22 lipca 2006 r. o paszach dotyczą m.in. wprowadzenia do wytwarzania, wprowadzenia do obrotu oraz stosowania pasz leczniczych oraz urzędowej kontroli tych pasza.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) 2022/2002 z dn. 21 października 2022 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów dioksyn i dioksynopodobnych PCB w niektórych środkach spożywczych. (Tekst mający znaczenie dla EOG). (DZ.U. UE L 2022 r., 274, s. 64).

Załącznik do przedmiotowego rozporządzenia zawiera wykaz mięsa i produktów mięsnych oraz dopuszczalny poziom dioksyn i PCB w nich zawartych.

2. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2022/2104 z dn. 29 lipca 2022 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w odniesieniu do norm handlowych dotyczących oliwy z oliwek oraz uchylające rozporządzenie Komisji (EWG) i rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 29/2012. (DZ.U. UE L 2022 r., 284, s.1).
Rozporządzenie ustanawia normy handlowe w odniesieniu do oliwy z oliwek sprzedawane konsumentowi końcowemu, reprezentowanej w stanie naturalnym lub w środku spożywczym.
3. Rozporządzenie Komisji (UE) 2022/2340 z dn. 30 listopada 2022 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do ekstraktów zielonej herbaty zawierającej 3-galusan (-) epigalokatechiny. (Tekst mający znaczenie dla EOG). (DZ.U. UE L 2022 r., 310, s. 7).
Wprowadzone zmiany w załączniku III do rozporządzenia (WE) nr 1925/2006 dotyczą warunków stosowania i wymagań dodatkowych ekstraktów zielonej herbaty zawierającej 3-galusan (-) epigalokatechiny.
4. Rozporządzenie Komisji (UE) 2022/2388 z dn. 7 grudnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie (WE) w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów substancji perfluoroalkilowych w niektórych środkach spożywczych. (Tekst mający znaczenie dla EOG). (DZ.U. UE L 2022 r., 316, s. 38).
W załączniku do rozporządzenia zawarty jest wykaz środków spożywczych i poziom najwyższego dopuszczalnego poszczególnych substancji perfluoroalkilowych. ☒



Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
im. Jana Długosza w Częstochowie
Polskie Towarzystwo
Technologów Żywności
Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

zapraszają na

**IX Ogólnopolską Konferencję
Naukową**
z cyklu
ŻYWNOSĆ – ŻYWIENIE – DIETETYKA

**ŻYWIENIE DZIECI
W/PO PANDEMII**

Pod Patronatem
JM Rektora UJD prof. dr hab. Anny Wypych-Gawrońskiej
i Dziekana WNŚPIT dr hab. inż. Marcina Sosnowskiego, prof. UJD

Częstochowa,
17-18 listopada 2022 r.

W dniach 17 – 18 listopada 2022 r. w Częstochowie, po przerwie spowodowanej pandemią, odbyła się IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu **ŻYWNOSĆ – ŻYWIENIE – DIETETYKA**. Tematem tegorocznej konferencji było „Żywienie dzieci w/po pandemii”. Patronat nad konferencją objęła JM Rektor Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego w Częstochowie Prof. dr hab. Anna Wypych-Gawrońska oraz Dziekan Wydziału Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych Dr hab. inż. Marcin Sosnowski, prof. UJD.

W skład Komitetu Naukowego weszli Przewodnicząca prof. dr hab. inż. Danuta Kołożyn-Krajewska, (UJD w Częstochowie, SGGW w Warszawie, PTTŻ, KNoŻiŻ PAN) oraz Członkowie: prof. dr

hab. inż. Zbigniew Dolatowski (IBPRS w Warszawie), prof. dr hab. inż. Jan Gawęcki (UP w Poznaniu, dr h.c. mult.), prof. dr hab. inż. Jadwiga Hamułka (SGGW w Warszawie, PTNŻ, KNoŻCz PAN), prof. dr hab. inż. Lesław Juszcak (UR w Krakowie, PTTŻ, KNoŻiŻ PAN), prof. dr hab. n. med. Piotr Socha (IPCZD w Warszawie, KNoŻCz PAN), prof. dr hab. inż. Joanna Stadnik (UP w Lublinie, PTTŻ, KNoŻiŻ PAN), dr hab. Renata Barczyńska-Felusiak prof. UJD (UJD w Częstochowie, PTTŻ), dr hab. Aneta Brzezicka, prof. USWPS (USWPSw Warszawie), dr hab. Alicja Głębocka, prof. WSB (WSB we Wrocławiu), dr hab. Janusz Kapuśniak, prof. UJD (UJD w Częstochowie, PTTŻ, KNoŻiŻ PAN), dr hab. Hanna Mojska, prof. UJD (UJD w Częstochowie, NIZP-PIB, KNoŻCz PAN), dr hab. inż. Joanna Sadowska, prof. ZUT (ZUT w Szczecinie, PTNŻ), dr hab. inż. Dorota Zielińska (SGGW w Warszawie, PTTŻ).

W konferencji uczestniczyły 72 osoby reprezentujące 17 ośrodków naukowych z całej Polski, a także studenci Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego w Częstochowie studiujący na kierunkach Dietetyka oraz Żywienie Człowieka i Dietetyka. W trakcie konferencji zaproszeni goście wygłosili w sumie 8 wykładów plenarnych, 9 doniesień w formie 15 minutowych wystąpień oraz 17 e-posterów. Swoje wystąpienia

mieli także przedstawiciele sponsorów – Fundacja Nutricia, Kids Eats, Firma FOSS Polska sp. Z o.o.

Konferencję otworzyła Pani Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska, gości przywitali również JM Rektor UJD Prof. dr hab. Anna Wypych-Gawrońska oraz Pan Dziekan WNŚPT dr hab. inż. Marcin Sosnowski.

