



ŻYWNOSĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 3 (132)

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

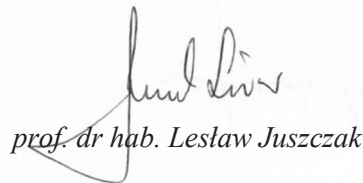
przekazujemy Państwu nr 3(132) czasopisma *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, w którym publikujemy artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce z zakresu nauk o żywności i żywieniu.

Zapraszamy również do lektury tzw. stałych działów, w których zamieściliśmy m.in. informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, zmianach w prawie żywnościowym oraz o wybranych nowych pozycjach książkowych.

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

Kraków, wrzesień 2022 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Doskonała Nauka”, nr projektu nr RCN/SN/0195/2021/1 kwota dofinansowania 66 400,00 całkowita wartość projektu 123 290,00.

BOHDAN ACHREM-ACHREMOWICZ, RAFAŁ ZIOBRO

ANTOCYJANY W ZIARNACH PSZENICY KOLOROWEJ - NOWE ŹRÓDŁO PROZDROWOTNEJ ŻYWNOSCI

Streszczenie

Wprowadzenie. Obok znanych od dawna białych i czerwonych odmian pszenicy zwyczajnej w ciągu ostatnich dekad pojawiły się jej barwne formy, charakteryzujące się fioletową, niebieską oraz czarną barwą ziaren. Zawarte w nich antocyjany należą do grupy flawonoidów i odpowiadają za barwę ziarniaków. Ziarno pszenicy purpurowej zawiera antocyjany w warstwie owocni, pszenicy niebieskiej w warstwie aleuronowej, a pszenica czarna ma antocyjany rozmieszczone w obu tych warstwach. Antocyjany są składnikami bioaktywnymi, które mogą pełnić w żywności rolę składnika funkcjonalnego lub kształtować cechy funkcjonalne żywności, chroniąc przed cukrzycą, nadciśnieniem i dyslipidemią. Pszenice kolorowe są także dobrym źródłem innych niż antocyjany związków fenolowych, karotenoidów, składników mineralnych, zwłaszcza żelaza i cynku, a także witamin.

Wyniki i wnioski. Pszenica kolorowa jest dobrym surowcem technologicznym, nieodbiegającym od dotychczas stosowanych odmian pszenic chlebowych i durum. Nadaje się do produkcji pieczywa, ciastek, produktów przekąskowych i makaronów, a nawet piwa, sosu sojowego czy octu. Stabilność antocyjanów z kolorowej pszenicy ulega obniżeniu przy stosowaniu wysokich temperatur, jednak ogólna zawartość przeciwutleniaczy w powstających produktach jest nadal wysoka. Badania żywieniowe potwierdziły korzystny wpływ produktów spożywczych otrzymanych z kolorowej pszenicy na zdrowie konsumentów. Oczekuje się, że produkty wytworzone w oparciu o barwne odmiany pszenicy mogą stać się modną żywnością funkcjonalną w wielu krajach. Kluczowym wyzwaniem komercjalizacji na dużą skalę jest wygenerowanie świadomości rynkowej i konsumenckiej. Celem niniejszego artykułu było przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat antocyjanów znajdujących się w ziarnach pszenicy kolorowej i ich znaczenia w potencjalnych zastosowaniach żywnościowych tego zboża.

Słowa kluczowe: pszenica, barwniki roślinne, polifenole, antocyjany, przeciwutleniacze, żywność prozdrowotna

*Prof. dr hab. B. Achrem-Achremowicz, dr hab. prof. URK. R. Ziobro ORCID: 0000-0001-9681-4380, Katedra Technologii Węglowodanów i Przetwórstwa Zboż, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149, Kraków;
Kontakt: rafal.ziobro@urk.edu.pl*

Wprowadzenie

Podstawą wyżywienia w Europie są rośliny zbożowe, a zwłaszcza pszenica. Jest ona surowcem do wyrobu wielu produktów: chleba, bułek, ciast, makaronów i kasz. Rosnący popyt na zdrową żywność spowodował wzrost zainteresowania ziarnem pszenicy o barwie purpurowej (fioletowej), niebieskiej (błękitnej) i czarnej, uzyskanym dzięki pracom hodowlanym w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. Ze względu na obecność nadających barwę antocyjanów, a także podwyższoną zawartość żelaza i cynku, kolorowe ziarno pszenicy wykazuje właściwości antyoksydacyjne i prozdrowotne. Jak wykazano w badaniach żywieniowych, antocyjany korzystnie działają na organizm ludzi. Zapewniają ochronę przed szkodliwymi zespołami metabolicznymi jak cukrzyca, otyłość, nadciśnienie i dyslipidemia [5, 29]. Ziarno pszenicy kolorowej można zaklasyfikować jako potencjalną żywność prozdrowotną, możliwą do uprawy na całym świecie. Szersze wykorzystanie tego ziarna jako żywności prozdrowotnej zależy jednak od upowszechnienia jego uprawy, stworzenia rynku i uświadomienia konsumentów o walorach ziarna kolorowych pszenic.

Antocyjany należą do grupy flawonoidów - związków polifenolowych, które odpowiadają za czerwony, fioletowy i niebieski kolor owoców, kwiatów i liści wielu roślin. Wykazują istotne właściwości prozdrowotne, a jako czynnik funkcjonalny sprzyjają zapobieganiu chorobom przewlekłym [5, 30]. Przez długi czas koncentrowano się na kolorowych owocach i warzywach, zwracając tylko niewielką uwagę na barwne ziarno, które również może poprawić zdrowie konsumentów. Obecnie, z racji wysokiej zawartości antocyjanów, zwrócono uwagę także na barwne odmiany pszenicy. Możliwość naturalnej biosyntezy antocyjanów stanowi argument do hodowli lepszych pod względem odżywczym odmian pszenicy i dalszych programów poprawy wartości prozdrowotnej upraw zbożowych [4].

Uwarunkowania koloru ziaren pszenicy

Czerwone i białe ziarniaki są typowe dla pszenicy zwyczajnej (heksaploidalnej). Kolor czerwony pojawia się w wyniku obecności pochodnych katechinowo-garbnikowych w owocni, co jest kontrolowane przez jeden z trzech dominujących genów R. Białe ziarniaki rozwijają się, gdy ich genotyp zawiera allele recesywne w tych trzech genach [1].

Kolor żółty jest determinowany przez karotenoidy, które są zdeponowane w amyloplastach komórek bielma. Szczególnie duże ilości tych związków, zwłaszcza luteiny, zawiera pszenica durum, co spowodowane jest selekcją odmian o barwie pożądanej dla produkcji makaronu [4].

Antocyjany, odpowiedzialne za ciemne zabarwienie ziaren pszenic kolorowych, występują w roślinach w postaciach glikozydowych, związanych z glukozą, galaktozą,

arabinozą, ramnozą, ksylozą i fruktozą. Najwięcej jest cyjanidyny i antocyjanidyny, występują także delfinidyna, peonidyna, pelargonidyna, petunidyna i malwidyna. Delfinidyna jest odpowiedzialna za kolor niebieski, natomiast cyjanidyna i pelargonidyna odpowiadają za fioletowy i czerwony. Wyższą zawartość antocyjanów stwierdzono w niebieskiej pszenicy chlebowej w porównaniu z analogiczną pszenicą durum. Analiza HPLC wykazała 5 do 8 głównych antocyjanów w pszenicy niebieskiej, a tylko trzy w ziarnie pszenicy purpurowej. W pszenicy purpurowej dominuje 3-O-glukozyd cyjanidyny, a następnie 3-O-glukozyd peonidyny, natomiast glukozyd delfinidyny najobficiej występuje w pszenicy niebieskiej [4, 20].

Genetyka akumulacji antocyjanów w ziarnach pszenicy kolorowej

Pszenica kolorowa pochodzi od różnych odmian miejscowych występujących w Afryce, uzyskano ją także w wyniku procesu hybrydyzacji. Występuje w trzech kolorowych odmianach zależnie od rodzaju i położenia antocyjanów w warstwach ziarna.

W pszenicy purpurowej są one obecne w warstwie owocni. Pochodzi ona z pszenicy purpurowej tetraploidalnej z Etiopii - *Triticum aethiopicum*. Po raz pierwszy została opisana przez Wittmacka w latach 70. XIX w., następnie sprowadzona do Europy i rozpowszechniona przez botaników [28]. Do rozwinięcia się cech purpurowej owocni potrzebne są dwa geny, zlokalizowane w odrębnych genomach, mianowicie A i B lub A i D. Cecha purpurowej owocni może być obecna tylko w pszenicy tetra- i heksaploidalnej, a nie występuje w diploidalnej. Jiang i wsp. [12] ustalili, że gen Pp3 koduje dwa czynniki transkrypcyjne, regulujące syntezę antocyjanów w purpurowej owocni.

Niebieski kolor ziaren pszenicy wynika z pigmentacji warstwy aleuronowej, a cechę tę wprowadza proces introgresji od różnych dzikich krewnych pszenicy. Jako pierwszy został zgłoszony europejski szczep Blaukorn używany później w pracach hodowlanych. Wyselekcjonowano kilka niebieskich linii, które miały introgresję lub część chromosomów z dzikich pszenic. Stwierdzono, że cecha niebieskiego aleuronu jest kontrolowana przez geny pochodzące od różnych dzikich gatunków, jak Ba 1 dominujący gen w chromosomie 4AgL (*Agropyron elongatum*). Jednak mechanizm molekularny decydujący o niebieskim kolorze nie został jeszcze jednoznacznie wyjaśniony [7].

Czarną pszenicę wyhodowano w Chinach poprzez hybrydyzację pszenicy purpurowej i niebieskiej. Prace badawcze prowadzono także w Japonii, Austrii i na Ukrainie [22]. Ziarno wydawało się czarne (ciemnofioletowe), ponieważ intensywny kolor występował zarówno w owocni jak i w warstwie aleuronowej. Decydujące o barwie obu tych warstw geny są takie same jak w pszenicy purpurowej i niebieskiej.

Antocyjany powstają w retikulum endoplazmatycznym i magazynowane są w wakuolach. Interesująca jest regulacja biosyntezy antocyjanów powodowana przez trójskładnikowe kompleksy czynników transkrypcyjnych MYB-bHLH-WD40 [26].

Skład biochemiczny ziarna kolorowej pszenicy

Ziarna barwnej pszenicy są zasobne w węglowodany, tłuszcze, białka a także antocyjany, witaminy, składniki mineralne oraz karotenoidy. Wykazano że ziarno pszenicy czarnej, niebieskiej i purpurowej ma porównywalną lub nieco niższą zawartość węglowodanów w porównaniu do pszenicy białej. Zawartość skrobi jest nieco niższa w pszenicy purpurowej (54 %) w porównaniu z białą (60 %). Zwyczajna pszenica ma 8 ÷ 14 % białka, pszenica kolorowa wykazuje nieco większą zawartość tego składnika 11,7 ÷ 18,2 % [13]. Również odmiany pszenicy kolorowej wykazały wyższą (o ok. 10 %) zawartość aminokwasów oraz ich lepsze zbilansowanie. Zawartość lizyny (aminokwas ograniczający) w ziarniakach barwnej pszenicy była również wyższa. Zaobserwowano też mniejsze straty aminokwasów podczas obróbki termicznej, w porównaniu z pszenicą białą [27].

Składniki mineralne jak żelazo, wapń i cynk są ważnymi składnikami zdrowia człowieka. Pszenica kolorowa okazała się bogatsza w mikroelementy niż biała, szczególnie ze względu na większe ilości Fe i Zn w ziarnach. Zawiera także inne niezbędne pierwiastki, jak magnez, potas, i selen [25]. Kolejne ważne składniki żywienia, których dobrym źródłem jest ziarno pszenicy, to witaminy z grupy B oraz witamina E. Pszenica niebieska zawiera ich więcej niż biała [8]. Podobnie dzieje się w przypadku innych pszenic kolorowych.

Fenole i związki pokrewne

Związki fenolowe są metabolitami wtórnymi roślin, wykazującymi aktywność antyoksydacyjną. Należą do nich między innymi kwasy fenolowe: *p*-hydroksybenzoesowy, protokatechowy, wanilinowy, syringowy, elagowy i galusowy, oraz pochodne kwasu hydroksycynamonowego jak *p*-kumarowy, kawowy, ferulowy i synapinowy [17, 19, 30]. Związki fenolowe występują w ziarnach pszenicy w postaci nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej. Wykazano wyższą do 30 % całkowitą zawartość fenoli w pszenicy kolorowej w stosunku do białej. Pszenice te wykazują także większą zawartość różnych metabolitów fenylopropanu i flawonoidów, w tym antocyjanów, flawonów oraz flawonoli [15].

Kwasy fenolowe są uważane za niezbędny bioaktywny mikroskładnik odżywczy z uwagi na zdolności antyoksydacyjne i wynikające z tego walory prozdrowotne. Porównano profile kwasów fenolowych pomiędzy odmianami pszenicy białej i kolorowej oraz uzyskanym z nich czapati (indyjski chleb płaski). Pszenica pigmentowana zawierała więcej kwasów fenolowych niż biała [13]. Kolorowe odmiany pszenicy zawierają 9 różnych kwasów fenolowych, z których kwas ferulowy jest najliczniej występującym, co sprawia że pszenica kolorowa jest cennym źródłem antyoksydantów innych niż same tylko antocyjany.

Także flawonoidy uważa się za niezbędny mikrośladnik bioaktywny, ze względu na ich wysokie zdolności antyoksydacyjne i walory prozdrowotne. Flawonoidy w różnych odmianach pszenicy występują od 2 do 7 ppm, a pszenica niebieska zawiera ich nawet do 10 ppm. Natomiast w pszenicy białej odnotowano tylko 0,9 ppm [8].

Komercyjne przetwórstwo ziarna kolorowej pszenicy

Mąka pszenna ma szerokie zastosowanie w technologii przetwórstwa, stanowi surowiec do wyrobu pieczywa, herbatników, makaronu, czapati oraz kasz. Białko i skrobia jako podstawowe składniki bielma są głównymi substancjami istotnymi dla procesu technologicznego. Gliadyna i glutenina - białka wchodzące w skład glutenu pszennego, nadają ciastu elastyczność i rozciągliwość. Indeks glutenowy pszenicy o czarnym ziarnie wynosi 69,7 %, co lokuje ją w optymalnym (60 ÷ 90 %) przedziale do wypieku chleba dobrej jakości. Skrobia wyizolowana z ziarna pszenic kolorowych zawiera typowe dla pszenic ilości amylozy i amylopektyny. Jej kleiki mają również odpowiednią lepkość, co determinuje dobre właściwości wypiekowe [21]. Produkty z ziarna barwnej pszenicy mają wysoką zawartość karotenoidów, błonnika pokarmowego oraz znaczną aktywność antyoksydacyjną. Sharma i wsp. [24] wykazali, że kolorowe linie pszenicy wykazujące wyższą wartość odżywczą i podobne parametry przetwarzania jak pszenica zwyczajna, mogą być wprowadzone do produkcji różnych form żywności prozdrowotnej. Mąka z pszenicy kolorowej charakteryzuje się wysoką zawartością składników odżywczych i dobrymi właściwościami wypiekowymi, co czyni ją wartościowym surowcem dla piekarstwa

Próby stosowania ziarna pszenicy barwnej w przemyśle spożywczym dały pozytywne wyniki w produkcji chleba, herbatników, makaronu, batonów i krakersów, a nawet piwa, sosu sojowego czy octu, co wskazuje na jej potencjał do zastąpienia pszenic tradycyjnych [8, 9]. Wykorzystano również purpurową pszenicę do uzyskania produktów o wysokim potencjale antyoksydacyjnym. Obecność przeciwutleniaczy zwiększa trwałość produktów piekarskich, nadając im odporność na rozwój pleśni w warunkach podwyższonej wilgotności. Uzyskane rezultaty wykazały, że barwne odmiany pszenicy spełniają wszystkie cechy wymagane do wprowadzenia ich do produkcji przemysłowej [24].

Wpływ obróbki termicznej na stabilność antyoksydantów w kolorowej pszenicy

Stabilność antocyanów i kwasów fenolowych jest celem wielu aktualnych badań ze względu na ich duży potencjał zastosowania w żywności. Nowoczesne technologie przetwarzania wymagają jednak wysokich temperatur (160 ÷ 300 °C), a wykazano, że stabilność antocyanów podczas obróbki termicznej wyraźnie się zmniejsza [11].

Ze względu na korzyści zdrowotne istnieje potrzeba utrzymania wysokiej zawartości antocyanów i fenoli ogółem podczas obróbki termicznej. Są one jednak względ-

nie stabilne tylko w niższych temperaturach, a ich stabilność maleje wraz ze wzrostem temperatury i czasu ogrzewania [2]. Dlatego do uzyskania produktów o pożądanych cechach żywieniowych potrzebna jest odpowiednia wiedza na temat wpływu operacji jednostkowych na przemiany poszczególnych związków fenolowych.

Różne czynniki, takie jak gatunek, warunki przechowywania, dostęp tlenu, prze-miań, fermentacja, prażenie, blanszowanie, reakcje enzymatyczne, czas i temperatura procesu, poziom kwasowości, światło, ciśnienie, pH oraz interakcje między makroelementami i mikroelementami w produkcie końcowym produkty mają wpływ na stabilność tych związków bioaktywnych.

Kilka badań wykazało zmniejszenie zawartości antocyjanów podczas obróbki termicznej produktów opartych o ziarno barwnej pszenicy. Bartl i wsp. [2] porównali wpływ czasu i temperatury pieczenia na redukcję antocyjanów podczas wypieku chleba z pszenicy purpurowej i niebieskiej. Obie linie pszenicy wykazały większe obniżenie zawartości antocyjanów przy dłuższym czasie pieczenia, nawet wówczas, gdy odbywało się ono w niższej temperaturze. Tak więc pieczenie w wysokiej temperaturze i krótkotrwałe pieczenie uważa się za bardziej oszczędzające antocyjany niż w niskiej temperaturze i długim czasie.

Porównanie różnych produktów, np. chleba, naleśników, batoników i krakersów z pszenicy purpurowej wykazało, że naleśniki, batoniki i krakersy traciły mniej przeciwutleniaczy niż chleb [6]. Porównanie zawartości antocyjanów w pszenicy niebieskiej i pszenicy purpurowej na różnych etapach produkcji pieczywa wykazało, że antocyjany z pszenicy niebieskiej tracono przede wszystkim podczas procesu wypieku. Natomiast w przypadku pszenicy purpurowej największe straty obserwowano podczas wyrabiania ciasta. Podobne wyniki uzyskali Ficco i wsp. [4], którzy badali różne etapy wytwarzania makaronu z purpurowej pszenicy durum i wykazali, że proces suszenia ma największy wpływ na degradację antocyjanów makaronu. Porównując makaron przygotowany z mąki i semoliny wzbogaconej w otręby z pszenicy purpurowej, stwierdzili większą redukcję zawartości antocyjanów w makaronie na bazie semoliny niż na bazie mąki.

Oprócz antocyjanów kilka raportów wskazuje na zmiany w całkowitej zawartości związków fenolowych (TPC, total phenolic content) kolorowych produktów spożywczych na bazie ziarna pszenicy. Zaobserwowano zmniejszenie TPC w przypadku produktów dla niemowląt z pszenicy purpurowej. TPC była niższa w gotowanych makaronach z białej mąki pszennej i semoliny wzbogaconych otrębami z pszenicy purpurowej. Zmniejszeniu uległa także TPC w ciasteczkach z pszenicy purpurowej [18]. Podobnie wykazano, że poziomy zawartości związków fenolowych i flawonoidów były niższe po przygotowaniu makaronu i pieczywa na parze [15]. Wzrost TPC podczas procesów pieczenia został spowodowany pojawieniem się produktów reakcji Maillarda, ponieważ miesienie, rozrost i pieczenie miały tylko niewielki wpływ na

całkowitą zawartość fenoli. Ze względu na produkty reakcji Maillarda wypiek nieznacznie zwiększył stężenie fenoli w skórce chleba. Najwyższym TPC charakteryzowała się skórka, następnie cały chleb i miękisz.

Większość badań wykazała, że chociaż w procesach wytwarzania produktu (mieszanie, ugniatanie, fermentacja i pieczenie) zawierającego frakcje przemiałowe ziarna pszenicy barwnej następuje spadek zawartości antocyjanów, to jednak występuje albo wzrost, albo relatywnie mniejszy spadek zawartości przeciwutleniaczy i aktywności przeciwutleniającej produktu końcowego. Potencjalne przyczyny tego stanu to albo wyższa aktywność przeciwutleniająca związków fenolowych powstających podczas ogrzewania, w porównaniu do ich barwnych form nasyconych, albo efekt synergiczny różnych fitoskładników. Konieczne są dalsze badania, aby określić wpływ metod przetwarzania żywności na składniki fenolowe oraz opracowanie metod przetwarzania, które pozwoliłyby skuteczniej zatrzymywać te bioaktywne związki w produktach wytwarzanych z udziałem ziarna pszenicy kolorowej [3, 8, 23].

Prozdrowotne walory ziarna kolorowej pszenicy

Antocyjany są uważane za związki biologicznie czynne i odgrywają istotną rolę w zapobieganiu wielu chorobom metabolicznym dlatego zostały uznane za nutraceutyk. Są silnymi przeciwutleniaczami ze względu na wyjątkowo wysoką aktywność wymiatania rodników. W ten sposób antocyjany pełnią szereg funkcji biomedycznych. W wielu badaniach epidemiologicznych udowodniono już właściwości przeciwnowotworowe, przeciwutleniające, przeciwstarzeniowe i przeciwzapalne antocyjanów z różnych źródeł [16]. Obecnością antocyjanów charakteryzują się różne kolorowe zboża i pseudozboża, jak ryż, sorgo, jęczmień, kukurydza i komosa ryżowa [5, 29]. Ostatnio wiele uwagi poświęcono barwnym odmianom pszenicy. Liczne badania wykazały korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania kolorowej pszenicy, związane z wysoką zawartością antocyjanów oraz ogólną zawartością fenoli i aktywnością antyoksydacyjną.

Prace badawcze z ponad 60 instytucji w 16 krajach wykazały pozytywny wpływ ziarna barwnej pszenicy na zdrowie. Już od końca ubiegłego wieku szereg publikacji z Indii, Korei Południowej, Chin, Kanady, Etiopii, Włoch i Austrii informowało o korzyściach zdrowotnych barwnej mąki pszennej i otrąb. Od 2015 r. liczne organizacje z Indii, Kanady, Słowacji, Ukrainy, Polski, Niemiec, Rosji, Włoch i Chin donoszą o produkcji makaronu oraz różnych wyrobów piekarskich, takich jak chleb, ciastka, czapati. Instytucje naukowe w Rosji, Indiach, Czechach, Niemczech, Kanadzie, Hongkongu, Chinach i Włoszech prowadzą eksperymenty na liniach komórkowych i modelach zwierzęcych. Wszystkie opublikowane prace podkreślają prozdrowotne właściwości produktów z ziarna kolorowej pszenicy. Ponadto w Chinach i Kanadzie w 2018 i 2020 r. przeprowadzono dwa niezależne badania na ludziach, które wykazały, że

odmiany pszenicy bogatej w antocyjany mogą być stosowane jako żywność funkcjonalna [8].

Wśród różnokolorowych linii największą aktywność przeciwutleniającą zaobserwowano w ziarnie pszenicy czarnej zgodnie z regułą: czarna > niebieska > purpurowa > biała. Wyższą aktywność obserwowano w otrębach niż w mące ze względu na antocyjany obecne w okrywie nasiennej [13, 25]. Także kielki różnych kolorowych odmian pszenicy syntetyzują antocyjany. Badania wykazały, że to właśnie kielki z czarnych ziaren mają największą aktywność przeciwutleniającą.

Oprócz badań nad przeciwutleniaczami ziarna, mąki czy otrąb pszenic kolorowych, aktywność antyoksydacyjną oceniono dla różnych produktów spożywczych z ich udziałem. Wyższą aktywność produktów z kolorowych pszenic niż białych zaobserwowano w przypadku herbatników, czapati, batoników i krakersów, chleba, makaronu, pieczywa na parze, muffinek, oraz płatków zbożowych [8, 13, 15]. Aktywność przeciwutleniająca ziarna pszenicy barwnej jest głównie wiązana z wyższą zawartością antocyjanów. Jednak Morgounov i wsp. [20] wykazali, że aktywność przeciwutleniająca pszenicy purpurowej nie była wyższa niż pszenicy białej. Powodem była najprawdopodobniej metoda zastosowana do oszacowania tej wartości.

Badania żywieniowe potwierdzające korzystny wpływ kolorowej pszenicy na zdrowie

Spożycie w diecie bogatego w antocyjany ekstraktu z różnych owoców i warzyw udowodniło jego korzystne działanie na organizmy zwierząt i ludzi. Wykazano również wpływ ziaren zbóż bogatych w antocyjany, poprzez badania *in vivo*, w zwalczaniu różnych zaburzeń [11]. Z ziaren zbóż w publikacjach pojawiła się barwna pszenica, a dostępne są badania *in vivo* na ludziach, potwierdzające ich prozdrowotne działanie. Czarna pszenica bogata w antocyjany znacząco zmniejszyła przyrost masy ciała i tkankę tłuszczową wywołane dietą wysokotłuszczową w badaniu *in vivo* przeprowadzonym na modelu myszy [24]. Co więcej, pszenica czarna i pszenica purpurowa obniżyły całkowity poziom wolnych kwasów tłuszczowych, triglicerydów i cholesterolu w surowicy wraz z przywróceniem insulinooporności. Purpurowa pszenica została użyta w badaniach na myszach choroby Alzheimera i w transgenicznym modelu choroby Parkinsona. Wykazano, że dieta bogata w antocyjany jest bezpieczna i ma pozytywny wpływ na funkcje poznawcze. Antocyjany w ziarnach pszenicy purpurowej zapobiegały deficytom pamięci wywołanym przez chorobę Alzheimera. Wyniki te sugerują, że pszenica bogata w antocyjany może być podstawą odżywiania funkcjonalnego we wczesnych stadiach zaburzeń neurodegeneracyjnych. Badanie odmian pszenicy niebieskiej na szczurach wykazało pozytywny wpływ na stan antyoksydacyjny osocza i poziom cytochromu P450 w wątrobie. Podobnie oceniono, że pszenica purpurowa (Karkulka) poprawia stan oksydacyjny i zachowanie szczurów. Bogata w antocyjany

purpurowa pszenica pozytywnie wpłynęła na stan antyoksydacyjny surowicy i utlenianie białek nerek. Zaobserwowano jednak również efekty niepożądane, takie jak zwiększona peroksydacja lipidów w nerkach i zmodyfikowane zachowanie zwierząt związane z lękiem [8]. Pszenica purpurowa (Konini) okazała się korzystna dla poprawy zdolności przeciwutleniających i aktywności enzymów wątroby u szczurów i kur [11].

Badania na ludziach wykazały również, że pszenica o czarnym ziarnie pozytywnie wpłynęła na osoby chore na cukrzycę typu 2 poprzez ograniczenie poziomu albumin glikowanych i markerów stanów zapalnych, bez zmiany poziomu glukozy i insuliny we krwi [18]. Badanie na zdrowych osobach wykazało, że batoniki lub krakersy wzbogacone w otręby z pszenicy purpurowej mają pozytywny wpływ na trawienie, metabolizm i wykorzystanie produktów, mimo że zaobserwowane zmiany w aktywności antyoksydacyjnej w osoczu i w biomarkerach zapalnych były bardzo małe lub wcale nie występowały. W innym badaniu na osobach dorosłych z nadwagą i otyłością batoniki z ziarna barwnych pszenic okazały się umiarkowanie skuteczne w poprawie stanu antyoksydacyjnego osocza, zmniejszając stężenie glukozy, poziom adiponektyny i stany zapalne [6].

Zgodnie z oczekiwaniami, zarówno badania na zwierzętach, jak i ludziach z wykorzystaniem modeli doświadczalnych lub niezakaźnych stanów chorobowych wykazały znaczący wpływ ziarna barwnej pszenicy na poprawę właściwości przeciwutleniających i związanego z nim stanu zdrowia, podczas gdy efekty obserwowane u zdrowych zwierząt i ludzi były stosunkowo mniej wyraźne. Wyniki te wskazują na pozytywny wpływ barwnej pszenicy na zmniejszenie ryzyka zaburzeń związanych ze stylem życia i dolegliwościami przewlekłymi. Warto zauważyć, że pszenica czarna daje zwykle lepsze wyniki niż pszenica niebieska i purpurowa, co może być związane z wyższą zawartością antocyjanów [3].

Aktualne wyzwania

Chociaż prace nad pszenicą barwną są silnie rozwijającym się trendem badawczym, jej komercjalizacja jest nadal wyzwaniem. Powierzchnia uprawy pszenicy kolorowej wynosi mniej niż 0,01 % całkowitej powierzchni uprawy tego zboża na świecie. Podczas wyszukiwania online znaleziono tylko kilka kolorowych produktów pszenicznych, w tym chleb z pszenicy purpurowej (PurPur z Austrii i Gardenia z Kanady), makarony z pszenic purpurowych (Koka z Singapuru, Dayspring, Antho grains i kilka innych marek), mąkę z czarnej i purpurowej pszenicy oraz płatki śniadaniowe (Dalia) z Indii. Głównym wyzwaniem dla przyjęcia się tego rodzaju produktów na szeroką skalę jest zbudowanie rynku i świadomości konsumenckiej. W tym celu instytucje międzynarodowe, rządowe i przemysł powinny zjednoczyć swoje wysiłki w zakresie promocji barwnych odmian pszenicy [5. 8. 10].

Pszenice kolorowe niosą ogromny potencjał badawczy. Obok opracowania innowacyjnych produktów badania mogą dotyczyć długofalowych skutków diety wzbogaconej o funkcjonalne składniki nowych odmian pszenicy, hodowli w celu ulepszenia składu antocyjanów, ale również innych składników odżywczych, takich jak luteina, tokoferole, białka, minerały, w tym Fe, Zn, Se. Istotne wydaje się też podjęcie prac na temat tolerancji barwnych odmian na stres abiotyczny i możliwości poprawy ich plonowania [14].

Wnioski

1. Pszenica kolorowa, zwłaszcza pszenica czarna, jest obecnie popularnym tematem badań, gdyż można ją wykorzystać do produkcji wysokiej jakości produktów spożywczych.
2. Jest doskonałym źródłem bioaktywnych fitoskładników o działaniu zapobiegającym stanom zapalnym, zespołowi metabolicznemu, otyłości, cukrzycy, dyslipidemii, starzeniu się i neurodegeneracji. Chociaż obróbka termiczna ziarna barwnej pszenicy zmniejsza zawartość antocyjanów i innych fitozwiązków, to nie zmniejsza jej aktywności przeciwutleniającej. Oczekuje się, że produkty wytworzone w oparciu o barwne odmiany pszenicy mogą stać się modną żywnością funkcjonalną w wielu krajach.
3. Kluczowym wyzwaniem komercjalizacji na dużą skalę jest wygenerowanie świadomości rynkowej i konsumenckiej. Istnieje potrzeba opracowania odmian zorientowanych na produkt końcowy w oparciu o preferencje regionalne, o wysokiej wydajności, zawartości antocyjanów, karotenoidów, związków fenolowych, witamin i minerałów oraz zweryfikowania ich funkcjonalności w badaniach *in vitro* i *in vivo* [14, 21].

Literatura

- [1] Abdel-Aal E.-S. M., Young J. C., Rabalski I.: Anthocyanin Composition in Black, Blue, Pink, Purple, and Red Cereal Grains. *J. Agri. Food Chem.*, 2006, 54, 4696-4704.
- [2] Bartl P., Albrecht A., Skrt M., Tremlová B., Ošťádalová M., Šmejkal K., Vovk I., Ulrich N. P.: Anthocyanins in purple and blue wheat grains and in resulting bread: quantity, composition, and thermal stability. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2015, 66, 514-519.
- [3] Dhua S., Kumar K., Kumar Y., Singh L., Sharanagat V. S.: Composition, characteristics and health promising prospects of black wheat: A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 2021, 112, 780-794.
- [4] Ficco D. B. M., Mastrangelo A. M., Trono D., Borrelli G. M., Vita P. D., Fares C., Beleggia R., Platani C., Papa R.: The colours of durum wheat: a review. *Crop Pasture Sci.*, 2014, 65, 1-15.
- [5] Francavilla A., Joye I. J.: Anthocyanins in Whole Grain Cereals and Their Potential Effect on Health. *Nutrients*, 2020, 12, 2922.

- [6] Gamel T. H., Wright A. J., Tucker A. J., Pickard M., Rabalski I., Podgorski M., Ilio N. D., O'Brien C., Abdel-Aal E.-S. M.: Absorption and metabolites of anthocyanins and phenolic acids after consumption of purple wheat crackers and bars by healthy adults. *J. Cereal Sci.*, 2019, 86, 60-68.
- [7] Garg M., Chawla M., Chunduri V., Kumar R., Sharma S., Sharma N. K., Kaur N., Kumar A., Munday J. K., Saini M. K., Singh S. P.: Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. *J. Cereal Sci.*, 2016, 71, 138-144.
- [8] Garg M., Kaur S., Sharma A., Kumari A., Tiwari V., Sharma S., Kapoor P., Sheoran B., Goyal A., Krishania M.: Rising Demand for Healthy Foods-Anthocyanin Biofortified Colored Wheat Is a New Research Trend. *Front. Nutr.*, 2022, 9, 878221.
- [9] Grausgruber H., Atzgersdorfer K., Böhmendorfer S.: Purple and Blue Wheat Health – Promoting Grains with Increased Antioxidant Activity. *Cereal Foods World*, 2018, 63, 5, 217-220.
- [10] Gupta R., Meghwal M., Prabhakar P. K.: Bioactive compounds of pigmented wheat (*Triticum aestivum*): Potential benefits in human health. *Trends Food Sci. Technol.*, 2021, 110, 240-252.
- [11] Jeewani D. C., Hua W. Z.: Recent advances in anthocyanin biosynthesis in colored wheat. *Res. J. Biotechnol.*, 2017, 12, 6, 57-62.
- [12] Jiang W., Liu T., Nan W., Jeewani D. C., Niu Y., Li C., Wang Y., Shi X., Wang C., Wang J., Li Y., Gao X., Wang Z.: Two transcription factors TaPpml and TaPpb1 co-regulate anthocyanin biosynthesis in purple pericarps of wheat. *J. Exp. Bot.*, 2018, 69, 2555-2567.
- [13] Kumari A., Sharma S., Sharma N., Chunduri V., Kapoor P., Kaur S., Goyal A., Garg M.: Influence of Biofortified Colored Wheats (Purple, Blue, Black) on Physicochemical, Antioxidant and Sensory Characteristics of Chapatti (Indian Flatbread). *Molecules*, 2020, 25, 5071.
- [14] Li J., Yang J., Li Y., Ma L.: Current strategies and advances in wheat biology. *Crop J.*, 2020, 8, 879-891.
- [15] Li Y., Ma D., Sun D., Wang C., Zhang J., Xie Y., Guo T.: Total phenolic, flavonoid content, and antioxidant activity of flour, noodles, and steamed bread made from different colored wheat grains by three milling methods. *Crop J.*, 2015, 3, 328-334.
- [16] Lin B.-W., Gong C.-C., Song H.-F., Cui Y.-Y.: Effects of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer. *Br. J. Pharmacol.*, 2016, 174, 1226-1243.
- [17] Liu Q., Qiu Y., Beta T.: Comparison of Antioxidant Activities of Different Colored Wheat Grains and Analysis of Phenolic Compounds. *J. Agri. Food Chem.*, 2010, 58, 9235-9241.
- [18] Liu Y., Qiu J., Yue Y., Li K., Ren G.: Dietary black-grained wheat intake improves glycemic control and inflammatory profile in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *Ther. Clin. Risk Manag.*, 2018, 14, 247-256.
- [19] Lourenço S. C., Moldão-Martins M., Alves V. D.: Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules*, 2019, 24, 4132.
- [20] Morgounov A., Karaduman Y., Akin B., Aydogan S., Baenziger P. S., Bhatta M., Chudinov V., Dreisigacker S., Govindan V., Güler S., Guzman C., Nehe A., Poudel R., Rose D., Gordeeva E., Shamanin V., Subasi K., Zelenskiy Y., Khlestkina E.: Yield and Quality in Purple-Grained Wheat Isogenic Lines. *Agronomy*, 2020, 10, 86.
- [21] Padhy A. K., Kaur P., Singh S., Kashyap L., Sharma A.: Colored wheat and derived products: key to global nutritional security. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2022, 7, 1-17.
- [22] Rybalka O., Morgun V., Morgun B.: Colored grain of wheat and barley — a new breeding strategy of crops with grain of high nutritional value. *Fiziologia Rastenij i Genetika*, 2020, 52, 95-127.
- [23] Saini P., Kumar N., Kumar S., Mwaurah P. W., Panghal A., Attkan A. K., Singh V. K., Garg M. K., Singh V.: Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored wheat: a comprehensive review. *Cri. Rev. Food Sci. Nut.*, 2020, 61, 3197-3210.

- [24] Sharma S., Chunduri V., Kumar A., Kumar R., Khare P., Kondepudi K. K., Bishnoi M., Garg M.: Anthocyanin bio-fortified colored wheat: Nutritional and functional characterization. *PLOS ONE*, 2018, 13, e0194367.
- [25] Sharma S., Khare P., Kumar A., Chunduri V., Kumar A., Kapoor P., Mangal P., Kondepudi K. K., Bishnoi M., Garg M.: Anthocyanin-Biofortified Colored Wheat Prevents High Fat Diet-Induced Alterations in Mice: Nutrigenomics Studies. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2020, 64, 1900999.
- [26] Sharma S., Kumar A., Singh D., Kumari A., Kapoor P., Kaur S., Shreon B., Garg M.: Integrated transcriptional and metabolomics signature pattern of pigmented wheat to insight the seed pigmentation and other associated features. *Plant Physiol. Biochem.*, 2022, 189, 59-70.
- [27] Tian S.-Q., Chen Z.-C., Wei Y.-C.: Measurement of colour-grained wheat nutrient compounds and the application of combination technology in dough. *J. Cereal Sci.*, 2018, 83, 63-67.
- [28] Wang F., Ji G., Xu Z., Feng B., Zhou Q., Fan X., Wang T.: Metabolomics and Transcriptomics Provide Insights into Anthocyanin Biosynthesis in the Developing Grains of Purple Wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agri. Food Chem.*, 2021, 69, 11171-11184.
- [29] Zhu F.: Anthocyanins in cereals: Composition and health effects. *Food Res. Int.*, 2018, 109, 232-249.
- [30] Zieliński H., Achremowicz B., Przygodzka M.: Przeciwułtleniacze ziarniaków zbóż. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2012, 1(8), 5-26.

ANTHOCYANINS IN COLORED WHEAT GRAINS – A NEW SOURCE OF HEALTH-PROMOTING FOOD

S u m m a r y

Background. In addition to the long-known white and red varieties of common wheat, colored forms of wheat have emerged in recent decades, characterized by purple, blue and black grains. The anthocyanins they contain belong to the flavonoid group and are responsible for the color of grains. Purple wheat grain contains anthocyanins in the pericarp layer, blue wheat in the aleurone layer, and black wheat has anthocyanins distributed in both layers. Anthocyanins are bioactive components that can act as a functional component of foods or shape their functional characteristics, protecting against diabetes, hypertension and dyslipidemia. Colored wheat is also a good source of phenolic compounds other than anthocyanins, carotenoids, minerals, especially iron and zinc, and vitamins.

Results and conclusion. Colored wheat is a good technological raw material, not dissimilar to the previously used varieties of bread wheat and durum wheat. It is suitable for the production of bread, pastries, snack products and pasta, and even beer, soy sauce or vinegar. The stability of anthocyanins from colored wheat is reduced when high temperatures are used, but the overall antioxidant content of the resulting products is still high. Nutritional studies have confirmed the beneficial effects of food products obtained from colored wheat on consumer health. It is expected that products made from colored wheat varieties may become fashionable functional foods in many countries. The key challenge of large-scale commercialization is to generate market and consumer awareness. The purpose of this article was to present the current state of knowledge on anthocyanins found in colored wheat grains and their importance in potential food applications of this cereal.

Keywords: wheat, plant colorants, polyphenols, anthocyanins, antioxidants, health-promoting food 

EWA BIAZIK, ZLATA KRALIK, MANUELA KOSEVIC

ANTIOXIDANTS IN POULTRY MEAT PRODUCTS: QUALITY, SAFETY AND HEALTH ASPECTS

Summary

Background. There are projections that the global population might increase to around 10 billion people by 2050. This will lead to an increase in total global food demand of 35% to 56% between 2010 and 2050. Therefore, one of food producers' main goals should be to increase the quality of food products. Furthermore, current consumer income fluctuations may affect changes in the types of food purchased. The use of natural antioxidants may satisfy the growing interest of poultry consumers. In numerous literature studies, there is a trend toward utilizing natural antioxidants as replacements for synthetic ones. The aim of this study is to provide a review of recent studies which describe the use of natural antioxidants in poultry meat production and their effect on final product quality.

Results and conclusion. This review presents an overview of the latest advances in the application of natural antioxidant compounds in poultry meat and processed meat products to improve their quality and shelf-life. In human nutrition and health, antioxidant nutrition remains the topic of a continuing debate. Natural antioxidants efficiently increase the shelf-life of poultry products. Lipid peroxidation decreases in meat when natural antioxidants are supplemented in feed, and the use of natural antioxidants could be an effective strategy to maintain the optimal quality of processed poultry products.

Keywords: natural antioxidants, quality of poultry products, food demand

Introduction

Poultry meat is a popular source of animal protein. The European Union is one of the largest producers of poultry meat and is a net exporter of poultry products. Annual EU production is around 13.4 million tones [48]. A clear increasing tendency was observed in the production of poultry meat in Poland in the years 2001 ÷ 2019. An annual

Dr inż. E. Biazik ORCID: 0000-0002-8167-8002, Katedra Agrotechnologii i Analizy Jakości, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118-120, 53-345 Wrocław; Prof. dr Z. Kralik ORCID: 0000-0001-9056-9564; dr M. Kosevic ORCID: 0000-0002-5760-621X, Department of Animal Production and Biotechnology, Faculty of Agrobiotechnical Sciences, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, HR-31000 Osijek, Croatia; Scientific center of excellence for personalized health care, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek, Croatia Kontakt: ewa.biazik@ue.wroc.pl

increase in production in this period was on average 110.5 thousand tones, i.e. production grew at the rate of 7.4 % p.a. This increase in the production of poultry in Poland resulted in an increase in the country's share of both world and EU production. Poland's share in the world production of poultry increased from 1 % in 2001 to 2.1 % in 2019, and in terms of EU-27 production from 7.2 % in 2001 to 20.6 % in 2019. Poland has one of the highest consumptions of poultry meat in the EU [35]. In the EU, poultry consumption in Poland was the greatest after Portugal, Spain, Ireland and Hungary in 2018 [52]. In addition, the Republic of Croatia has also seen an increase in poultry production; in 2020, around 13 million poultry were recorded [51]. According to Kralik et al. [15], poultry products are widely consumed by Croatian consumers because they are nutritionally valuable and the price of such products is relatively low. However, the possibility of an increase in the consumption of poultry meat in Poland in the coming years will be insignificant. This is also confirmed by European Commission projections. These show that increases in the consumption of poultry meat in the EU will gradually slow. In these conditions, the possibility of developing poultry meat production in Poland will depend mainly on foreign demand, i.e. from the EU and other countries. Therefore, competitiveness based on price and product quality will be of decisive importance in the development of Polish exports of poultry products [35]. Consumers pay great attention to the quality of poultry products and, according to Zdanowska et al. [47], improvement in meat quality is reflected in higher sensory scores for the meat. Indicators of meat quality depend on muscle biochemistry and modern processing technologies. One approach to increasing meat quality is to add antioxidants either during the period of feeding or directly during processing. The aim of this work is to provide a review of recent studies which describe the use of natural antioxidants in poultry meat production and their effect on final product quality.

Antioxidants

Antioxidants are compounds that are capable of donating hydrogen radicals. They can pair with other available free radicals to prevent propagation reactions during oxidation processes [4]. This effectively minimizes rancidity and suppresses lipid oxidation, without any damage to sensory or nutritional properties, resulting in maintenance of the quality of meat products. In live muscle, there are intrinsic factors that can prevent lipid oxidation. These factors are often lost after slaughtering during the processing or storage of meat products, necessitating further supplementation with extrinsic antioxidants. Antioxidants can be divided into two categories: primary and secondary [5]. Primary antioxidants react with free radicals directly, which can lead to the production of a more stable product. Hence, they diminish oxidative chain reactions. On the other hand, secondary antioxidants limit the oxidative process by various complex mechanisms, such as the chelation of metal ions, UV radiation absorption,

oxygen depletion, inhibition of enzymes, and breakage of hydroperoxide. Many antioxidants belong to both categories [16]. Also, antioxidants can be classified as natural or synthetic [26]. Several studies have indicated possible harmful effects that may be related to the consumption of synthetic antioxidants [2, 4]. Natural antioxidants have generated growing interest owing to their roles in the protection of poultry meat products against oxidation. They can be added to either meat or meat products during processing to inhibit oxidation spoilage.

Natural antioxidants in poultry production

Antioxidants in animal feed can play an important role in the balance between antioxidants and pro-oxidants in tissue, and this is reflected in the quality of meat. The process of metabolizing nutrients invariably leads to the production of undesirable compounds, including pro-oxidative free radicals. It has been shown that cellular membranes, as well as DNA, are particularly vulnerable to free radical damage, and this may lead to severe neurological damage or genetic malfunction [19]. It is worth noting that the organism contains a great number of defense mechanisms against free radicals, among which are antioxidative enzymes, such as superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and coenzyme Q10 (CoQ). These molecules donate electrons to scavenging free radicals. The need for this number of dedicated antioxidants is the fact that antioxidants are not interchangeable; this applies to those provided through feed ingredients [49].

Antioxidant systems, which are defense mechanisms against free radicals, have been developed and shaped, and they are responsible for the survival of higher eukaryotes in an oxygenated atmosphere. They include antioxidants from the fat-soluble group, such as vitamin E, certain carotenoids, CoQ, and the water-soluble group including ascorbic acid, glutathione, carnitine, taurine and antioxidant enzymes, such as superoxide dismutase, glutathione peroxidase and other selenoproteins, catalase, glutathione reductase or glutathione transferase. In general, the antioxidant system includes three major lines of antioxidant defense mechanism [38, 39]. The first line of defense starts from superoxide dismutase (SOD), which is responsible for the removal of superoxide radicals [39]. Hydroperoxide (H_2O_2), which is the product of SOD reactions, is still toxic and must be removed from the cell. Therefore, glutathione peroxidase and catalase are responsible for the detoxification of H_2O_2 by converting it to H_2O , and this is the first level of the antioxidant defense system in tissue. For tissue oxidation stability, it is important to keep transition metal bound to proteins, and therefore metal-binding proteins are also an important part of the first line of the antioxidant defense system [39]. Such antioxidants as carnitine, taurine and coenzyme Q10, which are involved in the maintenance of mitochondrial integrity, are also important elements of the first level of antioxidant defense. Also, selenoproteins regulating the redox balance

of the cell can be a part of the first level of the antioxidant defense system [40]. Due to the great number of free radicals produced in biological systems, the first line of the antioxidant defense network is not able to stop the process of free radical production. Therefore, the second level of defense includes vitamins E and C, carotenoids, glutathione system, thioredoxin system, some selenoproteins, carnitine, betaine, taurine and others which can be classified as chain-breaking antioxidants. This second level of defense also includes various mechanisms. For instance, after reacting with a free radical, vitamin E is oxidized and loses its antioxidant protective activity. However, due to the presence of ascorbic acid, it can be converted back to a reduced active form, but the ascorbic acid is oxidized. Further, ascorbic acid is reduced by thioredoxin reductases (TR), and the system of recycling takes reducing equivalents from NADPH synthesized in the pentose phosphate cycle. This process connects antioxidant defense to the carbohydrate metabolism [37, 38]. To increase the protection of some molecules – including lipids, proteins and DNA – there is a third level of antioxidant defense, which includes heat shock proteins, methionine sulfoxide reductase, DNA repair enzymes and phospholipases [53]. To enhance the natural antioxidant system and the quality of meat, the addition of antioxidants to feed is being investigated. Table 1 shows data relating to the influence of dietary antioxidants on the quality and storage stability of poultry products.

In addition, there are more than 8,000 compounds possessing antioxidant and pro-oxidant properties, which could be classified as polyphenols. The main problem with these compounds is their low bioavailability. Their concentration in the diet can be very high, but their levels in the blood are low, and their concentration in target tissues (liver, muscles, egg yolk) is usually negligible [39]. For instance, Sharifian et al. (2019) found that pomegranate peel linearly reduced MDA concentration in breast muscle during refrigerated storage [33]. Saleh et al. (2017) observed that the inclusion of pomegranate peel at 100, 200 and 300 mg/kg significantly increased total phenolic contents and antioxidant activity in the breast meat of broiler chickens [29]. Table 2 shows data relating to natural sources of polyphenolic antioxidants used as feed additives and their effects found in final products.

Natural antioxidants in processed poultry meat products

Lipid and protein oxidation processes are the second important cause of spoilage of meat products [22]. Lipid peroxidation in poultry meat products occurs primarily through the radical chain reaction mechanism. An alternative pathway may be provided via a singlet oxygen reaction. The muscle proteins are also susceptible to both radical and non-radical ROS [45]. Protein oxidation is initiated by myoglobin, metallic catalysts or oxidizing lipids, which react with side chains of amino acids and cause protein

Table 1. The influence of selected dietary antioxidants on the quality and storage stability of poultry products.
 Tabela 1. Wpływ suplementacji wybranych naturalnych przeciwutleniaczy na jakość i stabilność przechowywania produktów drobiowych.

Antioxidant Przeciwutleniacz	Product / Produkt	Effect / Wpływ	References Literatura
Vitamin E / Witamina E 0 ÷ 120 mg/kg	Chicken breast meat Mięsień piersiowy kurcząt Chicken thigh meat / Mięso udowe kurcząt	85 % lipid oxidation reduction 85 % redukcja utleniania lipidów 69 % lipid oxidation reduction 69 % redukcja utleniania lipidów	Lin et al. 1989 [18]
Vitamin E / Witamina E 20; 300; 600 mg/kg	Turkey breast burgers Burgery z mięśnia piersiowego indyka (1 % NaCl)	lipid oxidation inhibition hamowanie utleniania lipidów 29 % reduction/ 29% redukcja 90 % reduction/ 90 % redukcja	Wen et al. 1996 [43]
Vitamin E / Witamina E 30; 200 mg/kg	Chicken, raw thigh patties Paszтет z mięsa udowego kurcząt niepoddany obróbce termicznej	66 % lipid oxidation reduction 66 % redukcja utleniania lipidów	
Vitamin E / Witamina E 0; 100; 500 mg/kg	Chicken thigh, precooked meat Mięso udowe kurcząt, poddane wstępnej obróbce termicznej	lipid oxidation reduction redukcja utleniania lipidów 39 %; 42 %	Jensen et al. 1995 [13]
β -carotene and vitamin E β -karoten i witamina E	Leg meat of broilers fed on different fats Mięso z nóg brojlerów żywionych paszą z dodatkami wybranych tłuszczów	Beta-carotene at 15 mg/kg acted as an antioxidant in fresh and cooked meat, in stored meat, however, worsened the oxidative stability in stored meat at 50 mg/kg / Beta-karoten w dawce 15 mg/kg wykazywał działanie przeciwutleniające w próbach z mięsa świeżego i gotowanego, natomiast w próbach po przechowywaniu pogarszał stabilność oksydacyjną przy dawce 50 mg/kg	Ruiz et al. 1999 [27]
β -carotene β -karoten	Broiler breast meat Mięsień piersiowy brojlerów	In the breast meat of broilers, β -carotene in the diet tended to limit the vitamin E accumulation. The authors concluded that β -carotene can act as both an antioxidant and a pro-oxidant depending on the dose Obecność β -karotenu w diecie ograniczała akumulację witaminy E w mięśniach piersiowych brojlerów. Autorzy wskazali, że	Carreras et al. 2004 [6]

			β-karoten może działać zarówno jako przeciwutleniacz, jak i czynnik utleniający w zależności od dawki	Engelmaierová et al. 2011 [9]
Lycopene (0 and 75 mg/kg) and vitamin E (0, 50 and 100 mg/kg) Likopen (0 i 75 mg/kg) i witamina E (0, 50 i 100 mg/kg).	Chicken leg meat Mięso nóg kurcząt		The synergism of both antioxidants improved the growth performance and oxidative stability of meat in fresh leg meat and in meat that had been stored for 3 days. In addition, lycopene reduced the cholesterol content of leg meat Synergizm obu przeciwutleniaczy poprawił wskaźniki wzrostu kurcząt i stabilność oksydacyjną mięsa w próbach ze świeżego mięsa udowego przechowywanego przez 3 dni. Ponadto dodatek likopenu w diecie wpłynął na obniżenie zawartości cholesterolu w mięsie nóg	
Se alone or in a combination with vitamin E (α-tocopheryl acetate) Se sam lub w połączeniu z witaminą E (octan α-tokoferylu)	Chicken meat Mięso kurcząt		Reported as the most efficient way of improving the oxidative stability of the meat during storage Wskazany jako najskuteczniejszy sposób poprawy stabilności oksydacyjnej mięsa podczas przechowywania.	Perez et al. 2010 [24]
Se	Chicken meat Mięso kurcząt		Improves its functional properties	Konieczka et al. 2015 [14]
Se yeast together with oils (rapeseed or linseed) Drożdże selenowe połączone z olejami (rzepakowym lub lnianym)	Chicken meat Mięso kurcząt		Poprawa właściwości funkcjonalnych mięsa kurcząt Meat rich in Se and polyunsaturated fatty acids (eicosapentaenoic and docosapentaenoic) Mięso wzbogacone w Se i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (kwas eikozapentaenowy i dokozaapentaenowy)	Haug et al. 2007 [12]
Vitamin E, Vitamin C and Se Witamina E, Witamina C i Se	Chicken meat Mięso kurcząt		Decreased the malondialdehyde (MDA) content in breast meat Obniżenie zawartości dimalonowego (MDA) w mięsniu piersiowym	Pećjak et al. 2022 [23]
Bioactive peptides (derived from fish waste) Bioaktywne peptydy (pochodzące z odpadów rybnych)	Nuggets prepared from breast meat Nuggets przygotowane z mięśnia piersiowego brojlerów		Effect on antioxidant status such as TPC, DPPH scavenging activity, and FRAP of broiler breast meat Wpływ na status oksydacyjny mięśnia piersiowego brojlerów wyrażony jako TPC, zdolność do zmiatania kationorodnika DPPH• i zdolność redukcowania jonów żelaza FRAP	Aslam et al. 2020 [3]

Table 2. Natural sources of polyphenolic antioxidants used as feed additives and main effects found in final products.
Tabela 2. Naturalne źródła przeciwutleniaczy polifenolowych stosowanych jako dodatki paszowe i ich efekty na jakość mięsnych produktów drobiowych.

Poultry product Produkt drobiowy	Antioxidant source Źródło przeciwutleniaczy	Dose Dawka	Effect / Wpływ	References Literatura
Raw and cooked breast meat patties Surowy i poddany obróbce termicznej pasziet z mięśnia piersiowego	Grape pomace Wytloki winogronowe	60 g/kg	Inhibitory effect on lipid oxidation; increase in radical scavenging capacity. / Redukcja utlenianie lipidów; wzrost zdolności wychwytywania rodników.	Sáyago-Ayerdi et al. 2009 [32]
Breast and thigh meats Mięsień piersiowy i udowy	Dry rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) leaves (R) and rosemary essential oil (RO) Suche liście rozmarynu (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) (R) i olejek eteryczny z rozmarynu (RO)	11.5 g/kg (R) 0.2 g/kg (RO)	Inhibitory effect on lipid oxidation (decreased MDA values) decrease in pH value, negative effect on the sensory analysis (taste, odor, and overall acceptability) Hamujący wpływ na utlenianie lipidów (obniżone ilości MDA), spadek wartości pH, negatywny wpływ na analizę sensoryczną (smak, zapach i ogólną akceptowalność).	Yesilbag et al. 2011 [46]
Minced thigh meat Mielone mięso udowe kurecząt	Pomegranate (<i>Punica granatum</i> L.) pomace extract (PPE) and pomegranate pomace (PP) Ekstrakt z wytlaków granatu (<i>Punica granatum</i> L.) (PPE) i wytlaków granatu (PP)	0.3 g/kg (PPE) 3 g/kg (PP)	Inhibitory effect on lipid oxidation (decreased TBARS values); increase in radical scavenging capacity; decrease of n-6/n-3 ratio Hamujący wpływ na utlenianie lipidów (obniżone zawartości związków TBARS); wzrost zdolności wychwytywania wolnych rodników; obniżenie stosunku kwasów tłuszczowych n-6/n-3.	Saleh et al. 2018 [29]

Breast muscle, fat, liver Mięsień piersiowy, tłuszcz, wątroba kurcząt	Tea polyphenols Polifenole herbaty	15 g/kg	Inhibitory effect on oxidative stress induced by corticosterone; reduction of abdominal fat content, plasma triglyceride concentration and liver weight Hamujący wpływ na stres oksydacyjny wywołany przez kortykosteron; obniżenie ilości tłuszczu sadelkowego, stężenia trójglicerydów w osoczu i masy wątroby.	Eid et al. 2003 [8]
Broiler meat Mięso z brojlerów	Quercetin Kwercetyna	0.5 and 1 g/kg	It prolongs meat shelf-life through reduced rate of lipid peroxidation Wydłuża okres przydatności do spożycia mięsa poprzez spowolnienie peroksydacji lipidów.	Goliomytis et al. 2014 [11]
Chicken breast meat Mięsień piersiowy kurcząt	Grape pomace Wytłoki winogronowe	7.5 and 10 g/kg	Decline in MDA in breast meat of broiler chickens Obniżenie zawartości MDA w mięsie piersiowym kurcząt brojlerów.	Aditya et al., 2018 [1]
Chicken meat Mięso kurcząt	Grape seed extract Ekstrakt z pestek winogron	125, 250, 500, 1000 and 2000 mg/kg	Significant decrease in MDA level in meat tissue Znaczący spadek zawarości MDA w tkance mięśniowej.	Farahat et al. 2016 [10]

Table 3. The effects of selected antioxidants on poultry product quality.
 Tabela 3. Wpływ wybranych antyoksydantów na jakość produktów drobiowych

Poultry product Produkt drobiowy	Antioxidant Przeciwutleniacz	Effect / Wpływ	References Literatura
Raw and cooked processed chicken meat stored at -18 °C for nine months Surowe i poddane obróbce termicznej mięso kurcząt przechowywane w temperaturze -18 °C przez dziewięć miesięcy.	Grape seed and peel extracts Ekstrakty z pestek i skórek winogron	Significant reduction in lipid oxidation Znaczące ograniczenie utleniania lipidów	Selani et al. 2011 [34]
Raw and cooked chicken breast hamburger Surowy i poddany obróbce hamburger z mięsa piersiowego kurcząt	Grape antioxidant dietary fiber Przeciwutleniacz z winogron: błonnik pokarmowy	Improvement in the oxidative status Poprawa statusu oksydacyjnego.	Sáyago-Ayerdi et al. 2009 [31]
Cooked chicken patties Paszety z mięsa kurcząt poddane obróbce termicznej	Pomegranate peel Skórka granatu	Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) were significantly lower in the patties treated with BHT, pomegranate juice and pomegranate peel Odnotowano obniżenie ilości substancji TBARS w próbach pasztetów z dodatkiem BHT, soku z granatów i skórek granatu	Naveena et al. 2008 [22]
Irradiated (3 kGy) turkey breast rolls Poddane napromieniowaniu (3 kGy) roladki z mięśnia piersiowego indyka	Plum extract / Ekstrakt ze śliwki (California Dried Plum Board, Sunsweet Growers Inc., Yuba City, CA)	Reduction of lipid oxidation Ograniczenie utleniania lipidów.	Lee et al. 2005 [17]
Mechanically separated turkey Mięso oddzielone mechanicznie z indyka	The cranberry extract Ekstrakt z żurawiny	Lipid oxidation inhibition Ograniczenie utleniania lipidów	Raghavan et al. 2007 [25]

carbonylation [21]. Moreover, the oxidation of myoglobin (Mb) could be affected by lipid oxidation and other factors, such as pH, MetMb reduction and temperature. The stability of Mb directly determines the color and shelf-life of meat and meat products [44].

Food additives used as antioxidants should not present negative effects on product parameters, such as odor, and flavor, and color. On the other hand, such additives should be economical, effective at low concentrations, stable during processing and storage, compatible with foods and easily applied [38]. In animal products, there is an oxidative stability difference between the type of raw material used in production depending on animal species and muscle types. In addition, there are some endogenous factors that control oxidation, such as the presence of active antioxidants and oxygen deactivating enzymes, and on the other hand, pro-oxidants, such as iron and ascorbic acid. The stability of products is dependent on the balance between all the aforementioned factors. Additionally, within a species such as poultry, chicken meat is more stable than turkey meat. Moreover, white meat is more durable against oxidation than dark meat [38]. Herbs and spices present the highest antioxidant contents among all the animal- and non-animal-based foods [7]. Table 3 summarizes the effects of selected antioxidants on poultry product quality.

Health and safety aspects

Today's health problems are frequently complex, multifactorial, transboundary and cross-species, and require a cross-disciplinary approach, such as One Health, which cuts across animal, human and environmental health boundaries. This concept recognizes that people's health is closely connected with the health of animals [50]. The term 'One Health' was first used in 2003 ÷ 2004, and was associated with the SARS outbreak in early 2003, and subsequently, with the spread of H5N1 avian influenza, and the series of strategic goals known as the 'Manhattan Principles' elaborated at a meeting of the Wildlife Conservation Society in 2004. These principles clearly recognized the link between human and animal health, which can be connected with disease threats from food [20]. Natural antioxidants play important roles in maintaining chicken health and growing broilers. There is a wide range of antioxidant molecules in the chicken body: vitamin E, ascorbic acid, carotenoids, selenium, coenzyme Q, carnitine, taurine, antioxidant enzymes and others [36]. Moreover, several studies support the idea that in mammals, the administration of exogenous antioxidants, in optimal amounts and types, helps maintain health. In addition, some studies on poultry have indicated a positive effect of natural antioxidant supplementation. For instance, Sarica and Urkmez (2016) reported that feeding broiler chickens with pomegranate peel extract at 100 and 200 mg/kg resulted in improved performance and gut health [30]. The potential health benefits from the application of natural antioxidants in meat systems

are not always proven. Therefore, the meat industry is mainly motivated by the positive effects of antioxidants on the shelf-life, quality and safety assurance of meat and meat products. Further clinical trials are necessary to evaluate the safety of natural antioxidant substances usage and to confirm health properties [21].

Antioxidants are added to fresh and processed meat and meat products to prevent oxidation processes, and this is connected with the development of off-flavors and product color changes [27]. There are many compounds that are able to inhibit oxidation processes, but only some of them are suitable for human consumption because of safety issues [42]. Food-grade antioxidants must be approved by regulatory bodies. In the European Union, the regulation of antioxidants is established by the European Parliament and Council Directive No. 1333/2008 of 16 December 2008 on food additives, which provides a list of approved additives and the conditions for their use and labeling. According to this regulation, extracts of rosemary (E 392), carotenes (E 160a), tocopherol-rich extracts (E 306), α - and γ -tocopherol (E307 and E 308), δ -tocopherol (E 309), annatto, bixin and norbixin (E 160b) and extracts of rosemary (E 392) are the natural antioxidants authorized as food additives by the EU. For meat, specific natural antioxidants such as rosemary extracts and carotenes are only allowed in processed meat products [21].

Conclusion

1. The application of antioxidants during feeding and processing is justified as it prevents economic losses in the meat industry owing to consumer rejection. Data shows that natural antioxidants efficiently extend the shelf-life of poultry products. Lipid peroxidation decreases in meat when natural antioxidants are supplemented to feed.
2. The use of natural antioxidants could be an effective strategy to maintain the optimal quality of poultry products. In particular, the application of antioxidants to process animal products is very useful due to the lack of a natural antioxidant system.
3. One of the major challenges for the wider application of natural antioxidants in poultry meat systems is the harmonization of methods with consumer demands and the poultry industry's capabilities, and an evidence-based exploitation of natural antioxidants is necessary to secure a transformation in the field.

Acknowledgements

The project is financed by the Ministry of Science and Higher Education in Poland under the program "Regional Initiative of Excellence" 2019 - 2022 project number 015/RID/2018/19 total funding amounts to PLN 10,721,040.00.

Literatura

- [1] Aditya S., Ohh S.-J., Ahammed M., Lohakare J.: Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Anim. Nutr.* 2018, 4(2), 210-214.
- [2] Aminzare M., Hashemi M., Ansarian E., Bimkar M., Hassanzadazar H. Mehrasbi M. Daneshmooz S., Raeisi M. Jannat B., Afshari A.: Using Natural Antioxidants in Meat and Meat Products as Preservatives: A Review. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2019, 7(5), 418-426
- [3] Aslam S., Shukat R., Khan M.I., Shahid M.: Effect of Dietary Supplementation of Bioactive Peptides on Antioxidant Potential of Broiler Breast Meat and Physicochemical Characteristics of Nuggets. *Food Sci Anim Resour*, 2020; 40(1),55-73.
- [4] Atta E.M., Mohamed N.H., Silaev A.A.A.: Antioxidants: An overview on the natural and synthetic types. *Eur. Chem. Bull.* 2017, 6(8), 365-375
- [5] Berdahl D.R., Nahas R.I., Barren J.P.: Synthetic and natural antioxidant additives in food stabilization: current applications and future research. *Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2010, pp. 272-320.
- [6] Carreras I., Guerrero L., Guardia M.D., Esteve-García E., García Regueiro J.A., Sárraga C.: Vitamin E levels, thiobarbituric acid test and sensory evaluation of breast muscles from broilers fed α -tocopheryl acetate and β -carotene-supplemented diets. *J. Sci. Food Agri.* 2004, 84(4), 313-317.
- [7] Carlsen M.H., Halvorsen B.L., Holte K., Bøhn S.K., Dragland S., Sampson L., Willey C., Senoo H., Umezono Y., Sanada C.: The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutr. J.* 2010, 9, 1-11.
- [8] Eid Y.Z., Ohtsuka A., Hayashi K. Tea polyphenols reduce glucocorticoid-induced growth inhibition and oxidative stress in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 2003, 44, 127-32.
- [9] Engelmaierová M., Rubancová I., Vít T., Skřivan M.: The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. *Czech J. Anim. Sci.* 2011, 56, 536-543.
- [10] Farahat M.H., Abdallah F.M., Ali H.A., Hernandez-Santana A. Effect of dietary supplementation of grape seed extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response of broiler chickens. *Animal*, 2017, 11(5), 771-777.
- [11] Goliomytis M., Tsourekis D., Simitzis P.E., Charismiadou M.A., Hager-Theodorides A.L., Deligeorgis S. G. The effects of quercetin dietary supplementation on broiler growth performance, meat quality, and oxidative stability. *Poult. Sci.* 2014, 93,8, 1957-1962.
- [12] Haug A., Eich-Greatorex S., Bernhoft A., Wold J. P., Hetland H., Christophersen O.A., Sogn, T.: Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Lipids Health Dis.*, 2007, 29, 1-9.
- [13] Jensen C., Skibsted L.H., Jakobsen K., Bertelsen G.: Supplementation of Broiler Diets with all-rac-Tocopheryl Acetate or a Mixture of RRR-Tocopheryl Acetate. I. Effect on the Oxidative Stability of Raw and Precooked Broiler Meat Products. *Poult. Sci.* 1995, 74, 2048-2056.
- [14] Konieczka P., Czauderna M., Rozbicka-Wieczorek A., Smulikowska S. The effect of dietary fat, vitamin E and selenium concentrations on the fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored broiler meat. *J. Anim. Feed Sci.* 2015, 24(3), 244-251.
- [15] Kralik I., Tolušić Z., Bošnjaković D.: production of poultry meat and eggs in the republic of croatia and in the european union. *Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business and Economic Issues*, 2017, 30(1), 85-96.

- [16] Kumar Y. Improving Meat Safety Through Reformulation Strategies: Natural Antioxidants and Antimicrobials. In: Raikos, V., Ranawana, V. (eds) Reformulation as a Strategy for Developing Healthier Food Products. Springer, 2019, Cham.
- [17] Lee E.J., Ahn D.U.: Quality characteristics of irradiated turkey breast rolls formulated with plum extract. *Meat Sci.* 2005, 71, 300-305.
- [18] Lin C.F., Gray J.I., Asgaghar A., Buckley D.J., Booren A.M., Flegal C.J.: Effects of Dietary Oils and α -Tocopherol Supplementation on Lipid Composition and Stability of Broiler Meat. *J. Food Sci.* 1989, 54, 1457-1460.
- [19] Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N.: Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacogn. Rev.* 2010, 4(8), 118-26.
- [20] Mackenzie J.S., Jeggo M.: The One Health Approach - Why Is It So Important? *Trop. Med. Infect. Dis.* 2019, 4, 88.
- [21] Manessis G., Kalogianni A.I., Lazou T., Moschovas M., Bossis I., Gelasakis A.I.: Plant-derived natural antioxidants in meat and meat products. *Antioxidants*, 2020, 9(12), 1215.
- [22] Naveena B.M., Sen A.R., Vaithyanathan S., Babji Y., Kondaiah N.: Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Sci.* 2008, 80(4), 1304-1308.
- [23] Pečjak M., Leskovec J., Levart A., Salobir J., Rezar V.: Effects of Dietary Vitamin E, Vitamin C, Selenium and Their Combination on Carcass Characteristics, Oxidative Stability and Breast Meat Quality of Broiler Chickens Exposed to Cyclic Heat Stress. *Animals*, 2022, 12(14), 1789.
- [24] Perez T.I., Zuidhof M.J., Renema R.A., Curtis J.M., Ren Y., Betti M.: Effects of vitamin e and organic selenium on oxidative stability of ω -3 enriched dark chicken meat during cooking. *J. Food Sci.* 2010, 75(2), 25-34.
- [25] Raghavan S., Richards M.P.: Comparison of solvent and microwave extracts of cranberry press cake on the inhibition of lipid oxidation in mechanically separated turkey. *Food Chem.* 2007, 102, 818-826.
- [26] Rafiei F., Khajali F.: Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products application and future trends. *World's Poul. Sci. J.* 2021, 77(2) 347-361.
- [27] Ruiz J.A., Pérez-Vendrell A.M., Esteve-García E.: Effect of β -carotene and vitamin E on oxidative stability in leg meat of broilers fed different supplemental fats. *J. Agri. Food Chem.* 1999, 47(2), 448-454.
- [28] Saleh H., Golian A., Kermanshahi H., Mirakzahi M.T.: Effects of dietary α -tocopherol acetate, pomegranate peel, and pomegranate peel extract on phenolic content, fatty acid composition, and meat quality of broiler chickens. *J. App. Anim. Res.* 2017, 45(1), 629-636.
- [29] Saleh H., Golian A., Kermanshahi H., Mirakzahi M.T.: Antioxidant status and thigh meat quality of broiler chickens fed diet supplemented with α -tocopherolacetate, pomegranate pomace and pomegranate pomace extract. *Ital. J. Anim. Sci.* 2017, 17, 386-395.
- [30] Sarica S., Urkmez D.: The use of grape seed-, olive leaf-and pomegranate peel-extracts as alternative natural antimicrobial feed additives in broiler diets. *Eur. Poul. Sci.* 2016, 80, 121.
- [31] Sáyago-Ayerdi S.G., Brenes A., Goñi I.: Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT-Food Sci. Technol.* 2009, 42(5), 971-976.
- [32] Sáyago-Ayerdi S.G., Brenes A., Viveros A., Goñi I. Antioxidative effect of dietary grape pomace concentrate on lipid oxidation of chilled and long-term frozen stored chicken patties. *Meat Sci.* 2009, 83, 528-533

- [33] Sharifian M., Hosseini-Vashan S.J., Nasri M.F., Perai A.H.: Pomegranate peel extract for broiler chickens under heat stress: Its influence on growth performance, carcass traits, blood metabolites, immunity, jejunal morphology, and meat quality. *Livestock Sci.* 2019, 227, 22-28.
- [34] Selani M.M., Contreras-Castillo C.J., Shirahigue L.D., Gallo C.R., Plata-Oviedo M., Montes-Villanueva N.D.: Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Sci.* 2011, 88(3), 397-403.
- [35] Stańko S., Mikuła A.: Zmiany na rynku mięsa drobiowego na świecie i w Polsce w latach 2001-2019. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie - Problemy Rolnictwa Światowego*, 2022, 22(1), 43-61.
- [36] Surai P.F., Kochish I.I.: Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poult Sci.* 2019, 98(10), 4231-4239.
- [37] Surai P.F.: *Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction.* Nottingham University Press, 2002, pp. 5-9.
- [38] Surai P.F.: *Selenium in nutrition and health.* Nottingham University Press, 2006.
- [39] Surai P.F.: Antioxidant systems in poultry biology: superoxide dismutase. *J. Anim. Res. Nutr.* 2016, 1(1), 8.
- [40] Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Velichko O.A.: Selenium in poultry nutrition: From sodium selenite to organic selenium sources. *J. Poult. Sci.* 2018, 55(2), 79-93.
- [41] Surai P.F., Kochish I.I., Romanov M.N., Griffin D.K. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of vitamin E. *Poult. Sci.* 2019, 98, 9, 4030-4041.
- [42] Taghvaei M., Jafari S.M.: Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *J. Food Sci. Technol.* 2015, 52(3), 1272-1282.
- [43] Wen J., Morrissey, P.A., Buckley, D.J. and Sheehy, P.J.A.: Oxidative Stability and -tocopherol Retention in Turkey Burgers During Refrigerated and Frozen Storage as Influenced by Dietary -Tocopheryl Acetate. *Brit. Poult. Sci.* 1996, 37, 787.
- [44] Xia M., Chen Y., Ma J., Yin X., Wang L., Wu W., Xiong G., Sun W., Zhou Y.: Effects of low frequency magnetic field on myoglobin oxidation stability. *Food Chem.* 2019, 309(26), 125651.
- [45] Yang J., Xiong Y.L.: Inhibition of Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions by Interface-Adsorbed Myofibrillar Protein. *J. Agri. Food Chem.* 2015, 63(40), 8896-904.
- [46] Yesilbag D., Eren M., Agel H., Kovanlikaya A., Balci F.: Effects of dietary rosemary, rosemary volatile oil and vitamin E on broiler performance, meat quality and serum SOD activity. *Br. Poult. Sci.* 2011, 52, 472-482.
- [47] Zdanowska-Sąsiadek Ż., Michalczuk M., Damaziak K., Niemiec J., Poławska E., Gozdowski D., Różańska E.: Effect of vitamin E supplementation on growth performance and chicken meat quality. *Europ. Poult. Sci.* 2016, 80, 1-14.
- [48] https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/poultry_pl
- [49] <https://www.feedstrategy.com/animal-feed-additives/evaluating-the-importance-of-antioxidants-in-feed/>
- [50] <https://www.cdc.gov/onehealth/basics/index.html>
- [51] <https://poljoprivreda.gov.hr>
- [52] <https://js.wne.sggw.pl/index.php/esare/article/view/1508>
- [53] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119479364>

**PRZECIWIUTLENIACZE W MIĘSNYCH PRODUKTACH DROBIOWYCH: ASPEKTY
JAKOŚCIOWE I ZDROWOTNE**

Streszczenie

Wprowadzenie. Istnieją prognozy, że populacja ludzi może wzrosnąć aż do około 10 miliardów do 2050 roku. Może to doprowadzić do wzrostu całkowitego światowego zapotrzebowania na żywność od 35 % do 56 % w latach 2010 ÷ 2050. Dlatego jednym z głównym celem producentów żywności powinno być polepszenie jakości produktów spożywczych. Ponadto obecne zmiany poziomu dochodów konsumentów mogą wpływać na preferencje odnośnie kupowanej żywności. Stosowanie naturalnych przeciwutleniaczy może zaspokoić rosnące zainteresowanie konsumentów drobiu. W licznych opracowaniach literaturowych widoczna jest tendencja do wykorzystywania naturalnych przeciwutleniaczy jako zamienników syntetycznych. Celem pracy jest dokonanie przeglądu najnowszych badań opisujących zastosowanie naturalnych przeciwutleniaczy w produkcji mięsa drobiowego oraz ich wpływ na jakość produktu końcowego.

Wyniki i wnioski. W pracy przedstawiono przegląd aktualnych rozwiązań w stosowaniu naturalnych związków przeciwutleniających w mięsie drobiowym i w drobiowych przetworach mięsnych w celu poprawy ich jakości i trwałości. W zapewnieniu prawidłowego żywienia i zdrowia ludzi dodatek antyoksydantów pozostaje przedmiotem nieprzerwanej debaty. Naturalne przeciwutleniacze skutecznie wydłużają okres przydatności do spożycia produktów drobiowych. Peroksydacja lipidów w mięsie zmniejsza się, gdy w paszy dodaje się naturalne przeciwutleniacze. Ponadto stosowanie naturalnych przeciwutleniaczy można zaliczyć do działań strategicznych ukierunkowanych na utrzymanie optymalnej jakości przetworzonych produktów drobiowych.

Słowa kluczowe: naturalne antyoksydanty, jakość produktów drobiowych, popyt na żywność ☒



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

ELŻBIETA BOGUSŁAWSKA-WĄS, NIKOŁA PIECHOWIAK,
ALICJA DŁUBAŁA, KATARZYNA MODRZEJEWSKA

MIKROBIOLOGICZNA ANALIZA PREPARATÓW PROBIOTYCZNYCH

Streszczenie

Wprowadzenie. Celem niniejszej pracy była ocena wybranych preparatów probiotycznych dotycząca określenia liczebności i przynależności gatunkowej zawartych w nich szczepów. W celu realizacji założeń niniejszej pracy wykorzystano 10 różnych preparatów dostępnych w handlu detalicznym. Zakres badań obejmował analizę ilościową oraz jakościową. Analizę ilościową przeprowadzono z wykorzystaniem metod hodowlanych, które pozwoliły również na wstępne określenie zróżnicowania mikrobioty badanych preparatów i izolację szczepów do dalszych badań.

Wyniki i wnioski. Wyizolowano łącznie 9 szczepów bakteryjnych oraz 2 szczepy drożdży. Analiza jakościowa obejmowała przeprowadzenie badań biochemicznych z zastosowaniem testów API® 50 CHL oraz API® ID 32 C, jak również analizę genetyczną. Identyfikację genetyczną przeprowadzono stosując technikę PCR z elektroforetycznym rozdziałem produktów w żelu agarozowym. Do identyfikacji szczepów drożdży wykorzystano parę starterów: ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') i ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'), co pozwoliło na potwierdzenie ich przynależności do gatunku *Saccharomyces cerevisiae*. Identyfikację genetyczną bakterii z rodzaju *Lactobacillus* prowadzono przy użyciu starterów 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') i 1492R (5'-GGTTACCTTGTACGACTT-3'). Jedynie 3 z 10 preparatów spełniały wszystkie określone na opakowaniu deklaracje, dotyczące liczby szczepów, ich gatunku i liczby jednostek w pojedynczej dawce produktu. W jednym preparacie wyizolowano jeden niewymieniony w deklaracji szczep bakteryjny, a w jednym z suplementów diety wykazano $<10^4$ jtk / dawka żywych drobnoustrojów. W przypadku trzech preparatów nie wyizolowano jednego z deklarowanych szczepów bakteryjnych.