W pierwszym dniu konferencji odbyły się 3 sesje naukowe w czasie których wygłoszono m.in. 5 interesujących wykładów plenarnych:

Prof. dr hab. inż. Jadwiga Hamułka: Zalecenia i wyzwania w żywieniu dzieci i młodzieży; Katedra Żywienia Człowieka, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, SGGW w Warszawie; Polskie Towarzystwo Nauk Żywnościowych;

Dr hab. inż. Joanna Sadowska, prof. ZUT: Immunomodulacyjne składniki w diecie dzieci; Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie;

Dr hab. Aneta Brzezicka, prof. USWPS w Warszawie dr hab. inż. Dorota Zielińska: Mikrobiota a choroby psychiczne dzieci; SWPS Uniwersytet Humanistyczno-Społeczny, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, SGGW w Warszawie;

Dr hab. Alicja Głębocka, prof. WSB: Zdrowie psychiczne dzieci i młodzieży w pandemii COVID-19; WSB we Wrocławiu;

Dr hab. n. farm. Hanna Mojska, prof. UJD: Ocena narażenia małych dzieci (1 - 3 lata) na zanieczyszczenia procesowe obecne w żywności przeznaczonej dla tej grupy wiekowej; Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy, UJD.

W drugim dniu konferencji odbyły się 2 sesje, w czasie których zaprezentowano 3 wykłady plenarne:

Prof. dr hab. n. med. Jerzy Ostrowski: Mikrobiom jelitowy w zdrowiu i chorobie, Narodowy Instytut Onkologii-Państwowy Instytut Badawczy oraz Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa – wykład Pana Profesora odbył się w formie online;

Dr hab. Janusz Kapuśniak, prof. UJD: Musy warzywno-owocowe wzbogacone preparatem błonnikowym ze skrobi ziemniaczanej o właściwościach prebiotycznych dla dzieci i młodzieży; UJD;

Prof. dr hab. n. med. Piotr Socha; Przyczyny i mechanizmy rozwoju otyłości u dzieci; Instytut „Pomnik-Centrum Zdrowia Dziecka”.

W pierwszej z sesji po wystąpieniach plenarnych zaprezentowali się sponsorzy konferencji. Druga sesja była poświęcona wstępnym wynikom badań wykonanych w ramach projektu dofinansowanego ze środków NCBR „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii produkcji przetworów warzywno-owocowych nowej generacji wzbogaconych błonnikowym preparatem ze skrobi ziemniaczanej o właściwościach prebiotycznych z przeznaczeniem dla dzieci i młodzieży”.

Przerwy kawowe przygotowali i obsługiwali studenci Dietetyki oraz Żywienia Człowieka i Dietetyka. Obok kawy i herbaty goście mogli poczęstować się ciastami, które przygotowali studenci, sokami i musami dostarczonymi przez jednego ze sponsorów firma MASPEX oraz coctailami dostarczonymi przez firmę cateringową Bon Appetit z Nowego Sącza. Obiady przygotowali pod kierunkiem nauczycieli uczniowie z Zespołu Szkół Gastronomicznych w Częstochowie im. Marii Skłodowskiej-Curie. Zaś uroczysta kolacja odbyła się w restauracji hotelu Browar Czenstochovia.

Nad organizacją i sprawnym przebiegiem konferencji pieczę pełnił Komitet Organizacyjny Konferencji w osobach Przewodnicząca dr inż. Beata Mikuta, Sekretarz dr n. farm. Wojciech Woszczyk, oraz dr inż. Agnieszka Dudkiewicz, dr Arkadiusz Żarski, mgr Karolina Górnik-Horn, mgr Monika Lewańska, mgr Agnieszka Migoń, mgr Sylwia Ptak, mgr Magdalena Rudlicka, mgr Anita Szczechowicz, mgr Malwina Wójcik.

W podsumowaniu konferencji zwrócono uwagę na istotę edukacji żywieniowej już od najmłodszych lat, a także na potrzebę dostępności dietetyka jako osoby udzielającej porad placówkom, które organizują żywienie najmłodszych Polaków. Kolejna konferencja odbędzie się za 2 lata, czyli jesienią 2024 roku, a roboczy temat to Diety niekonwencjonalne i żywność funkcjonalna.

Opracowała:

Dr inż. Beata Mikuta

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Częstochowie

Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych

Katedra Dietetyki i Badań Żywności



**Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk
o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie, Zarząd Główny
PTTŻ oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN**

zapraszają na:

VII SYMPOZJUM NAUKOWE

z cyklu

“Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”

17 – 19 kwietnia 2023 KIRY k. ZAKOPANEGO

Zgłoszenia: <https://forms.office.com/e/cBqdC3wX6C>

Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska tel. 22 59 37 075

e-mail: symposium_bezpieczenstwo@sggw.edu.pl



**Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Instytutu Nauk
o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie,
Zarząd Główny PTTŻ**

Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN

zapraszają na:

KROKUSOWE XIII SYMPOZJUM NAUKOWE

„Probiotyki i Prebiotyki w Żywności“

19 – 21 kwietnia 2023 KIRY k. ZAKOPANEGO

Zgłoszenia: <https://forms.office.com/e/bK6tm3tePC>

Kontakt: mgr Marcelina Karbowski tel. 22 59 37 068

e-mail: symposium_probiotyki@sggw.edu.pl

**PROF. DR HAB. DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA HONOROWYM
PROFESOREM UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO W LUBLINIE**



W dniu 25 października 2022 roku w Centrum Kongresowym UP w Lublinie miała miejsce uroczystość nadania godności Honorowego Profesora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie Pani Prof. dr hab. Danucie Kołożyn-Krajewskiej. Uroczystości przewodniczyli JM Rektor UP prof. dr hab. Krzysztof Kowalczyk, Dziekan Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii prof. dr hab. Waldemar Gustaw oraz laudator prof. dr hab. Joanna Stadnik.

Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska urodziła się 10 września 1954 roku w Warszawie. Jest absolwentką XXXIII Liceum Ogólnokształcącego im. Mikołaja Kopernika w Warszawie. Studiowała na Wydziale Technologii Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Pracę magisterską pt. *„Zmiany zawartości związków nukleotydowych w mięsie wołowym solonym bezpośrednio po uboju i poddanym obróbce termicznej”* wykonała pod kierunkiem prof. dra hab. Andrzeja Pisuli. Bezpośrednio po ukończeniu studiów pracowała na stanowisku technologa w restauracji Hortex Bazyliszek, a następnie odbyła studia doktoranckie na Wydziale Technologii Żywności SGGW. Pracę doktorską pt. *„Badania nad oddziaływaniem czynników pekujących na wybrane cechy farszów, uzyskiwanych w procesie mechanicznego odmięśniania kości”*, obroniła w 1983 r. na Wydziale Technologii Żywności SGGW. Promotorem pracy był doc. dr Stanisław Wasilewski, a recenzentami prof. dr dr h.c. mult. Antoni Rutkowski i prof. dr hab. Irena Tyszkiewicz. W 1979 r. odbyła 6 tygodniowy staż zawodowy w Zakładach Mięsnych OKLIHA w Helsinkach. Pracę w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego rozpoczęła w 1982 r. na stanowisku asystenta, początkowo w Zakładzie Technologii Mięsa i Tłuszczów (Katedra Produktów Białkowych i Tłuszczowych Wydziału Technologii Żywności), a od sierpnia 1983 r. w Instytucie Żywnienia Człowieka (Wydział Żywnienia Człowieka i Wiejskiego Gospo-

darstwa Domowego, obecnie Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka). W latach 1984-2000 pracowała na stanowisku adiunkta, początkowo w Instytucie Żywienia Człowieka, a po reorganizacji w Katedrze Techniki i Technologii Gastronomicznej, do roku 1996 w Zakładzie Techniki w Żywieniu, natomiast od 1 czerwca 1996 roku w Zakładzie Technologii Gastronomicznej. W latach 1987-1988 uczestniczyła w jednomiesięcznych stażach naukowych na Uniwersytecie w Helsinkach (Instytut Technologii Mięsa) na zaproszenie prof. Eero Puolanne, a w roku 1989 r. odbyła trzymiesięczny staż naukowy finansowany przez Fińskie Ministerstwo Rolnictwa. W czasie pobytu na Uniwersytecie w Helsinkach w roku 1987 brała udział w pracach komitetu organizacyjnego i sekretariatu Międzynarodowego Kongresu Nauki o Mięsie i Technologii Mięsa (International Congress of Meat Science and Technology).

W początkowym etapie działalność naukowa Pani Profesor skoncentrowała się na aspektach jakości i przetwórstwa mięsa, w tym mechanicznie odkostnionego, a następnie technologii produkcji tłuszczów stołowych łączących tłuszcz mleczny z tłuszczem pochodzenia roślinnego. Dalsze jej badania naukowe dotyczyły nowatorskiego podejścia do mikrobiologii żywności, tzn. próby opracowania mikrobiologicznych modeli prognostycznych, co było podstawą rozprawy habilitacyjnej pt. *„Studium zapewnienia jakości żywności w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego na przykładzie wybranych produktów mięsnych”*. Stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie technologii żywności i żywienia człowieka, nadany uchwałą Rady Wydziału Żywienia Człowieka i Wiejskiego Gospodarstwa Domowego SGGW uzyskała w 1998 r. W 2001 roku została zatrudniona na stanowisku profesora nadzw. SGGW w Zakładzie Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, którego była kierownikiem do 2010 roku, tj. do momentu reorganizacji Katedry. W 2004 roku uzyskała tytuł profesora nauk rolniczych, a w 2011 r. została mianowana na stanowisko profesora zwyczajnego. Obecnie zatrudniona jest w Instytucie Nauk o Żywieniu Człowieka SGGW w Warszawie pełniąc funkcję kierownika Zakładu Higieny i Zarządzania Jakością Żywności oraz w Katedrze Dietetyki i Badań Żywności Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego w Częstochowie.

Główne zainteresowania badawcze Pani Profesor, to: prognozowanie mikrobiologiczne jako metoda oceny ryzyka mikrobiologicznego żywności; zastosowanie bakterii probiotycznych do wytwarzania nowych, funkcjonalnych produktów żywnościowych, przeciwdziałanie stratom i marnotrawieniu żywności, zarządzanie bezpieczeństwem i jakością produkcji żywności w Polsce. Efektem działalności naukowej Pani Profesor jest autorstwo lub współautorstwo, ponad 600 prac naukowych, popularnonaukowych, podręczników akademickich (Higiena produkcji żywności), podręczników dla uczniów szkół średnich i książek.