Słowa kluczowe: : suplementy diety, probiotyki, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces* sp, *Bifidobacterium* sp

Wprowadzenie

Probiotyki definiuje się jako „żywe drobnoustroje, które podane w odpowiedniej ilości wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza” [7]. Według wytycznych

Dr hab. inż., prof. ZUT E. Bogusławska-Wąs ORCID: 0000-0002-8526-9273, mgr inż. N. Piechowiak, dr inż. A. Dłubała ORCID: 0000-0003-1629-4958, mgr inż. K. Modrzejewska ORCID: 0000-0001-9567-2771, Katedra Mikrobiologii Stosowanej i Fizjologii Żywności Człowieka, Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, al. Piastów 17, 70-310, Szczecin; Kontakt: alicja.dlubala@zut.edu.pl

FAO/WHO identyfikacja szczepu probiotycznego powinna być przeprowadzona możliwie najdokładniejszymi i najnowszymi metodami fenotypowymi oraz genetycznymi [7]. Nazewnictwo probiotyków obejmuje rodzaj, gatunek, podgatunek oraz oznaczenie literowo-numeryczne. Szczep powinien zostać zdeponowany w międzynarodowej kolekcji szczepów, która nadaje dodatkowe oznaczenie, zgodnie z wewnętrznymi wytycznymi. Dopuszczalne jest, aby w działaniach marketingowych lub w nazwach handlowych produktów używać nazw dowolnych [18]. Oprócz określenia przynależności taksonomicznej danego szczepu równie ważne jest dokładne poznanie jego właściwości probiotycznych. Badania *in vitro* prowadzone są głównie w kierunku określenia: oporności na kwaśne środowisko żołądka i kwasy żółciowe, zdolności adherencji do śluzówki i/lub komórek nabłonkowych, aktywności antymikrobiologicznej w stosunku do potencjalnych patogenów, zdolności do zapobiegania adhezji patogenów oraz aktywności hydrolazy soli żółciowych [9]. Suplementy diety uznawane są za specyficzny rodzaj żywności. Nie istnieją odrębne regulacje dotyczące tej grupy produktów, dlatego podlegają one jedynie regulacjom dotyczącym produkcji żywności [5]. Obejmuje je Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 r. [17], Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. [15] (z późniejszymi zmianami) w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. Dodatkowo szczegółowe wytyczne dotyczące składu i oznakowania suplementów diety reguluje rozporządzenie ministra zdrowia [11]. W odróżnieniu od leków, suplementy diety nie podlegają ścisłej kontroli jakości określającej czy dany preparat zawiera deklarowaną substancję i w jakiej ilości.

Celem niniejszej pracy była ocena wybranych preparatów probiotycznych dotycząca określenia liczebności i przynależności gatunkowej zawartych w nich szczepów, a tym samym potwierdzenie zgodności z deklaracją producenta zawartą na etykiecie produktu.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były preparaty zawierające szczepy probiotyczne, tj. suplementy diety, leki oraz środek specjalnego przeznaczenia medycznego. Łącznie przebadano 10 różnych preparatów zakupionych w aptekach w Polsce. Pochodziły one od różnych producentów i obejmowały różne postaci, tj. kapsułki, proszek do sporządzenia zawiesiny, krople. Listę badanych preparatów oraz deklaracje liczebności mikroorganizmów zawarto w Tab. 1 i 2. Do czasu wykonania analiz materiał był przechowywany w temperaturze chłodniczej, a w momencie rozpoczęcia badań mieścił się w terminie przydatności do spożycia.

Tabela 1. Wykaz badanych preparatów wraz z deklarowanymi szczepami

Table 1. List of tested preparations with declared strains

Preparat Preparation	Typ preparatu Type of preparation	Deklarowany szczep Declared strain
A	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG ATCC 53103
B	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus reuteri</i> Protectis DSM 17938
C	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5® <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> Bb-12®
D	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA 14 (FloraFit™) <i>Bifidobacterium lactis</i> HN019 (HOWARU™ Bifido)
E	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
F	Środek spożywczy specjalnego przeznaczenia medycznego Foodstuff for special medical purposes	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LOCK 0908 <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LOCK 0900 <i>Lactobacillus casei</i> LOCK 0919
G	Lek / Medicament	<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM I-745
H	Lek / Medicament	<i>Saccharomyces boulardii</i> CNCM I-745
I	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
J	Suplement diety / Diet supplement	<i>Lactobacillus plantarum</i> 299v

Oznaczenia ogólnej liczby bakterii z rodzaju *Lactobacillus* wykonano zgodnie z Polską Normą (PN) [14], wykorzystując podłoże MRS Agar (Sharlau, Hiszpania). W przypadku izolacji *L. rhamnosus* oraz *L. casei* zastosowano podłoże MRS Agar z wankomycyną w stężeniu 2ml/L [14]. Do izolacji drożdży z gatunku *S. boulardii* zastosowano podłoże DRBC Agar (Oxoid, Wielka Brytania). Izolację bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* prowadzono na podłożu MRS Agar (Scharalu, Hiszpania) z chlorem litu (Sigma-Aldrich, Niemcy) (3 g/dm³), propionianem sodu (200 mg/dm³) (Sigma-Aldrich, Niemcy) i cysteiną (Sigma-Aldrich, Niemcy) (0,5 g/dm³), wykonując posiew powierzchniowy. Posiewy inkubowano w 37 °C/48 h w modyfikowanej atmosferze z wykorzystaniem GasPak (BD BBL™).

Wyizolowane szczepy identyfikowano przy zastosowaniu testów biochemicznych API® 50 CHL oraz API® ID 32 C (bioMérieux, Polska), odpowiednio bakterii z rodzaju *Lactobacillus* oraz drożdży. Po inkubacji posiewów (odpowiednio 37°C /48 h oraz 30 °C /48 h) odczytywano wyniki w sposób zalecany przez producenta. Przy identyfikacji gatunku korzystano z programu komputerowego API-ATB Plus (bioMérieux, Polska) oceniającego procent zgodności cech z wzorcem. Ekstrakcję DNA z hodowli bakterii i drożdży wykonywano komercyjnym zestawem Genomic Mini AX BACTERIA+ (A&A Biotechnology, Polska) oraz Genomic Mini AX YEAST (A&A Biotechnology, Polska). Analizę jakościową wyizolowanego materiału genetycznego prowadzono spektrofotometrycznie (NanoDrop 1000, NanoDrop Technologies). Wyizolowane DNA standaryzowano w buforze TE do poziomu 20 ng/μl i przechowywano

w temperaturze -35 °C do czasu właściwych analiz. Badania genetyczne obejmowały określenie przynależności gatunkowej badanych szczepów. Oznaczenia prowadzono w termocyklerze LightCycler 480 (Roche, Szwajcaria). Do identyfikacji bakterii wykorzystano starter 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') oraz 1492R (5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'). Reakcję PCR przeprowadzono w objętości 25 µl komercyjnego kitu MIX PCR (A&A Biotechnology, Polska), z zachowaniem profilu temperaturowego: wstępna denaturacja 95 °C / 5 minut, 30 cykli: denaturacja 94 °C / 1 minuta, przyłączanie starterów 55 °C / 1 minuta, elongacja 72 °C / 1,5 minuty, końcowe wydłużanie 72 °C / 10 minut. Do identyfikacji drożdży zastosowano starter ITS 1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') i ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'). Reakcję PCR przeprowadzono w objętości 25 µl komercyjnego kitu MIX PCR (A&A Biotechnology, Polska) z zachowaniem profilu temperaturowego: wstępna denaturacja 95 °C / 5 minut, 30 cykli: denaturacja 94 °C / 30 sekund, przyłączanie starterów 55 °C / 30 sekund, elongacja 72 °C / 30 sekund, końcowe wydłużanie 72 °C / 5 minut. Produkty amplifikacji rozdzielano w 1,5 % żelu agarozowym (Prona Agarose Plus) barwionym bromkiem etydyny (0,5 µl/cm³) (Bio-Rad, USA) przy napięciu 40 V. Uzyskane wyniki wizualizowano za pomocą GelDoc (Bio-Rad, USA) i archiwizowano za pomocą programu Quantity One (Bio-Rad, USA). Potwierdzenia gatunkowego dokonano na podstawie wielkości par zasad.

Wyniki i dyskusja

W niniejszej pracy przebadano dziesięć preparatów probiotycznych (Tab. 1). Stwierdzono, że liczba żywych komórek w większości preparatów jest zgodna z deklaracją producenta lub wyższa (Tab. 2). W jednym z badanych preparatów (I), uzyskano wynik $<10^4$ jtk na dawkę liczby mikroorganizmów. Zgodnie w wytycznymi preparat ten nie spełnia kryteriów probiotyku. Ponadto w jednym z produktów określono liczbę żywych drobnoustrojów w dawce znacznie niższą od deklarowanej przez producenta (preparat D). Z posiewów ilościowych wyizolowano 9 czystych kultur LAB oraz dwa izolaty drożdży (Tab. 2).

W preparacie A wyizolowano drugi, nie zawarty w deklaracji, szczep bakteryjny (Tab. 2). Na podstawie testu biochemicznego API 50 CHL izolat nr 2 został zidentyfikowany jako *Lactobacillus fermentum*, co też potwierdziła reakcja PCR. Drugiego z wyizolowanych szczepów nie udało się jednoznacznie zidentyfikować. Wskazane zostały gatunki *L. paracasei* subsp. *paracasei*-1, oraz *L. paracasei* subsp. *paracasei*-2. Na podstawie reakcji PCR zidentyfikowano go jako *L. rhamnosus*.

Tylko trzy z dziewięciu izolatów bakteryjnych zidentyfikowano do gatunku, który był deklarowany przez producenta. Wykorzystanie uniwersalnych starterów dla identyfikacji bakterii należących do *Lactobacillus* pozwoliło na zdiagnozowanie jedynie trzech gatunków: *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*.

Żadnego z dwóch izolatów drożdży nie udało się zidentyfikować przy zastosowaniu testu API® ID 32C. Na podstawie analizy produktów reakcji PCR przeprowadzonej przy użyciu starterów ITS1 i ITS4 oba wyizolowane szczepy zidentyfikowano jako *Saccharomyces sp.* Startery te pozwalają na amplifikację regionu ITS (ang. *Internal transcribed spacer*) rDNA. Wielkość regionu ITS szczepów *Saccharomyces cerevisiae* wynosi w 850 pz, co pozwala na ich wyróżnienie spośród innych rodzajów drożdży [13]. *S. boulardi*, deklarowany przez producenta, jest uznawany za odmianę *S. cerevisiae*, przez co można uznać taką identyfikację za prawidłową.

Tabela 2. Porównanie zgodności deklaracji producenta z wynikami przeprowadzonych analiz
Table 2. Comparison of the compliance of the manufacturer's declaration with the results of the analyses carried out

Preparat Preparation	Numer izolatu Isolate number	Wyniki identyfikacji API Results of API identification	% identyfikacji do gatunku % of identification to species	Wynik identyfikacji genetycznej The result of genetic identification	Deklarowana liczba (jtk/dawka) Viable cell numbers stated on the label of the supplement (cfu/dose)	Stwierdzona liczba (jtk/dawka) Actual viable cell numbers identified (cfu/dose)
A	1	<i>L. paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>	40,5	<i>L. rhamnosus</i>	4 x 10 ⁹	8,85·10 ⁸
	2	<i>L. fermentum</i>	99	<i>L. fermentum</i>		7,8·10 ⁸
B	4	<i>L. fermentum</i>	97,1	<i>L. acidophilus</i>	1 x 10 ⁸	2,6·10 ¹⁰
C	5	<i>L. acidophilus</i>	98,3	<i>L. acidophilus</i>	≥1 x 10 ⁹	3,2·10 ¹⁰
D	7	<i>L. acidophilus</i>	98,3	<i>L. rhamnosus</i>	2 x 10 ⁹	2,2·10 ⁷
F	15	<i>L. rhamnosus</i>	97,7	<i>L. rhamnosus</i>	5 x 10 ⁸	1,95·10 ⁸
	9	<i>L. rhamnosus</i>	99,8	<i>L. rhamnosus</i>		1,1·10 ⁹
	10	<i>L. rhamnosus</i>	90	<i>L. rhamnosus</i>		9,2·10 ⁸
G	G1	Identyfikacja niemożliwa Identification impossible		<i>S. cerevisiae</i>	Brak liczbowej deklaracji / No numerical decla- ration	1·10 ¹⁰
H	H1	Identyfikacja niemożliwa Identification impossible		<i>S. cerevisiae</i>	Brak liczbowej deklaracji No numerical declaration	8,15·10 ⁹
I	nw	-	-	-	6 x 10 ⁹	< 10 ⁴
J	16	<i>L. plantarum</i>	99,9	<i>L. plantarum</i>	10 x 10 ⁹	1,24·10 ⁹

Według zaleceń FAO/WHO [7] na etykiecie produktu zawierającego drobnoustroje probiotyczne powinien znaleźć się m.in. dokładny opis szczepu probiotycznego, tj. rodzaj, gatunek oraz numer szczepu a także minimalna liczba żywych komórek, jaką producent deklaruje w ostatnim dniu przydatności do spożycia. Preparaty wykorzystane w niniejszym badaniu, poza dwoma, które nie miały podanej liczebności drobnou-

strojów w pojedynczej dawce, były opisane zgodnie z zaleceniami WHO. Nieprawidłowe oznakowanie produktów probiotycznych nie jest zjawiskiem rzadkim. Badanie przeprowadzone przez Weese [18] obejmowało 44 preparaty probiotyczne, w tym 21 przeznaczonych dla ludzi i 23 preparaty weterynaryjne. Jedynie w 2 preparatach prawidłowo opisano zawarte w nich szczepy. W 17 stwierdzono błędne określenia, które obejmowały zastosowanie nieaktualnych nazw gatunkowych (*Streptococcus faecium*, aktualnie *Enterococcus faecium*), nazw fikcyjnych (*Lactospore sporogenes*), a także niejasne opisy zawartych w preparacie drobnoustrojów („kultury probiotyczne”, „kultury *Lactobacillus*”). Prawidłowy i pełen opis szczepów zastosowanych w preparacie jest bardzo istotny, ze względu na ich właściwości prozdrowotne. Podobnie efekt terapeutyczny probiotyków jest zależny od ich liczby. Uważa się, że dzienna dawka zapewniająca pożądane skutki zdrowotne wynosi $10^6 \div 10^9$ jtk [6]. Zbliżone wyniki uzyskał Aureli i wsp. [1]. Łącznie badacze przebadali 41 preparatów. W 26 z nich liczba wyizolowanych żywych drobnoustrojów nie odpowiadała zadeklarowanej przez producenta, a jedynie w pięciu wyizolowano wszystkie wymienione na etykiecie szczepy. Dodatkowo, w jednym preparacie stwierdzono obecność licznych spor *Bacillus cereus*. Nieprawidłową liczbę żywych komórek stwierdzono także w suplementach probiotycznych dostępnych w Bangladeszu. Liczba ta była niższa o $3 \div 4$ log od zadeklarowanej we wszystkich przebadanych preparatach [2]. Na podstawie analizy genetycznej ośmiu probiotycznych suplementów diety obecnych na rynku chińskim stwierdzono obecność niewymienionych w ulotce szczepów bakteryjnych. W siedmiu z nich wykryto obecność *L. helveticus*, mimo że nie był wymieniony w składzie żadnego z tych produktów. Ponadto w dwóch preparatach nie stwierdzono żywych mikroorganizmów [4].

W badaniach własnych do rozróżnienia między liczebnością *L. rhamnosus* a *L. casei* prowadzono hodowlę w dwóch różnych temperaturach: 37 °C i 43 °C. Dodatek wankomycyny hamuje wzrost pozostałych bakterii Gram-dodatnich podczas gdy *L. rhamnosus* i *L. casei* wykazują oporność wobec tego antybiotyku. Termotolerancyjne są wyłącznie *L. rhamnosus*, natomiast w hodowli prowadzonej w 37 °C możliwe jest uzyskanie wzrostu obu gatunków. Liczbę *L. casei* otrzymuje się przez obliczenie różnicy liczb wyrosłych kolonii w hodowlach [15]. W przeprowadzonym badaniu w hodowli w temperaturze 37 °C uzyskano wzrost dwóch izolatów (nr 9 i 10), jednak żaden z nich nie został zidentyfikowany jako deklarowany *L. casei*. Obydwa izolaty w testach biochemicznych i PCR zostały zakwalifikowane do gatunku *L. rhamnosus*. Wykazano jednak pomiędzy nimi różnice w morfologii komórki i aktywności biochemicznej, co sugeruje, że mogą być to dwa odrębne szczepy tego samego gatunku. Izolat wyrosły na podłożu inkubowanym w 43 °C również został zidentyfikowany jako *L. rhamnosus*. Morfologicznie był on zbliżony do izolatu nr 10, ale również charakteryzował się odmiennym profilem biochemicznym. Różnice te mogły być jednak wynikiem hodowli

w innej temperaturze. W celu dokładniejszej identyfikacji wyizolowanych szczepów należałoby przeprowadzić analizy genetyczne umożliwiające określenie podobieństwa pomiędzy danymi szczepami, np. techniką PCR-RAPD.

W badaniach własnych tylko trzy z dziesięciu izolatów bakteryjnych zidentyfikowano jako gatunki, które były deklarowane przez producenta. Analiza przeprowadzona przez Hamilton-Miller [10] wykazała, że spośród 52 produktów zawierających szczepy probiotyczne, w tym 29 suplementów diety, jedynie 15 było zgodne z etykietą producenta. Pozostałe preparaty nie zawierały jednego lub więcej szczepów zadeklarowanych przez producenta lub zawierały dodatkowe szczepy, nieujęte na etykiecie produktu. W pięciu z nich zidentyfikowano inne niż deklarowane gatunki bakterii. Podobne rezultaty uzyskał w swoich badaniach Fredua-Agyeman [8]. W dwóch badaniach do identyfikacji gatunkowej wyizolowanych szczepów zastosowano wyłącznie metody biochemiczne w tym przypadku test API® 50 CHL. Dowiedziono, że metody biochemiczne nie zawsze pozwalają na trafną identyfikację bakterii z rodzaju *Lactobacillus* [3]. W tym celu porównano testy API z metodą Multiplex PCR. Cztery spośród 11 szczepów referencyjnych *Lactobacillus* zostały nieprawidłowo zidentyfikowane na podstawie profilu biochemicznego [3]. Do gatunku *L. acidophilus* zostały zakwalifikowane szczepy *L. jensenii* i *L. gasseri*. *L. reuteri* został oznaczony jako *L. fermentum*, a wynik identyfikacji *L. rhamnosus* był niejednoznaczny. Inną wysoce wiarygodną metodą identyfikacji drobnoustrojów jest technika spektrometrii mas MALDI TOF-MS. Zawistowska-Rojek i wsp. [20] przeprowadzili analizę produktów probiotycznych zarówno metodami biochemicznymi (m.in. API® 50 CHL), jak i techniką spektrometrii mas. Potwierdzone przy użyciu MALDI TOF-MS szczepy *L. rhamnosus* oraz *L. reuteri* w testach biochemicznych były rozpoznawane odpowiednio jako *L. paracasei* ssp. *paracasei* i *L. fermentum*. Najczęściej wskazywaną przyczyną nieprawidłowej identyfikacji gatunków *Lactobacillus* w przypadku testów API jest nieaktualna baza danych, która nie uwzględnia zmian w taksonomii, jak w przypadku *L. jensenii* i *L. gasseri*, które zostały wyodrębnione z gatunku *L. acidophilus* [3] oraz nomenklaturze – *L. reuteri*, *L. fermentum* biotyp II i *L. fermentum* subsp. *reuteri* są nieraz używane jako synonimy [19].

W żadnym z dwóch preparatów (C oraz D), w których, zgodnie z deklaracją miały występować bakterie z rodzaju *Bifidobacterium*, nie udało się ich wyizolować. Zastosowane zostało podłoże, które w literaturze jest opisywane wielokrotnie jako odpowiednie do hodowli tych mikroorganizmów. Z preparatów tych wyizolowano tylko szczepy należące do rodzaju *Lactobacillus*.

Analiza genetyczna przeprowadzona techniką PCR z zastosowaniem starterów 27F i 1492R pozwoliła na weryfikację wyników uzyskanych w testach biochemicznych. W przypadku czterech szczepów (nr 9, 10, 15, 16) identyfikacja potwierdziła zarówno wyniki testów API, jak i deklaracji producenta. W przypadku szczepu nr 1,

analiza genetyczna pozwoliła potwierdzić zgodność z deklaracją producenta, jak i możliwą błędną identyfikację tego gatunku w teście API, opisaną wcześniej przez Zawistowską-Rojek i wsp. [20]. Wątpliwości wzbudził jednak wynik analizy genetycznej w przypadku szczepów nr 7 i nr 4. W preparacie, z którego wyizolowano szczep nr 7, deklarowano obecność *L. acidophilus*. co zostało potwierdzone w teście API. Analiza mikroskopowa pozwoliła stwierdzić także, że morfologia komórki tego izolatu odpowiada morfologii komórki typowej dla *L. acidophilus* [12]. Jednakże w wyniku analizy produktu reakcji PCR zidentyfikowano ten szczep jako *L. rhamnosus*. Szczep nr 4 został wyizolowany z preparatu, w którym deklarowano obecność *L. reuteri*. Morfologia komórki izolatu, obserwowana w preparacie mikroskopowym, odpowiadała morfologii komórki typowej dla tego gatunku [12]. W teście API izolat ten został zidentyfikowany jako *L. fermentum*. W badaniu [19] wykazano, że możliwa jest taka identyfikacja w przypadku gatunku *L. reuteri*. Przeprowadzona analiza genetyczna, wskazała przynależność gatunkową tego izolatu do *L. acidophilus*. Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, że zastosowane do reakcji PCR startery nie są wystarczająco specyficzne do różnicowania gatunkowego rodzaju *Lactobacillus*, mimo że w dostępnych publikacjach są one powszechnie stosowane w tym celu. Ponadto różnicowanie drobnoustrojów blisko spokrewnionych wymaga stosowania połączonych technik, np. MALDI-TOF MS i sekwencjonowania. Ta ostatnia jest powszechnie uważana za najskuteczniejszą metodę klasyfikowania szczepu do rodzaju i gatunku. Z uwagi na wysokie koszty nie została wykonana w niniejszym opracowaniu.

Wnioski

1. Trzy preparaty probiotyczne spośród 10 przebadanych były zgodne z deklaracją producenta.
2. W przypadku trzech preparatów nie wyizolowano wszystkich deklarowanych szczepów bakteryjnych, a w jednym stwierdzono obecność niewymienionego w deklaracji szczepu bakteryjnego.
3. Z żadnego z dwóch suplementów diety, których producenci deklarowali obecność szczepów z rodzaju *Bifidobacterium*, nie wyizolowano bifidobakterii.

Literatura

- [1] Aureli P., Fiore A., Scalfaro C., Casale M., Franciosa G.: National survey outcomes on commercial probiotic food supplements in Italy. *Int. J. Food. Microbiol.*, 2010, 137, 265-273.
- [2] Begum A. A., Jakaria D. M., Anisuzzaman S., Islam M., Mahmud S. A.: Market Assessment and Product Evaluation of Probiotic Containing Dietary Supplements Available in Bangladesh Market. *J. Pharm.*, 2015, 763796.

- [3] Brolazo E. M., Leite D. S., Tiba M.R., Villarroel M., Marconi C., Simoes J. A.: Correlation between API 50 CH and multiplex polymerase chain reaction for the identification of vaginal lactobacilli isolates. *Braz. J. Microbiol.*, 2011, 42, 225-232.
- [4] Chen T., Wu Q., Zhou H., Deng K., Wang X., Meng F., Yang S., Wang X., Shah N.P., Wei H.: Assessment of commercial probiotic products in China for labelling accuracy and probiotic characterisation of selected isolates. *Int. J. Dairy. Technol.*, 2017, 70, 119-126.
- [5] Czekaj T., Ciszewski M.: Suplementy diety – obecny stan prawny oraz potencjalne zagrożenia wynikające z uproszczonych procedur wprowadzania do obrotu. *Czasopismo Aptekarskie*, 2015, 3, 39-44.
- [6] Czerwionka-Szaflarska M., Romańczuk B.: Probiotyki w profilaktyce i leczeniu wybranych schorzeń przewodu pokarmowego u dzieci. *Forum Medycyny Rodzinnej*, 2010, 4, 135-140.
- [7] FAO/WHO. 2002. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food - Report of a Joint FAO/WHO Working Group
- [8] Fredua-Agyeman M., Parab S., Gaisford S.: Evaluation of Commercial Probiotic Products. *Br. J. Pharm.*, 2016, 1, 84-89.
- [9] Giraffa G., Chanishvili N., Widyastuti Y.: Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. *Res. Microbiol.*, 2010, 161, 480-487.
- [10] Hamilton-Miller J.M., Shah S., Winkler J.T.: Public health issues arising from microbiological and labelling quality of foods and supplements containing probiotic microorganisms. *Public. Health. Nutr.*, 1999, 2, 223-229.
- [11] Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 17 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety. *Dz.U.* 2018 poz. 1951
- [12] Peña J.A., Li S.Y., Wilson P.H., Thibodeau S.A., Szary A.J., Versalovic J.: Genotypic and Phenotypic Studies of Murine Intestinal Lactobacilli: Species Differences in Mice with and without Colitis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2004, 7, 558-568.
- [13] Pham T., Wimalasena T., Box W.G., Koivuranta K., Stogårds E., Smart K.A., Gibson B.R.: Evaluation of ITS PCR and RFLP for differentiation and identification of brewing yeast and brewery „wild” yeast contaminants. *J. Inst. Brew.*, 2011, 117, 556-568.
- [14] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz - Horizontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej - Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- [15] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
- [16] Tarmaraj N., Shah N. P.: Selective Enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, Bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* and Propionibacteria. *J. Dairy. Sci.*, 2003, 86, 2288-2296.
- [17] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia *Dz.U.* 2006 nr 171 poz. 1225
- [18] Weese J. S.: Evaluation of deficiencies in labeling of commercial probiotics. *Can. Vet. J.*, 2003, 44, 982-983.
- [19] WGO Global Guidelines. (2017). Probiotics and prebiotics.
- [20] Zawistowska-Rojek A., Zaręba T., Mrówka A., Tyski S.: Assessment of the Microbiological Status of Probiotic Products. *Pol. J. Microbiol.*, 2016, 65, 97-104.

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF PROBIOTIC PREPARATIONS

Summary

Background. The aim of this study was to evaluate selected probiotic preparations for determining the abundance and species affiliation of the strains contained in them. To meet the assumed objectives of this study, ten different preparations sold retail were used. The evaluation included a quantitative and qualitative analysis. The quantitative analysis was carried out using culture methods, which also allowed for the initial determination of the microbiota diversity of the preparations tested and the isolation of strains for further study.

Results and conclusion. A total of nine bacterial strains and two yeast strains were isolated. The qualitative analysis included biochemical tests using API® 50 CHL and API® ID 32 C tests, as well as a genetic analysis. Genetic identification was performed using the PCR technique with agarose gel electrophoretic separation of products. A pair of primers was used to identify yeast strains: ITS1 (5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3') and ITS4 (5'-TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC-3'), which allowed to confirm their species affiliation to *Saccharomyces cerevisiae*. Genetic identification of bacteria of the genus *Lactobacillus* was carried out using primers 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') and 1492R (5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'). Only three of ten preparations met all declarations specified on the packaging, relating to the number of strains, their species affiliation and the number of CFUs in a single dose of the product. For one preparation, one bacterial strain not mentioned in the declaration was isolated, and one diet supplement showed $<10^4$ cfu / dose of live microorganisms. For three preparations, one of the declared bacterial strains was not isolated.

Key words: diet supplements, probiotics, *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces* sp, *Bifidobacterium* sp ☒



**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 Karbowskiak tel. 22 59 37 068

e-mail: symposium_probiotyki@sggw.edu.pl

ANNA MIKULEC, MAREK ZBOROWSKI, URSZULA CISOŃ-APANASEWICZ,
ALEKSANDRA STAWIARSKA, STANISŁAW KOWALSKI

WPLYW PANDEMII COVID-19 NA ZACHOWANIA ŻYWIENIOWE DZIECI I MŁODZIEŻY

Streszczenie

Wprowadzenie. Izolacja społeczna okazała się nowym doświadczeniem, które wpłynęło na wiele aspektów, w tym związanych ze stylem życia ludzi na całym świecie. Zmiana nawyków żywieniowych, w połączeniu ze zmniejszeniem aktywności fizycznej, mogą przyczynić się do wzrostu ryzyka otyłości u dzieci i młodzieży. Celem pracy było określenie wpływu izolacji społecznej związanej z pandemią COVID-19 na zachowania żywieniowe dzieci i młodzieży. Narzędzie badawcze stanowił kwestionariusz ankiety składający się z pytań otwartych i wyboru dotyczących zagadnień związanych z zachowaniami żywieniowymi, regularności i częstotliwości spożywania posiłków, określonych grup produktów oraz stosowanych suplementów.

Wyniki i wnioski. Wśród ankietowanych, dominowały nastolatki w wieku 13 ÷ 15 oraz 16 ÷ 18 lat zamieszkujące tereny wiejskie. Wzrost masy ciała podczas izolacji społecznej związanej z pandemią COVID-19 zadeklarowało 28,5 % dziewcząt i 36,3 % chłopców. Jako główne przyczyny wskazywano na zdalny tryb nauki, obniżenie aktywności fizycznej, obniżenie nastroju, stres, zaburzenia odżywiania i snu. Nie obserwowano istotnych różnic w liczbie spożywanych posiłków przed pandemią i podczas jej trwania między chłopcami a dziewczętami. Przed pandemią w obydwóch grupach dominowały osoby spożywające 3 posiłki. Podczas izolacji społecznej w obydwóch grupach zwiększyła się liczba osób spożywających 5 i więcej posiłków dziennie. Obserwowano wzrost spożycia kawy, herbaty oraz słonych i słodkich przekąsek. Podczas pandemii zmniejszyła się liczba osób podejmujących aktywność fizyczną jak również skróceniu uległ średni czas przeznaczany na uprawianie sportu.

Słowa kluczowe: zachowania żywieniowe, młodzież, pandemia COVID-19, izolacja społeczna, aktywność fizyczna

Dr inż. A. Mikulec ORCID: 0000-0002-2737-5967, Katedra Zarządzania i Inżynierii Produkcji, Wydział Nauk Inżynierskich, Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, ul. Zamenhofa 1a, 33-300 Nowy Sącz; mgr inż. M. Zborowski ORCID: 0000-0003-2695-2491, Katedra Dietetyki, mgr U. Cisoń-Apanesewicz ORCID: 0000-0003-4309-8442, Katedra Pielęgniarstwa, dr A. Stawiarska, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Nauk Stosowanych w Nowym Sączu, ul. Kościuszki 2G, 33-300 Nowy Sącz; dr hab. inż. prof. URK S. Kowalski ORCID: 0000-0001-5269-0291, Katedra Technologii Węglowodanów i Przetwórstwa Zbóż, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149, Kraków; Kontakt: amikulec@ans-ns.edu.pl

Wprowadzenie

Począwszy od 2020 r. pandemia COVID-19 stanowi główny, powszechny problem wpływający na zachowania związane ze stylem życia ludzi na całym świecie. Od czasu jej ogłoszenia szybkie, globalne rozprzestrzenianie się choroby doprowadziło do podjęcia szeregu środków zapobiegawczych, w wyniku czego miliony ludzi zostało zamkniętych w domach i poddanych izolacji społecznej. Doprowadziła ona do bezprecedensowych i niejednokrotnie gwałtownych zmian w ludzkim zachowaniu [10]. Z uwagi na wysoki wskaźnik zaraźliwości SARS-CoV-2 i jego szybką dyfuzję wprowadzono wiele ograniczeń dotyczących aktywności fizycznej człowieka i interakcji społecznych na całym świecie. Aby zapobiec rozprzestrzenianiu się wirusa, ludzie zostali wezwani do pozostania w domach, co wpłynęło na ich nawyki żywieniowe i styl życia. Restrykcje te mogły przyczynić się do wywołania potencjalnie negatywnych konsekwencji zdrowotnych [8]. Jedną z pierwszych decyzji podjętych przez państwa i samorządy lokalne było ogłoszenie zamknięcia szkół i uczelni. U nastolatków aktywność fizyczna jest ściśle związana z zajęciami szkolnymi, głównie poprzez wychowanie fizyczne czy dodatkowe zajęcia sportowe. Lockdowny wpłynęły również na zamknięcie siłowni, centrów fitness oraz innych obiektów sportowo-rekreacyjnych. W rezultacie podczas pandemii dzieci i młodzież zazwyczaj wykazywali się niższą aktywnością fizyczną, która jest fundamentalna dla utrzymania zdrowia psychicznego i fizycznego. Prowadzili bardziej siedzący tryb życia, w porównaniu z okresem przedpandemicznym [7, 19]. Zmiana nawyków żywieniowych w połączeniu ze zmniejszeniem aktywności fizycznej przyczyniają się do zwiększonego ryzyka otyłości u dzieci i młodzieży, co podkreśla nowo opracowany termin "covibesity". Został on wprowadzony w celu zobrazowania pogorszenia wskaźników dotyczących masy ciała z powodu blokady nałożonej podczas pandemii COVID-19 [10]. Przyrost masy ciała związany z lockdownem może jeszcze bardziej przyczynić się do wzrostu liczby osób z nadwagą i otyłością. Należy pamiętać, że nawet niewielki jej przyrost w krótkim okresie może mieć poważne konsekwencje zdrowotne z długoterminowymi skutkami. Zmiany metaboliczne mogą mieć trwałe implikacje, zwiększając częstość występowania cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych [9, 12]. Praca i nauka zdalna oraz częstsze korzystanie z mediów społecznościowych spowodowały wzrost czasu spędzanego przed ekranem komputera czy telefonu [14].

Celem pracy było określenie wpływu izolacji społecznej wynikającej z pandemii COVID-19 na zachowania żywieniowe dzieci i młodzieży.

Material i metody badań

Narzędzie badawcze stanowił autorski kwestionariusz ankiety, zweryfikowany w badaniach pilotażowych, składający się z pytań otwartych oraz pytań jedno- i wielo-

krotnego wyboru. Wszyscy uczestnicy badania wyrazili świadomą zgodę na udział w nim. Pierwsza część ankiety dotyczyła danych społeczno-demograficznych badanych uczniów (wiek, płeć i miejsca zamieszkania). W drugiej części zawarto pytania dotyczące zagadnień związanych m.in. z zachowaniami żywieniowymi, regularnością spożywanych posiłków, częstotliwością spożywania poszczególnych grup produktów, suplementacją oraz aktywnością fizyczną. Ankieta została przeprowadzona online za pośrednictwem internetowej platformy ankiet Google Forms, a link do ankiety został rozesłany do szkół podstawowych i średnich z prośbą o udostępnianie rodzicom lub opiekunom prawnym dzieci i młodzieży. Po wyrażeniu zgody przez dyrektorów szkół udostępniono go za pośrednictwem elektronicznych dzienników. Uczniowie uzyskiwali możliwość uzupełnienia ankiety tylko wtedy, gdy oni oraz ich rodzice lub opiekunowie prawni wyrazili świadomą zgodę na uczestnictwo. W przypadku wyrażenia chęci udziału w badaniu uczniowie otrzymywali od rodziców elektroniczny link do kwestionariusza. Badania przeprowadzono w okresie od 1 września do 15 października 2022 roku na grupie 330 dzieci i młodzieży, uczniów szkół województwa małopolskiego. Wyniki przedstawiono w formie tabeli krzyżowej lub odsetka wskazań poszczególnych odpowiedzi. Do zbadania istotności odpowiedzi udzielanych przez chłopców i dziewczęta wykorzystano test Chi-kwadrat. Wyniki były istotne dla wartości $p \leq 0,05$. Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica 13.0 (Stat-Soft, Polska).

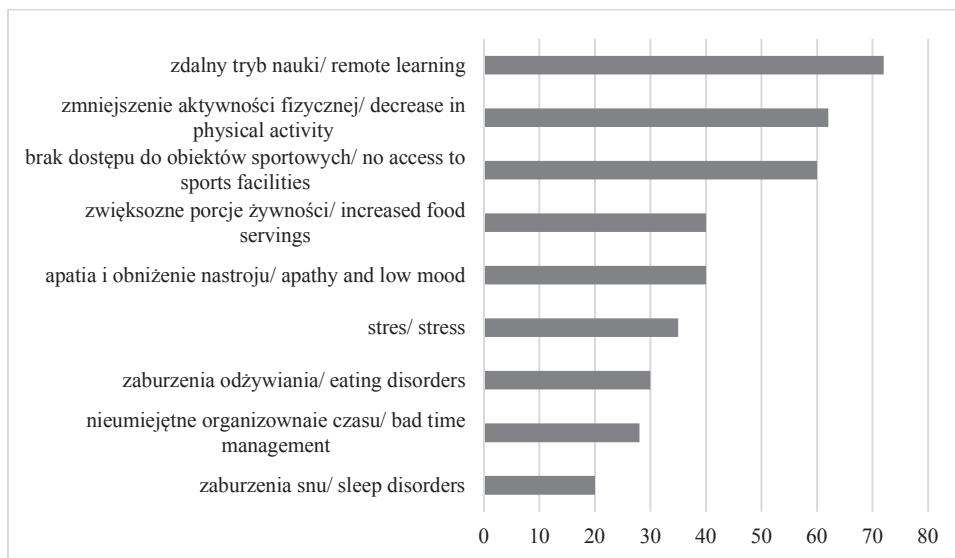
Wyniki i dyskusja

W badanej grupie ($n = 330$) dominowali nastolatki w wieku $13 \div 15$ oraz $16 \div 18$ lat. Dziewczęta w wieku $16 \div 18$ lat zamieszkujące tereny wiejskie stanowiły najliczniejszą grupę (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka demograficzna uczestników badania
Table 1. Demographic characteristics of study participants

Parametr Parameter	Dziewczęta [liczba osób] Girls [number of people]	Chłopcy [liczba osób] Boys [number of people]
Płeć / Sex	228	102
Wiek / Age		
[Lata] / [Years]		
7-9	4	6
10-12	5	4
13-15	73	38
16-18	146	54
Miejsce zamieszkania / Place of living		
Miasto / City	77	45
Wieś / Countryside	151	57

Wśród ankietowanych 51,8 % dziewcząt oraz 50,9 % chłopców nie obserwowało u siebie zmiany masy ciała podczas pandemii. Jej wzrost zadeklarowało 28,5 % dziewcząt i 36,3 % chłopców. Jako główne przyczyny wzrostu masy ciała, obok zdalnego trybu nauki, zmniejszenia aktywności fizycznej, wskazywano również obniżenie nastroju, stres, zaburzenia odżywiania czy snu (rys. 1).



Rys. 1. Czynniki wpływające na wzrost masy ciała

Fig. 1. Factors affecting weight gain

W badanej grupie obserwowano niższy odsetek dzieci i młodzieży deklarujących przyrost masy ciała podczas izolacji społecznej niż w badaniach autorów z innych krajów. Allabadi i wsp. [1] u 41,7 % nastolatków w Palestynie obserwowali wzrost masy ciała spowodowany wzrostem spożycia smażonych potraw, słodczy, napojów z dodatkiem cukru i produktów mlecznych. Yang i wsp. [24] wskazywali na wzrost poziomu wskaźnika BMI u chińskiej młodzieży szkolnej jak i wśród studentów. W Polsce wzrost poziomu wskaźnika BMI wiązał się natomiast ze zmniejszeniem spożycia warzyw, owoców i roślin strączkowych, co doprowadziło do przyrostu masy ciała u prawie 30 % dorosłych Polaków [21]. Zborowski i Mikulec [26] nie obserwowali istotnych zmian masy ciała studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu po prawie półtora roku trwania pandemii. Uzyskane w badaniu własnym wyniki można tłumaczyć strukturą demograficzną, a także miejscem zamieszkania ankietowanych. W badanej grupie dominowały dziewczęta, które przywiązują dużą wagę do swego wyglądu i kontrolują masę ciała. Wśród respondentów dominowały osoby mieszkające na wsi, dla których czas izolacji społecznej z pewnością okazał się mniej

dotkliwy. Mieszkanie w mieście wiąże się z takimi ograniczeniami, jak mniejsza dostępność do terenów rekreacyjnych czy też nieznaczny kontakt z przyrodą. Dodatkowo czasowe restrykcje dotyczyły zamknięcia siłowni, klubów fitness, obiektów sportowych, zakazu wyjścia do parków, a nawet lasów, co dla mieszkańców miast było dotkliwą uciążliwością.