Pani Profesor, była partnerem w projektach Leonardo da Vinci, Concerted Action, Flair Flow Europe, projektach PHARE oraz recenzentem oceniającym projekty w 6 i 7

Programie Ramowym NCBiR i NCN. W latach 2001-2003 pełniła funkcję Lidera Sieci Krajowej w projekcie FLAIR FLOW EUROPE IV (5. Program Ramowy UE), w którym partnerem było Polskie Towarzystwo Technologów Żywności. Pani Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska pełniła rolę kierownika wielu projektów badawczych, m. in. ostatnio: „Model ograniczania strat i marnowania żywności z korzyścią dla społeczeństwa” (akronim MOST), realizowanym przez konsorcjum kierowane przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności oraz „Opracowanie systemu monitorowania marnowanej żywności i efektywnego programu racjonalizacji strat i ograniczania marnotrawstwa żywności – PROM”, realizowanego w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych GOSPO-STRATEG, w konsorcjum, którego liderem była Federacja Polskich Banków Żywności (akronim PROM). Pani Profesor współuczestniczyła również w licznych projektach badawczych realizowanych we współpracy z pracownikami Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Osiągnięcia Pani Profesor w zakresie dydaktyki dotyczą zagadnień związanych z higieną produkcji żywności; zarządzaniem jakością żywności; systemami zapewnienia bezpieczeństwa żywności. W latach 2002-2005 Pani Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska pełniła funkcję prodziekana ds. dydaktyki Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji. W latach 2005-2012 pełniła funkcję kierownika Międzywydziałowego Studium Towaroznawstwa na SGGW, zaś od 2007 do 2015 była kierownikiem studiów podyplomowych pt. „Bezpieczeństwo, higiena żywności i jakość w łańcuchu żywności” prowadzonych w SGGW oraz wykładowcą na studiach podyplomowych „Zarządzanie jakością w produkcji żywności” prowadzonych na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pani Profesor od 2010 jest ekspertem Zespołu nauk rolniczych w dyscyplinie technologia żywności i żywienia Państwowej, a obecnie Polskiej Komisji Akredytacyjnej.

Pani Profesor, jest także wykładowcą, konsultantem i audytorem systemów GHP/GMP i HACCP w zakładach przemysłu spożywczego i wraz z Profesorem Tadeuszem Sikorą, autorką pierwszych w Polsce książek nt. HACCP i zarządzania bezpieczeństwem żywności.

W dziedzinie rozwoju kadry Pani Profesor także ma znaczne osiągnięcia. Była promotorem osiemnastu rozpraw doktorskich, recenzowała liczne prace doktorskie z wielu ośrodków akademickich w Polsce w tym wykonała dwie recenzje w postępowaniach o nadanie stopnia naukowego doktora prowadzonych na Wydziale Nauk o Żywności i Biotechnologii, a także była promotorem ponad stu prac dyplomowych.

Pani Profesor Danuta Kołożyn-Krajewska jest nie tylko wybitnym naukowcem i dydaktykiem, ale również sprawnym organizatorem. Miarą autorytetu naukowego jest powołanie Pani Profesor do licznych gremiów opiniotwórczych w kraju i za granicą. Od wielu lat jest członkiem Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu Wydziału II Nauk

Biologicznych i Rolniczych Polskiej Akademii Nauk oraz Przewodniczącą Sekcji Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN. Przez dwie kadencje była wiceprzewodniczącą narodowego komitetu IUFoST. Jest Przewodniczącą Rady Naukowej przy Radzie Promocji Żywności Prozdrowotnej SITSpoż. Pani Profesor jest również członkiem Rad Naukowych Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie oraz Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie. Jest V-przewodniczącą Rady ds. Racjonalnego Wykorzystywania Żywności przy Federacji Polskich Banków Żywności, była członkiem Rady Programowej prozdrowotnej koalicji „Świadomy wybór – Perspektywa 2020”. Od momentu powstania Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności jest jego aktywnym członkiem. Początkowo pełniła funkcje w Oddziale Warszawskim, była członkiem Komisji Rewizyjnej, a następnie przez dwie kadencje prezesem Oddziału. Równolegle pełniła funkcje w Zarządzie Głównym, początkowo zastępcy skarbnika, następnie sekretarza i prezesa Towarzystwa (2006-2012). Od 2013 do 2021 roku przez trzy kadencje pełniła funkcję wiceprezesa Towarzystwa. Obecnie pełni funkcję przewodniczącej Głównej Komisji Rewizyjnej PTTŻ. Wspólnie z Panem Profesorem Zbigniewem Dolatowskim w 2011 roku zapoczątkowali cykliczne Sympozjum Naukowe pt. „Probiotyki w żywności” (obecna nazwa „Probiotyki i prebiotyki w żywności”). Pani Profesor, jest również pomysłodawcą i Przewodniczącą Komitetu Naukowego cyklicznego - Sympozjum Naukowego „Bezpieczeństwo Żywnościowe i Żywności” organizowanego w Kirach pod Zakopanem. Jako wybitny naukowiec jest zapraszana i powoływana na Członka Rad programowych i redakcji czasopism m.in: „Przegląd gastronomiczny”, „Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego”, „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość”.

Związki Pani Profesor Danuty Kołożyn-Krajewskiej z Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, a szczególnie Wydziałem Nauk o Żywności i Biotechnologii, trwają od wielu lat. Wynikają one ze współpracy naukowej i dydaktycznej zainicjowanej przez Pana Profesora Zbigniewa Dolatowskiego. Współpraca ta zaowocowała opublikowaniem szeregu prac naukowych. Pani Profesor wykonała także wiele recenzji książek i monografii na zlecenie Wydawnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Szanowna Pani Profesor, serdecznie gratulujemy!!

Redakcja Wydawnictwa Naukowego PTTŻ

Opracowano na podstawie folderu Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 32 Nr 4

grudzień 2022

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE W ROKU 2023

Marzec

- 29 - 31 PIEŠŤANY, SŁOWACJA = **XX Scientific Conference with International Participation „Food Safety and Control”**
Organizator: Slovak Society For Agriculture, Forestry, Food and Veterinary Sciences
Informacje: www.bezpecnostpotravin.sk; www.potravinarstvo.sk
Kontakt: prof. Dr. Ing. Jozef Golian, e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk

Kwiecień

- 17 - 19 KIRY k. ZAKOPANEGO, Ośrodek SGGW „Marymont“ = **VII 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
Zgłoszenia: <https://forms.office.com/e/cBqdC3wX6C>
Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska tel. 22 59 37 075
e-mail: symposium_bezpieczenstwo@sggw.edu.pl
- 19 - 21 KIRY k. ZAKOPANEGO, Ośrodek SGGW „Marymont“ = **Krokusowe XIII 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
Zgłoszenia: <https://forms.office.com/e/bK6tm3tePC>
Kontakt: mgr Marcelina Karbowiak; tel. 22 59 37 068
e-mail: symposium_probiotyki@sggw.edu.pl

- 22 GDAŃSK (on line) = **II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Żywność i żywienie w pigułce”**
Organizator: Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
Informacje: <https://bromatologia-konferencja.gumed.edu.pl/>
Kontakt: bromatologia.konferencja@gmail.com

Maj

- 11 - 12 WARSZAWA – **XXVII Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ pt. "Rozwój Nauk o Żywności. Zrównoważona przyszłość" oraz Xth International Session of Young Scientific Staff "Food Science Development. Sustainable Future"**
Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Warszawski, Instytut Nauk o Żywności SGGW, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ
Patronat: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN.
Informacje: <http://www.smkn2023.pl>
Kontakt: smkn2023@sggw.edu.pl

Czerwiec

- 14 - 16 BELGRAD, SERBIA = **XXII Congress EuroFoodChem**
Organizator: Food Chemistry Division of EuChemS and Serbian Chemical Society.
Informacje: <https://xxiieurofoodchem.com/>

Sierpień

- 14 - 17 BURGAS, BUŁGARIA - **11th International Conference Agriculture & Food.**
Organizator: Science & Education Foundation, Bulgaria.
Informacje: <https://www.sciencebg.net/en/conferences/agriculture-and-food/>

Wrzesień

- 7 ŁÓDŹ II Konferencję Naukową „**Postępy w utrwalaniu żywności – na styku nauki i praktyki**”
Organizatorzy: Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej oraz Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN
Informacje: <http://mikrobiologia.p.lodz.pl/ii-konferencja-naukowa-3>
Kontakt: Dr inż. Magdalena Efenberger-Szmechtyk;
e-mail: konferencjautrwalanie@info.p.lodz.pl; tel. 42 631 34 86
- 17 – 20 POZNAŃ – 19 Międzynarodowy Kongres Naukowy EuroFedLipid „**Fats, oils and lipids: From raw materials to consumer expectation**”. Organizatorzy: European Federation for the Science and Technology of Lipids, Polskie Towarzystwo Techno-

- logów Żywności Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.
Informacje: www.eurofedlipid.org/meetings/poznan2023
- 18 - 20 **WIELICZKA-KRAKÓW – 5 Polski Kongres Reologii.** Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Reologii Technicznej, Wydział Technologii Żywności Uniwersytet Przyrodniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski. Patronat: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN. Informacje: <https://pkr.urk.edu.pl/>; Kontakt: pkr@urk.edu.pl
- 18 - 21 **PRAGA, REPUBLIKA CZESKA - FBHC 2023 4th International Conference on Food Bioactives & Health.**
Organizator: Institute of Microbiology of the Czech Academy of Sciences.
Informacje: <https://fbhc2023.com/>
- 21 - 22 **KRAKÓW - XV Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu "Żywność XXI wieku" "Żywność jako wyzwanie dla nauki i przemysłu"**
Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności Oddział Małopolski, Wydział Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.
Informacje: <https://ptzm.org/>;
Kontakt: dr hab. inż. prof. URK Dorota Gałkowska, tel. (12) 662 47 77; e-mail: zywnosexxi@urk.edu.pl;
Zgłoszenia: https://wtz.urk.edu.pl/konferencja_zywnosc_XXI_wieku.html
- 27 - 29 **SZCZECIN - XLVI Konferencja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN „Rola nauki o żywności i żywieniu w kształtowaniu jutra”**
Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego W Szczecinie.
Patronat: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN.
Informacje: <https://wnozir.zut.edu.pl/aktualnosc/xlvi-sesja-naukowa-knoz-pan.html>
Kontakt: dr inż. Wojciech Sawicki tel. (091) 449 6541; email: wojciech.sawicki@zut.edu.pl
- 6 - 8 **WALENCJA, HISZPANIA – 37th EFFoST International Conference Sustainable Food and Industry 4.0: Towards the 2030 Agenda.** Organizator: The European Federation of Food Science and Technology.
Informacje: <https://effostconference.com/>

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-Biala.**

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 130–133

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 126

1(130)

Od Redakcji	3
JOANNA SADOWSKA, KAROL WŁODARCZYK: Wybrane aspekty technologiczne i zdrowotne stosowania oleju palmowego w produkcji żywności	5
ADAM GRDEŃ, HALINA KOBAK, BARTOSZ SOŁOWIEJ: Wybrane niekonwencjonalne źródła białka i innych składników odżywczych	22
JOANNA WAJS, ANETA BRODZIAK: Zastosowanie frakcji MCT z oleju kokosowego w żywieniu i wpływ na zdrowie.....	38
FILIP KRANKOWSKI, TOMASZ TARKO: Owoce zapomniane jako potencjalne surowce winiarskie	51
ANNA FRAŚ, KINGA GOŁĘBIEWSKA, MAGDALENA WIŚNIEWSKA, DARIUSZ R. MAŃKOWSKI: Ocena zawartości wybranych składników odżywczych i substancji bioaktywnych w różnych rodzajach pieczywa dostępnych na polskim rynku	62
TOMASZ DŁUGOSZ, KATARZYNA PENTOŚ: Metody numeryczne w analizie tangensa strat dielektrycznych miodu – analiza właściwości	77
MARCELINA KARBOWIAK, WIOLETTA MOSIEJ, DOROTA ZIELIŃSKA: Wpływ dodatku błonnika i β -glukanu na przeżywalność bakterii probiotycznych w mlecznych napojach fermentowanych	87
JOANNA HOROSZEWICZ, MARCIN KRUK, KATARZYNA KRÓL, DANUTA JAWORSKA, EWELINA HALLMANN, MONIKA TRZĄSKOWSKA: Wykorzystanie okryw nasiennych orzechów laskowych do wzbogacenia żywności w polifenole i zwiększenia bezpieczeństwa żywności.....	101
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	111
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	114
Technolog Żywności	118