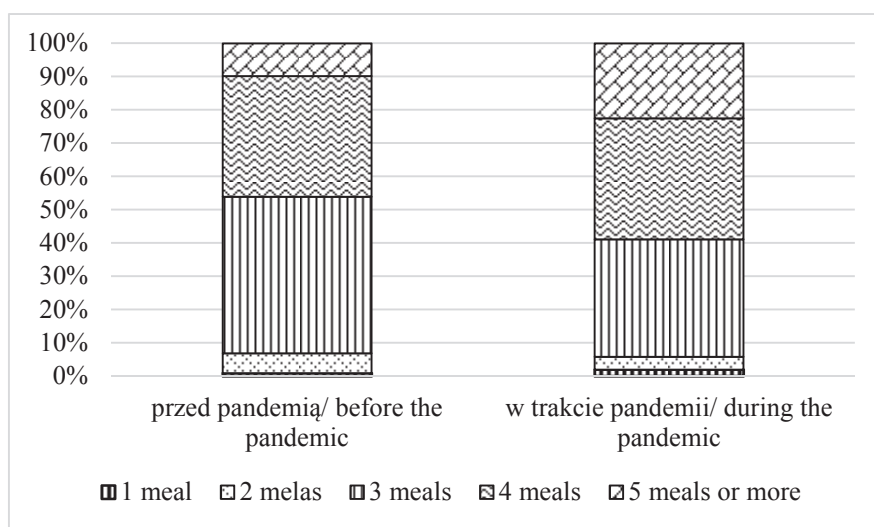
Dojrzewanie jest to jeden z najważniejszych etapów decydujących o przyszłym potencjale psychofizycznym człowieka. Ten okres życia charakteryzuje się wysokim zapotrzebowaniem na energię i składniki budulcowe, co wynika m. in. ze wzrostu, a tym samym intensywnej budowy kośćca, masy mięśniowej i rozwoju całego ustroju. Jest więc niezwykle istotne, aby łączyć racjonalne żywienie, niedopuszczające do niedoborów pokarmowych, z regularnym, systematycznym i urozmaiconym wysiłkiem fizycznym [22]. W wieku dorastania zdecydowanie kształtują się nawyki żywieniowe, a sposób żywienia w poważnym stopniu opiera się na samodzielnych wyborach młodego człowieka. Wiąże się to z niebezpieczeństwem dużej podatności nastolatka na często negatywne oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych, takich jak grupa rówieśnicza, media społecznościowe, reklama czy aktualna moda. Dodatkowo na wybór i poziom akceptacji określonych grup pożywienia i wprowadzanych w nich innowacji uzależniony jest od cech socjodemograficznych, takich jak wiek i poziom wykształcenia [16, 17, 25]. Szybki wzrost masy ciała u dzieci wiąże się dość często z otyłością w późniejszym życiu, co może mieć trwale reperkusje zdrowotne [19]. Istnieje silny związek między układem odpornościowym a odżywianiem. Odpowiednie spożycie składników odżywczych jest niezbędne do zapewnienia dostaw energii i składników odżywczych do utrzymania i replikacji komórek układu odpornościowego. Jednocześnie znany jest także szkodliwy wpływ niedożywienia na określanie odporności na infekcje [3, 5]. Sytuacja epidemiczna zdaniem 50,0 % chłopców i 62,7 % dziewcząt wpłynęła na ich zachowania żywieniowe (tab. 2). Nie obserwowano istotnych różnic w liczbie spożywanych posiłków przed pandemią ($p = 0,43$) i podczas jej trwania ($p = 0,12$) między chłopcami (rys. 2) a dziewczętami (rys. 3). Przed pandemią w obydwóch grupach dominowały osoby spożywające 3 posiłki (47,1 % chłopców i 45,2 % dziewcząt). Podczas izolacji społecznej w obydwóch grupach zwiększyła się liczba osób spożywających 5 i więcej posiłków dziennie o 13,2 pp. (chłopcy) i o 10,5 pp. (dziewczęta), a o 11,8 pp. (chłopcy) i o 15,2 pp. (dziewczęta) zmniejszyła się liczba osób spożywających 3 posiłki (rys. 2 i 3). Pietrobelli i wsp. [15] obserwowali wzrost liczby spożywanych posiłków częściej wśród chłopców niż dziewcząt, co także było zauważalne w badaniach własnych. Obserwowano istotną różnicę w regularności spożywania posiłków podczas pandemii między dziewczętami a chłopcami. Wśród dziewcząt 62,3 %, a wśród chłopców 48,0 % zadeklarowało, że podczas pandemii nie spożywało regularnie posiłków (udzielając odpowiedzi „nie” i „raczej nie”) (tab. 2). Nie obserwowano istotnej różnicy w częstotliwości podajania i wzroście łaknienia

wśród dziewcząt i chłopców. Po 35,1 i 35,3 % dziewcząt i chłopców odpowiednio deklarowało, że pomiędzy posiłkami podjadają rzadko, a po 29,8 i 28,4 % codziennie oraz po 31,6 i 30,4 % kilka razy w tygodniu (tab. 2). Po 55,7 i 55,9 % dziewcząt i chłopców nie obserwowało u siebie wzrostu łaknienia podczas izolacji społecznej. W badanej grupie dominowały osoby pijące 1-2 litry wody dziennie, ale spożycie wody różniło się istotnie między dziewczętami a chłopcami. Wybiórczością pokarmową cechowało się 32 % dziewcząt i 39,2 % chłopców i niemal u 50 %, w każdej z grup obserwowano jej nasilenie podczas lockdownów. Suplementację stosowało 29,8% dziewcząt i 33,33 % chłopców (tab. 2) i były to głównie witamina D, C oraz magnez.

Tabela 2 Zachowania żywieniowe dzieci i młodzieży podczas pandemii
Table 2 Eating behavior of children and adolescents during the pandemic

Parametr Parameter	Dziewczęta [% odpowiedzi] Girls [% answers]	Chłopcy [% odpowiedzi] Boys [% answers]
Wpływ sytuacji epidemicznej na zachowania żywieniowe ($p = 0,23$) The influence of the epidemic situation on eating behavior		
Tak / Yes	29,4	24,5
Raczej tak / Rather yes	33,3	25,5
Nie wiem / I don't know	14,9	16,7
Raczej nie / Rather no	11,0	14,7
Nie / No	11,4	18,6
Regularność spożywania posiłków ($p = 0,01$) / Eating regularly during the pandemic		
Tak / Yes	7,9	13,7
Raczej tak / Rather yes	20,2	26,5
Nie wiem / I don't know	9,7	11,8
Raczej nie / Rather no	25,0	29,4
Nie / No	37,3	18,6
Częstotliwość podjadania między posiłkami ($p = 0,80$) / Frequency of snacking between meals		
Codziennie / Everyday	29,8	28,4
Kilka razy w tygodniu / A few times a week	31,6	30,4
Rzadko / Rarely	35,1	35,3
Nigdy / Never	3,5	5,9
Wzrost łaknienia ($p = 0,34$) / Increased appetite		
Tak / Yes	7,9	6,9
Raczej tak / Rather yes	12,3	7,8
Nie wiem / I don't know	24,1	29,4
Raczej nie / Rather no	29,4	22,6
Nie / No	26,3	33,3
Dzienna konsumpcja wody ($p = 0,00$) / Daily water intake		
Mniej niż 1 rok / Less than 1 year	29,8	18,6
1÷2 lat / 1÷2 years	57,9	49,0
2÷3 lata / 2÷3 years	9,7	22,5
Więcej niż 3 lata / More than 3 years	2,6	9,8

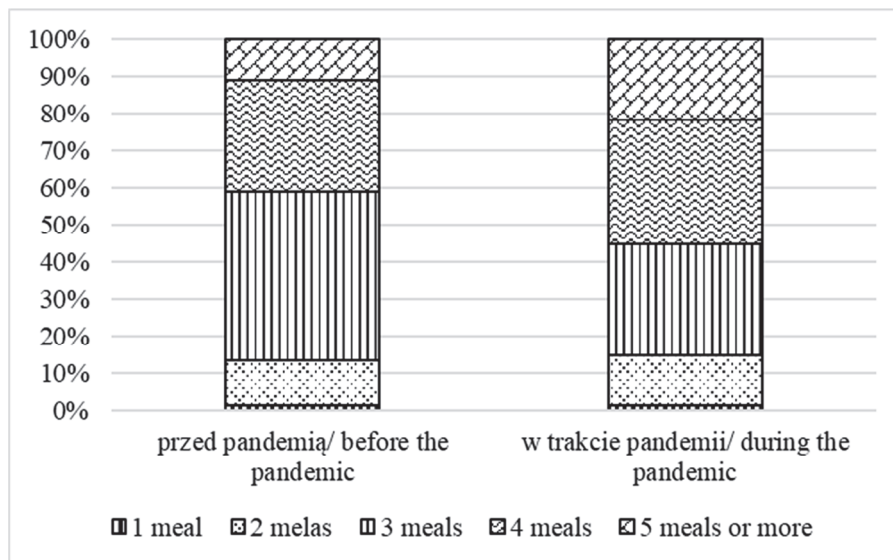
Wybiórczość pokarmowa ($p = 0,20$) / Food selectivity		
Tak / Yes	32,0	39,2
Nie / No	68,0	60,8
Nasilenie wybiórczości pokarmowej $p = 0,83$) / Food selectivity increase		
Tak / Yes	48,0	50,0
Nie / No	52,1	50,0
Suplementacja $p = 0,61$) / Supplementation		
Tak / Yes	29,8	33,3
Nie / No	70,2	66,7



Rys. 2. Dzienna liczba posiłków chłopców przed i podczas pandemii

Fig. 2. Boys' daily number of meals before and during the pandemic

Restrykcje w kontaktach międzyludzkich, które także ograniczyły uczestnictwo w zajęciach na świeżym powietrzu, przyczyniły się do zakłócenia codziennej rutyny milionów dzieci i młodzieży, utrudniając uprawianie regularnej aktywności fizycznej [2]. Obserwowano istotną różnicę w częstości podejmowania aktywności chłopców (rys. 4) i dziewcząt (rys. 5) przed pandemią ($p = 0,03$), natomiast w czasie izolacji społecznej tej różnicy nie obserwowano ($p = 0,07$). Wśród chłopców przed pandemią dominowali uprawiający aktywność fizyczną spontaniczną (okazjonalną), rozumianą jako aktywność fizyczna niezwiązana z treningiem (24,5 %) oraz 1 ÷ 2 razy tygodniu (15,7 %), natomiast brak aktywności fizycznej deklarowało 8,8 % (rys. 4). Podczas trwania pandemii zmniejszyła się liczba osób uprawiających aktywność fizyczną 3 ÷ 4 razy w tygodniu o 6,0 pp, natomiast liczba chłopców nieuprawiających aktywności

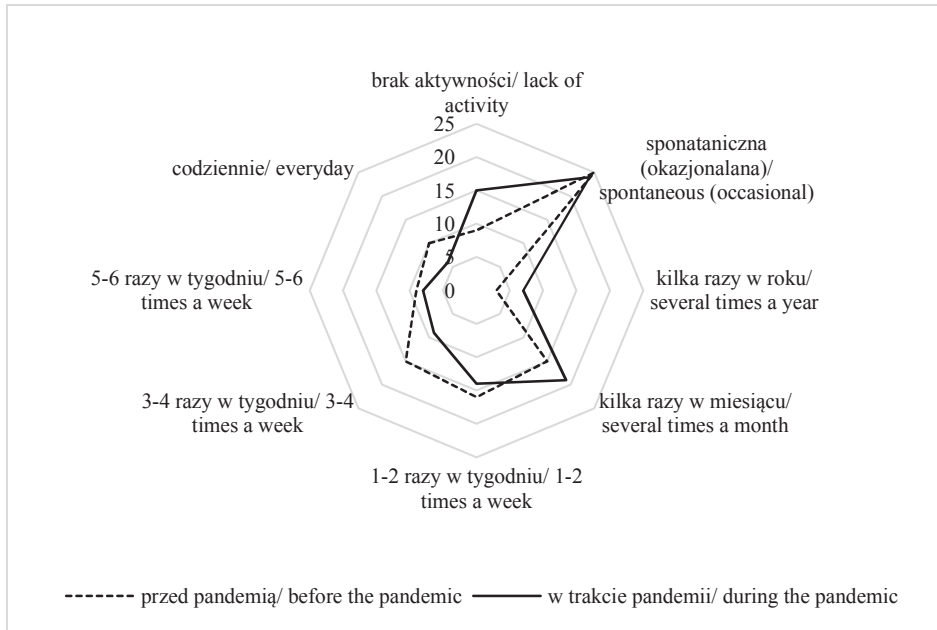


Rys. 3. Dzienna liczba posiłków dziewcząt przed i podczas pandemii

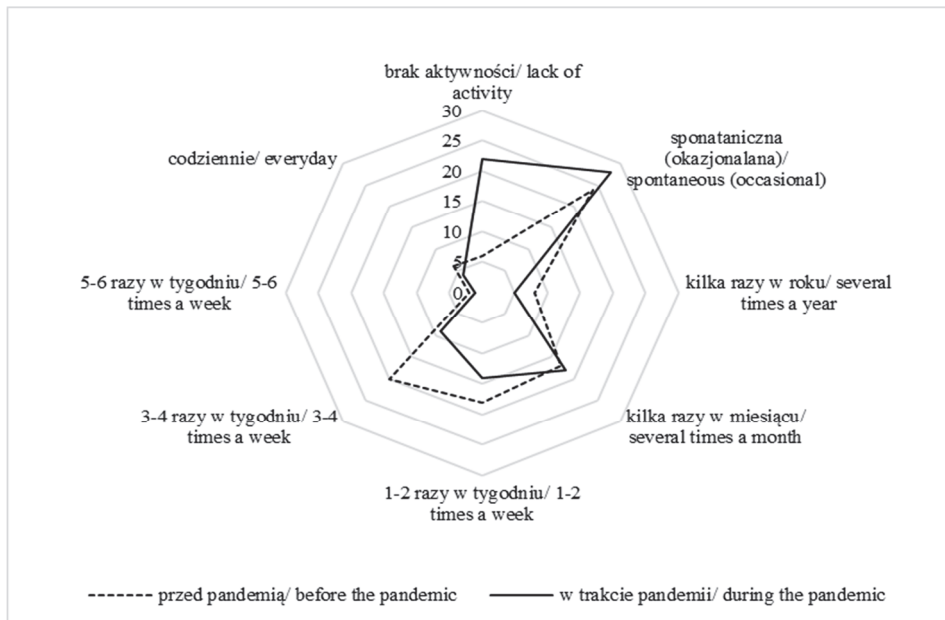
Fig. 3. Girls' daily number of meals before and during the pandemic

fizycznej zwiększyła się o 6,0 pp. (rys 4). Czas uprawiania aktywności fizycznej przed pandemią wynosił $1 \div 2$ h u 34,3 % badanych oraz u 22,5 % – $30 \div 45$ min. Podczas pandemii obserwowano obniżenie aktywności fizycznej. O 10 pp. zmalała liczba osób poświęcających jej $1 \div 2$ godzin tygodniowo, o 8,0 pp. uprawiających sport $30 \div 45$ min, a o 13,7 pp. wzrosła liczba osób poświęcających mniej niż 15 min dziennie na aktywność fizyczną (rys 6). Przed pandemią wśród dziewcząt dominowały osoby uprawiające spontaniczną aktywność fizyczną (23,7 %), 3 \div 4 razy w tygodniu (19,7 %) (rys. 5). W trakcie izolacji społecznej o 16,3 pp. wzrosła liczba dziewcząt deklarujących jej brak. Wśród dziewcząt przed pandemią dominowały osoby uprawiające sport przez $30 \div 45$ minut dziennie (32,0%) oraz $15 \div 30$ minut (21,9%), natomiast podczas lockdownów o 15,0 pp. zmniejszyła się liczba osób uprawiających sport $30 \div 45$ min dziennie, o 11,0 pp. – mniej niż 15 min dziennie, a o 9,6 pp. zwiększyła się liczba osób niepodjmujących żadnej formy aktywności fizycznej (rys. 7).

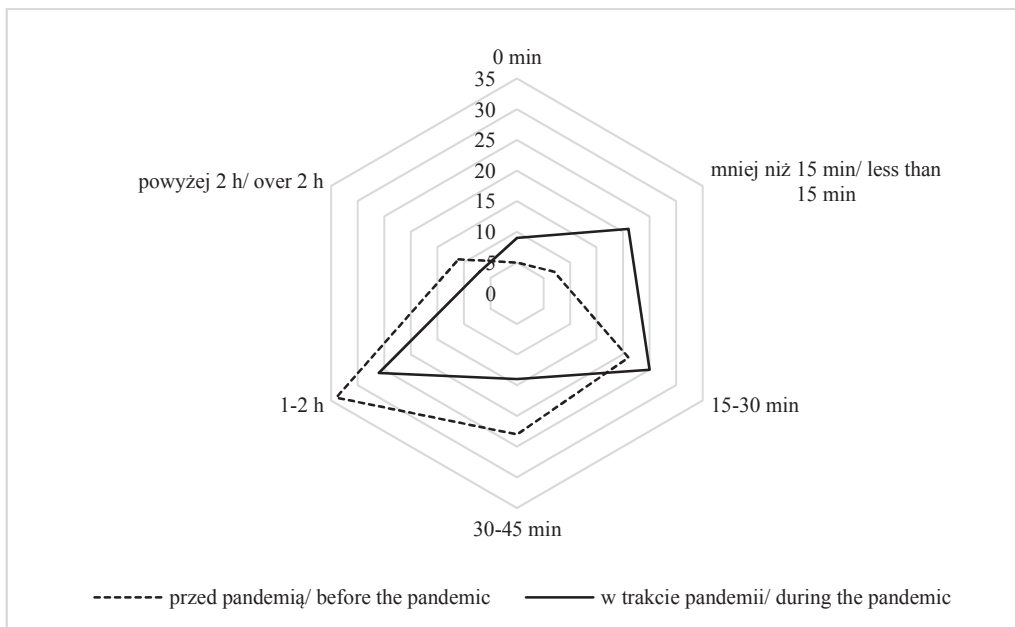
Uzyskane wyniki są zbieżne z otrzymanymi przez innych autorów. Moore i wsp. [13] obserwowali uboczne konsekwencje COVID-19 u kanadyjskich dzieci i młodzieży. Tylko 3,6 % dzieci ($5 \div 11$ lat) i tylko 2,6 % nastolatków ($12 \div 17$ lat) wykonywało przez 60 minut dziennie ćwiczenia o umiarkowanej intensywności podczas pandemii COVID-19. Xiang i wsp. [23] w badaniach przeprowadzonych wśród 2426 dzieci i młodzieży ($6 \div 17$ lat) w pięciu szkołach w Szanghaju obserwowali drastyczny spadek mediany czasu poświęcanego na aktywność fizyczną – z 540 min na tydzień (przed



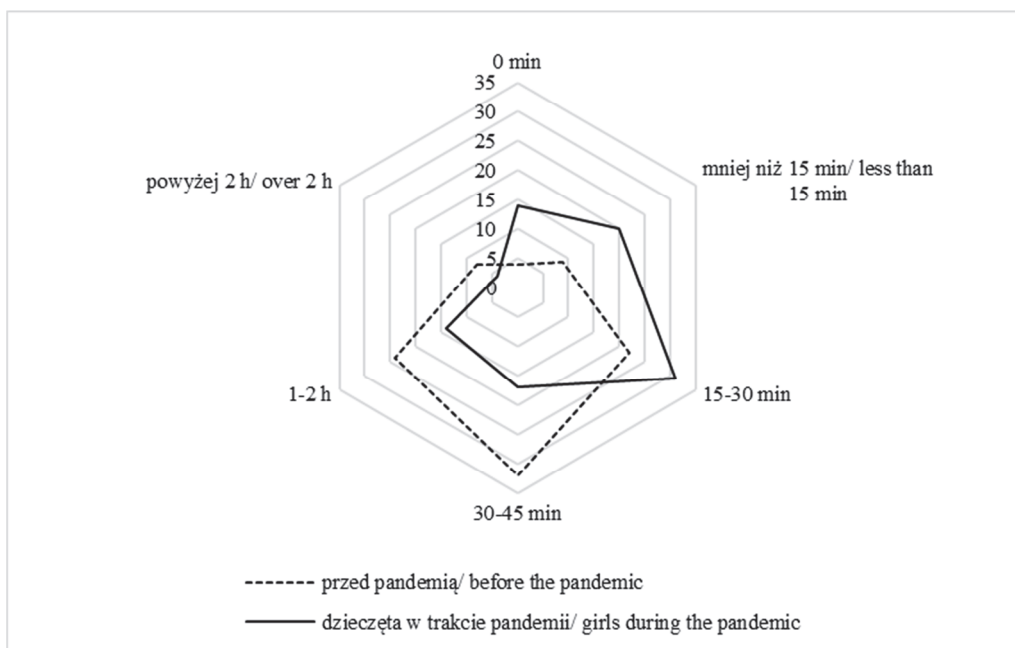
Rys. 4. Aktywność fizyczna % chłopców przed pandemią i w trakcie jej trwania
 Fig. 4. Boys' physical activity in % before and during the pandemic



Rys. 5. Aktywność fizyczna % dziewcząt przed pandemią i w trakcie jej trwania
 Fig. 5. Girls' physical activity in % before and during the pandemic



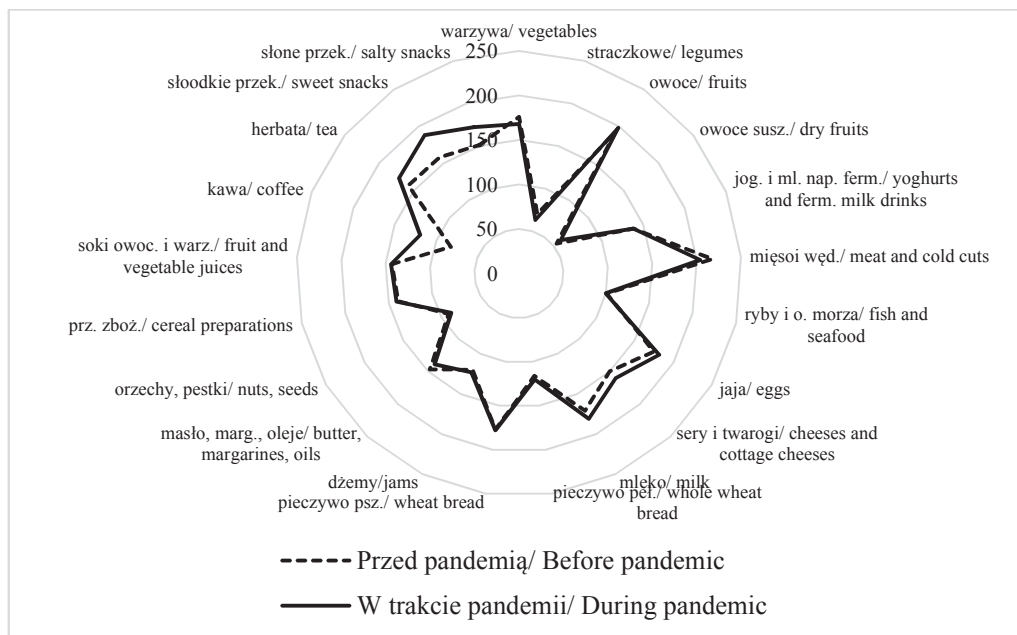
Rys. 6. Średni czas trwania aktywności fizycznej % chłopców przed pandemią i w trakcie jej trwania
 Fig. 6. Average duration of boys' physical activity in % before and during the pandemic



Rys. 7. Średni czas trwania aktywności fizycznej dziewcząt przed pandemią i w trakcie jej trwania
 Fig. 7. Average duration of girls' physical activity before and during the pandemic

pandemią) do 105 min na tydzień (podczas pandemii). Liczba uczniów nieaktywnych fizycznie wzrosła z 21,3 do 65,6 %. Laddu i wsp. [11] podkreślają, że każda forma ruchu o umiarkowanej intensywności promuje aktywność antypatogenną makrofagów stymulujących recyrkulację komórek układu odpornościowego, immunoglobulin i cytokin przeciwzapalnych we krwi. W ten sposób aktywność fizyczna może zmniejszyć napływ komórek zapalnych w płucach, przeciwdziałając obciążeniu patogenami i łagodząc symptomatologię chorób zakaźnych.

Spożycie większości grup produktów spożywczych nie uległo zmianom w czasie izolacji społecznej w porównaniu do okresu sprzed pandemii. Obserwowano natomiast wzrost spożycia kawy o 8 pp., herbaty – o 4 pp., słodkich i słonych przekąsek – o 8 i 6 pp. (rys. 8). Inni autorzy, jak Ruiz-Roso i wsp. [18] oraz Di Renzo i wsp. [6], zaobserwowali, że podczas lockdownów spożycie smażonych potraw i słodczy wśród nastolatków wzrosło do 20,7%. Zwiększyło się także, o 24 %, spożycie słonych przekąsek przez młode kobiety.



Rys. 8. Spożycie produktów przed pandemią i podczas jej trwania

Fig. 8. Consumption of selected products before and during the pandemic

Wnioski

1. Izolacja społeczna związana z pandemią COVID-19 wpłynęła na wzrost masy ciała u 28,5 % dziewcząt i 36,3 % chłopców. Jako główne przyczyny tej zmiany wskazywano zdalny tryb nauki, obniżenie aktywności fizycznej, obniżenie nastroju, stres, zaburzenia odżywiania oraz zaburzenia snu.
2. Sytuacja epidemiczna wpłynęła na zachowania żywieniowe u 62,7 % dziewcząt i 50,0 % chłopców, a zwłaszcza na wzrost liczby spożywanych posiłków oraz większe spożycie kawy, herbaty, słodkich i słonych przekąsek.
3. Lockdowny przyczyniły się do nasilenia wybiórczości pokarmowej u 50 % chłopców oraz 48 % dziewcząt.
4. Czas izolacji społecznej wpłynął na zmniejszenie zarówno częstotliwości, jak i czasu trwania aktywności fizycznej w obydwóch grupach.

Literatura

- [1] Allabadi H., Dabis J., Aghabekian V., Khader A., Khammash U.: Impact of COVID-19 lockdown on dietary and lifestyle behaviours among adolescents in Palestine. [on line]. DHH, 2020, 7(2). Dostęp w Internecie [13.11.2022]. https://journalofhealth.co.nz/?page_id=2170.
- [2] Bates L., Zieff G., Stanford K., Moore J., Kerr Z., Hanson ED., Barone Gibbs B., Kline CE., Stoner L.: COVID-19 impact on behaviors across the 24-Hour day in children and adolescents: physical activity, sedentary behavior, and sleep. *Children*, 2020, 7(9), 138.
- [3] Bhaskaram, P.: Immunobiology of mild micronutrient deficiencies. *Br. J. Nutr.* 2001, 85(S2), S75-S80.
- [4] Bhutani S., Cooper J.A.: COVID-19 related home confinement in adults: weight gain risks and opportunities. *Obesity*, 2020, 28(9), 1576-1577.
- [5] Calder P., Carr A., Gombart A., Eggersdorfer M.: Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. *Nutrients*, 2020, 12(4), 1181.
- [6] Di Renzo L., Gualtieri P., Pivari F., Soldati L., Attinà A., Cinelli G., Leggeri C., Caparello G., Barrea L., Scerbo F., Esposito E., De Lorenzo A.: Eating habits and lifestyle changes during COVID-19 lockdown: an Italian survey. *J. Trans. Med.* 2020, 8;18(1), 229.
- [7] Dunton G.F., Do B., Wang S.D.: Early effects of the COVID-19 pandemic on physical activity and sedentary behavior in children living in the U.S. *BMC Public Health*. 2020, 20(1), 1351.
- [8] Galluccio A., Caparello G., Avolio E., Manes E., Ferraro S., Giordano C., Sisci D., Bonfiglio D.: Self-perceived physical activity and adherence to the Mediterranean diet in healthy adolescents during COVID-19: findings from the DIMENU pilot study. *Healthcare*, 2021, 9(6), 622.
- [9] Jin Q., Ma RCW.: Metabolomics in diabetes and diabetic complications: insights from epidemiological studies. *Cells*, 2021, 10(11), 2832.
- [10] Khan M., Moverley-Smith JE.: "Covibesity," a new pandemic. *Obes. Med.* 2020, 19, 100282.
- [11] Laddu DR., Lavie CJ., Phillips SA., Arena R.: Physical activity for immunity protection: inoculating populations with healthy living medicine in preparation for the next pandemic. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 2021, 64, 102-104.
- [12] Mikulec A., Zborowski M., Klimczak A.: Functional food in the primary prevention of cardiovascular diseases. *J. Educ. Health. Sport.*, 2022, 12(7), 848-863.

- [13] Moore SA., Faulkner G., Rhodes RE., Brussoni M., Chulak-Bozzer T., Ferguson LJ., Mitra R., O'Reilly N., Spence JC., Vanderloo LM., Tremblay MS.: Impact of the COVID-19 virus outbreak on movement and play behaviours of Canadian children and youth: a national survey. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2020, 6;17(1), 85.
- [14] Nagata JM, Abdel Magid HS, Gabriel KP.: Screen time for children and adolescents during the COVID-19 pandemic. *Obesity*, 2020, 28(9), 1582-1583.
- [15] Pietrobelli A., Pecoraro L., Ferruzzi A., Heo M., Faith M., Zoller T., Antoniazzi F., Piacentini G., Fearnbach SN., Heymsfield SB.: Effects of COVID-19 lockdown on lifestyle behaviors in children with obesity living in Verona, Italy: A longitudinal study. *Obesity*, 2020, 28, 1382-1385.
- [16] Platta A., Śmigaj K.: Eating behaviour and attitudes towards health benefits of food among women aged 60+, Current Trends in Quality Sciences - consumer behavior, logistic, product management. Wydawnictwo Naukowe ITEE Łukasiewicz, Radom, 2021, 171-182.
- [17] Platta A., Śmigaj K.: Ocena akceptacji żywności o właściwościach prozdrowotnych przez kobiety w wieku 60+, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2021, 28, 3(128), 117-132.
- [18] Ruiz-Roso MB., de Carvalho Padilha P., Mantilla-Escalante DC., Ulloa N., Brun P., Acevedo-Correa D., Arantes Ferreira Peres W., Martorell M., Aires MT., de Oliveira Cardoso L.: Covid-19 confinement and changes of adolescent's dietary trends in Italy, Spain, Chile, Colombia and Brazil. *Nutrients*, 2020, 12(6), 1807.
- [19] Salgin B., Norris SA., Prentice P. Even transient rapid infancy weight gain is associated with higher BMI in young adults and earlier menarche. *Int. J. Obe.*, 2015, 39(6), 939-944.
- [20] Scapaticci S., Neri CR., Marseglia GL., Staiano A., Chiarelli F., Verduci E. The impact of the COVID-19 pandemic on lifestyle behaviors in children and adolescents: an international overview. *Ital. J. Pediatr.* 2022, 48(1), 22.
- [21] Sidor A., Rzymiski P.: Dietary Choices and Habits during COVID-19 Lockdown: Experience from Poland. *Nutrients*, 2020, 12 (6), 1657.
- [22] United Nations Children's Fund (UNICEF). Social and behavioural change communications for prevention of childhood overweight and obesity. [on line]. Dostęp w Internecie [13.11.2022]. www.unicef.org/media/116656/
- [23] Xiang M., Zhang Z., Kuwahara K.: Impact of COVID-19 pandemic on children and adolescents' lifestyle behavior larger than expected. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 2020, 63(4), 531-532.
- [24] Yang S., Guo B., Ao L., Yang C., Zhang L., Zhou J., Jia P.: Obesity and activity patterns before and during COVID-19 lockdown among youths in China. *Clin. Obes.*, 2020, 10(6), e12416.
- [25] Zborowski M., Mikulec A. Dietary catering: the perfect solution for rational food management in households. *Sustainability*, 2022, 14(15), 9174.
- [26] Zborowski M., Mikulec A.: Zachowania żywieniowe studentów Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu podczas pandemii COVID-19, *Nauka. Żywność. Technologia. Jakość*, 2021, 28, 4 (129), 98-110.

THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON THE DIETARY HABITS OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

S u m m a r y

Background. Social isolation turned out to be a new experience that affected many aspects, including those related to the lifestyle of people all around the world. Changing dietary habits, combined with reduced physical activity, may contribute to an increased risk of obesity among children and adolescents.

The aim of the study was to determine the impact of the social isolation related to the COVID-19 pandemic on the eating behavior of children and adolescents. The research tool was a questionnaire consisting of open-ended and choice questions concerning issues related to eating behaviors, regularity and frequency of meals, specific product groups and supplements used.

Results and conclusion. Most respondents were teenagers aged 13 ÷ 15 and 16 ÷ 18 living in rural areas. Weight gain during the social isolation related to the COVID-19 pandemic was declared by 28.5 % of girls and 36.3 % of boys. The main reasons were a remote learning mode, decreased physical activity, depressed mood, stress, eating and sleep disorders. There were no significant differences in the number of meals consumed before and during the pandemic between boys and girls. Before the pandemic, both groups were comprised mainly by people eating three meals. During the social isolation, the number of people eating five or more meals a day increased in both groups. An increase in the consumption of coffee, tea and salty and sweet snacks was observed. During the pandemic, the number of people undertaking physical activity decreased, so did the average time spend on sports.

Key words: dietary habits, adolescents, COVID-19 pandemic, social isolation, physical activity ☒



POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWIENIA
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/>

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**

Streszczenie

Wprowadzenie. Wstępne odwadnianie osmotyczne OD owoców może znacząco wpływać na obniżenie zawartości wody niezwiązanej. Powoduje też wnikanie składników roztworu do owoców, zwiększając wydajność wytwarzanych produktów metodą osmotyczno-konwekcyjną. W celu przeprowadzenia oceny eksploatacyjnej linii technologicznej do produkcji suszu z wiśni badania wykonano w skali laboratoryjnej i przemysłowej. Materiałem badawczym były zamrożone, drylowane wiśnie odmiany Łutówka. Do osmotycznego odwadniania zastosowano roztwór sacharozy, skoncentrowany sok jabłkowy oraz roztwór złożony z sacharozy i syropu glukozowo-fruktozowego o udziale masowym 1:1; wszystkie o stężeniu 70 ± 2 °Brix. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w temperaturze 40 i 55 °C (skala przemysłowa) i 50 °C (skala laboratoryjna) do uzyskania ekstraktu w owocach ≥ 60 °Brix. Suszenie konwekcyjne prowadzono tylko w skali przemysłowej w 70 °C, do uzyskania aktywności wody $< 0,6$.

Wyniki i wnioski. Zwiększenie temperatury roztworu osmoaktywnego zwiększało wydajność procesu nakierowanego na wysycenie owoców substancją osmotyczną i skrócenie czasu tej obróbki. Większa wydajność odwadniania wpływała na skrócenie czasu suszenia konwekcyjnego. Nie stwierdzono wpływu typu roztworu osmotycznego na większość wskaźników wymiany masy w odwadnianych owocach. Pomimo istotnie wyższej wydajności procesu obu etapów (wstępnego odwadniania i suszenia), po zastosowaniu koncentratu soku jabłkowego, nieistotny był wpływ typu roztworu na całkowitą wydajność procesu wyrażoną stosunkiem masy owoców suszonych do masy surowca. Pomimo tych samych wariantów osmotycznego odwadniania wiśni w obu skalach produkcji, czas odwadniania w warunkach przemysłowych był nawet 11-krotnie dłuższy. Stan techniczny badanej linii określono jako stan zdatności. Urządzenia do odwadniania osmotycznego i suszenia działały prawidłowo. Wykazano złożoność procesów naprawczych i czasochłonne czyszczenie urządzeń.

Słowa kluczowe: obróbka wstępna, skala produkcji, odwadnianie osmotyczne, przekąski z wiśni, koncentrat soku

Dr hab. inż., prof. SGGW H. Kowalska ORCID: 0000-0002-6732-459; mgr inż. E. Masiarz ORCID: 0000-0003-0279-2577; mgr inż. A. Ignaczak ORCID: 0000-0001-8333-9293; mgr inż. M. Baranowski; dr hab. inż., prof. SGGW Jolanta Kowalska ORCID: 0000-0003-1723-5669, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa; Kontakt: hanna_kowalska@sggw.edu.pl

Wprowadzenie

Suszenie jest jedną z podstawowych metod przetwarzania żywności. Obniżenie wilgotności ma na celu zabezpieczenie żywności przed rozwojem mikroorganizmów. Pozwala także na zatrzymanie niekorzystnych zmian fizykochemicznych, zachodzących w żywności [1, 13]. Najbardziej rozpowszechnioną metodą suszenia surowców roślinnych jest suszenie konwekcyjne. W wyniku zastosowania wysokich temperatur oraz długiego czasu suszenie konwekcyjne uznawane jest za jedną z najbardziej destrukcyjnych metod suszenia w stosunku do suszonego materiału [14]. Odwadnianie osmotyczne jest stosowane jako obróbka wstępna przed suszeniem [2, 3]. Ma na celu kształtowanie pożądanych właściwości fizykochemicznych i sensorycznych suszonych owoców i warzyw [8, 9]. Zastosowanie odwadniania osmotycznego owoców przed suszeniem pozwala zachować wiele naturalnych składników zawartych w surowcu i ma zastosowanie w produkcji przekąsek o walorach prozdrowotnych [14]. Redukcja wody bez przemiany fazowej pozwala uniknąć występowania niekorzystnych zmian termicznych w przetwarzanym surowcu [8, 9, 11]. Roztworami osmoaktywnymi powinny być substancje o akceptowalnym smaku i zapachu oraz powodujące wysoką wydajność procesu, którą gwarantuje wysokie ciśnienie osmotyczne [6]. W przypadku osmotycznego odwadniania owoców kwaśnych, wskutek wnikania do nich substancji osmotycznej oraz obniżenia zawartości kwasów organicznych, które tracone są wraz z usuwaną wodą, kształtowane są cechy sensoryczne suszu jako produktu przekąskowego do bezpośredniej konsumpcji [5]. W przypadku produkcji wiśni odwadnianych osmotycznie dodatek sacharozy lub innych cukrów warunkuje akceptowalną smakowość i zachowanie tekstury [4].

Maszyny i urządzenia służące do przetwarzania żywności, w tym do suszenia, podlegają procesowi eksploatacji. Jako eksploatację określa się wszelkiego rodzaju procesy, działania, zdarzenia i zjawiska, którym podlega i w których bierze udział dany obiekt techniczny, począwszy od chwili jego wytworzenia, do jego kasacji [10]. Podstawowym wymogiem stawianym maszynom jest ich przystosowanie do wykonywania wymaganych zadań (funkcjonalność) pod względem wydajności i bezpieczeństwa obsługi. Przy prawidłowej eksploatacji maszyn dąży się do ich niezawodności, wytrzymałości, odporności na zużycie i drgania, łatwego prowadzenia procesów kontroli czystości i czyszczenia oraz napraw bieżących. Ważna jest też estetyka wykonania maszyn, głośność emitowanego dźwięku, wielkość mocy przy możliwie najmniejszych rozmiarach i braku negatywnego wpływu na środowisko [10]. Według Żuk [16] diagnostyka techniczna polega na określeniu aktualnego stanu obiektu technicznego, poprzez określenie zbioru parametrów stanu i porównania ich z wartościami odpowiadającymi stanowi początkowemu (wzorcowym). Dzięki temu możliwe jest wykrycie przyczyny stanu obiektu technicznego i przewidywanie zmian tego stanu, by uniknąć większych awarii. Obecnie optymalizację działań eksploatacyjnych coraz częściej

wspomagają programy komputerowe, np. RCM (ang. *Reliability-Centered Maintenance*), które poprzez integrację wielu dyscyplin nauki i techniki pozwalają na efektywne technicznie i ekonomicznie planowanie działań serwisowych z uwzględnieniem warunków eksploatacji oraz oczekiwań użytkowników [12].