2(131)

Od Redakcji	3
MAGDA FILIPCZAK-FIUTAK, MONIKA WSZOŁEK: Analiza składu chemicznego oraz jakości mikrobiologicznej i możliwości wykorzystania mleka osłego.....	5
MARTA CHABEREK, MAŁGORZATA GNIEWOSZ, KATARZYNA POBIEGA, KATARZYNA RYBAK: Charakterystyka papieru powleczonego olejkami eterycznymi i ocena jego zastosowania w pakowaniu mięsa wołowego.....	22

IWONA KAWACKA, AGNIESZKA OLEJNIK-SCHMIDT: Genoserotypowanie izolatów <i>Listeria monocytogenes</i> pochodzących z produktów mięsnych i środowiska produkcyjnego	34
EWELINA SIDOR, MONIKA TOMCZYK, MICHAŁ MILEK, MAŁGORZATA DŽUGAN: Wpływ czasu przechowywania na właściwości antyoksydacyjne i profil polifenolowy mrożonego i liofilizowanego czerwiu trutowego utrwalonego w miodzie	45
NIKOLA ŠMIGIELSKA, ANNA SZOSLAND-FALTYN, BEATA BARTODZIEJSKA: Przeżywalność bakterii probiotycznych w innowacyjnym napoju na bazie octu owocowego i serwatki	57
KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, KAROLINA GADOMSKA, MICHAŁ SOWIŃSKI, KATARZYNA ŹBIKOWSKA, PIOTR ŁUKASIAK, ANNA ŹBIKOWSKA: Ocena możliwości zastosowania napojów roślinnych w recepturze chleba bezglutenowego	70
ŁUKASZ BYCZYŃSKI, ROBERT DULIŃSKI: Wpływ dodatku alg do pieczywa żytniego na zawartość i biodostępność <i>in vitro</i> wybranych mikro i makroelementów	86
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	99
JOANNA DZIADKOWIEC: Jubileusz pracy naukowo-dydaktycznej Pana Prof. Dr hab. Tadeusza Sikory	103
MONIKA PRZEOR: XXVI Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŹ	106
Z ŹAŁOBNEJ KARTY: Prof. dr hab. Irena Górńska 1929 – 2022	110
Technolog Żywności	112

3(132)

Od Redakcji	3
BOHDAN ACHREM-ACHREMOWICZ, RAFAŁ ZIOBRO: Antocyjany w ziarnach pszenicy kolorowej - nowe źródło prozdrowotnej żywności	5
EWA BIAZIK, ZŁATA KRALIK, MANUELA KOSEVIC: Przeciwtleniacze w mięsnych produktach drobiowych: aspekty jakościowe i zdrowotne	17
ELŹBIETA BOGUSŁAWSKA-WĄS, NIKOLA PIECHOWIAK, ALICJA DŁUBAŁA, KATARZYNA MODRZEJEWSKA: Mikrobiologiczna analiza preparatów probiotycznych	32
ANNA MIKULEC, MAREK ZBOROWSKI, URSZULA CISOŃ-APANASEWICZ, ALEKSANDRA STAWIARSKA, STANISŁAW KOWALSKI: Wpływ pandemii covid-19 na zachowania żywieniowe dzieci i młodzieży	42
HANNA KOWALSKA, EWELINA MASIARZ, ANNA IGNACZAK, MATEUSZ BARANOWSKI, JOLANTA KOWALSKA: Ocena eksploatacyjna linii technologicznej do przemysłowej produkcji suszu z wiśni metodą osmotyczno-konwekcyjną, w porównaniu ze skalą laboratoryjną	56
NIKOLA ŠMIGIELSKA, ANNA SZOSLAND-FALTYN, BEATA BARTODZIEJSKA: Wpływ startowej kultury komercyjnej i środowiskowej na jakość serów podpuszczkowych niedojrzewających wytwarzanych z krowiego niepasteryzowanego mleka	71
ANNA IGNACZAK, EWELINA MASIARZ, MARTYNA MAKOWSKA, HANNA KOWALSKA: Kształtowanie właściwości przekąski z topinamburu <i>Helianthus tuberosus</i> L. wytwarzanej metodami osmotycznego odwadniania i suszenia	85
ANNA PLATTA, PAULINA KACZMARSKA: Wybrane zachowania zdrowotne dziewcząt w wieku od 14 do 19 roku życia a ryzyko wystąpienia zaburzeń odżywiania: badania pilotażowe	100
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	113
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	116
Z ŹAŁOBNEJ KARTY: Prof. dr hab. Roman A. Grzybowski 1941 – 2022	110
Technolog Żywności	128

4(133)

Od Redakcji	3
KAMILA GODERSKA, GRZEGORZ NIKRANDT: Wybrane substancje bioaktywne pochodzenia roślinnego i ich rola w zapobieganiu nowotworom	5
MARCELINA KARBOWIAK, ANETA BRZEZICKA, DOROTA ZIELIŃSKA: Wpływ suplementacji probiotykami stosowanymi jako psychobiotyki na zdrowie psychiczne i samopoczucie dotknięte pandemią covid-19 u młodzieży i młodych dorosłych – przegląd literatury aktualnego stanu wiedzy.....	27
ZUZANNA POSADZKA, AGATA M. PAWŁOWSKA, JOANNA KASZUBA, KAROLINA PYCIA: Wykorzystanie przecieru z kiszzonego korzenia buraka ćwikłowego (<i>Beta vulgaris</i> L.) do produkcji chlebów gryczanych o podwyższonym potencjale przeciwutleniający.....	50
AGNIESZKA RUDZKA, MAREK ZBOROWSKI, ŁUKASZ CHOJNOWSKI, ROBERT MADEJ Wpływ nawyków żywieniowych i stylu życia kierowców transportu publicznego MPK w Częstochowie S.A. na ogólne samopoczucie - badania pilotażowe	72
AGNIESZKA TKACZYŃSKA, ELŻBIETA RYTEL: Wpływ odmiany ziemniaków o czerwonym i fioletowym miąższu na ciemnienie enzymatyczne bulw oraz właściwości przeciwutleniające	85
ANNA PRUSAK, DARIUSZ RAŚ, MARTA WOŹNIAK, MAGDALENA NIEWCZAS-DOBROWOLSKA: Rola mediów społecznościowych i influencer marketingu w kształtowaniu zachowań konsumenckich u młodych osób: przypadek lodów Ekipy Friza	100
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska honorowym profesorem UP w Lublinie.....	112
BEATA MIKUTA: IX Konferencja Naukowa z cyklu ŻYWNOSĆ – ŻYWIENIE – DIETETYKA	115
Technolog Żywności	123
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 130 – 133	127
Wykaz nazwisk Autorów w 2022 roku.....	130
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2022 roku.....	131

WYKAZ AUTORÓW W 2022 ROKU

- Achrem-Achremowicz B.* 132/5
Baranowski M. 132/56
Bartodziejska B. 131/57; 132/71
Biazik E. 132/17
Bogusławska-Wąs E. 132/32
Brodziak A. 130/38
Brzezicka A. 133/27
Byczyński Ł. 131/86
Chaberek M. 131/22
Cisoń-Apanasewicz U. 132/42
Chojnowski Ł. 133/72
Dłubała A. 132/32
Długosz T. 130/77
Duliński R. 131/86
Dżugan M. 131/45
Gadomska K. 131/70
Goderska K. 133/5
Grdeń A. 130/22
Filipczak-Fiutak M. 131/5
Fraś A. 130/62
Gołębiewska K. 130/62
Gniewosz M. 131/22
Hallmann E. 130/101
Horoszewicz J. 130/101
Ignaczak A. 132/56; 132/85
Jaworska D. 130/101
Kaczmarek P. 132/100
Karbowiak M. 130/87; 133/27
Kawacka I. 131/34
Kaszuba J. 133/50
Kobak H. 130/22
Kosevic M. 132/17
Kowalska H. 132/56; 132/85
Kowalska J. 132/56
Kowalski S. 132/42
Kralik Z. 132/17
Krankowski F. 130/51
Król K. 130/101
Kruk M. 130/101
Łukasiak P. 131/70
Madej R. 133/72
Makowska M. 132/85
Mańkowski D.R. 130/62
Marciniak-Lukasiak K. 131/70
Masiarz E. 132/56; 132/85
Mikulec A. 132/42
Milek M. 131/45
Modrzejewska K. 132/32
Mosiej W. 130/87
Niewczas-Dobrowolska M. 133/100
Nikrandt G. 133/5
Olejniki-Schmidt A. 131/34
Pawłowska A.M. 133/50
Pentoś K. 130/77
Piechowiak N. 132/32
Platta A. 132/100
Pobiega K. 131/22
Posadzka Z. 133/50
Prusak A. 133/100
Pycia K. 133/50
Rudzka A. 133/72
Raś D. 133/100
Rybak K. 131/22
Rytel E. 133/85
Sadowska J. 130/5
Sidor E. 131/45
Sołowiej B. 130/22
Sowiński M. 131/70
Stawiarska A. 132/42
Szosland-Faltyn A. 131/57; 132/71
Śmigielka N. 131/57; 132/71
Tarko T. 130/51
Tkaczyńska A. 133/85
Tomczyk M. 131/45
Trzaskowska M. 130/101
Wajs J. 130/38
Wiśniewska M. 130/62
Włodarczyk K. 130/5
Woźniak M. 133/100
Wszolek M. 131/5
Zborowski M. 132/42; 133/72
Zielińska D. 130/87; 133/27
Ziobro R. 132/5
Żbikowska A. 131/70
Żbikowska K. 131/70