Celem pracy było dokonanie oceny eksploatacyjnej linii technologicznej do produkcji suszu z wiśni metodą osmotyczno-konwekcyjną. Zakres pracy obejmował przeprowadzenie prób wytwarzania suszy z wiśni poprzez wstępne odwadnianie osmotyczne i suszenie konwekcyjne w skali laboratoryjnej i przemysłowej.

Material i metody badań

Przygotowanie materiału roślinnego

Materiałem badawczym były wiśnie odmiany Łutówka, owoce całe, drylowane. Wstępnie owoce myto, przebierano, drylowano i mrożono technologią IQF (*Individually Quick Frozen*) za pomocą ciekłego azotu. W skali laboratoryjnej i przemysłowej wykonano wstępną obróbkę osmotyczną, a suszenie wykonano w warunkach przemysłowych w jednym z zakładów w pobliżu Warszawy. Zakład ten produkuje susze z wiśni, które mogą być przechowywane do 12 miesięcy w temperaturze $6 \pm 12^\circ\text{C}$.

Tabela 1. Parametry odwadniania osmotycznego w skali laboratoryjnej i przemysłowej oraz kody oznaczeń

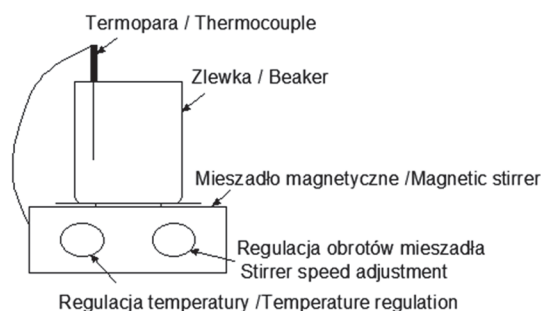
Table 1. Parameters of osmotic dehydration on a laboratory and industrial scale and marking codes

Typ roztworu osmotycznego i temperatura; skala laboratoryjna /przemysłowa Type of osmotic solution and temperature; laboratory/industrial scale	Kod Code
Roztwór sacharozy 40 °C, 55 °C w skali laboratoryjnej / 50 °C w skali przemysłowej Sucrose solution at 40 °C or 55 °C on a laboratory scale / at 50 °C on an industrial scale	S40, S55 / S50
Skoncentrowany sok jabłkowy 40 °C, 55 °C w skali laboratoryjnej / 50 °C w skali przemysłowej Concentrated apple juice at 40 °C, 55 °C on a laboratory scale / at 50 °C on an industrial scale	AJ40, AJ55 / AJ50
Roztwór sacharozy i syropu glukozowo-fruktozowego 1:1 w skali laboratoryjnej w 40 °C, 55 °C / 50 °C w skali przemysłowej Sucrose and glucose-fructose syrup 1:1 solution on a laboratory scale at 40 °C, 55 °C / 50 °C on an industrial scale	SGF40, SGF55 / SGF50

W obu przypadkach zastosowano 3 typy roztworów o stężeniu $70 \pm 2^\circ\text{Brix}$ (tab. 1), a stosunek masy roztworu do masy surowca wynosił 3:1. Temperatura procesu w skali laboratoryjnej wynosiła 40 i 55 °C, a przemysłowej 50 °C. Przeprowadzono przynajmniej dwie serie badań.

Warunki odwadniania osmotycznego wiśni w skali laboratoryjnej

Do odwadniania osmotycznego w skali laboratoryjnej wykorzystano stanowisko złożone ze zlewki o pojemności 2000 ml i mieszadła magnetycznego z termostatem (rys. 1). Stosowano stałą prędkość obrotów mieszadła magnetycznego 200 obr./min.



Rys. 1. Schemat mieszadła magnetycznego ze zlewką

Fig. 1. Diagram of a magnetic stirrer with a beaker

Odwadnianie wiśni o masie około 400 g prowadzono do momentu osiągnięcia ekstraktu na poziomie 60 °Brix. Bezpośrednio po odwadnianiu owoce osuszano w celu usunięcia z ich powierzchni roztworu osmotycznego.

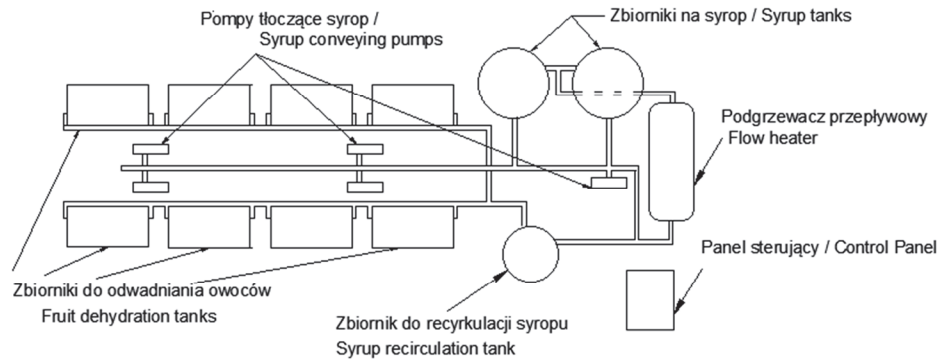
Warunki odwadniania osmotycznego wiśni w skali przemysłowej

W skali przemysłowej odwadnianie osmotyczne prowadzono na linii technologicznej BOEMA (rys. 2). Urządzenie składało się z 2 metalowych zbiorników, każdy o pojemności 2500 dm³, do których zasypywano surowiec w ilości kilkuset kilogramów. Roztwór przepływał dzięki działaniu pomp tłoczących.

Linia wyposażona była w podgrzewacz przepływowy oraz elektroniczny panel sterujący. W ciągu tygodnia odwadniano 8 ÷ 10 ton surowca. Analizie poddano kilka partii produkcyjnych. Każdorazowo rejestrowano ilość odwadnianego surowca i czas procesu, który kończono po uzyskaniu wysycenia owoców na poziomie min. 60 °Brix.

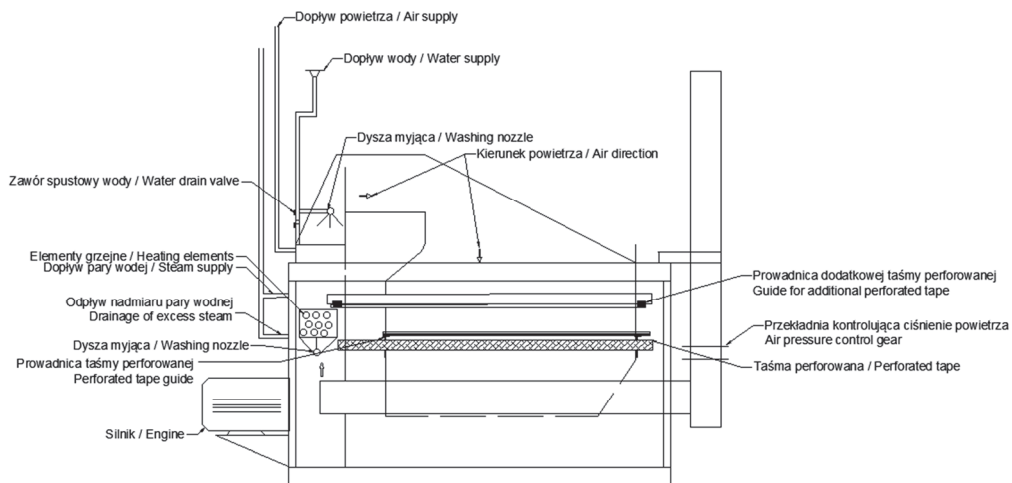
Warunki suszenia konwekcyjnego wiśni w skali przemysłowej

Do suszenia wykorzystywano tunel suszarniczy SANDVIK, składający się z 6 ÷ 18 połączonych ze sobą komór, w których mogły być nastawiane różne temperatury (rys. 3). Suszenie prowadzono do momentu uzyskania aktywności wody produktu < 0,6. Temperatura suszenia wynosiła 70 °C, a prędkość przepływu powietrza 10 m/s. Produkt układano w pojedynczej warstwie na sitach o szerokości 25 cm i wielkości oczek 1 mm.



Rys. 2. Schemat linii odwadniania osmotycznego

Fig. 2. Diagram of osmotic dehydration line



Rys. 3. Schemat komory suszarniczej

Fig. 3. Diagram of the drying chamber

Po suszeniu wiśnie zraszane były niewielką ilością oleju słonecznikowego w celu zachowania sypkości produktu oraz nadania mu połysku. Miesięczna produkcja wynosiła około 50 ton suszu otrzymanego z 150 ÷ 200 ton owoców.

Wskaźniki wymiany masy wiśni odwadnianych osmotycznie i wydajności procesu

Obliczono wskaźniki wymiany masy podczas osmotycznego odwadniania, jak ubytek masy dM i wody WL, przyrost masy suchej substancji SG oraz wydajność wyrażoną jako stosunek masy produktu do masy surowca po odwadnianiu W_{odw} i suszeniu W_{susz} , a także wydajność całkowitą $W_{całk}$ w skali laboratoryjnej i przemysłowej.

Właściwości fizykochemiczne suszy

Wybrane właściwości fizykochemiczne suszy oznaczono w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW w Warszawie. Do wyznaczenia właściwości mechanicznych suszy zastosowano test ściskania za pomocą teksturometru Texture Analyzer TA-TX2 firmy Stable Micro Systems Ltd. (Wielka Brytania). Susze poddano testowi ściskania do odkształcenia 50 % ich wysokości z prędkością przesuwu głowicy 1 mm/s. Rejestrowano wartość maksymalnej siły potrzebnej do deformacji próbek. Pomiar przeprowadzono w minimum 10 powtórzeniach. Gęstość rzeczywistą cząstek ρ wyznaczono piknometrem helowym (Stereopycnometer, Quantachrome Instruments, USA). Parametry barwy oznaczono fotokolorymetrem Chroma-Meter CR-300 Minolta (Japonia) w układzie CIE L*a*b* przy stałym oświetleniu w 5 powtórzeniach. Wyznaczono bezwzględną różnicę barwy (ΔE^*) w stosunku do barwy wiśni mrożonych.

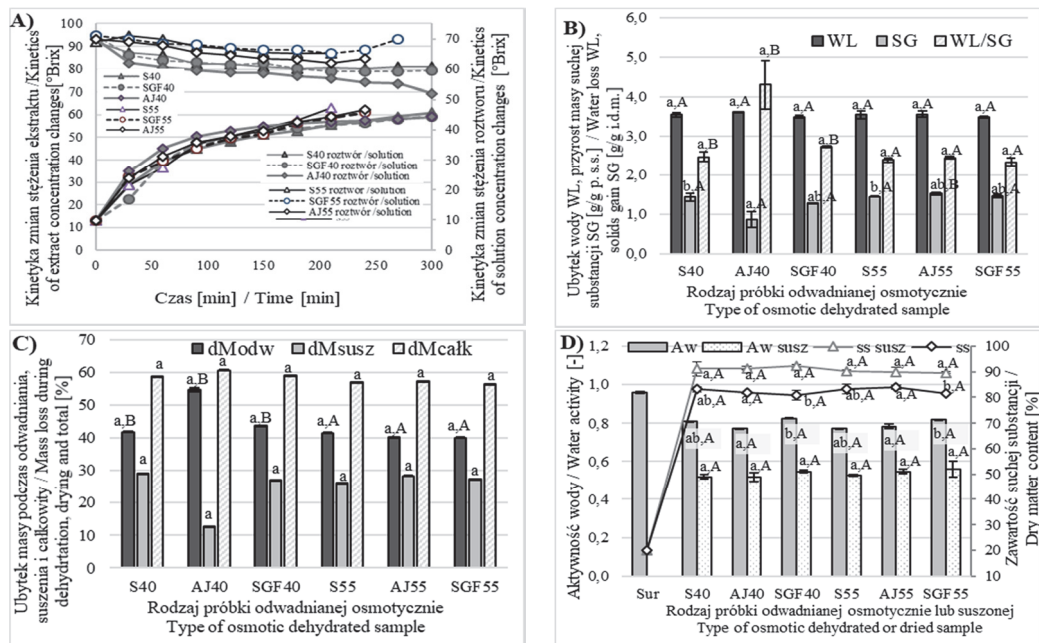
Wyniki opracowano statystycznie za pomocą wieloczynnikowej analizy wariancji ANOVA na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i wyznaczono grupy homogeniczne na podstawie testu Tukeya post-hoc.

Wyniki i dyskusja

Wpływ odwadniania osmotycznego na wymianę masy i wydajność procesu

Podczas osmotycznego odwadniania wiśni w skali laboratoryjnej i przemysłowej na skutek różnicy ciśnienia osmotycznego roztworu i soku komórkowego w tkance wiśni woda zawarta w owocach przenikała do roztworu [3], skąd na skutek podwyższonej temperatury oraz ciągłego ruchu całego układu odparowywała do otoczenia. W rezultacie następował efektywny ubytek masy wiśni i zmiany stężenia ekstraktu owoców i roztworu (rys. 4a). Większe obniżenie stężenia roztworu nastąpiło w przypadku niższej temperatury 40 °C, co mogło wynikać z mniejszego odparowania wody. W efekcie, w temperaturze 55 °C, stężenie roztworów wzrastało w końcowym etapie wysycania owoców. Skoncentrowany sok z jabłek (AJ) w 40 °C odznaczał się wyraźnie niższym stężeniem w całym przebiegu procesu (rys. 4a), osiągając około 52 °Brix. Stężenie roztworu złożonego z sacharozy i syropu glukozowo-fruktozowego (SGF) w temperaturze 55 °C utrzymywało się na stałym poziomie, a po 300 min. stwierdzono około 70 °Brix.

Zmiany stężenia roztworów osmotycznych nie miały istotnego wpływu na zmiany stężenia ekstraktu owoców, z wyłączeniem odwadniania wiśni w koncentracji soku z jabłek. W tych warunkach obserwowano wyższe stężenie ekstraktu i ubytek masy (około 54,7 %), a jednocześnie obniżony przyrost masy suchej substancji SG w owocach i wyższy ubytek wody WL. Wywołało to nieznacznie wyższy wskaźnik wydajności odwadniania (WL/SG), który zanotowano z dużym odchyleniem standardowym, co mogło wpłynąć na brak różnic statystycznych (rys. 4a, 4b, 4c).



Objaśnienia / Explanatory notes:

Oznaczenia a, b (wpływ typu roztworu osmotycznego) i A, B (wpływ temperatury) dotyczą grup homogenicznych przy poziomie istotności 0,05. / The notations a, b (the effect of the type of osmotic solution) and A, B (the effect of temperature) refer to homogeneous groups at a significance level of 0.05.

Rys. 4. Wskaźniki wymiany masy i procesu podczas wytwarzania suszonych wiśni; A) kinetyka stężenia ekstraktu owoców i roztworu osmotycznego, B) ubytek wody WL, przyrost masy suchej substancji SG i wydajność procesu WL/SG, C) ubytek masy podczas osmotycznego odwadniania dM_{odw} , suszenia dM_{susz} i całkowity $dM_{całk}$, D) zmiany aktywności wody i zawartości suchej substancji owoców odwadnianych osmotycznie i suszonych.

Fig. 4. Mass exchange and process indicators during production of dried cherries; A) kinetics of the concentration of fruit extract and osmotic solution, B) water loss WL, solids gain SG and process efficiency WL/SG, C) mass loss during osmotic dehydration dM_{deh} , drying dM_{dry} and total dM_{total} D) water activity and dry matter content of osmotically dehydrated and dried fruit.

Analiza ubytku masy wiśni podczas odwadniania osmotycznego wskazuje, że różnice były nieistotne statystycznie, mieściły się w zakresie 40,1 ÷ 54,7 %, a nieznacznie wyższe wartości uzyskano przy niższej temperaturze. Na etapie suszenia ubytek masy był mniejszy niż podczas odwadniania i, poza jednym przypadkiem (12,8 % / AJ40), dość wyrównany – od 26,2 do 29,1 % (rys. 4c). Większy ubytek masy (około 54,7 %) podczas odwadniania osmotycznego wiśni w koncentracji soku z jabłek skutkował niższym ubytkiem masy (12,8 %) podczas ich suszenia. Całkowity ubytek masy wiśni, od stanu zamrożonego do produktu końcowego, mieścił się w za-

kresie $56,4 \div 60,6$ %. Odwadnianie osmotyczne spowodowało znaczący wzrost zawartości suchej substancji ($80,7 \div 84,0$ %) i obniżenie aktywności wody ($0,77 \div 0,83$). W efekcie suszenie końcowe trwało stosunkowo krótko ($4 \div 5$ h), by uzyskać zawartość suchej substancji na poziomie $89,7 \div 92,3$ % oraz aktywność wody $0,52 \div 0,56$ (rys. 1d, tab. 3). Kontrolując stężenie ekstraktu odwadnianych owoców oraz aktywność wody owoców suszonych w celu uzyskania wymaganych progów, nie stwierdzono istotnego wpływu temperatury i typu substancji osmotycznej na wskaźniki wymiany masy.

Produkcja suszy z wiśni w zakładzie była ukierunkowana na zwiększoną wydajność produkcji w odniesieniu do surowca, dlatego wstępne wysycenie składnikami roztworu osmotycznego odgrywało istotną rolę. W badaniu Kowalskiej i wsp. [7] do odwodnienia osmotycznego truskawek użyto roztworu złożonego z sacharozy i koncentratu soku z aronii CJC lub inuliny (1:1). Oprócz obniżania zawartości wody w owocach, wzbogacano je w składniki bioaktywne. Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na wartości wskaźników wymiany masy podczas odwadniania osmotycznego truskawek były rodzaj roztworu osmotycznego i czas trwania procesu, a najmniej istotnym czynnikiem była temperatura w zakresie $30 \div 50$ °C.

Wpływ wstępnej obróbki osmotycznej (wysycenia) na wskaźniki wydajności procesu

Zastosowanie obróbki osmotycznej, polegającej na częściowym usuwaniu wody, ale też nasycaniu składnikami roztworu osmotycznego (koncentraty soków, fruktooligosacharydy) [2, 3, 7, 8, 10], stanowi ważny początkowy etap wytwarzania suszonych przekąsek o właściwościach prozdrowotnych. W tym celu stosowane są różne innowacyjne metody suszenia, jednak w większości w skali laboratoryjnej. Istnieje potrzeba oceny wpływu rodzaju substancji osmotycznej na wskaźniki wydajności procesu wytwarzania suszonych owoców w warunkach przemysłowych.

W odniesieniu do pozostałych roztworów osmotycznych (S i SGF), owoce odwadniane w koncentracji soku jabłkowego (AJ) w skali laboratoryjnej i przemysłowej odznaczały się istotnie wyższym wskaźnikiem odwadniania W_{odw} i suszenia W_{susz} stanowiących odpowiednio: stosunek masy wiśni odwadnianych osmotycznie do masy surowca (wiśni mrożonych) oraz masy wiśni suszonych do masy wiśni wstępnie odwadnianych (tab. 2). W przypadku wskaźnika określającego stosunek masy suszu do masy surowca $W_{całk}$ mieszczącego się w zakresie $39,4 \div 43,6$ %, wpływ rodzaju roztworu osmotycznego był nieistotny (tab. 2).

Wydajności odwadniania i suszenia wiśni uzyskane w temperaturze 40 i 55 °C w skali laboratoryjnej stanowiły jedną grupę homogeniczną, a oddzielną – w temperaturze 50 °C, stosowaną w skali przemysłowej. Jeśli chodzi o dobór warunków osmotycznego odwadniania, najważniejszym parametrem w tym zakresie, jak również pod

Tabela 2. Wydajność (W) osmotycznego odwadniania (odw), suszenia (susz) i wydajność całkowita (całk) w skali laboratoryjnej (lab) i przemysłowej (przem)
 Table 2. Efficiency (W) of osmotic dehydration (odw), drying (susz) and total efficiency (całk) on a laboratory (lab) and industrial (przem) scale

	W _{odw lab} [%]		W _{odw przem} [%] /SD		W _{susz lab} [%] /SD		W _{susz przem} [%] /SD		W _{całk lab} [%] /SD		W _{całk przem} [%] /SD	
	40S	58,20	1,49	65,36	5,69	70,94	9,81	67,15	10,79	41,30	1,56	43,81
40AJ	56,13	6,76	71,56	5,55	87,19	8,79	57,17	3,36	39,41	1,31	41,43	3,66
40SGF	45,36	8,01	65,92	3,76	72,81	3,17	60,44	2,62	40,89	1,77	39,80	3,90
55S	58,42	1,24	-	-	73,79	4,57	-	-	43,07	2,88	-	-
55AJ	59,90	1,13	-	-	71,60	3,87	-	-	42,80	3,10	-	-
55SGF	59,71	1,82	-	-	72,70	3,83	-	-	43,56	2,80	-	-
Czynniki Factors	P - prawdopodobieństwo / P - probability Grupy homogeniczne // Homogeneous groups											
Typ substancji osmot. Type of osmotic substance	*0,0028	S - ab AJ - b SGF - a		0,6936	S - a AJ - a SGF - a		0,3239	S - a AJ - a SGF - a				
Temperatura Temperature [°C]	*0,0000	40 - a 50 - b 55 - a		*0,0000	40 - a 50 - b 55 - a		0,3545	40 - a 50 - a 55 - a				
Skala Scale	*0,0000	Lab. - a Przem. - b		*0,0000	Lab. - b Przem. - a		0,3275	Lab. - a Przem. - a				

względem ekonomicznym, był czas (tab. 3). W warunkach laboratoryjnych czas osmotycznego odwadniania był nawet 11-krotnie krótszy, a suszenia około 5-krotnie krótszy, w porównaniu do warunków przemysłowych. Mogło na to wpłynąć wiele czynników związanych z trudnościami zmiany skali produkcji a także warunków eksploatacji stosowanych urządzeń. Dobór warunków obróbki osmotycznej wiśni należy rozpatrywać w taki sposób, by skrócić czas uzyskania założonych wartości progowych, tj. stężenia ekstraktu owoców podczas odwadniania (> 60 °Brix) i aktywności wody owoców (< 0,6) podczas suszenia.

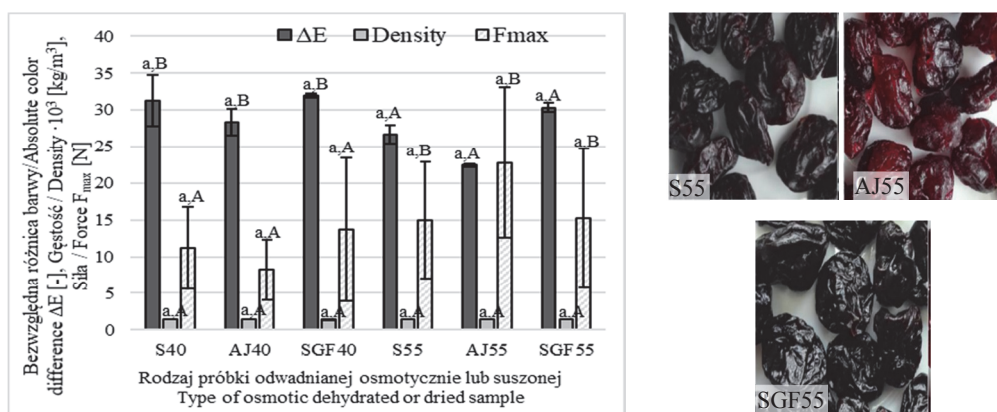
Różnica między początkową i końcową zawartością wody w owocach wskazuje, że usunięto ją w dużym stopniu (do 16 ÷ 19% po odwadnianiu i 8 ÷ 10% po suszeniu). O wydajności procesu zdecydowała ilość substancji osmotycznej, która wniknęła do owoców podczas wstępnej obróbki osmotycznej. Wydajność produkcji suszy z wiśni na poziomie 39,4 ÷ 43,6 % oraz długi czas obróbki technologicznej i zapotrzebowanie energetyczne w trakcie produkcji suszu osmo-konwekcyjnego wpływa na jego wysoką cenę [8].

Tabela 3. Czas osmotycznego odwadniania i suszenia wiśni w skali laboratoryjnej i przemysłowej
 Table 3. Time of osmotic dehydration and drying of cherries on a laboratory and industrial scale

Czas [min] Time [min]	Odwadnianie Dehydration lab. 40 °C			Odwadnianie Dehydration lab. 55 °C			Odwadnianie Dehydration przem. 50 °C		
	S40	AJ40	SGF40	S55	AJ55	SGF55	S50	AJ50	SGF50
Odwadniania Dehydration	300	360	360	210	240	240	3165	3948	2850
Suszenia Drying	Suszenie / Drying lab. 40 °C			Suszenie / Drying lab. 55 °C			Suszenie / Drying przem. 50 °C		
	300	330	300	240	330	300	1388	1728	1140

Właściwości suszonych wiśni

Susze wiśni uzyskane w skali laboratoryjnej i przemysłowej odznaczały się wysoką jakością konsumpcyjną (rys. 5). Nie wykazano wpływu typu roztworu osmotycznego na bezwzględną różnicę barwy, gęstość rzeczywistą i twardość suszy wyrażoną siłą maksymalną (F_{max}). W przypadku produkcji wiśni odwadnianych osmotycznie zastosowanie sacharozy lub innych cukrów warunkuje zachowanie tekstury [4]. Parametry odwadniania osmotycznego, określone pożądanym stopniem wysycenia, pozwoliły uzyskać susze podobnej jakości, niezależnie od typu roztworu osmotycznego. W porównaniu do barwy wiśni mrożonych, parametry barwy owoców po suszeniu uległy znaczącym zmianom (ΔE w zakresie 22,4 ÷ 32,0) w wyniku pociemnienia, uzyskując barwę od ciemnoczerwonej do czarno-czerwonej. Mniejsze widoczne różnice



Rys. 5. Wpływ odwadniania osmotycznego na zmiany bezwzględnej różnicy barwy, gęstość rzeczywistą i twardość (F_{max}) suszy z wiśni uzyskanych w skali laboratoryjnej i przemysłowej
 Fig. 5. The influence of osmotic dehydration on changes in absolute color difference, true density and hardness (F_{max}) of dried cherries obtained on a laboratory and industrial scale

barwy obserwowano w przypadku wiśni odwadnianych wstępnie w koncentracji soku jabłkowego. Powierzchnia suszy była gładka i błyszcząca, atrakcyjna sensorycznie i zachęcająca do ich spożycia.

Próbki suszy były odpowiednio miękkie, delikatnie i sprężyste. Bardziej twarde susze (różnice istotne statystycznie) uzyskano przy zastosowaniu wyższej temperatury wstępnego odwadniania. Pod względem gęstości rzeczywistej susze otrzymane metodą osmotyczno-konwekcyjną z zastosowaniem różnych substancji osmotycznych przyjmowały wartości na zbliżonym poziomie $1485 \pm 4,9 \text{ kg/m}^3$ (rys. 5). Wyższa temperatura roztworu osmotycznego powodowała statystycznie istotne obniżenie gęstości rzeczywistej. Zaletą suszy była ich sypkość.

Ocena eksploatacyjna linii produkcyjnej

W większości procesów produkcyjnych, oprócz niezbędnego zaplecza technologicznego, potrzebne są odpowiednie zasoby ludzkie, pozwalające na prawidłową obsługę urządzeń. Aby cykl produkcyjny został przeprowadzony w jak najkrótszym czasie a produkt finalny cechował się jak najlepszą jakością, w przypadku opisywanej linii technologicznej potrzebnych jest minimum 5 osób, w tym technolog (kierownik produkcji). Osoby te powinny pracować w 8-godzinnym systemie 3-zmianowym. Technolog odpowiada za ustawienie parametrów odwadniania osmotycznego i suszenia konwekcyjnego, dlatego powinien posiadać odpowiednie kwalifikacje oraz doświadczenie.

W zakładzie zostały określone procedury i instrukcje higieniczne oraz harmonogramy mycia linii technologicznych. Czas mycia linii do odwadniania osmotycznego i tuneli suszarniczych wynosi 8 godzin. Po opróżnieniu linii i wstępnym oczyszczeniu (opłukaniu) dozowana jest woda ze środkiem myjącym o odpowiednim stężeniu (zgodnie z instrukcją mycia i wykazem środków do mycia). Temperatura wody wynosi $35 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$. Za pomocą pomp woda ze środkiem myjącym jest wprowadzana w ruch. Proces mycia trwa około 60 minut. Kolejnym etapem jest dokładne wypłukanie linii czystą wodą do zaniku piany w popłuczynach. Z kolei każda z komór składających się na tunel suszarniczy posiada dysze myjące, które po uruchomieniu usuwają zanieczyszczenia z elementów grzejnych (rys. 3). Dozowanie wody i mycie wnętrza tuneli jest wspomagane poprzez włączony obieg powietrza. Obecność owoców lub kropeł syropów odwadniających na grzałkach w kolejnym cyklu produkcyjnym może przyczynić się do ich przypalenia a w konsekwencji do powstania nieprzyjemnego zapachu spalenizny, którym przeniknąć może suszony półprodukt. Podczas mycia tunelu suszarniczego konieczne jest wyczyszczenie perforowanej taśmy, za pomocą której przenoszone są kolejne ilości półproduktu. W tym celu wyznaczeni pracownicy za pomocą myjek wysokociśnieniowych usuwają zanieczyszczenia kierując strumień wody na perforowaną taśmę znajdującą się w ciągłym ruchu. Proces ten jest bardzo

energo- i pracochłonny. Aby przeprowadzić proces mycia badanej linii technologicznej, potrzebne są nie mniej niż 4 osoby. O ile mycie linii wanien nie wymaga zbyt wiele czasu, to proces mycia tunelu suszarniczego trwa od 6 do 8 godzin.

Tabela 4. Zestawienie przeglądów w zakresie kontroli elementów linii technologicznej do produkcji osmo-konwekcyjnego suszu z wiśni oraz wskazania częstości ich przeprowadzania.

Table 4. A list of inspections aimed at checking the components of the technological line for the production of osmo-convection dried cherry and inspection frequency.

Urządzenie Machine	Typ interwencji / Intervention type; kontrola / check:	Częstotliwość przeglądów Inspection frequency
Tunel suszarniczy The drying tunnel SANDVIK	napędu (motoreduktor, łańcuch) drive (gear motor, chain)	1 na rok / 1 per year
	łożysk taśmy / tape bearings	1 na rok / 1 per year
	taśmy SANDVIK / SANDVIK tapes	1 na miesiąc / 1 per month
	przewodnic taśmy / tape guides	1 na miesiąc / 1 per month
	łożysk silników wentylatorów / fan motor bearings	1 na miesiąc / 1 per month
	napędu spirali (motoreduktor, łańcuch) spiral drive (gear motor, chain)	1 na rok / 1 per year
	odwadniaczy / dehydrators	1 na miesiąc / 1 per month
	szczelności instalacji parowej / steam system tightness	1 na rok / 1 per year
Linia odwadniania osmotycznego Osmotic dehydration line BOEMA	wyłączników awaryjnych / emergency switches	1 na dzień / 1 per day
	szczelności instalacji / installation tightness	1 na miesiąc / 1 per month
	pomp / pumps	na 6 miesięcy / 1 in 6 months
	elektrozaworów / solenoid valves	na 6 miesięcy / 1 in 6 months
	szafy elektrycznej / electrical cabinet	1 na rok / 1 per year
wyłączników awaryjnych / emergency switches	1 na dzień / 1 per day	

W zakładzie przeglądy maszyn są realizowane z częstotliwością określoną wymaganiami w procedurach zakładowych (raz w miesiącu, dwa razy w roku lub raz w roku) lub w razie konieczności, po wystąpieniu awarii (tab. 4). Wyjątek stanowią wyłączniki awaryjne, umieszczone w widocznych miejscach na hali produkcyjnej, które są sprawdzane codziennie. Sprawność wyłączników awaryjnych jest niezwykle ważna, gdyż przy wystąpieniu określonego niebezpieczeństwa mogącego zagrozić zdrowiu i/lub życiu znajdujących się w pobliżu pracowników, umożliwiają natychmiastowe wyłączenie zasilania linii. Warto podkreślić złożoność procesu wymiany każdego z tych elementów i ich wysokie ceny oraz konieczność zatrzymania pracy całej linii. Wymiana elementu, w zależności od rodzaju awarii, trwa od kilkunastu minut do kilku godzin. Odpowiednie korzystanie z opisywanej linii technologicznej, jak również odpowiednio przeprowadzone przeglądy pojedynczych jej elementów, są niezwykle ważne przy eksploatacji całej linii.

Awaria spowodowana źle przeprowadzonym przeglądem lub niewłaściwe korzystanie z poszczególnych elementów linii mogą prowadzić do znacznego powiększenia kosztów produkcji. W celu zminimalizowania kosztów awarii zakład regularnie przeprowadza przeglądy, a także szkoli pracowników z obsługi maszyn i urządzeń. Optymalizacja procesu produkcyjnego poprzez skrócenie czasu jego trwania, przy zachowaniu określonych właściwości produktu, pozwala na zmniejszenie kosztów produkcji a także na spełnienie umów zawartych z klientami. Zbyt długa produkcja może spowodować spadek ceny produktu spowodowany niezadowoleniem klienta lub nawet utratę klienta, wynikającą z niewywiązania się z warunków zaakceptowanej wcześniej umowy.

Wnioski

1. Typ roztworu osmotycznego nie miał istotnego wpływu na większość wskaźników wymiany masy podczas odwadniania osmotycznego wiśni. Z tego powodu i wobec aktualnych tendencji związanych z ograniczaniem spożycia cukrów, należy dążyć do zastosowania innych substancji osmotycznych, zwłaszcza koncentratów soków.
2. Podwyższenie temperatury odwadniania osmotycznego z 40 do 55 °C umożliwiło wysycenie owoców wiśni substancją osmoaktywną do poziomu ≥ 60 °Brix w krótszym czasie, średnio o 100 min.
3. Pomimo zastosowania stałych proporcji masy użytych wiśni w stosunku do masy zastosowanego roztworu osmoaktywnego (1:3) czas odwadniania wiśni w warunkach przemysłowych był znacznie dłuższy (nawet 11-krotnie), głównie ze względu na większą ilość przetwarzanego surowca (kilkaset kg), w porównaniu ze skalą laboratoryjną (0,4 kg). Im większa była wydajność odwadniania osmotycznego, jak przy zastosowaniu koncentratu soku z jabłek, tym mniejsza była wydajność suszenia konwekcyjnego.
4. Susze wiśni odznaczały się zmienioną barwą w porównaniu z barwą wiśni mrożonych. Wstępne odwadnianie wiśni w wyższej temperaturze powodowało ciemnienie barwy suszy i wzrost ich twardości. Gęstość rzeczywista suszy nie różniła się znacząco, ale ulegała obniżeniu wraz ze wzrostem temperatury roztworu osmotycznego stosowanego do wstępnej obróbki osmotycznej.
5. Badana linia technologiczna do wytwarzania suszy z mrożonych wiśni metodą osmotyczno-konwekcyjną cechuje się średnim poziomem wydajności. Do jej obsługi nie potrzeba dużej liczby osób. Przy odpowiednio zaplanowanych i przeprowadzanych przeglądach części zamienne cechują się wysoką wytrzymałością. Stan techniczny analizowanej linii technologicznej określono jako stan zdatności. Zarówno linia zbiorników służąca do odwadniania osmotycznego jak i tunel suszarniczy mogą być w pełni wykorzystywane zgodnie z ich specyfiką techniczną oraz przeznaczeniem.

Praca współfinansowana z dotacji MEiN na działalność statutową Wydziału Technologii Żywności Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie oraz dotacji studiów doktoranckich mgr inż. Eweliny Masiarz.

Literatura

- [1] Grzegory P., Piotrowski D., Janiszewska-Turak E.: Wpływ sposobów suszenia w produkcji i przechowywaniu żywności na wybrane właściwości fizykochemiczne truskawek. *Przem. Spoż.*, 2019, 8(73), 46-51.
- [2] Ignaczak A., Masiarz E., Kowalska H.: Nutritional trends and methods of producing fruit and vegetable health-promoting snacks, *Postępy Techniki Przet. Spoż.*, 2021, 31/59(2), 143-154.
- [3] Ignaczak A., Masiarz E., Kowalska J., Kowalska H.: The use of osmotic dehydration and microwave-vacuum drying for the production of apple snacks. *Postępy Techniki Przet. Spoż.*, 2022, 32/61(2), 42-48.
- [4] Konopacka D., Jesionkowska K., Klewicki R., Bonazzi C.: The effect of different osmotic agent on sensory perception of osmo-treated dried fruit. *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 2009, 84(6), 80–84.
- [5] Konopacka D., Mieszczakowska-Frac M.: Zmiany składu ilościowego i jakościowego cukrów w owocach wiśni poddanych procesowi suszenia osmotyczno-konwekcyjnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2014, 578, 61-70.
- [6] Kowalska H.: Wpływ stężenia roztworu, temperatury i czasu na odwadnianie osmotyczne jabłek. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość.*, 2009, 62(1), 73-85.
- [7] Kowalska H, A. Marzec, J. Kowalska, A. Ciurzyńska, K. Czajkowska, J. Cichowska, K. Rybak, A. Lenart: Osmotic dehydration of Honeoye strawberries in solutions enriched with natural bioactive molecules. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2017, 85: 500-505.
- [8] Kowalska H., Marzec A., Kowalska J., Trych U., Masiarz E., Lenart A.: The use of a hybrid drying method with pre-osmotic treatment in strawberry bio-snack technology. *Int. J Food Eng.*, 2020, 16(1-2), 80318-80319.
- [9] Legutko S.: *Eksploatacja maszyn*. WPP, Poznań, 2007.
- [10] Piasecka E., Uczciwek M., Klewicki R.: Odwadnianie osmotyczne owoców w roztworach zawierających fruktooligosacharydy. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 2009, 63, 2, 138-153.
- [11] Pietrzyk A., Uhl T.: Optymalizacja eksploatacji maszyn i urządzeń. *Diagnostyka*, 2002, 26, 29-36.
- [12] Radziejewska-Kubzdela E., Biegańska-Marecik R., Kidoń M.: Applicability of vacuum impregnation to modify physico-chemical, sensory and nutritive characteristics of plant origin products - a review. *Int. J. Mol. Sci.*, 2014, 15(9), 16577-16610.
- [13] Stępień B.: Wpływ suszenia konwekcyjnego na wybrane cechy mechaniczne i reologiczne korzenia pietruszki. *Inż. Rol.*, 2008, 103(5), 267-274.
- [14] Walkowiak-Tomczak D.: Zmiany jakościowe śliwek (*Prunus domestica* L.) podczas przechowywania i suszenia oraz ocena właściwości prozdrowotnej suszu. *Rozprawy Naukowe. Uniwersytet Przyrodniczy Poznań*, 2013, 450.
- [15] Żuk T.: *Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń*. WPP, Warszawa, 1984.