WYKAZ RECENZENTÓW W 2022 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 J. Długosza w Częstochowie
2. Dr hab. inż. Róża Biegańska-Marecik, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
3. Dr hab. prof. PK Andrzej Danel, Politechnika Krakowska
4. Dr hab. inż., prof. PŁ Anna Diowks, Politechnika Łódzka
5. Dr hab. inż. prof. ZUT Izabela Dmytrów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
6. Dr hab. inż., prof. URK Magdalena Franczyk-Żarów, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
7. Prof. dr hab. Urszula Gawlik-Dziki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
8. Prof. dr hab. inż. Paweł Glibowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
9. Dr Agnieszka Górka-Chowaniec, Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach
10. Dr hab. Magdalena Górnicka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
11. Dr hab. inż., prof. UEK Michał Halagarda, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
12. Dr inż. Monika Hoffmann, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
13. Dr hab., prof. SGGW Danuta Jaworska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
14. Prof. dr hab. inż. Grażyna Jaworska, Uniwersytet Rzeszowski
15. Dr hab., prof. UR Ireneusz Kapusta, Uniwersytet Rzeszowski
16. Dr inż. Joanna Kaszuba, Uniwersytet Rzeszowski
17. Prof. dr hab. inż. Joanna Kawa-Rygielsk, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
18. Prof. dr hab. inż. Aneta Kopeć, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
19. Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kowalska, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu
20. Dr hab. inż., prof. SGGW Katarzyna Marciniak-Lukasiak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
21. Dr inż. Anna Mikulec, Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu
22. Dr hab. n. farm., prof. NIZP-PZH Hanna Mojska, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH w Warszawie
23. Dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
24. Prof. dr hab. inż. Wiesław Przybylski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

25. Dr inż. Karolina Pycia, Uniwersytet Rzeszowski
26. Dr hab. Elżbieta Radziejewska-Kubzdela, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
27. Dr inż. Monika Radzymińska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
28. Dr hab. inż., prof. PŁ Justyna Rosicka-Kaczmarek, Politechnika Łódzka
29. Prof. dr hab. Małgorzata Schlegel-Zawadzka, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
30. Dr hab. inż., prof. URK Marek Sady, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
31. Dr hab. inż., prof. UP Aldona Sobota, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
32. Dr, prof. URK Robert Socha, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
33. Prof. dr hab. inż. Joanna Stadnik, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
34. Dr inż. Monika Marianna Sterczyńska, Politechnika Koszalińska
35. Dr inż. Anna Szafrąńska, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego - PIB
36. Prof. dr hab. inż. Katarzyna Śliżewska, Politechnika Łódzka
37. Dr inż. Katarzyna Świąder, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
38. Prof. dr inż. Marzena Tomaszewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
39. Prof. dr hab. inż. Hubert Trzaska, Politechnika Wrocławska
40. Dr hab. prof. URK Ewelina Węsierska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
41. Dr hab., prof. UP Karolina Wójciak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
42. Dr hab. inż., prof. SGGW Małgorzata Wroniak, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
43. Dr inż. Magdalena Zalewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
44. Dr hab., prof. SGGW Małgorzata Ziarno, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
45. Dr hab. inż., prof. SGGW Dorota Zielińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
46. Dr hab. prof. URK Rafał Ziobro, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

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

<http://pttz.org/pl/>

PREZES /ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. inż. Joanna Stadnik Prezes PTTŻ	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: (81) 462-33-41; e-mail: joanna.stadnik@up.lublin.pl
Dr hab. inż., prof. UP Dariusz Stasiak Sekretarz PTTŻ	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: (81) 462-33-43; e-mail: dariusz.stasiak@up.lublin.pl
Dr hab. inż., prof. PG Edyta Malinowska-Pańczyk Oddział Gdański https://chem.pg.edu.pl/pttzog	PG, ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk; Tel.: (58) 347-26-56; e-mail: pttzog.wch@pg.edu.pl; edymalin@pg.edu.pl
Dr hab. inż., prof. UP Dariusz Stasiak Oddział Lubelski https://up.lublin.pl/foodscience/towarzystwa-naukowe/	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: (81) 462-33-43; e-mail: pttz@up.lublin.pl; dariusz.stasiak@up.lublin.pl
Dr hab. inż. Krzysztof Kołodziejczyk Oddział Łódzki http://www.pttz.p.lodz.pl	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ; Tel.: (42) 631-27-77; e-mail: pttz@info.p.lodz.pl; krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. URK Emilia Bernas Oddział Małopolski http://www.pttzm.org/	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW; Tel.: (12) 662-47-56; e-mail: emilia.bernas@urk.edu.pl
Prof. dr hab. inż. Iwona Konopka Oddział Olsztyński http://www.uwm.edu.pl/kpichsr/?page=216	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-726 OLSZTYN; Tel.: (89) 523-34-66; e-mail: iwona.konopka@uwm.edu.pl
Dr Maciej Kluz Oddział Podkarpacki	UR w Rzeszowie, ul. M. Cwiklińskiej 2, 35-601 RZESZÓW; Tel.: (17) 785-53-60; e-mail: pttz.podkarpacie@gmail.com; mkluz@ur.edu.pl
Dr hab. inż., prof. ZUT Anna Mituniewicz-Małek Oddział Szczeciński www.pttz.zut.edu.pl/	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN; Tel.: (91) 449-65-10; e-mail: anna.mituniewicz-malek@zut.edu.pl
Dr hab. inż., prof. SGGW Agata Marzec Oddział Warszawski http://owpttz.sggw.pl	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA; Tel.: (22) 593-75-65; e-mail: agata_marzec@sggw.pl
Dr hab. inż. prof. UPP Małgorzata Gumienna Oddział Wielkopolski http://pttzow.up.poznan.pl	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ; Tel.: (61) 848-72-67; e-mail: gumienna@up.poznan.pl
Dr hab. inż. Anna Kancelista Oddział Wrocławski http://wnoz.up.wroc.pl/pttzow/index.php	UPWr, ul. Chelmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW; Tel.: (71) 320-77-35; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl; anna.kancelista@upwr.edu.pl
SEKCJE	
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel. +48 22 646-20-60; e-mail: krajewski@wsiiz.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
Prof. dr hab. inż. Magdalena Rudzińska Chemii i Technologii Tłuszczów	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ; Tel.: (61) 848-72-76; e-mail: magdar@up.poznan.p
Prof. dr hab. inż. Antoni Golachowski Technologii Węglowodanów	UPWr, ul. Chelmońskiego 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.p