**AN OPERATIONAL EVALUATION OF A TECHNOLOGICAL LINE FOR INDUSTRIAL
DRIED CHERRY PRODUCTION BY THE OSMOTIC-CONVECTION METHOD,
COMPARED TO A LABORATORY SCALE**

S u m m a r y

Background. Pre-osmotic dehydration of fruits may significantly reduce free water content. It also causes fruit penetration by solution components, increasing the efficiency of products manufactured by the osmotic-convection method. A study was carried out on a laboratory and industrial scale to perform an operational evaluation of a technological line for dried cherry production. Frozen pitted cherries (*Łutówka* variety) were the research material. Sucrose solution, concentrated apple juice, and sucrose and glucose-fructose syrup mixture (1:1) were used for OD; with 70 ± 2 °Brix at 40, 55 °C (an industrial scale), and 50 °C (a laboratory scale) to obtain ≥ 60 °Brix of fruit extract. Industrial convection drying was carried out at 70 °C until the water activity of < 0.6 was reached.

Results and conclusion. Increasing the osmoactive solution temperature enhanced the efficiency of a process aimed at fruit saturation by an osmotic substance and shortened the treatment time. Higher dehydration efficiency resulted in shorter convective drying time. No impact of the osmotic solution type on most mass exchange indices in dehydrated fruits was found. Despite the significantly higher process efficiency of the pre-dehydration in apple juice concentrate and drying stages, there was no significant impact of the solution type on the total process efficiency expressed as the ratio of dried mass to raw material mass. In spite of the same variants of osmotic dehydration of cherries in both production scales, the dehydration time under industrial conditions was even 11 times longer. The technical condition of the tested line was determined as operable. The osmotic dehydration and drying equipment was working correctly. The complexity of repair processes and time-consuming equipment cleaning were demonstrated.

Key words: pre-treatment, production scale, osmotic dehydration, cherry snacks, juice concentrate ☒

NIKOLA ŚMIGIELSKA, ANNA SZOSLAND-FAŁTYN,
BEATA BARTODZIEJSKA

WPLYW STARTOWEJ KULTURY KOMERCYJNEJ I ŚRODOWISKOWEJ NA JAKOŚĆ SERÓW PODPUSZCZKOWYCH NIEDOJRZEWAJĄCYCH WYTWARZANYCH Z KROWIEGO NIEPASTERYZOWANEGO MLEKA

Streszczenie

Wprowadzenie. Na polskim rynku wyrobów serowarskich dominują produkty wytwarzane z pasteryzowanego mleka z dodatkiem kultur komercyjnych, w których skład wchodzi drobnoustroje o genetycznie potwierdzonej przynależności gatunkowej. Obecne trendy żywieniowe są ukierunkowane na wzbogacanie diety w produkty naturalne, zawierające mikroorganizmy charakterystyczne dla danego środowiska. Zatem istnieje potrzeba poszukiwania sposobów polepszenia jakości serów z mleka surowego, charakteryzujących się niepowtarzalnym smakiem i aromatem oraz dużą różnorodnością bakterii kwasu mlekowego pochodzących z danego regionu. Celem badań było określenie jakości niedojrzewających serów podpuszczkowych, wytwarzanych z surowego mleka krowiego z dodatkiem dwóch kultur startowych: komercyjnej oraz środowiskowej. Badanie mikrobiologiczne przeprowadzono w kierunku: oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów, liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej, liczby *Escherichia coli*, oraz obecności patogenów: *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp., a także w kierunku obecności enterotoksyny gronkowcowej.

Wyniki i wnioski. Jakość mikrobiologiczna mleka surowego spełniała wymagania ogólnej liczby drobnoustrojów zawarte w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady nr 853/2004, Rozporządzeniu Komisji nr 2073/2005 (z późn. zm.). W serach wyprodukowanych przy użyciu kultury środowiskowej liczba mezofilnych bakterii kwasu mlekowego była istotnie wyższa niż w serach powstałych z użyciem bakteryjnej kultury komercyjnej. W żadnym z wyrobów nie wykryto obecności patogenów ani enterotoksyny gronkowcowej. Podczas analizy sensorycznej serów przeprowadzonej bezpośrednio po produkcji stwierdzono, że były one bardzo zbliżone do siebie pod względem ogólnej akceptowalności. Po 14 dniach przechowywania serów stwierdzono różnice w jakości sensorycznej na korzyść produktów powstałych przy użyciu środowiskowej kultury startowej. Wszystkie przebadane próbki serów spełniały wymagania dotyczące bezpieczeństwa mikrobiologicznego.

Słowa kluczowe: sery podpuszczkowe, kultury startowe, bakterie kwasu mlekowego (LAB), mleko niepasteryzowane

Mgr N. Śmigielska, dr inż. A. Szosland-Fałtyń, ORCID: 0000-0002-5004-8059, dr B. Bartodziejska, ORCID: 0000-0002-5492-5514, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – Państwowy Instytut badawczy in. Prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie, Zakład Jakości Żywności, al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź; Kontakt: nikola.smigielska@ibprs.pl

Wprowadzenie

Już w czasach starożytnych bardzo popularnym sposobem utrwalania żywności było jej fermentowanie. Proces ten stosowany był m.in. do mięsa, ryb, nabiału, warzyw oraz roślin strączkowych nie tylko w celu konserwacji produktów, ale również polepszenia ich smaku i tekstury. Obecnie konsumpcja sfermentowanych wyrobów jest dodatkowo powiązana z wieloma korzyściami zdrowotnymi [7, 5]. Spośród szerokiego wachlarza korzyści prozdrowotnych związanych ze spożywaniem produktów fermentowanych możemy wyróżnić m.in. działanie immunomodulujące, przeciwalergiczne, antydepresyjne, zapobieganie otyłości a także zmniejszanie ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych [13, 14]. Na polskim rynku fermentowanych produktów mlecznych dominują sery wytwarzane z pasteryzowanego mleka z dodatkiem wystandaryzowanych kultur bakteryjnych, komercyjnie dostępnych, o bardzo małej różnorodności.

Obecne trendy żywieniowe ukierunkowane są na wzbogacenie diety w produkty regionalne, wytwarzane metodami tradycyjnymi. Należą do nich m.in. wyroby serowarskie powstałe z mleka niepasteryzowanego, zawierające środowiskowe szczepy bakterii kwasu mlekowego (LAB). Dzięki drobnoustroje fermentujące żywność charakteryzują się dużą zmiennością genetyczną i fenotypową oraz są one typowe dla poszczególnych nisz ekologicznych [10, 25]. Spożywanie serów bogatych w mikroorganizmy autochtoniczne może mieć wpływ na prawidłowe funkcjonowanie układu immunologicznego [2, 4, 11]. Dodatek kultur startowych wpływa na proces powstawania sera, począwszy od inicjacji fermentacji aż po ich dojrzewanie, kształtując tym jakość produktu końcowego. Sery z mleka surowego zawierające drobnoustroje środowiskowe mogą posiadać cenne właściwości prozdrowotne oraz charakteryzują się niepowtarzalnym smakiem [9]. Utrata różnorodności pod względem smaku, aromatu, wartości odżywczych oraz wyglądu mlecznych produktów fermentowanych, spowodowana stosowaniem komercyjnych kultur startowych, motywuje do poszukiwania nowych, różnorodnych szczepów bakteryjnych fermentujących żywność [10, 25]. Dodatkowo wykazano, że spożywanie niepasteryzowanego mleka może chronić przed wystąpieniem alergii oraz astmy [26, 27]. Badania przeprowadzone na terenie południowo-zachodniej Polski przez Sozańską i wsp. [26, 27] udowodniły, że konsumpcja mleka niepasteryzowanego we wczesnym okresie życia może zapobiegać wystąpieniu alergii, astmy oraz podobnych schorzeń. Zatem istnieje potrzeba poszukiwania sposobów polepszenia jakości i bezpieczeństwa serów wytwarzanych z niepasteryzowanego mleka, mających korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Bardzo ważnym zagadnieniem jest zwiększenie różnorodności szczepów bakterii kwasu mlekowego wykorzystywanych jako kultury startowe do przemysłowej produkcji wyrobów mleczarskich. Jest to możliwe poprzez izolację i identyfikację lokalnych szczepów środowiskowych LAB (Lactic Acid Bacteria).

Celem pracy było określenie jakości serów podpuszczkowych niedojrzewających wytwarzanych z krowiego niepasteryzowanego mleka z dodatkiem dwóch szczepionek: kultury dostępnej komercyjnie oraz kultury bakteryjnej środowiskowej, jaką była serwatka kwasowa.

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiły sery wyprodukowane metodą tradycyjną w gospodarstwie położonym w województwie śląskim, prowadzącym działalność w ramach Rolniczego Handlu Detalicznego (RHD). Mleko pochodziło od stada składającego się z 24 krów rasy montbeliarde. W okresie pobierania mleka na potrzeby badań stado pobierało pożywienie na pastwisku (lato). Dodatkowo krowy otrzymywały śrutę pszenno-owsianą wzbogaconą o kredę pastewną oraz miały dostęp do lizawek solnych. Mleko z udoju porannego zostało bezpośrednio przepompowane do zbiornika schładzającego, gdzie osiągnęło temperaturę 4 °C. Po upływie 10 godzin mleko przelano do pojemników fermentacyjnych i rozpoczęto produkcję. Na potrzeby doświadczenia wytworzono sery podpuszczkowe niedojrzewające w dwóch wariantach. W celu wyprodukowania pierwszego z nich niepasteryzowane mleko w ilości 50 l zaszczepiono kwaśną serwatką (0,2 l) powstałą przy produkcji sera kwasowego z surowego mleka, pochodzącego z udoju porannego poprzedniego dnia. Gęstość inokulum LAB w serwatce kwasowej wynosiła $8,3 \pm 0,05 \log \text{ jtk/cm}^3$. W serwatce kwasowej zidentyfikowano biochemicznie m.in.: *Levilactobacillus brevis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lacticaseibacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaeibacillus rhamnosus*.

Z kolei drugi rodzaj sera wyprodukowano poprzez zaszczepienie surowego mleka (50 l) kwaśnym mlekiem w ilości 0,2 l, powstałym przy użyciu kultury komercyjnej w formie liofilizatu (Kultury bakterii do twarogu; Browin sp. z o. o.). Do pasteryzowanego mleka dodano kulturę bakteryjną przygotowaną zgodnie z instrukcją producenta i pozostawiono na 20 godzin w celu ukwaszenia. Gęstość inokulum kwaśnego mleka wynosiła $8,86 \pm 0,01 \log \text{ jtk/cm}^3$ i zawierała następujące drobnoustroje: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Zarówno ser ukwaszony kulturą startową środowiskową, jak i ser z dodatkiem kultury komercyjnej wytworzono z zastosowaniem tej samej technologii. Mleko z kulturami bakteryjnymi: środowiskową i komercyjną ogrzano do 41 °C i pozostawiono na 15 minut, a następnie dodano podpuszczkę w ilości 2,2 cm³ podpuszczki na 1 l mleka (Podpuszczka naturalna Beugel 50 o mocy 1:1000, firmy COQUARD Etablissements, Francja). Podpuszczka była przechowywana w temperaturze $3^\circ \pm 2^\circ \text{C}$ i odmierzana w cylindrze miarowym. Roztwory dokładnie wymieszano i zostawiono na 40 minut w celu wytworzenia się skrzepu. Przy użyciu harfy serowarskiej powstały skrzep pokrojono. Po

upływie godziny, gdy skrzep opadł, odlano serwatkę z nad skrzepu. Po usunięciu serwatki na powierzchnię wiano gorącą wodę o temperaturze 62,4 °C w ilości 7 l wody na 30 l mleka i rozpoczęto ręczne wygniatanie sera. Powstałe produkty przelano na sita wstępne, pozwalające na odsączenie serwatki. Następnie ser umieszczono na regale ociekowym w sitku końcowym, formującym produkt. Z każdego rodzaju produkcji powstało łącznie 6 kg sera (trzy krążki po 2 kg każdy). Sery przetransportowano do pomieszczenia chłodniczego o temperaturze 5 ÷ 6 °C. Po upływie czterech godzin sery wyjęto z sit, natarto solą w ilości 50 gramów na 1 kilogram sera i ponownie umieszczono na regale ociekowym. Nadmiar soli usuwano pod bieżącą, zimną wodą po około 9 godzinach. Sery zapakowano próżniowo i przekazano do badań, które przeprowadzono bezpośrednio po produkcji (badanie wstępne) oraz po upływie 14 dni, przechowując sery w temperaturze 3° ± 2 °C.

Badanie mikrobiologiczne

Mleko użyte do produkcji serów oraz sery podpuszczkowe zostały zbadane mikrobiologicznie. Wykorzystano metody zgodne z obowiązującymi normami ISO w kierunku: oznaczenia ogólnej liczby drobnoustrojów wykorzystując podłoże PCA [(Oxoid, Wielka Brytania) 30 °C ± 1 °C / 72 h], liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej z wykorzystaniem podłoża MRS [(Merck, Niemcy) 30 °C ± 1 °C / 72 h], liczby *Escherichia coli* z wykorzystaniem podłoża TBX [(Oxoid, Wielka Brytania) 44 °C ± 1 °C / 24 h] a także w kierunku obecności patogenów: *Listeria monocytogenes* przy użyciu pożywek: Half Fraser (30 °C ± 1 °C / 24 h), Fraser (37 °C ± 1 °C / 24 h) oraz ALOA (37 °C ± 1 °C / 48 h) (Graso, Polska) oraz *Salmonella* spp. stosując pożywki: MKTT (37 °C ± 1 °C / 24 h), Rambach (37 °C ± 1 °C / 24 h) (Merck, Niemcy) i podłoża RVS (41,5 °C ± 1 °C / 24 h) i XLD (37 °C ± 1 °C / 24 h) (Oxoid, Wielka Brytania) [17, 18, 19, 20]. Wszystkie analizy zostały przeprowadzone w warunkach tlenowych, w trzech powtórzeniach, a jako wynik przyjęto średnią z trzech powtórzeń wyrażoną w log₁₀ jtk/g dla analiz ilościowych. Obecność enterotoksyn gronkowcowych sprawdzano przy użyciu przesiewowej metody immunoenzymatycznej VIDAS SET 2 (bioMérieux, Francja). Identyfikację biochemiczną drobnoustrojów w kulturze startowej środowiskowej wykonano przy pomocy testu diagnostycznego API 50 CH oraz podłoża API 50 CHL (bioMérieux, Francja) przeznaczonego do identyfikacji mikroorganizmów z rodzaju *Lactobacillus* oraz rodzajów pokrewnych, pozwalającego na ocenę zdolności fermentacji mlekowej 49 węglowodanów. Przeprowadzono identyfikację 80 pojedynczych kolonii.

Pomiar aktywności wody

W powstałych serach określano aktywność wody (a_w) przy użyciu aparatu Aqua-Lab 4TE firmy METER Group w temp. $25 \pm 0,2$ °C. Pomiarów dokonywano w trzech powtórzeniach.

Pomiar wartości pH

Pomiar wartości pH badanych serów wykonano przy pomocy pH-metru Elmetron CX-505 (Zabrze, Polska) metodą potencjometryczną w trzech powtórzeniach. Wskazania pH-metru zaokrąglono do 0,1.

Analiza sensoryczna

W celu uzyskania profilu sensorycznego serów wyprodukowanych przy użyciu kultury komercyjnej oraz środowiskowej zastosowano metodę QDA (ang. *Quantitative Descriptive Analysis*). Badane cechy obejmowały: dwa wyróżniki zapachu: śmietanowy/mleczny, obcy; cztery wyróżniki smaku: śmietanowy/ mleczny, kwaśny, słony, obcy; dwa wyróżniki konsystencji: twardość i sprężystość oraz jakość ogólną próbek. Ocenę przeprowadzono dla dwóch rodzajów sera, w trzech powtórzeniach. Intensywność wyróżników zaznaczano na skali graficznej, przedstawiającej 10-centymetrowy odcinek, bez podziałki, zakończony skrajnymi liniami brzegowymi. Dla wyróżników zapachu i smaku zastosowano oznaczenia skrajne takie jak niewyczuwalny (0) – bardzo intensywny (10), natomiast dla wyróżników konsystencji oraz jakości ogólnej określenia te były zależne od badanej cechy (od 0 do 10). Analizy dokonał 12-osobowy zespół odpowiednio przeszkolonych panelistów. Uzyskane wyniki uśredniono i zaprezentowano w postaci diagramów radarowych.

Analiza statystyczna

Do opracowania wyników badań wykorzystano program Microsoft Excel 2016. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach, pobierając każdorazowo próbkę z odrębnej sztuki sera tej samej partii, a otrzymane wyniki porównano testem T dla prób niezależnych, analizując wyniki między serami wyprodukowanymi przy użyciu dwóch różnych kultur startowych podczas analizy początkowej, a następnie po 14 dniach przechowywania, przy $p\text{-value} \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań jakości mikrobiologicznej mleka użytego do produkcji serów przedstawiono w tab. 1. Podczas analizy mikrobiologicznej mleka określono ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę bakterii kwasu mlekowego oraz liczbę *Escherichia coli*. W analizowanym mleku nie wykryto obecności patogenów: *Salmonella* spp. i *Listeria monocytogenes* oraz enterotoksyny gronkowcowej. Niepasteryzowane mleko przezna-

czone do produkcji serów spełniało wymagania zawarte w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady nr 853/2004 oraz Rozporządzeniu Komisji nr 2073/2005 (z późn. zm.) [21, 22] dotyczące ogólnej liczby drobnoustrojów.

Tabela 1. Wyniki oceny jakości mikrobiologicznej mleka
Table 1. Results of the microbiological quality assessment of milk

Parametr mikrobiologiczny Microbiological parameter	Wynik / Result
	Mleko / Milk
Ogólna liczba drobnoustrojów Total count of bacteria	5,0 ± 0,02
Liczba bakterii kwasu mlekowego Count of Lactic Acid Bacteria	4,9 ± 0,01
Liczba <i>E. coli</i> Count of <i>E. coli</i>	1,7 ± 0,01
Obecność enterotoksyny gronkowcowej w 25 g Presence of staphylococcal enterotoxin in 25 g	nie wykryto / not detected
Obecność <i>Salmonella</i> spp. w 25 g Presence of <i>Salmonella</i> spp. in 25 g	nie wykryto / not detected
Obecność <i>Listeria monocytogenes</i> w 25 g Presence of <i>Listeria monocytogenes</i> in 25 g	nie wykryto / not detected

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations

Analizę mikrobiologiczną serów (tab. 2) przeprowadzono analogicznie do badania mleka, określając ogólną liczbę drobnoustrojów, liczbę mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej oraz liczbę *Escherichia coli* bezpośrednio po produkcji oraz po 14 dniach przechowywania. Ogólna liczba drobnoustrojów w przebadanych serach kształtowała się na poziomie od $7,6 \pm 0,03$ log jtk/g do $9,0 \pm 0,01$ log jtk/g przez cały okres przechowywania. Z kolei liczba *E. coli* w przebadanych serach kształtowały się na poziomie wynoszącym od $2,1 \pm 0,01$ log jtk/g do $2,9 \pm 0,01$ log jtk/g w całym okresie przechowywania. Porównując wyniki mikrobiologiczne dwóch wariantów serów, uzyskane podczas analizy początkowej, zaobserwowano różnice istotne statystycznie w liczbie bakterii kwasu mlekowego. Wyniki uzyskane podczas analizy przeprowadzonej po 14 dniach przechowywania również wykazały różnice istotne statystycznie w liczbie bakterii kwasu mlekowego między dwoma rodzajami serów. W badanych serach nie wykryto obecności *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* oraz enterotoksyny gronkowcowej. Do najczęściej izolowanych z serwatki kwasowej gatunków LAB należały: *Levilactobacillus brevis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lacticaseibacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*. Wymienione drobnoustroje stanowiły tylko część całej populacji bakterii kwasu

mlekowego obecnych w kulturze środowiskowej, jednak występowały najczęściej wśród przebadanych izolatów. W badaniu przeprowadzonym przez Rzepkowską i wsp. [23] również wyizolowano *L. plantarum* z serwatki ekologicznej. Z kolei podczas analizy polskich serów górskich – oscypków, tak jak w badaniach własnych, zidentyfikowano *L. lactis* subsp. *lactis* oraz *L. plantarum* [1].

Tabela 2. Wyniki oceny jakości mikrobiologicznej serów

Table 2. Results of the microbiological quality assessment of cheeses

Parametr mikrobiologiczny Microbiological parameter	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]	
	0	14
Ogólna liczba drobnoustrojów [\log_{10} jtk/g] / Total count of bacteria [\log_{10} cfu/g]		
KŚ	7,6 ± 0,03	9,0 ± 0,01
KK	7,6 ± 0,02	9,0 ± 0,01
Różnice istotne statystycznie Statistically significant differences *	Brak różnic / No differences	
Liczba bakterii kwasu mlekowego [\log_{10} jtk/g] / Count of Lactic Acid Bacteria [\log_{10} cfu/g]		
KŚ	7,9 ± 0,01	8,8 ± 0,01
KK	7,7 ± 0,02	7,9 ± 0,01
Różnice istotne statystycznie Statistically significant differences *	KŚ : KK (0); KŚ : KK (14)	
Liczba <i>E. coli</i> [\log_{10} jtk/g] / Count of <i>E. coli</i> [cfu \log_{10} /g]		
KŚ	2,9 ± 0,01	2,1 ± 0,18
KK	2,8 ± 0,01	2,1 ± 0,01
Różnice istotne statystycznie Statistically significant differences *	Brak różnic / No differences	
Obecność enterotoksyny gronkowcowej w 25 g / Presence of staphylococcal enterotoxin in 25 g		
KŚ	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected
KK	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected
Obecność <i>Salmonella</i> spp. w 25 g / Presence of <i>Salmonella</i> spp. in 25 g		
KŚ	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected
KK	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected
Obecność <i>Listeria monocytogenes</i> w 25 g / Presence of <i>Listeria monocytogenes</i> in 25 g		
KŚ	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected
KK	nie wykryto / not detected	nie wykryto / not detected

Objaśnienia / Explanatory notes:

KŚ – ser wyprodukowany przy użyciu kultury środowiskowej / cheese produced using environmental culture; KK – ser wyprodukowany przy użyciu kultury komercyjnej / cheese produced using commercial culture

W tabeli przedstawiono wartości średnie \pm odchylenia standardowe; * - różnice statystycznie istotne (p -value $\leq 0,05$) / Table shows mean values \pm standard deviations; * - statistically significant differences (p -value $\leq 0,05$)

Aktywność wody (a_w) w powstałych serach oznaczono bezpośrednio po produkcji oraz po 14 dniach przechowywania (tab. 3). Wartości aktywności wody różniły się istotnie statystycznie między serami wyprodukowanymi przy użyciu dwóch różnych kultur, zarówno porównując wyniki analizy początkowej, jak i po 14 dniach przechowywania. Parametr ten jest głównym czynnikiem ograniczającym oraz zapobiegającym wzrostowi drobnoustrojów. W wielu przypadkach jest zasadniczym elementem wpływającym na stabilność żywności poprzez modulowanie reakcji mikroorganizmów. Wartości a_w poniżej 0,61 zapewniają stabilność produktów, ograniczając rozwój wszystkich drobnoustrojów. Wzrost kilku rodzajów pleśni możliwy jest już w produktach przekraczających wartość 0,61. Optymalny wzrost bakterii, zapewnia a_w w zakresie $0,91 \div 1,00$, w którym to mieszczą się wyniki prezentowanych badań. Aktywność wody w powstałych serach kształtowała się na bardzo wysokim poziomie, umożliwiającym dobry wzrost drobnoustrojów, jednak niezapewniającym stabilności produktów [28, 29]. W badaniach serów z niepasteryzowanego mleka, przeprowadzonych na terenie Szwajcarii [24] wartości aktywności wody mieściły się w przedziale $0,94 \div 0,99$. Aktywność wody w tym przedziale sprzyja swobodnemu wzrostowi drobnoustrojów i jest bardzo zbliżona do wyników badań własnych. W badaniu Łepeckiej i wsp. [12] określono wartości a_w ekologicznych serów kwasowo-podpuszczkowych, które również mieściły się w zakresie $0,91 \div 1,00$, gwarantującym dobry wzrost wszystkich drobnoustrojów, co jest spójne z wynikami badań własnych.

Tabela 3. Wyniki aktywności wody ocenianych serów
Table 3. Water activity results of evaluated cheeses

Aktywność wody / Water activity		
Wariant sera / Type of cheese	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]	
	0	14
KŚ	$0,966 \pm 0,03$	$0,964 \pm 0,04$
KK	$0,970 \pm 0,03$	$0,973 \pm 0,03$
Różnice istotne statystycznie * Statistically significant differences	KŚ : KK (0); KŚ : KK (14)	

Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2

W tabeli przedstawiono wartości średnie \pm odchylenia standardowe; * - różnice statystycznie istotne (p -value $\leq 0,05$) / Table shows mean values \pm standard deviations; * - statistically significant differences (p -value $\leq 0,05$)

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji nr 2073/2005 (z późn. zm.) [22], mając na względzie bezpieczeństwo mikrobiologiczne pod względem obecności *Listeria monocytogenes*, badano również pH serów. Wartość pH w badanych produktach oznaczono bezpośrednio po produkcji oraz po 14 dniach przechowywania (tab. 4). Porównując wyniki analizy początkowej zaobserwowano, że wartości pH różniły się istotnie statystycznie między serami wyprodukowanymi przy użyciu dwóch różnych kultur. Uzyskane wartości pH mogą sprzyjać wzrostowi *Listeria monocytogenes*, jednakże, jak wykazano w prezentowanych badaniach, w żadnej z próbek nie wykryto tego patogenu.

Tabela 4. Wyniki wartości pH ocenianych serów
Table 4. pH values results of evaluated cheeses

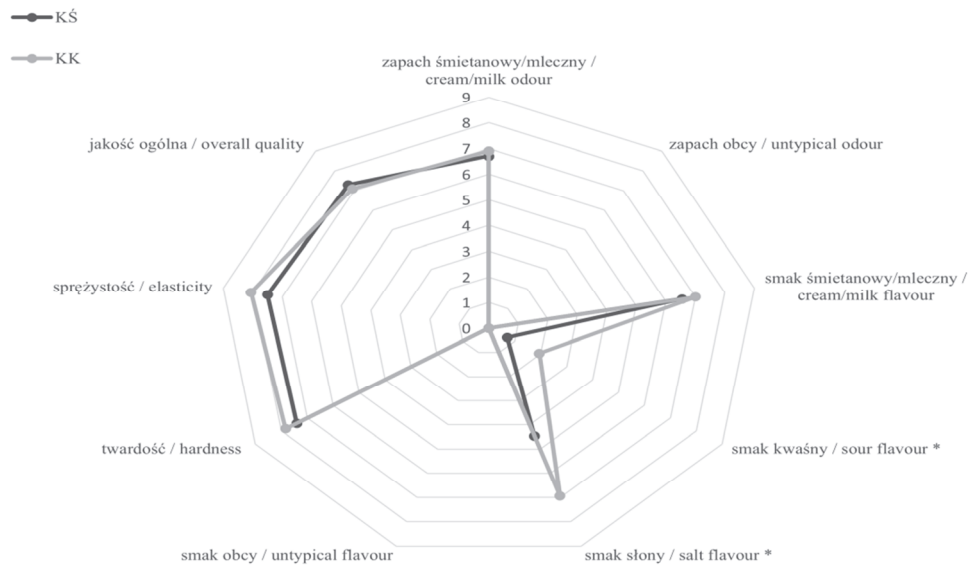
Wartości pH / pH values		
Wariant sera Type of cheese	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]	
	0	14
KŚ	5,1 ± 0,01	6,1 ± 0,00
KK	6,0 ± 0,00	6,0 ± 0,01
Różnice istotne statystycznie * Statistically significant differences	KŚ : KK (0)	

Objaśnienia jak pod tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe; * - różnice statystycznie istotne (p-value ≤ 0,05) / Table shows mean values ± standard deviations; * - statistically significant differences (p-value ≤ 0.05)

Profil sensoryczny badanych serów uzyskano poprzez analizę ośmiu wyróżników sensorycznych dla dwóch próbek sera, a otrzymane wyniki zaprezentowano w postaci diagramów radarowych. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki analizy sensorycznej przeprowadzonej bezpośrednio po produkcji, natomiast na rysunku 2 zaprezentowano wyniki po 14 dniach przechowywania.

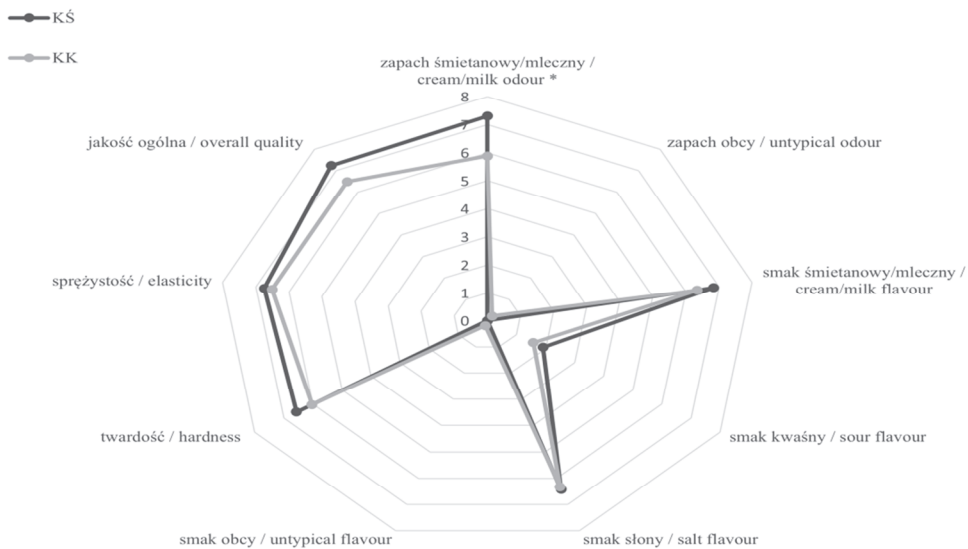
Analizując wyniki oceny sensorycznej, stwierdzono, iż przebadane próbki świeżych serów niezależnie od zastosowanej kultury startowej były bardzo zbliżone do siebie pod względem ogólnej akceptowalności. Ser wyprodukowany z użyciem kultury startowej środowiskowej charakteryzował się niższą intensywnością smaku kwaśnego oraz słonego niż ser powstały z użyciem kultury komercyjnej – były to różnice istotne statystycznie. Ser wyprodukowany z użyciem kultury komercyjnej charakteryzował się wyższą sprężystością oraz twardością, jednak nie były to różnice statystycznie istotne. W profilu sensorycznym serów po 14 dniach przechowywania zaobserwowano kilka



Rys. 1. Profil sensoryczny serów bezpośrednio po produkcji

Fig. 1. Sensory profile of cheeses immediately after production.

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

* - różnice statystycznie istotne ($p\text{-value} \leq 0,05$) / * - statistically significant differences ($p\text{-value} \leq 0.05$)

Rys. 2. Profil sensoryczny serów po 14 dniach przechowywania

Fig. 2. Sensory profile of cheeses after 14 days of storage.

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

* - różnice statystycznie istotne ($p\text{-value} \leq 0,05$) / * - statistically significant differences ($p\text{-value} \leq 0.05$)

różnic. Ser powstały z zastosowaniem kultury środowiskowej charakteryzował się większą twardością i wyższą oceną jakości ogólnej. Wykazano również większą intensywność zapachu śmietanowego/mlecznego w serze wyprodukowanym z dodatkiem kultury startowej środowiskowej, co było statystycznie istotne.

Jak wynika z literatury, sery z mleka surowego są uważane za produkty posiadające bardziej intensywny smak oraz zapach niż sery z mleka pasteryzowanego. Obróbka termiczna mleka inaktywuje enzymy takie jak proteazy i lipazy oraz naturalnie występującą mikrobiotę mleka, które odgrywają bardzo ważną rolę w poprawie jakości sensorycznej serów [6, 30]. Jak potwierdzono w badaniach naukowych, zastosowanie kultury startowej środowiskowej umożliwia utrzymanie charakterystycznej dla danego regionu mikrobioty serów, a także poprzez obecność dużej liczby bakterii kwasu mlekowego, może zapobiegać procesowi psucia serów z niepasteryzowanego mleka i rozwojowi gatunków potencjalnie patogennych [4, 8].

Liczba bakterii kwasu mlekowego w wyprodukowanych serach była na bardzo wysokim poziomie, średnio $8,2 \pm 0,53 \log \text{ jtk/g}$ (tab. 2). W serze świeżym, powstałym przy użyciu kultury środowiskowej, liczba LAB była istotnie wyższa niż w serze wyprodukowanym przy użyciu kultury komercyjnej. Porównując wyniki z tymi otrzymanymi podczas analizy po 14 dniach, zaobserwowano istotnie wyższą liczbę LAB w serze wyprodukowanym z użyciem startowej kultury środowiskowej. Zależność tę zaobserwowano również w badaniu przeprowadzonym przez Pappę i wsp. [16], polegającym na analizie sera popularnego na Bałkanach – Kashkaval. Autorzy określili liczbę LAB w dwóch rodzajach produktów: ser z mleka surowego oraz ser z mleka pasteryzowanego z dodatkiem kultury startowej. Ser z mleka niepasteryzowanego bez dodatku kultur startowych charakteryzował się liczbą LAB na poziomie $6,5 \pm 0,03 \log \text{ jtk/g}$, natomiast w produkcie z mleka pasteryzowanego z dodatkiem kultury startowej liczba LAB była niższa aż o dwa rzędy logarytmiczne ($4,5 \pm 0,05 \log \text{ jtk/g}$). Z kolei w badaniu przeprowadzonym przez Łepecką i wsp. [12] liczba mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej była na poziomie $8,64 \pm 0,21 \log \text{ jtk/g}$ dla sera kwasowo-podpuszczkowego wyprodukowanego z niepasteryzowanego mleka z dodatkiem kultury startowej środowiskowej, co jest wartością zbliżoną do wyników badań własnych. W tym badaniu również nie wykryto obecności patogenów *Salmonella* spp. i *Listeria monocytogenes*. W doświadczeniach przeprowadzonych przez Mormile i wsp. [15] na serach włoskich powstałych z surowego mleka owczego liczba bakterii kwasu mlekowego wahała się od 6 do $8 \log \text{ jtk/cm}^3$ przez cały okres przechowywania, oscylując tym samym na wysokim poziomie, jednak niższym niż wyniki uzyskane w prezentowanym badaniu.

Podsumowując, sery wyprodukowane z niepasteryzowanego mleka z dodatkiem startowej kultury środowiskowej były bezpieczne mikrobiologicznie i zapewniały wy-

soką liczbę bakterii kwasu mlekowego. Badane sery wpisują się w obecne trendy spożywania produktów naturalnych.

Wnioski

1. Wyprodukowane sery podpuszczkowe niedojrzewające charakteryzowały się dobrą jakością mikrobiologiczną. W przebadanych serach nie wykryto obecności patogenów ani enterotoksyny gronkowcowej, co potwierdza ich bezpieczeństwo zdrowotne. Produkty powstałe z dodatkiem kultury środowiskowej utrzymywały wyższą liczbę LAB przez cały okres przechowywania niż wyroby powstałe z wykorzystaniem kultury komercyjnej.
2. Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że powstałe sery świeże charakteryzowały się dobrą jakością i były bardzo zbliżone do siebie pod względem ogólnej akceptowalności, natomiast po 14 dniach przechowywania zaobserwowano różnice w jakości sensorycznej między wyprodukowanymi serami, na korzyść produktów powstałych przy użyciu startowej kultury środowiskowej.

Badania zostały sfinansowane w ramach działania „Współpraca” nr projektu 00021.DDD.6509.00044.2019.12 „Sery zagrodowe”.

Literatura

- [1] Alegria A., Szczesny P., Mayo B., Bardowski J., Kowalczyk M.: Biodiversity in Oscypek, a Traditional Polish Cheese, Determined by Culture-Dependent and -Independent Approaches. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2012, 78 (6), 1890-1898.
- [2] Braun-Fahrlander C., von Mutius E. Can farm milk consumption prevent allergic diseases? *Clin. Exp. Allergy*, 2011, 41(1), 29-35.
- [3] Carafa I., Clementi F., Tuohy K., Franciosi E.: Microbial evolution of traditional mountain cheese and characterization of early fermentation cocci for selection of autochthonous dairy starter strains. *Food Microbiol.*, 2016, 53 (Pt B), 94-103.
- [4] Carafa I., Stocco G., Franceschi P., Summer A., Tuohy K.M., Bittante G., Franciosi E.: Evaluation of autochthonous lactic acid bacteria as starter and non-starter cultures for the production of Traditional Mountain cheese. *Food Res. Int.*, 2019, 115, 209-218.
- [5] Castellone V., Bancalari E., Rubert J., Gatti M., Neviani E., Bottari B.: Eating Fermented: Health Benefits of LAB-Fermented Foods. *Foods*, 2021, 10(11), 2639.
- [6] Coelho M.C., Malcata F.X., Silva C.C.G.: Lactic Acid Bacteria in Raw-Milk Cheeses: From Starter Cultures to Probiotic Functions. *Foods*, 2022, 11(15), 2276.
- [7] Dimidi E., Cox S.R., Rossi M., Whelan K.: Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients*, 2019, 11(8), 1806.
- [8] Gaglio R., Todaro M., Settanni L.: Improvement of Raw Milk Cheese Hygiene through the Selection of Starter and Non-Starter Lactic Acid Bacteria: The Successful Case of PDO Pecorino Siciliano Cheese. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, 18(4), 1834.

- [9] Gantzias C., Lappa I.K., Aerts M., Georgalaki M., Manolopoulou E., Papadimitriou K., De Brandt E., Tsakalidou E., Vandamme P.: MALDI-TOF MS profiling of non-starter lactic acid bacteria from artisanal cheeses of the Greek island of Naxos. *Int. J. Food Microbiol.*, 2020, 16, 323, 108586.
- [10] Gatti M., Bottari B., Lazzi C., Neviani E., Mucchetti G. Invited review: Microbial evolution in raw-milk, long-ripened cheeses produced using undefined natural whey starters. *J. Dairy Sci.*, 2014, 97(2), 573-91.
- [11] Gomaa E.Z.: Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 2020, 113(12), 2019-2040.
- [12] Łepecka A., Okoń A., Szymański P., Zielińska D., Kajak-Siemaszko K., Jaworska D., Neffe-Skocińska K., Sionek B., Trzaskowska M., Kołożyn-Krajewska D., Dolatowski Z.J.: The Use of Unique, Environmental Lactic Acid Bacteria Strains in the Traditional Production of Organic Cheeses from Unpasteurized Cow's Milk. *Molecules*, 2022, 27(3), 1097.
- [13] Marco M.L., Heeney D., Binda S., Cifelli C.J., Cotter P.D., Folligné B., Gänzle M., Kort R., Pasin G., Pihlanto A., Smid E.J., Hutkins R.: Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 2017, 44, 94-102.
- [14] Mathur H., Beresford T.P., Cotter P.D.: Health Benefits of Lactic Acid Bacteria (LAB) Fermentates. *Nutrients*, 2020, 12(6), 1679.
- [15] Mormile A., Barile M., Mercogliano R., Johansson P., Björkroth K.J., Aponte M., Murru N.: Dynamics of lactic acid bacteria in "Pecorino di Tramonti"—a ewe's milk cheese—with particular emphasis on enterococci: a preliminary study. *Ann. Microbiol.*, 2016, 66, 179–185.
- [16] Pappa E.C., Kondyli E., Samelis J.: Microbiological and biochemical characteristics of Kashkaval cheese produced using pasteurised or raw milk. *Int. Dairy J.*, 2019, 89, 60-67.
- [17] PN-EN ISO 11290-1:2017:07. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Listeria monocytogenes* i innych *Listeria* spp. Część 1: Metoda wykrywania.
- [18] PN-EN ISO 6579-1:2017-04/A1:2020-09. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania, oznaczania liczby i serotypowania *Salmonella*. Część 1: Wykrywanie *Salmonella* spp.
- [19] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 stopni C.
- [20] PN-ISO 16649-2:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby beta-glukuronidazo-dodatnich *Escherichia coli*. Część 2: Metoda płytkowa w temperaturze 44 stopni C z zastosowaniem 5-bromo-4-chloro-3-indolilo beta-D-glukuronidu.
- [21] Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. Dz.U. L 139 z 30.4.2004, s. 1. 55–205 z późn. zm.
- [22] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. Dz.U. L 338 z 22.12.2005, s. 1. 1–26 z późn. zm.
- [23] Rzepkowska A., Zielińska D., Ołdak A., Kołożyn-Krajewska D. Organic whey as a source of *Lactobacillus* strains with selected technological and antimicrobial properties. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2017, 52 (9), 1983-1994
- [24] Serrano N.S., Zweifel C., Corti S., Stephan R.: Microbiological quality and presence of foodborne pathogens in raw milk cheeses and raw meat products marketed at farm level in Switzerland. *Ital. J. Food Saf.*, 2018, 7(2), 7337.
- [25] Smid E.J., Hugenholz J. Functional genomics for food fermentation processes. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.*, 2010, 1, 497-519.

- [26] Sozańska B., Pearce N., Dudek K., Cullinan P.: Consumption of unpasteurized milk and its effects on atopy and asthma in children and adult inhabitants in rural Poland. *Allergy*, 2013, 68 (5), 644-50.
- [27] Sozańska B., Sikorska-Szaflik H.: Diet Modifications in Primary Prevention of Asthma. Where Do We Stand? *Nutrients*, 2021, 13 (1), 173.
- [28] Tapia M.S., Alzamora S.M., Chirife J. Effects of water activity (a_w) on microbial stability as a hurdle in food preservation. In.: *Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications*. Barbosa-Cánovas G.V., Fontana A.J. Jr., Schimdt, S.J., Labuza, T.P. Blackwell Publishing and the Institute of Food Technologists, 2020, pp. 323–355.
- [29] Vesterlund S., Salminen K., Salminen S.: Water activity in dry foods containing live probiotic bacteria should be carefully considered: a case study with *Lactobacillus rhamnosus* GG in flaxseed. *Int. J. Food Microbiol.*, 2012, 157 (2), 319-21.
- [30] Yoon Y., Lee S., Choi K.: Microbial benefits and risks of raw milk cheese. *Food Control*, 2016, 63, 201-215.

EFFECT OF COMMERCIAL AND ENVIRONMENTAL STARTER CULTURE ON THE QUALITY OF UNRIPENED RENNET CHEESE MADE FROM UNPASTEURIZED COW'S MILK

S u m m a r y

Background. The Polish cheese market is dominated by products made from pasteurized milk with commercial culture comprising microorganisms with genetically confirmed species affiliation. Current nutritional trends are focused on enriching the diet with natural products containing microorganisms characteristic of a given environment. Therefore, there is a need to look for ways to improve the quality of raw milk cheeses, which are characterized by a unique taste and aroma, as well as a large variety of lactic acid bacteria from a region. The aim of the study was to determine the quality of unripened rennet cheeses made from unpasteurized milk with two starter cultures: commercial and environmental. A microbiological analysis was carried out in order to: determine the total number of microorganisms, the number of mesophilic lactic acid bacteria, *Escherichia coli* and the presence of pathogens: *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. and staphylococcal enterotoxin.

Results and conclusion. The microbiological quality of raw milk met the requirements for the total number of microorganisms laid down in the Regulation of the European Parliament and of the Council No. 853/2004, the Commission Regulation No. 2073/2005 (as amended). In cheeses produced using the environmental culture, the number of mesophilic LAB was significantly higher than in the other type of cheese. No pathogens or staphylococcal enterotoxin were detected in any of the products. During a sensory analysis of cheeses after production, it was found that they were very similar to each other in terms of overall acceptability. After 14 days of cheese storage, differences in sensory quality were found in favor of the products made using the environmental starter culture. All tested cheese samples met the requirements for microbiological safety.

Key words: rennet cheese, starter cultures, lactic acid bacteria (LAB), unpasteurized milk 

ANNA IGNACZAK, EWELINA MASIARZ, MARTYNA MAKOWSKA,
HANNA KOWALSKA

**KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI PRZEKĄSKI Z TOPINAMBURU
HELIANTHUS TUBEROSUS L. WYTWARZANEJ METODAMI
OSMOTYCZNEGO ODWADNIANIA I SUSZENIA**

Streszczenie

Wprowadzenie. Wzrastająca świadomość konsumentów odnośnie do spożywanej żywności i oczekiwania związane z jej jakością i prozdrowotnością w codziennej diecie, w tym dla osób mających różne problemy zdrowotne, wskazują na potrzebę poszukiwania nowych kierunków w produkcji żywności, jak suszone przekąski z topinamburu. Celem pracy było zbadanie wpływu odwadniania osmotycznego i metod suszenia na wybrane właściwości suszy z topinamburu. Materiał do badań stanowiły bulwy topinamburu. Topinambur świeży i poddany wstępnemu odwadnianiu osmotycznemu w 60-procentowym roztworze sacharozy w temperaturze 50 °C przez 1 h suszono konwekcyjnie, mikrofalowo-konwekcyjnie, mikrofalowo-próżniowo i liofilizacyjnie.

Wyniki i wnioski. Susze liofilizowane, z zastosowaniem obróbki wstępnej oraz bez niej, osiągnęły najniższe wartości aktywności wody. Jednocześnie charakteryzowały się najwyższą zawartością suchej substancji. W porównaniu do surowca odwadnianie i suszenie topinamburu wpłynęło na obniżenie zawartości polifenoli ogółem i aktywności przeciwutleniającej. Wysokie wartości obu wskaźników ($176 \div 183$ mg EKG/100 g s.s. / $EC_{50} = 4,4 \div 4,6$ mg s.s./cm³), nieznacznie niższe niż w surowcu, stwierdzono w suszach konwekcyjnych i mikrofalowo-próżniowych. Zastosowanie odwadniania osmotycznego i dobór metody suszenia topinamburu pozwala kształtować właściwości otrzymanych suszy jako przekąski o właściwościach prozdrowotnych. Szczególnie przydatne okazało się suszenie mikrofalowo-próżniowe, głównie z uwagi na krótki czas procesu oraz zachowanie związków polifenolowych i wysokiej aktywności przeciwutleniającej w porównaniu z liofilizatami uznawanymi za wzorcowe.

Słowa kluczowe: suszenie, obróbka osmotyczna, polifenole, aktywność antyoksydacyjna, topinambur

*Mgr inż. A. Ignaczak ORCID: 0000-0001-8333-9293; mgr inż. E. Masiarz ORCID: 0000-0003-0279-2577; mgr inż. M. Makowska; dr hab. inż., prof. SGGW H. Kowalska ORCID: 0000-0002-6732-4590; Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa;
Kontakt: anna_ignaczak@sggw.edu.pl*

Wprowadzenie

Topinambur to roślina z rodziny *Asteraceae*, nazywana także słonecznikiem bulwiastym. Obecnie uprawiany jest powszechnie w wielu krajach [22]. Bulwy topinamburu są najczęściej spożywaną częścią tej rośliny. Topinambur jest łatwy w uprawie ze względu na odporność na szkodniki i choroby oraz wysoką tolerancję na mróz, suszę i mało żyzną glebę [7]. Topinambur wykazuje właściwości prozdrowotne. Bulwy tej rośliny zawierają około 20 % suchej substancji, w tym 3 % białka i 15 ÷ 16 % węglowodanów, spośród których wyróżnia się inulinę (8 ÷ 21 % świeżej masy). Inulina nie jest trawiona w przewodzie pokarmowym – pełni funkcje prebiotyku, pobudzając namnażanie się korzystnej mikroflory jelitowej. Ponadto bulwy topinamburu są bogate w witaminę B1 i żelazo, jak również magnez, miedź i potas. Są źródłem aminokwasów egzogennych, jak treonina i tryptofan [7, 16]. Bulwy topinamburu znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym. Topinambur stosuje się m.in. w produkcji przetworów mleczarskich, do wzbogacania np. jogurtów. Stosowany jest także do wyrobu pieczywa pszennego lub żytnio-pszennego o niskim indeksie glikemicznym [3, 21]. Ermosh i wsp. [3] udowodnili, że dodatek proszku z topinamburu na etapie produkcji pieczywa aktywuje proces fermentacji ciasta, tworzy optymalną kwasowość oraz spowalnia czerstwienie pieczywa. Jest także cennym dodatkiem w przemyśle mięsnym, gdzie pozwala na zmniejszenie zawartości tłuszczu oraz polepszenie trwałości wyrobów mięsnych [25].

Rosnąca świadomość wśród konsumentów, a tym samym zrozumienie potrzeby spożywania diety bogatej w owoce i warzywa, będących bogatym źródłem składników mineralnych i witamin w codziennej diecie człowieka, sprawia, że producenci żywności opracowują nowe technologie umożliwiające otrzymywanie pełnowartościowej żywności z ich wykorzystaniem, jak suszone przekąski w formie chrupiących chipsów z owoców i warzyw. Obecność naturalnie występujących w tych surowcach składników bioaktywnych sprawia, że przekąski takie można zaliczyć do żywności funkcjonalnej, mającej udowodniony naukowo korzystny wpływ na funkcjonowanie organizmu człowieka [8, 13, 23]. Suszenie to najprostsza metoda wytwarzania wartościowych przekąsek z owoców i warzyw.

Suszenie konwekcyjne jest jedną z najbardziej znanych technik suszenia stosowanych w przemyśle spożywczym. Proces ten nie wymaga skomplikowanej aparatury i dużych nakładów finansowych. Jest jednak długotrwały. Zależnie od wielu czynników, zwłaszcza rodzaju surowca, temperatury i czasu suszenia, uzyskane susze mogą wykazywać niepożądane właściwości, jak skurcz, zmiany struktury (duża twardość) i barwy oraz utrata wielu składników. Suszenie wspomagane mikrofalami wpływa na skrócenie czasu i poprawę jakości suszy [11, 20], ponieważ działanie mikrofal powoduje szybkie ogrzewanie całości suszonego materiału i równomierne odparowanie wilgoci bez twardnienia powierzchni materiału, które często występuje przy suszeniu

konwekcyjnym [11]. Suszenie mikrofalowo-próżniowe to stosunkowo nowa technika suszenia, w której suszenie mikrofalowe intensyfikowane jest obniżonym ciśnieniem, wywołując efekt nadmuchania (puffing). Ze względu na brak dostępu powietrza i krótki czas suszenia, zatem i krótszy czas działania wysokiej temperatury, suszone produkty odznaczają się wysoką jakością, zachowują wiele naturalnych składników i wyróżniają się chrupką strukturą [11]. Dlatego w ostatnim czasie ta metoda suszenia staje się alternatywą do suszenia liofilizacyjnego, które pod względem jakości suszy uznawane jest za wzorcowe, ale ze względu na długotrwałość procesu uchodzi za bardzo nieekonomiczne.

Celem pracy było zbadanie wpływu odwadniania osmotycznego i metod suszenia, takich jak suszenie konwekcyjne, mikrofalowo-konwekcyjne, mikrofalowo-próżniowe i liofilizacyjne, na właściwości fizykochemiczne suszy z topinamburu w aspekcie otrzymania przekąski warzywnej.

Material i metody badań

Przygotowanie materiału roślinnego i warunki wstępnego odwadniania osmotycznego

Materiał do badań stanowiły bulwy topinamburu zakupione w sklepie sieci Carrefour na terenie Warszawy. Surowiec (S) obierano ze skórki, myto, krojono w plastry o grubości 3 mm za pomocą krawalnicy do owoców i warzyw Robot Coupe CL 50 (Francja), a następnie moczone do 15 min w 0,5-procentowym roztworze kwasu cytrynowego celem zminimalizowania zmian barwy. Próbkę materiału poddawano wstępnemu odwadnianiu osmotycznemu (OD) w 60-procentowym roztworze sacharozy w temperaturze 50 °C przez 1 h. Następnie topinambur suszono czterema metodami, tj. konwekcyjnie, mikrofalowo-konwekcyjnie, mikrofalowo-próżniowo i liofilizacyjnie. Próby kontrolne stanowiły susze uzyskane bez wstępnego odwadniania osmotycznego.

Warunki suszenia przekąsek z topinamburu w suszarkach laboratoryjnych

Suszenie konwekcyjne (CD) prowadzono ze współprądowym przepływem powietrza 2 m/s o temperaturze 60 °C w laboratoryjnej suszarce konwekcyjnej dostępnej w Instytucie Nauk o Żywności SGGW w Warszawie. Suszenie mikrofalowo-konwekcyjne (MW-CD) prowadzono w suszarce konwekcyjnej wspomaganą mikrofalami firmy PROMIS- μ LAB, stosując moc mikrofal 220 W i maksymalną temperaturę 60 °C. Przepływ powietrza był prostopadły do warstwy materiału, a jego prędkość wynosiła około 3,5 m/s. Próbkę suszono również w suszarce mikrofalowo-próżniowej (VM) firmy PROMIS- μ LAB (FPP Promis, Polska), stosując cztery cykle suszenia i obniżone ciśnienie 5,0 kPa. Czas trwania każdego cyklu suszenia próbek odwadnianych w roztworze sacharozy wynosił 240 s, moc mikrofal była równa 240 W, z kolei czas suszenia próbek nieodwadnianych wynosił 300 s, a moc mikrofal – 300 W. Su-

szenie liofilizacyjne (FD) prowadzono po zamrożeniu próbek w zamrażarce szokowej z nawiewem powietrza o temperaturze $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez min 2 h. Zamrożone próbki suszono w liofilizatorze Alpha 1-4 LSC (Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Niemcy) przez 24 h przy temperaturze półek grzejnych $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ciśnieniu wewnątrz komory 63 Pa i ciśnieniu bezpieczeństwa 103 Pa.

Właściwości fizykochemiczne suszy

Oznaczenie zawartości suchej substancji

Oznaczenie zawartości suchej substancji próbek wykonano metodą suszarkową zgodnie z PN-90/A-75101/03 w temperaturze $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ do uzyskania stałej masy, w 2 powtórzeniach.

Oznaczenie aktywności wody

Aktywność wody zmierzono za pomocą AquaLab Series 3 (Meter, USA) w temperaturze pokojowej ($25\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), w 2 powtórzeniach.

*Oznaczenie parametrów barwy $L^*a^*b^*$*

Dla każdego z analizowanych wariantów próbek wykonano pomiary barwy w 5 powtórzeniach metodą odbiciową w systemie CIE $L^*a^*b^*$ z wykorzystaniem kolorymetru firmy Konica-Minolta (typ CR 300, Japonia). Bezwzględną różnicę barwy ΔE suszy obliczono w odniesieniu do barwy surowca.

Oznaczenie zawartości polifenoli ogółem

Zawartość związków polifenolowych ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a [12], polegającą na barwnej reakcji związków polifenolowych z tym odczynnikiem w środowisku zasadowym. Ekstrakcję związków fenolowych z surowca oraz prób suszonych wykonano za pomocą 80-procentowego etanolu. Obliczenia zawartości dokonano w oparciu o wzorzec kwasu galusowego (EKG).

Oznaczenie właściwości przeciwutleniających DPPH'

Właściwości przeciwutleniające jako stopień wygaszania wolnych rodników DPPH' przez zawarte w próbkach przeciwutleniacze określono za pomocą pomiaru absorbancji przy długości fali 515 nm. Objętość ekstraktu powodującą 50-procentową redukcję rodników DPPH' przeliczono względem zawartości suchej substancji. Efektywność wygaszania wolnych rodników przez badane susze wyrażono w formie współczynnika EC_{50} , określającego ilość suszu / świeżego topinamburu potrzebnego do 50-procentowej redukcji początkowego stężenia wolnych rodników DPPH'.

Analiza statystyczna

Wszystkie oznaczenia wykonano minimum w 2 lub 3 powtórzeniach. Wpływ obróbki osmotycznej i metody suszenia na właściwości suszy z topinamburu oceniono na podstawie jedno- i dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA oraz testu Tukeya przy poziomie istotności 0,05 w programie Statistica 13.3.

Wyniki i dyskusja

Aktywność wody, zawartość suchej substancji i ubytek masy

Aktywność wody wskazuje na możliwość rozwoju drobnoustrojów w żywności, które mogą wpływać negatywnie na jej jakość i bezpieczeństwo. Aktywność wody poniżej 0,60 zapewnia stabilność mikrobiologiczną żywności [19]. Wartości tego wskaźnika w próbkach topinamburu były zróżnicowane: od 0,982 w surowcu do $0,068 \div 0,487$ w suszach (tab. 1).

Aktywność wody wszystkich suszy była na poziomie poniżej 0,5, dlatego próbki te wykazywały bezpieczny poziom aktywności wody, tj. poniżej wartości progowej 0,6, przy której nie rozwija się większość drobnoustrojów [19]. Analiza statystyczna wykazała brak istotnego wpływu obróbki osmotycznej oraz istotny wpływ metody suszenia na aktywność wody otrzymanych suszy. Stwierdzono, że w porównaniu do wariantów tylko suszonych, w próbkach wstępnie odwadnianych aktywność wody była nieznacznie wyższa, z wyjątkiem próbki suszonej konwekcyjnie oraz odwadnianej osmotycznie a następnie suszonej konwekcyjnie (CD i CD-OD). Zmiany struktury zewnętrznej warstwy odwadnianego materiału wywołane plazmolizą komórek i nasywanie substancją osmotyczną stanowią istotną barierę dla usuwanej wody, a także mają istotny wpływ na aktywność wody podczas suszenia. Najniższymi wartościami charakteryzowały się próbki poddane liofilizacji, zarówno z obróbką osmotyczną, jak i bez, odpowiednio około 0,09 i 0,07. Ponadto nie stwierdzono różnic w aktywności wody topinamburu suszy konwekcyjnych (0,38) i mikrofalowo-próżniowych ($0,35 \div 0,40$). Istotnie wyższą aktywnością wody charakteryzowały się susze otrzymane metodą mikrofalowo-konwekcyjną ($0,46 \div 0,49$). Podobnie w badaniach Ciurzyńskiej i wsp. [1] – spośród użytych różnych metod suszenia najniższymi wartościami odznaczały się liofilizaty suszu z dyni. Marzec i wsp. [15] wykazali, że również liofilizaty wiśni cechowały się najniższą aktywnością wody w porównaniu do innych metod suszenia.

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu wstępnej obróbki osmotycznej i metody suszenia na zawartość suchej substancji w suszach z topinamburu (tab. 1). W świeżych bulwach zawartość suchej substancji wynosiła około 12,4 %. W porównaniu do danych literaturowych [7] wartość ta była znacznie niższa. Różnica ta może być

Tabela 1. Zestawienie aktywności wody, zawartości suchej substancji i ubytku masy w surowcu i suszach z topinamburu.

Table 1. The list of water activity, dry matter content and mass loss in raw material and dried Jerusalem artichoke samples.

Kod/objaśnienie Code / explanation	Aktywność wody / Water activity [-]	Zawartość suchej substancji / Dry matter content [%]	Ubytek masy Mass loss [%]
S – surowiec /raw material	0,982 ± 0,001	12,43 ± 0,09	-
CD - suszenie konwekcyjne / convection drying,	0,381 ^B ± 0,005	86,68 ± 0,03	75,80 ± 0,08
CD_OD - suszenie konwekcyjne po odwadnianiu osmotycznym / convection drying after osmotic dehydration	0,377 ^B ± 0,003	92,48 ± 0,00	73,61 ± 0,02
VM - suszenie mikofalowo- próżniowe / microwave-vacuum drying	0,347 ^B ± 0,002	98,10 ± 0,00	80,40 ± 0,02
VM_OD - suszenie mikofalowo- próżniowe po odwadnianiu osmotycznym / microwave-vacuum drying after osmotic dehydration	0,396 ^B ± 0,001	92,23 ± 0,03	77,15 ± 0,03
MW-CD suszenie mikofalowo- konwekcyjne / microwave-convection drying	0,463 ^C ± 0,001	87,98 ± 0,06	80,95 ± 0,02
MW-CD_OD - suszenie mikofalowo-konwekcyjne po odwadnianiu osmotycznym / microwave-convection drying after osmotic dehydration	0,487 ^C ± 0,001	89,47 ± 0,03	81,16 ± 0,03
FD suszenie liofilizacyjne / freeze- drying	0,068 ^A ± 0,001	98,95 ± 0,01	82,98 ± 0,02
FD_OD- suszenie liofilizacyjne po odwadnianiu osmotycznym/ freeze- drying after osmotic dehydration	0,091 ^A ± 0,001	98,26 ± 0,00	77,82 ± 0,10

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

Oznaczenia w kolumnach a, b (wpływ obróbki wstępnej) i A, B (wpływ metody suszenia) dotyczą grup homogenicznych przy poziomie istotności 0,05. Gdy wszystkie dane znalazły się tylko w jednej grupie homogenicznej a lub A, pominięto oznaczenia literowe.

The notations in columns a, b (the effect of pre-treatment) and A, B (the effect of a drying method) apply to homogeneous groups at a significance level of 0.05. When all the data was in only one homogeneous group a or A, letters have been omitted.

efektem zróżnicowanego stopnia dojrzałości surowca, odmiany i warunków uprawy [6]. W wyniku przeprowadzonej obróbki wstępnej oraz suszenia zaobserwowano wzrost zawartości suchej substancji. Susze liofilizowane, charakteryzowały się najwyższą zawartością suchej substancji w porównaniu do pozostałych suszy (98,3 ÷ 98,9 %). Najniższe wartości stwierdzono w topinamburze suszonym konwek-

cyjnie bez obróbki wstępnej, co mogło być spowodowane niedostatecznym dosuszeniem próbek. Podobnie Lentas i wsp. [14] otrzymali wyższą zawartość suchej substancji w liofilizowanych pieczarkach (95 ÷ 96 %) niż w suszach mikrofalowo-konwekcyjnych (85 ÷ 89 %). Porównując suszenie liofilizacyjne z innymi metodami suszenia warto podkreślić, że proces ten pozwala uzyskać produkty o wilgotności poniżej 1 % [5]. Wynika to ze specyfiki tego procesu. Tak skuteczne usuwanie wody prowadzone jest w warunkach obniżonego ciśnienia i opiera się na wykorzystaniu zjawiska sublimacji z uprzednio zamrożonego materiału z całej objętości próbki. Ponadto w kolejnym etapie dosuszania, zwanym desorpcyjnym, następuje usuwanie wody silnie związanej (chemicznie), która nie uległa zamrożeniu [9].

W wyniku odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozy oraz suszenia nastąpił ubytek masy w suszonych przekąskach z topinamburu (tab. 1). Analiza statystyczna wykazała brak istotnego wpływu obróbki wstępnej i metody suszenia na zmiany tego wskaźnika. Wartości mieściły się w zakresie od 73,61 dla próbek otrzymanych metodą osmotyczno-konwekcyjną do 82,98 % w próbkach poddanych suszeniu sublimacyjnemu bez wstępnej obróbki. W większości suszy, które przed suszeniem były poddane obróbce wstępnej, obserwowano nieznacznie mniejszy ubytek masy. Podobnie Dusza i Hara [2] wykazali, że większy ubytek masy w owocach kiwi był w przypadku tych, które nie poddano wstępnej obróbce osmotycznej.

Ocena barwy suszy

Jednym z ważniejszych parametrów określających barwę żywności jest jasność jej barwy (L^*). Wszystkie otrzymane susze, zarówno z zastosowaniem obróbki osmotycznej jak i bez niej, wykazywały jaśniejszą barwę w porównaniu do barwy świeżego topinamburu (tab. 2, rys. 1). Pomimo braku istotnego wpływu obróbki wstępnej i metody suszenia nieznacznie większą jasnością barwy charakteryzowały się susze liofilizowane, $L^* = 87,1$, w tym po obróbce osmotycznej, $L^* = 83,9$. Nieznacznie ciemniejszą barwą odznaczały się susze otrzymane metodą mikrofalowo-konwekcyjną po wstępnym odwadnianiu osmotycznym (około 69,5), osiągając tym samym wartość najbardziej zbliżoną do próby świeżej (około 67,2). Piotrowski i wsp. [20], badając wpływ odwadniania osmotycznego na barwę truskawek poddanych liofilizacji, stwierdzili że w większości przypadków obróbka ta wpłynęła na podniesienie jasności barwy otrzymanych suszy.

Parametr barwy a^* przyjmował mało zróżnicowane wartości (0,2 ÷ 1,3) w suszach z topinamburu (tab. 2) i w porównaniu z barwą surowca (około 1,1). Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu obróbki wstępnej i metody suszenia na parametr barwy a^* suszy. Wartości a^* wszystkich próbek były dodatnie, co oznacza udział barwy czerwonej. Nieznacznie wyższe wartości (około 1,3) obserwowano

w suszach poddanych liofilizacji po wstępnej obróbce osmotycznej, a niższe – w suszonych przy użyciu mikrofal bez obróbki wstępnej (około 0,2).

Tabela 2. Zestawienie parametrów barwy surowca i suszonego topinamburu.

Table 2. List of color parameters for raw material and dried Jerusalem artichoke.

Kod/objaśnienie Code / explanation	Parametry barwy L*, a*, b* i bezwzględna różnica barwy ΔE Color parameters L*, a*, b* and absolute color difference ΔE			
	L*	a*	b*	ΔE
S – surowiec /raw material	67,24 ± 4,07	1,05 ± 0,14	5,38 ± 0,84	-
CD - suszenie konwekcyjne / convection drying	73,65 ± 4,56	0,46 ± 0,43	11,40 ^{AB} ± 1,52	9,41 ^A
CD_OD - suszenie konwekcyjne po odwadnianiu osmotycznym / convection drying after osmotic dehydration	76,15 ± 1,14	0,92 ± 0,03	12,31 ^{AB} ± 0,13	12,23 ^A
VM - suszenie mikrofalowo-próżniowe / microwave-vacuum drying	71,28 ± 7,13	0,23 ± 0,22	12,84 ^B ± 2,97	9,04 ^A
VM_OD - suszenie mikrofalowo-próżniowe po odwadnianiu osmotycznym / microwave-vacuum drying after osmotic dehydration	74,38 ± 2,97	0,38 ± 0,80	14,79 ^B ± 1,53	12,57 ^A
MW-CD suszenie mikrofalowo-konwekcyjne / microwave-convection drying	70,18 ± 5,12	0,24 ± 0,47	15,44 ^B ± 4,32	11,86 ^A
MW-CD_OD - suszenie mikrofalowo-konwekcyjne po odwadnianiu osmotycznym / microwave-convection drying after osmotic dehydration	69,54 ± 4,32	0,69 ± 0,87	14,58 ^B ± 2,11	10,08 ^A
FD suszenie liofilizacyjne / freeze-drying	87,13 ± 2,51	0,63 ± 0,05	7,96 ^A ± 0,42	20,15 ^B
FD_OD- suszenie liofilizacyjne po odwadnianiu osmotycznym / freeze-drying after osmotic dehydration	83,94 ± 1,41	1,26 ± 0,16	8,15 ^A ± 0,34	17,12 ^B

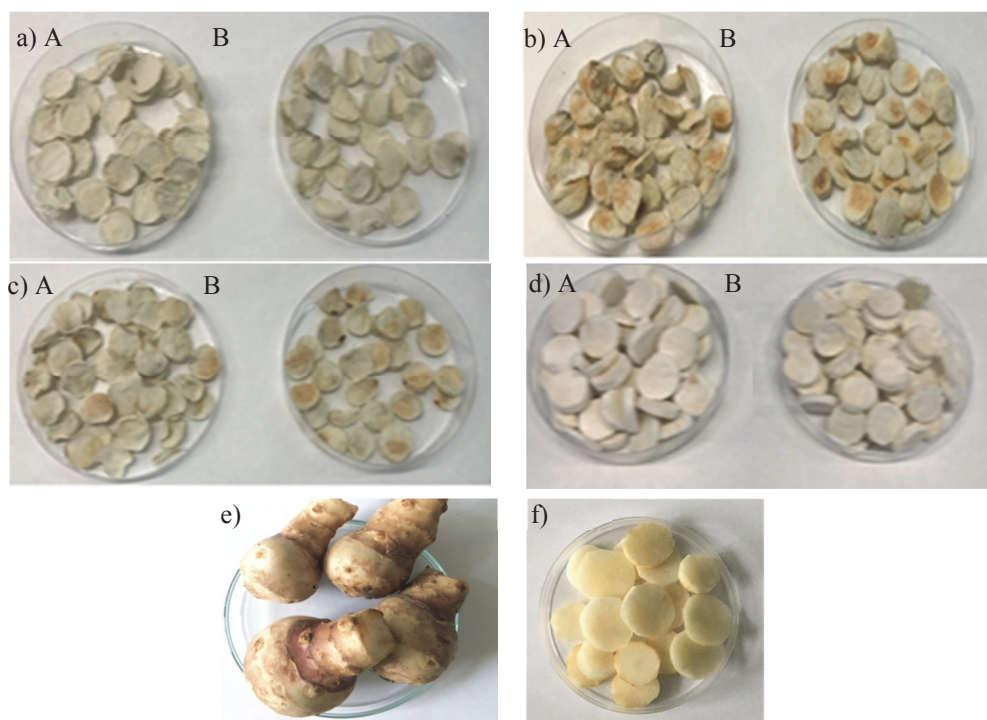
Objaśnienia:/ Explanatory notes:

Oznaczenia w kolumnach a, b (wpływ obróbki wstępnej) i A, B (wpływ metody suszenia) dotyczą grup homogenicznych przy poziomie istotności 0,05. Gdy wszystkie dane znalazły się tylko w jednej grupie homogenicznej a lub A, pominięto oznaczenia literowe.

The notations in columns a, b (the effect of pre-treatment) and A, B (the effect of a drying method) apply to homogeneous groups at a significance level of 0.05. When all the data was in only one homogeneous group a or A, letters have been omitted.

Wartości parametru barwy b* w surowcu i wszystkich suszach były dodatnie, co dotyczy udziału barwy żółtej (rys. 1). Analiza statystyczna wykazała brak wpływu obróbki osmotycznej, ale istotny wpływ metody suszenia na parametr barwy b*. Obserwowano niewielkie zwiększenie udziału barwy żółtej w większości suszy podda-

nych wstępnej obróbce osmotycznej. Podczas badania wpływu odwadniania osmotycznego na barwę suszonych truskawek Ciurzyńska i wsp. [1] wykazali, że wyższym udziałem barwy żółtej charakteryzowały się susze niepoddane wstępnej obróbce osmotycznej. Istotnie wyższe wartości parametru b^* zaobserwowano w suszach otrzymanych metodą mikrofalowo-konwekcyjną. Wynosiły około 14,6 oraz 15,4, odpowiednio: w suszu z obróbką osmotyczną i bez niej. Nieznacznie niższe wartości (12,8 i 14,8) stwierdzono w suszach mikrofalowo-próżniowych. W porównaniu z innymi metodami suszenia, susze otrzymane metodą liofilizacji ze wstępnym odwadnianiem i bez niego odznaczały się najniższymi wartościami parametru barwy b^* ($8,0 \div 8,1$). Jednocześnie były to wartości najbardziej zbliżone do wartości tego parametru w surowcu.



Rys. 1. Susze z topinamburu otrzymane metodą: a) konwekcyjną, b) mikrofalowo-próżniową, c) mikrofalowo-konwekcyjną, d) liofilizacyjną. A i B – oznacza odpowiednio: susze bez obróbki osmotycznej i z nią; e), f) surowiec.

Fig. 1. Dried Jerusalem artichoke obtained by: a) convection, b) microwave-vacuum, c) microwave-convection, d) freeze-drying method. A and B – mean dried samples without and with osmotic treatment, respectively; e), f) raw material.

Wartości bezwzględnej różnicy barwy (ΔE), obliczone w odniesieniu do parametrów barwy świeżego topinamburu przedstawiono w tabeli 2. Wartość tego wskaźnika we wszystkich suszach była wysoka ($9,0 \div 20,2$), co wynika ze znacznej różnicy wartości parametrów barwy prób suszonych w odniesieniu do surowca (rys. 1). Analiza statystyczna wykazała brak wpływu obróbki osmotycznej, ale istotny wpływ metody suszenia na wartość ΔE . Najmniejsze różnice barwy (około 9,0) odnotowano dla suszu mikrofalowo-próżniowego bez obróbki osmotycznej (tab. 2). Istotnie wyższymi wartościami ΔE charakteryzowały się susze liofilizacyjne (około $17,1 \div 20,2$), ze wstępną obróbką osmotyczną i bez niej.

Bezwzględna różnica barwy pozostałych suszy nie różniła się istotnie, mieściła się w zakresie $9,05 \div 12,57$. Natomiast Zalewska i wsp. [24], badając barwę suszonych kiwi i bananów udowodnili, że barwa suszy liofilizowanych w mniejszym stopniu różni się od barwy świeżych owoców, a otrzymane przez nich wartości ΔE wynosiły odpowiednio 6,6 i 9,3 dla suszy liofilizowanych oraz 11,5 i 44,3 – dla suszonych konwekcyjnie.

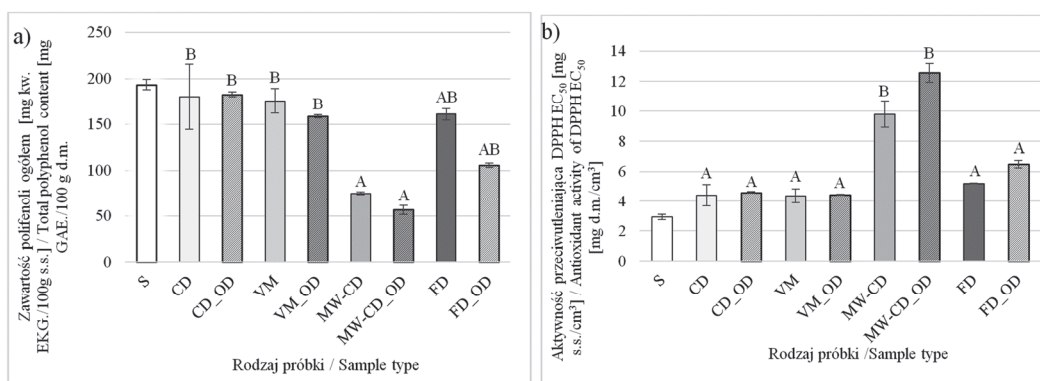
Zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniająca suszy

Zawartość związków przeciwutleniających w surowcach roślinnych jest pożądana, a produkty je zawierające uznaje się za prozdrowotne. Zawartość tych związków jest różna, w zależności od rodzaju, odmiany i części rośliny, sposobu uprawy, a także metod przetwarzania [4]. Wysoka aktywność przeciwutleniająca produktów pochodzenia roślinnego po różnego rodzaju obróbkach jest trudna do zachowania [18].

Zawartość polifenoli ogółem w świeżym topinamburze wynosiła około 193,5 mg kw. EKG/100 g s.s. (rys. 2a). Należy podkreślić, że są one dość stabilne w tym surowcu. Mu i wsp. [16] wykazali ich dużą stabilność podczas przechowywania topinamburu w temperaturach od 0 do -18°C przez 60 dni. Ponadto stwierdzili, że w topinamburze przechowywanym w temperaturze -5 i -18°C całkowita zawartość polifenoli istotnie wzrosła. Zaobserwowano, że zastosowanie odwadniania osmotycznego jako obróbki wstępnej przed suszeniem spowodowało uzyskanie w suszach zróżnicowanych zawartości polifenoli ogółem, jakkolwiek nieistotnych statystycznie. W suszu konwekcyjnym ich zawartość była o około 2 % większa, a w pozostałych suszach – o $10 \div 34$ % niższa.

Obniżenie zawartości polifenoli wskutek wstępnego odwadniania osmotycznego w większości suszy może być spowodowane migracją tych związków do roztworu osmotycznego, ale też innymi czynnikami. W niektórych przypadkach działanie podwyższonej temperatury może powodować zwiększenie zawartości niektórych związków polifenolowych przy utracie innych, co udowodnili Kowalska i wsp. [12], badając zawartość polifenoli ogółem w naparach wodnych liści krzewu herbacianego i różnych rodzajów herbat, w zależności od parametrów zaparzania. Badaniem wpływu odwad-

niania osmotycznego jabłek w roztworze sacharozy na zawartość polifenoli zajmowali się Kowalska i wsp. [10]. Dowiedli oni, że osmotyczne odwadnianie powodowało obniżenie zawartości polifenoli w jabłkach – tym większe, im dłużej trwał ten proces. Odwadnianie jabłek w roztworze sacharozy przez 120 minut w temperaturze 30 i 45 °C prowadziło do zmniejszenia zawartości polifenoli odpowiednio o 25 i 30 %, a po 240 min – o 36 ÷ 37 %. Przypuszcza się, że było to spowodowane utratą związków polifenolowych, które przenikały z wodą do roztworu osmotycznego.



Rys. 2. Wpływ obróbki wstępnej i metody suszenia na: a) zawartość polifenoli ogółem i b) aktywność przeciwutleniającą DPPH surowca S i suszy z topinamburu. Oznaczenia a, b (wpływ obróbki osmotycznej) i A, B, C (wpływ metody suszenia) dotyczą grup homogenicznych przy poziomie istotności 0,05. Gdy wszystkie dane znalazły się tylko w jednej grupie homogenicznej a lub A, pominięto oznaczenia literowe.

Fig. 2. The effect of pre-treatment and a drying method on: a) the total polyphenol content, b) DPPH antioxidant activity of raw material S and dried Jerusalem artichoke. The notations a, b (the effect of osmotic treatment) and A, B, C (the effect of a drying method) refer to homogeneous groups at a significance level of 0.05. When all the data was in only one homogeneous group a or A, letters have been omitted.

Analiza statystyczna wykazała, że dobór metody suszenia miał istotny wpływ na zawartość polifenoli w suszach z topinamburu (rys. 2a). W porównaniu z topinamburem świeżym stwierdzono nieznacznie mniejszą, od około 7% zawartość polifenoli w suszach odwadnianych osmotycznie i suszonych konwekcyjnie do ponad 3-krotnie niższych, jak w przypadku suszy wytworzonych metodą mikrofalowo-konwekcyjną z obróbką osmotyczną. Najwyższą zawartością polifenoli odznaczały się susze konwekcyjne, zarówno poddane wstępnemu odwadnianiu osmotycznemu, jak i bez obróbki (180,1 ÷ 182,7 mg EKG/100 g s.s.). Nieznacznie niższą zawartością polifenoli (158,8 ÷ 175,6 mg EKG/100 g s.s.) charakteryzowały się susze otrzymane metodą mikrofalowo-próżniową. Zauważalnie niższą zawartością polifenoli w porównaniu do prób suszonych konwekcyjnie i mikrofalowo-próżniowo stanowiących jedną grupę

homogeniczną, odznaczały się próby suszone mikrofalowo-konwekcyjnie, zarówno odwadniane, jak i nieodwadniane osmotycznie, osiągając odpowiednio około 57,2 i 72,9 mg EKG/100 g s.s. Zawartość polifenoli w suszach uzyskanych metodą liofilizacji ($105,9 \div 160,9$ mg EKG/100 g s.s.) nie różniła się statystycznie istotnie od ilości w pozostałych suszach. Jednakże w porównaniu z próbkami wstępnie odwadnianymi osmotycznie, próbki nieodwadniane zachowały o 52 % więcej polifenoli. Powyższe wyniki, zwłaszcza odnośnie zachowania związków w suszach konwekcyjnych, nie są łatwe do wyjaśnienia, dlatego wymagają prowadzenia kolejnych badań. Prawdopodobnie podczas suszenia CD mogły tworzyć się produkty reakcji Maillarda, które mogły spowodować zawyżenie wyników zawartości związków fenolowych oznaczanych metodą Folina-Ciocalteu. Zrozumiałe są niższe zawartości polifenoli w suszach mikrofalowo-konwekcyjnych, które poddano działaniu mikrofal w znacznie dłuższym czasie niż w suszach mikrofalowo-próżniowych.

Świeży topinambur charakteryzował się wysoką aktywnością przeciwutleniającą (rys. 2b), a stężenie ekstraktu, przy którym następowało 50 % wygaszenia rodnika DPPH wynosiło około $2,95$ mg s.s./cm³. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic między wartościami tego wskaźnika w suszach poddanych i niepoddanych wstępnej obróbce osmotycznej. Stwierdzono natomiast istotny wpływ metody suszenia na aktywność przeciwutleniającą suszonego topinamburu. Topinambur suszony metodą mikrofalowo-próżniową charakteryzował się najbardziej zbliżoną do surowca aktywnością przeciwutleniającą, około $4,37$ mg s.s./cm³. Korzystne okazało się suszenie mikrofalowo-próżniowe i konwekcyjne. W suszach uzyskanych tymi metodami aktywność przeciwutleniająca, w tym w próbkach wstępnie odwadnianych, mieściła się odpowiednio w zakresie $4,37 \div 4,44$ i $4,42 \div 4,60$ mg s.s./cm³. Aktywność przeciwutleniająca suszy liofilizacyjnych bez obróbki wstępnej kształtowała się na poziomie $5,21$ mg s.s./cm³ oraz $6,48$ mg s.s./cm³ dla suszy wstępnie odwadnianych. Najmniej korzystne okazało się suszenie mikrofalowo-konwekcyjne, zwłaszcza przy zastosowaniu wstępnej obróbki osmotycznej; uzyskane wartości EC50 mieściły się w zakresie $9,81 \div 12,58$ mg s.s./cm³. Ponadto w przypadku suszy otrzymanych metodą mikrofalowo-próżniową i konwekcyjną bez obróbki wartości tego wskaźnika były porównywalne ze wstępnie odwadnianymi, natomiast w przypadku liofilizatów i suszy mikrofalowo-konwekcyjnych obróbka osmotyczna wpłynęła na obniżenie aktywności przeciwutleniającej o $24 \div 28$ %.

Nowacka i wsp. [18], badając wpływ procesów technologicznych na aktywność przeciwutleniającą jabłek, zastosowali suszenie konwekcyjne, promiennikowe, mikrofalowe i liofilizacyjne. Wykazali, że suszenie spowodowało spadek aktywności przeciwutleniającej odpowiednio o 51, 38, 33 oraz 7 %. Z ich obserwacji wynikało, że metoda konwekcyjna była najmniej korzystna, co mogło być spowodowane najdłuższym czasem trwania procesu.

Zaobserwowano, że siła aktywności przeciwutleniającej zależy od rodzaju ekstraktu, a także od części rośliny, z której pozyskuje się ekstrakt. Nizioł-Łukaszewska i wsp. [17] badali zdolność do wymiatania rodników DPPH w ekstraktach z bulw i liści topinamburu o różnych stężeniach. Wykazali, że aktywność przeciwutleniająca wzrastała w sposób zależny od stężenia ekstraktu. Ponadto zauważyli, że w każdym z analizowanych stężeń ekstraktów z liści występowało ponad 40-procentowe zahamowanie rodnika DPPH, a tylko najwyższe stężenie ekstraktu z bulw wykazywało podobną aktywność. Przyczyną istotnie mniejszej zdolności do wymiatania wolnych rodników z ekstraktu z bulw, w porównaniu do ekstraktu z liści, może być różnica w zawartości flawonoidów.

Wnioski

1. Wzrastająca świadomość konsumentów i oczekiwania związane z jakością i zdrowotnością żywności, w tym dla osób mających różne problemy zdrowotne, wskazują na potrzebę poszukiwania nowych kierunków w produkcji żywności, jak suszone przekąski z topinamburu.
2. Wstępna obróbka osmotyczna topinamburu w roztworze sacharozy przed suszeniem nie wykazała istotnego wpływu na badane właściwości fizykochemiczne suszonych przekąsek. Większe znaczenie miała metoda suszenia.
3. Wszystkie susze uzyskały wymaganą aktywność wody, poniżej 0,6. Najniższą aktywność wody osiągnięto przy zastosowaniu liofilizacji ($0,07 \div 0,09$). Barwa suszy uległa znaczącym zmianom w porównaniu do barwy surowca. Największe różnice barwy dotyczyły suszu liofilizowanego, które miały znacznie jaśniejszą barwę niż barwa surowca i pozostałe susze.
4. Wstępna obróbka osmotyczna przed suszeniem topinamburu powodowała zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem. Próbki odwadniane osmotycznie i suszone mikrofalowo-konwekcyjne charakteryzowały się najmniejszą zawartością polifenoli (57 mg EKG/100 g s.s.), o około 24 % mniej w porównaniu do próbki suszonej mikrofalowo-konwekcyjnie bez wstępnego odwadniania oraz około 3,5-krotnie mniej niż w surowcu. Wysokie wartości ($176 \div 183$ mg EKG/100 g s.s.) stwierdzono w suszach konwekcyjnych i mikrofalowo-próżniowych.
5. Suszenie topinamburu metodą mikrofalowo-próżniową i konwekcyjną pozwoliło na otrzymanie produktu o zbliżonej aktywności przeciwutleniającej, które nie odbiegało znacząco od aktywności świeżego topinamburu.
6. Suszenie mikrofalowo-próżniowe, odznaczające się stosunkowo krótkim czasem suszenia i umożliwiające zachowanie związków polifenolowych i wysokiej aktywności przeciwutleniającej, można uznać za odpowiednie do wytwarzania przekąsek z topinamburu w skali laboratoryjnej.

Literatura

- [1] Ciurzyńska A., Lenart A.: Wpływ blanszowania i sposobu mrożenia na wybrane właściwości liofilizowanej dyni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 2(87), 150-161.
- [2] Dusza M., Hara P.: Ocena wybranych cech jakości suszonych owoców kiwi wstępnie odwadnianych osmotycznie. *J. Food Engin.*, 2018, 3(27), 20-26.
- [3] Ermosh L., Safronova T., Prisuhina N.: Features of biotechnological processes of bread production enriched with inulin-containing raw materials. *Earth Environ. Sci.*, 2020, 421(1), 1-7.
- [4] Fabisiak A, Sheng L., Stawczyk J., Witrowa-Rajchert D.: Wpływ metody i temperatury suszenia jabłek na aktywność przeciwutleniającą otrzymanych z nich ekstraktów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 2(43), 318-327.
- [5] Gaidhani K. A., Harwalkar M., Bhambere D., Nirgude P. S.: Lyophilization/Freeze Drying- A review. *World J. Pharm. Res.*, 2015, 4(8), 516-543.
- [6] Hallmann E., Orpel E., Rembiałkowska E.: The content of biologically active compounds in some fruits from natural state. *J. Fruit Ornam. Plant Res.*, 2011, 75(1), 81-90.
- [7] Horochowska M., Kolaczek E., Zdrojewicz Z., Jagiełło J., Pawlus K.: Topinambour – nutritional and medical properties of the Jerusalem artichoke. *Pediatr. Endocrinol. Diabetes Metab.*, 2017, 23(1), 30-36.
- [8] Janowicz M., Kowalska H., Lenart A.: Przyszłość przekąsek owocowych i warzywnych. *Przem. Ferment Owoc.-Warz.*, 2012, 56(2), 9-11.
- [9] Kondratowicz J., Burczyk E.: Technologiczne aspekty procesu liofilizacji. *Chłodnictwo: Organ Naczelnej Organizacji Technicznej*, 2010, 4(45), 54-59.
- [10] Kowalska H., Czajkowska K., Cichowska J., Skarżyńska K.: Zastosowanie odwadniania osmotycznego w produkcji żywności mało przetworzonej. *Postępy Techniki Przet. Spoż.*, 2016, 1, 87-99.
- [11] Kowalska H., Marzec A., Kowalska J., Trych U., Masiarz E., Lenart A.: The use of a hybrid drying method with pre-osmotic treatment in strawberry bio-snack technology. *Int. J. Food Engin.*, 2020, 16(1-2), 80318-80319.
- [12] Kowalska J., Marzec A., Domian E., Galus S., Ciurzyńska A., Rita Brzezińska, Kowalska H.: Influence of tea brewing parameters on the antioxidant potential of infusions and extracts depending on the degree of processing of the leaves of *Camellia sinensis*. *Molecules*, 2021, 26(16), 4773.
- [13] Krygier K., Florowska A. Żywność funkcjonalna obecnie i w przyszłości. *Przem. Spoż.*, 2008, 62(5), 2-5.
- [14] Lentas K., Witrowa-Rajchert D., Hankus M.: Wpływ parametrów blanszowania oraz metody suszenia na właściwości mechaniczne suszonych pieczarek. *Acta Agrophys.*, 2014, 17(2), 359-368.
- [15] Marzec A., Kowalska H., Ołdak B.: Wpływ techniki suszenia wiśni na właściwości teksturalne suszu oceniane metodą akustyczną i mechaniczną. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 4(89), 210-221.
- [16] Mu Y., Gao W., Lv S., Li F., Lu Y., Zhao C.: The antioxidant capacity and antioxidant system of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers in relation to inulin during storage at different low temperatures. *Ind. Crops Prod.*, 2021, 161, 113229.
- [17] Nizioł-Lukaszewska, Z., Furman-Toczek, D., Zagórska-Dziok, M., Bujak, T.: Wpływ metody ekstrakcji na właściwości ekstraktów bulw karczocha jerozolimskiego (*Helianthus tuberosus* L.). *Przem. Chem*, 2018, 97 (11), 1873-1877.
- [18] Nowacka M., Witrowa-Rajchert D., Ruła J.: Wpływ procesów technologicznych na aktywność przeciwutleniającą i zawartość polifenoli w tkance jabłka. *Postępy Techniki Przet. Spoż.*, 2011, 2, 12-15.
- [19] Pałacha Z., Mazur P. 2019: Analiza aktywności wody w wybranych produktach owocowych. *Postępy Techniki Przet. Spoż.*, 2019, 1, 18-22.
- [20] Piotrowski D.: Wpływ ciśnienia i temperatury na przebieg suszenia próżniowego truskawek i ich wybrane właściwości. *Rozpr. naukowe i monografie. Wyd. SGGW*, 2009. Warszawa.

- [21] Shariati M., Khan M., Hleba L., Krebs de Souza C., Tokhtarov Z., Terentev S., Kononov S., Arduvanova F., Batishcheva N., Shigapov I., Ekaterina S., Kantimerova M.: Topinambur (The Jerusalem Artichoke) - Nutritional value and its application in food products. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.*, 2021, 10(6), 1-8.
- [22] Szewczyk A., Zagaja M., Bryda J., Kosikowska U., Stępień-Pyśniak D., Winiarczyk S., Andres-Mach M.: New possibilities for use in a supplementation diet. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 2019, 26, 24-28.
- [23] Tarko T., Duda-Chodak A., Semik-Szczurak D.: The use of fruit extracts for production of apple chips with enhanced antioxidant activity. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 2017, 68(2), 161-165.
- [24] Zalewska M., Otreszko-Arski A., Zalewski M.: Wpływ suszenia konwekcyjnego i liofilizacji na barwę wybranych owoców. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna*, 2016, 21(3), 141-145.
- [25] Zhu Y., Guo L., Tang W., Yang Q.: Beneficial effects of Jerusalem artichoke powder and olive oil as animal fat replacers and natural healthy compound sources in Harbin dry sausages. *Poult. Sci.*, 2020, 99(12), 7147-7158.

SHAPING PROPERTIES OF *HELLANTHUS TUBEROSUS* L. JERUSALEM ARTICHOKE TOPINAMBU SNACK PRODUCED BY OSMOTIC DEHYDRATION AND DRYING METHODS

Summary

Background. Growing consumer awareness of food consumption and expectations related to its quality and health of food in a daily diet, including for people with various health problems, point to the need to look for new directions in food production, such as dried Jerusalem artichoke snacks. The aim of the work was to examine the effect of osmotic dehydration and drying methods on the selected properties of dried Jerusalem artichoke. The research material comprised Jerusalem artichoke tubers. Fresh Jerusalem artichoke, initially dehydrated in an osmotic dehydration process in 60 % sucrose solution at 50 °C for 1 h, was dried by means of convection, microwave-convection, microwave-vacuum and freeze-drying.

Results and conclusion. Freeze-dried samples, both with and without pre-treatment, reached the lowest value of water activity. At the same time, they were characterized by the highest content of dry matter. Compared to the raw material, the dehydration and drying of Jerusalem artichoke reduced the total polyphenol content and antioxidant activity. High values of both indices ($176 \div 183$ mg GAE/100 g d.m./ $EC_{50} = 4.4 \div 4.6$ mg d.m./cm³), slightly lower than in the raw material, were found in convective and microwave-vacuum dried samples. Using osmotic dehydration and selecting a method of drying Jerusalem artichoke allows to shape the properties of the obtained dried snacks with health-promoting properties. Microwave-vacuum drying proved to be particularly useful, mainly due to the short time of the process and the preservation of polyphenolic compounds and high antioxidant activity compared to freeze-dried products, considered to be a standard.

Key words: drying, osmotic dehydration, polyphenols, antioxidant activity, Jerusalem artichoke ☒

ANNA PLATTA, PAULINA KACZMARSKA

SELECTED HEALTH BEHAVIOURS OF GIRLS AGED 14 TO 19 YEARS AND THE RISK OF EATING DISORDERS: A PILOT STUDY

S u m m a r y

Background. Health behaviors combine emotional aspects, beliefs and tendencies to behave positively or negatively, thus making their nature very complex. The aim of this study was to assess selected health behaviors, subjective self-perception of the body image and eating patterns of girls aged 14 to 19 years (n = 114). The study entailed: examining the propensity of girls to reduce their nutritional consumption (Restricted Eating Scale), establishing behaviors associated with improper eating (Problem Eating Behaviors Questionnaire), identifying the factors affecting girls' eating behavior and subjective self-assessment of their body image and diet.

Results and conclusion. The results of the study showed that girls had problems with an accurate perception of their own body image. Extreme food restriction was not proven, but some improper eating behaviors such as eating while doing activities, snacking during the day and eating irregularly were found. The continued monitoring of health-promoting behaviors is useful and reasonable due to the diagnosis of the need to take an action to promote the development of habits and hierarchies of health values among girls aged 14 to 19 from small town environments. The conducted research fits into health risk management and health promotion in the Polish population.

Key words: girls, body image satisfaction, improper eating behaviours, restricted eating

Introduction

Along with the progress of civilization, the lifestyles of adults, children and adolescents keep changing, and this has its consequences for the health of specific groups of the population. Therefore, knowledge about nutrition and lifestyle factors that affect human health are also undergoing a constant change [21, 27]. The analysis of transformations in consumer behaviors around the world allows us to put forward the thesis that trends in consumer behavior are the consequence of existing risks being translated into food safety [14]. It is recognized that the above values are closely related to the

Dr inż. A. Platta ORCID: 0000-0002-7963-1889, inż. P. Kaczmarska, Katedra Zarządzania Jakością, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, Uniwersytet Morski w Gdyni, ul. Morska 81-87, 81-225 Gdynia; Kontakt: a.platta@wznj.umg.edu.pl

objectives of the Sustainable Development Goals (SDG) representing a roadmap for transforming and reshaping the world in which the needs of the present generation can be met in a sustainable way, with respect for the environment and with consideration for the needs of future generations [23, 26].

Health behaviors refer mainly to cognitive, behavioral and emotional components. They combine emotions, beliefs, and tendencies to behave positively or negatively, therefore their nature is very complex [4, 5, 12]. Health behavior is an integral component of the socialization process, which responds to the influence of different environments: family, school, peers, mass media and social media [16, 25].

Health behaviors depend on health awareness gained throughout one's lifetime, especially in the process of raising and forming attitudes during childhood and adolescence [6, 25, 13]. The literature emphasizes [12] that the creation and formation of health attitudes and behaviors is determined by gender, self-perception in the health space and performing social roles. Women and men perceive the issue of health differently. The motivation to engage in health behaviors is gender-related. For both men and women, health is a measure of strength and physical condition, which they consider essential for fulfilling social roles. The literature emphasizes that bad eating habits are one of the factors which negatively affect the human body and result in the development of civilization diseases, including: overweight, cardiovascular disease, type 2 diabetes, cancer, eating disorders. A properly balanced diet is supposed to provide all the necessary nutrients for the proper growth and physical development of the organism [2, 17, 20, 22, 30].

The aim of the study was to assess selected health behaviors, subjective self-perception of the body image and eating patterns of girls aged 14 to 19 years.

Material and methods

The survey was conducted in 2021 among girls between 14 and 19 years old (n = 114) attending a high school in Braniewo. The selection of respondents for the study was purposive and aimed at assessing selected health behaviors demonstrated by adolescent girls living in a small town with a population of less than 25,000 citizens. Currently, the literature is dominated by publications on the eating behavior of adolescents from large urban centers.

The research was conducted using a survey questionnaire, with an indirect interview technique. The survey questionnaire was circulated among female high school students through the Librus portal. The survey questionnaire included closed-ended questions and two scales: 1. Restricted Eating Scale [28]; 2. Problem Eating Behaviors Questionnaire [3].

The Restricted Eating Scale consists of nine questions on behaviors that affect the reduction or maintenance of current body weight. The respondents answered using a

five-point Likert scale according to the frequency of behavior (never - 1 point, rarely - 2 points, sometimes - 3 points, often - 4 points, very often - 5 points). The results were interpreted based on the averages of the responses. A higher score received by a given respondent was a reflection of the intensity of a given behavior, meaning that she was more likely to reduce her food intake and possibly follow reduction and/or elimination diets.

Problem Eating Behaviors Questionnaire consists of 24 questions relating to behaviors that can lead to obesity. The girls' task was to indicate the frequency of a given habit on a five-point Likert scale from "never" to "very often". The respondents could earn from 1 to 5 points for answering each question (never - 1 point, rarely - 2 points, sometimes - 3 points, often - 4 points, very often - 5 points). The results were interpreted based on the averages of the responses to each statement. The statement with the highest mean indicated the highest intensity of the behavior in question, that is, a greater tendency to overconsume and the risk of developing obesity.

Closed-ended questions included in the survey questionnaire addressed such issues as: 1. a subjective self-assessment of one's body image and diet; 2. the selection of factors that have the greatest influence on the girls' eating habits. The respondents making the self-assessment of their body image could choose one of three possible answers: yes - I am satisfied with my body image; no - I would like to lose some weight; no - I would like to gain some weight. When evaluating their diet, the respondents could choose one of five possible answers: definitely correct, rather correct, sometimes correct and sometimes incorrect, rather incorrect, incorrect. When answering a question that allowed them to select the factors having the greatest influence on the girls' eating habits, the respondents chose one of seven possible answers: the eating pattern followed at the family home, the peer environment, the financial situation of their family, the fashion for weight-loss diets, the promotion of healthy lifestyles by celebrities, the desire to reduce weight and their own knowledge of rational nutrition.

Based on the anthropometric measures provided by the respondents, such as height and weight, the Body Mass Index (BMI) of the respondents was calculated. It was used to determine the percentage of adolescent girls having correct body weight and also showing the features of underweight or overweight (tab. 1). The conclusion of the obtained results was drawn on the basis of the accepted ranges of the BMI index by dividing the studied group of girls into three groups: group 1 - respondents showing features of underweight or malnutrition ($BMI \leq 18.49$), group 2 - respondents having correct body weight (BMI from 18.5 to 24.99), group 3 - respondents showing features of overweight or obesity ($BMI \geq 25$) - tab. 1. The results of the study are presented using numerical values (n) and the percentage spread of each score (% of answers).

Table 1. Characteristics of the study group of girls aged 14 to 19 years (n = 114)

Tabela 1. Charakterystyka badanej grupy dziewcząt w wieku 16-19 lat (n = 114)

BMI values Wartości wskaźnika BMI	Numerical values (n) Liczba wskazań (n)	% of answers % wskazań
underweight and malnutrition / niedowaga i niedożywienie; BMI: ≤ 18.49	25	21.93
correct body weight / prawidłowa masa ciała; BMI: 18.5 – 24.99	77	67.54
overweight and obesity / nadwaga i otyłość; BMI: ≥ 25	12	10.53

Results and discussion

The tendency of girls to restrict food and go on diets

The average score obtained from the analysis of the Restricted Eating Scale for the study group of girls is $\bar{x} = 22.31$ (SD = 8.37; Me = 22). An average value obtained is practically equal to the median value, i.e. the number of results above and below the norm is almost the same. The statement: "I pay attention to what I eat" received the highest average score $\bar{x} = 3.35$ (SD = 1.17). The averages of the other behaviors surveyed using the scale ranged from 2.19 to 2.62 – indicating that the situations in question occur rarely or sometimes in the lives of the surveyed girls. Table 2 shows the results obtained for each statement of the Restricted Eating Scale.

The spread of the results differs due to the weight pattern of the girls covered by the study. In the group of underweight and malnourished teenage girls, the averages of individual statements are lower than in the rest of the groups. The most common behavior in this group is paying attention to what one eats ($\bar{x} = 2.80$). Girls whose weight was normal also indicated that the statement: "I pay attention to what I eat" best describes their eating behavior ($\bar{x} = 3.35$). Meanwhile, among the girls surveyed who were overweight and obese, the statement: "I try not to eat between meals to avoid gaining weight" received the highest average score ($\bar{x} = 3.50$) – tab. 2.

Girls' improper eating behavior

An average result obtained for the studied group of girls based on the analysis of the Problem Eating Behaviors Questionnaire is $\bar{x} = 56.83$ (SD = 13.20; Me = 55). The most commonly repeated behavior was eating while doing other activities ($\bar{x} = 3.30$; SD = 1.13). Other statements that had an average above three were: "I eat my meals irregularly" ($\bar{x} = 3.23$; SD = 1.15) and "I snack during the day" ($\bar{x} = 3.19$; SD = 1.07). The girls surveyed indicated that the following behaviors were exhibited by them the most rarely: "I eat in secret" ($\bar{x} = 1.50$; SD = 0.98), "I avoid healthy, unprocessed products" ($\bar{x} = 1.73$; SD = 0.94), "I have attacks of overeating and lose control over the

Table 2. Assessment of food restriction by girls aged 14 to 19 years (n = 114)

Tabela 2. Ocena ograniczania spożycia żywności przez dziewczęta w wieku 14 ÷ 19 lat (n = 114)

Statements on the Restricted Eating Scale Stwierdzenia na Skali Ograniczonego Spożycia Żywności	x	SD	Me	% of answers % wskazań				
				never nigdy	rarely rzadko	sometimes czasami	often często	very often bardzo często
If I gain weight, I will eat less than normal / Jeśli przytyję, będę jadła mniej, niż normalnie	2.54	1.26	2.5	27.19	22.81	26.32	15.79	7.89
I limit the size of my meals, even though I would like to eat more Ograniczam porcje posiłków, pomimo, że zjadłabym więcej	2.32	1.19	2	31.58	26.32	26.32	9.65	6.14
I refuse the food and drink offered to me because I do not want to gain weight / Odmawiam oferowanego jedzenia/picia, ponieważ nie chcę przytyć	2.19	1.18	2	35.96	28.95	20.18	9.65	5.26
I pay attention to what I eat Zwracam uwagę na to co jem	3.35	1.17	3	5.26	21.05	26.32	28.07	19.30
I choose low-calorie foods to eat Do zjedzenia doбираю produkty niskokaloryczne	2.37	1.13	2	26.32	30.70	28.07	9.65	5.26
If I eat too much, I eat less the next day / Jeżeli zjem za dużo, następnego dnia jem mniej	2.34	1.29	2	34.21	24.56	23.68	7.89	9.65
I purposely eat less in order not to get fat / Celowo jem mniej, aby nie przytyć	2.26	1.21	2	35.09	24.56	25.44	8.77	6.14
I try not to eat between meals to avoid gaining weight / Próbuję nie jeść między posiłkami, aby nie przytyć	2.62	1.35	2	26.32	24.56	22.81	13.16	13.16
I try not to eat in the evenings because I am afraid of gaining weight / Próbuję nie jeść wieczorami, bo boję się przytyć	2.30	1.28	2	37.72	21.05	21.93	12.28	7.02

Explanatory notes: x – arithmetic mean, SD – standard deviation, Me - median.

Objaśnienia: x – wartość średnia, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana.

amount of food I consume” ($\bar{x} = 1.82$; $SD = 1.12$) and ”I eat at night” ($\bar{x} = 1.98$; $SD = 1.20$). Table 3 shows the results obtained for each statement of the Problem Eating Behaviors Questionnaire.

Based on the study, it was found that the surveyed group of girls indicated the following three most common incorrect eating behaviors, namely: eating while doing activities ($\bar{x} = 3.30$; $SD = 1.13$), eating meals irregularly ($\bar{x} = 3.23$; $SD = 1.15$) and snacking during the day ($\bar{x} = 3.19$; $SD = 1.07$) – tab. 3. Other authors [4] picked out similar behaviors associated with inappropriate eating among women, although the prevalence was lower: snacking during the day ($\bar{x} = 2.17$; $SD = 1.07$), eating too little

in the first half of the day and then too much in the second half of the day ($\bar{x} = 2.07$; $SD = 1.21$), eating while doing other activities ($\bar{x} = 2.04$; $SD = 1.22$). The results of both studies indicate that the girls' eating regularity is improper. According to the literature, up to 52 % of high school-aged girls report that they never have meals regularly [15]. Too long breaks between meals result in a drop in blood glucose levels, and therefore a decrease in the ability to concentrate and a reduction in the mental and physical abilities of young people. Eating between meals (snacking) is an improper eating habit that leads to the development of overweight and obesity [10, 11]. Unfortunately, up to 43 % of the surveyed high school students in Poland reported eating extra snacks between meals [18]. The results of our own study are consistent with those obtained by other authors, who found that adolescents in Poland show an average level of eating behavior. It was shown that students ate irregularly and irrationally [7, 9, 24], consumed too few vegetables, fruits, dairy products, and too much meat and fast-food meals [9, 19].

Table 3. Assessment of improper eating behaviors of girls aged 14 to 19 years (n = 114)

Tabela 3. Ocena niewłaściwych zachowań żywieniowych dziewcząt w wieku 14 ÷ 19 lat (n = 114)

Statements on the Problem Eating Behaviors Questionnaire Stwierdzenia na Skali Niewłaściwych Zachowań Żywieniowych	x	SD	Me	% of answers % wskazań				
				never nigdy	rarely rzadko	sometimes czasami	often często	very often bardzo często
I eat very large portions of food Jem bardzo duże porcje jedzenia	2.65	1.03	2	8.77	42.98	29.82	11.40	7.02
I choose high-calorie products / Wybieram produkty wysokokaloryczne	2.35	0.86	2	14.91	44.74	29.82	10.53	0.00
I choose greasy foods Wybieram tłuste jedzenie	2.15	0.78	2	17.54	56.14	20.18	6.14	0.00
I drink high-calorie drinks Wypijam wysokokaloryczne napoje	2.27	1.07	2	23.68	43.86	18.42	9.65	4.39
I do not eat breakfast / Nie jem śniadań	2.41	1.36	2	36.84	19.30	17.54	18.42	7.89
I eat little in the first half of the day, and then too much in the second half / Jem mało w pierwszej połowie dnia, a później za dużo w drugiej	2.39	1.22	2	28.95	29.82	21.05	14.04	6.14
I have snacks throughout the day / Pojadam w ciągu dnia	3.19	1.07	3	5.26	21.05	32.46	29.82	11.40
I eat while doing other activities such as watching TV, doing homework etc. / Jem podczas wykonywania innych czynności np. oglądania telewizji, odrabiania pracy domowej	3.30	1.13	3	3.51	21.93	35.96	18.42	20.18
I do not stop eating, despite the feeling of being full / Nie przestaję jeść, pomimo uczucia sytości	2.02	1.12	2	43.86	25.44	18.42	9.65	2.63

I eat because I am bored / Jem, bo jestem znudzona	2.58	1.21	3	24.56	22.81	28.95	17.54	6.14
I eat when I am in a bad mood / Jem, kiedy jestem w złym nastroju	2.42	1.21	2	28.95	24.56	28.95	10.53	7.02
I eat for the sheer pleasure of eating / Jem dla samej przyjemności jedzenia	2.72	1.24	3	19.30	27.19	25.44	18.42	9.65
I reward myself with food / Nagradzam się jedzeniem	2.04	1.10	2	40.35	29.82	19.30	7.02	3.51
I have attacks of overeating and lose control over the amount of food I eat / Mam napady objadania i tracę kontrolę nad ilością spożytego pokarmu	1.82	1.12	1	54.39	23.68	10.53	7.89	3.51
I feel guilty after eating the meal / Mam wyrzuty sumienia po zjedzeniu posiłku	2.38	1.30	2	35.09	16.67	28.95	10.53	8.77
I eat too fast / Jem zbyt szybko	2.42	1.25	2	31.58	20.18	30.70	9.65	7.89
I eat my meals irregularly / Spożywam posiłki nieregularnie	3.23	1.15	3	6.14	24.56	23.68	31.58	14.04
I eat in secret / Jem w tajemnicy	1.50	0.98	1	72.81	13.16	8.77	1.75	3.51
I eat periodically very well, and then unhealthily / Jem okresowo bardzo dobrze, a później niezdrowo	2.43	1.11	2	25.44	25.44	34.21	10.53	4.39
My eating during the week is significantly different from eating on weekends / Moje jedzenie w ciągu tygodnia znacząco różni się od jedzenia w weekendy	2.20	1.12	2	34.21	27.19	27.19	7.02	4.39
I dine out/ Jadam na mieście	2.65	0.98	3	9.65	38.60	32.46	15.79	3.51
I avoid healthy, unprocessed products / Unikam zdrowych, nieprzetworzonych produktów	1.70	0.94	1	51.75	31.58	10.53	4.39	1.75
I overly avoid the feeling of hunger / Nadmiernie unikam uczucia głody	2.04	0.98	2	33.33	35.96	24.56	3.51	2.63
I eat at night / Jem w nocy	1.98	1.20	2	47.37	25.44	14.91	6.14	6.14

Explanatory notes: in line with the explanations in table no. 2.

Objaśnienia: zgodnie z objaśnieniami w tabeli nr 2.

Girls' subjective self-assessment of their own body image, diet and factors affecting their eating habits

The girls surveyed were mostly (75.44 %) not satisfied with their appearance. The overwhelming percentage of girls (up to 63.16 %) said they wanted to reduce their current body weight, 12.28 % wanted to increase their body weight, and only 24.56 % of the respondents were satisfied with their body image (tab. 4).

Table 4. Subjective self-assessment of body image, diet, factors influencing girls' eating habits (n = 114)

Tabela 4. Subiektywna samoocena wizerunku ciała, sposobu żywienia, czynników wpływających na realizowane nawyki żywieniowe dziewcząt (n = 114)

Assessment criteria Oceniane kryteria	BMI values / Wartości wskaźnika BMI							
	total ogółem		BMI: 18.5 – 24.99; correct body weight/ prawidłowa masa ciała		BMI: ≤ 18.49; underweight and malnutrition/ niedowaga i niedożywienie		BMI: ≥ 25; overweight and obesity/ nadwaga i otyłość	
	n	%	n	%	n	%	n	%
assessment of one's body image / ocena wizerunku własnego ciała								
yes - I am satisfied with my body image tak - jestem zadowolona z wizerunku mojego ciała	28	24.56	22	28.57	5	20.00	1	8.33
no - I would like to lose some weight nie - chciałabym trochę schudnąć	72	63.16	52	67.53	9	36.00	11	91.67
no - I would like to gain some weight nie - chciałabym trochę przytyć	14	12.28	3	3.90	11	44.00	0	0.00
nutrition assessment / ocena sposobu żywienia								
definitely correct/ zdecydowanie prawidłowy	7	6.14	7	9.09	0	0.00	0	0.00
rather correct/ raczej prawidłowy	20	17.54	18	23.38	1	4.00	1	8.33
sometimes correct and sometimes incorrect czasami prawidłowy, a czasami nieprawidłowy	64	56.14	41	53.25	16	64.00	7	58.33
rather incorrect / raczej nieprawidłowy	16	14.04	8	10.39	7	28.00	1	8.33
Incorrect / nieprawidłowy	7	6.14	3	3.90	1	4.00	3	25.00
factors influencing the eating habits acquired / czynniki wpływające na realizowane nawyki żywieniowe								
the eating pattern followed at the family home / wzorzec żywienia wyniesiony z domu rodzinnego	25	21.93	13	15.58	8	32.00	4	33.33
the peer environment / środowisko rówieśnicze	10	8.77	8	10.39	2	8.00	0	0.00
the financial situation of their family sytuacja materialna mojej rodziny	3	2.63	1	1.30	0	0.00	2	16.67
the fashion for loss of weight – weight-loss diets / moda na odchudzanie – diety odchudzające	2	1.75	1	1.30	0	0.00	1	8.33
the promotion of healthy lifestyles by celebrities / promowanie zdrowego stylu życia przez sławne osoby	3	2.63	2	2.60	1	4.00	0	0.00
the desire to reduce weight / chęć redukcji masy ciała	26	22.81	20	25.97	3	12.00	3	25.00
their own knowledge of rational nutrition / własna wiedza na temat racjonalnego żywienia	45	39.47	32	41.56	11	44.00	2	16.67

Explanatory notes: n - numerical values, % of answers.

Objaśnienia: n - liczba wskazań, % wskazań.

The literature on this subject [24] shows that the level of satisfaction with one's appearance does not correlate with the objectively determined body weight of the respondents. This was confirmed by the results of our own study, as more than 75 % of the girls surveyed declared they were dissatisfied with their appearance (tab. 4). It is noteworthy that based on the calculated BMI for the study group of girls, as many as 67 % of them had a normal body weight (tab. 1). The literature shows [15, 27] that satisfaction with one's body image is not only related to physical indicators, but also to subjective beliefs about one's body size. Lower BMI values are related to girls' more positive assessment of their body image [1]. The results of our own and other authors' studies confirm that girls' healthy body weight value is not a factor behind their satisfaction with their body image. The results presented demonstrate the girls' highly negative evaluation of their appearance, which may be a factor that increases the risk of eating disorders in this population group.

The respondents were also asked to rate their diet. More than a half of the female respondents (56.14 %) answered that their diet was sometimes correct and sometimes incorrect. It was also found that the same percentage of girls indicated that their nutrition was definitely correct and incorrect (6.14 % each). Only 9.09 % of the girls indicated that their diet was definitely healthy, and these were only respondents with a designated correct weight (tab. 4). This group of girls was more critical of their diet compared to the other respondents, as up to 25 % of them rated it as inappropriate. Meanwhile, only 4 % of girls with a marked BMI ≤ 18.49 (showing features of underweight or malnutrition) and 3.9 % of girls with a marked BMI ≥ 25 (overweight or obese) declared that their diet was incorrect (tab. 4).

The surveyed group of girls was asked to identify the factor that influenced their diet to the greatest degree. The highest percentage of female respondents declared that it was their own knowledge of nutrition (39.47 %), the desire to reduce weight (22.81 %) and the eating pattern followed at family home (21.93 %) – tab. 4. This question was then analyzed along with the respondents' BMI. Girls with a regular body weight declared that their eating behavior was most influenced by their own knowledge (41.56 %), their desire to reduce weight (25.97 %), the role model from the family home (15.58 %) and the peer environment (10.39 %). In addition, the girls indicated that their eating behavior was influenced by celebrities' promotion of healthy lifestyles (2.6 %), as well as their families' financial situation and the fashion for weight-loss diets (1.3 % of indications each) – tab. 4. Girls with a marked BMI ≤ 18.49 (showing features of underweight or malnutrition) were most often guided in choosing foods to consume by their own knowledge of rational nutrition (44 %), knowledge gained at home (32 %), desire to reduce weight (12 %), opinion of the peer community (8 %) and promotion of healthy lifestyles by celebrities (4 %) – tab. 4. Respondents with a marked BMI ≥ 25 (overweight or obese) believed that their eating behavior was most

influenced by the eating pattern they followed at the family home (33.33 %), the desire to reduce weight (25 %), their own knowledge of rational nutrition (16.67%), the financial situation of the family (16.67 %) and the fashion for weight-loss diets (8.33 %) – tab. 4.

The analysis of the results indicated that the girls had problems with correct perception of their own body image [1, 8, 29]. The results show that the girls have a highly negative opinion of their own appearance, which may be a factor that increases the risk of eating disorders in this population group – tab. 4. The analysis of the literature on this subject indicates that there is a significant relation between low self-esteem, peer criticism, the need to be accepted and the occurrence of eating disorders [24, 27]. The conducted research fits into health risk management and health promotion in the Polish population. Learning about the health behavior of girls living in small towns with a population of less than 25,000 will allow them to introduce changes in their lifestyles that can counteract the development of diseases of nutritional origin. Understanding and improving health-related behaviors is critical to the future of public health and individuals' well-being. While policies, laws and regulations can influence health behavior, there are also many individual factors that must be considered when making an effort to improve public health. It is important to be aware that this change will be gradual. These changes will not happen in the short term. Public health programs need to identify and maximize the benefits of a positive change and consider the modification of educational programs and community support for adolescents to help young Poles sustain the changes over the long term. Understanding and improving health-related behaviors among adolescent girls is critical to the future of public health and individuals' well-being.

The above study can be used to educate adolescents, parents, teachers about adolescent girls' dissatisfaction with their body image and the consequences of this problem. Health education of adolescent girls is especially important because girls with low self-esteem are at high risk of developing eating disorders [8]. Conducting research to monitor health behaviors is useful and reasonable due to the diagnosis of the need to take an action to promote the creation of attitudes and hierarchy of health values in Poland among girls aged 14 to 19 years from small town environments. The conducted research fits into health risk management and health promotion in the Polish population.

Conclusions

1. Statements such as “I pay attention to what I eat” and “I try not to eat between meals to avoid gaining weight” were most frequently indicated in the surveyed group of girls aged 14 to 19 years.

2. The improper eating behavior characteristics of the study group of girls are: eating while doing activities, eating irregularly and snacking during the day.
3. The girls mostly declared that their diet was sometimes correct and sometimes incorrect. In addition, they indicated that their own knowledge of nutrition, their desire to reduce weight and eating patterns they followed in their families had the greatest influence on their diet.
4. The girls had problems with the proper perception of their own body image. The results show that girls have a highly negative opinion of their own appearance, which may be a factor that increases the risk of eating disorders in this population group.

The work has been funded by WZNJ/2023/PZ/01.

References

- [1] Boniecka K., Liberska H.: Aktywność fizyczna, zachowania żywieniowe i ocena ciała u dziewcząt w drugiej fazie dorastania. *Przegląd Pedagogiczny*, 2018, 2, 170-179.
- [2] Bulik C. M., Flatt R., Abbaspour A., Carroll I.: Reconceptualizing anorexia nervosa. *Psychiatry Clin. Neurosci.* 2019, 73, 9, 518-525.
- [3] Carter F. A, Jansen A., Improving psychological treatment for obesity. Which eating behaviours should we target? *Appetite*, 2012, 58(3), 1063-1069.
- [4] Castellano S., Rizzotto A., Neri S., Currenti W., Guerrero C. S., Pirrone C., Coco M., Di Corrado D., 2021, The Relationship between Body Dissatisfaction and Eating Disorder Symptoms in Young Women Aspiring Fashion Models: The Mediating Role of Stress. *Eur. J. Investig. Health Psychol. Educ.* 2021, 11(2), 607-615.
- [5] Dalle Grave R., Conti M., Sartirana M., Sermattei S., Calugi S.: Enhanced cognitive behaviour therapy for adolescents with eating disorders: a systematic review of current status and future perspectives. *Ital. J. Eat. Disord. Obes.* 2021, 3, 1-11.
- [6] Dzwonkowska-Godula K.: Kulturowa geneza postawy wobec własnego zdrowia w świadomości kobiet i mężczyzn w różnym wieku. In: Malinowska E., Dzwonkowska-Godula K., Garncaek E., Czernicka J., Brzezińska J.: Kulturowe uwarunkowania postaw kobiet i mężczyzn w różnym wieku wobec swego wyglądu i zdrowia. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 2016, 339-373.
- [7] Gałuszka A.: Emotion - their meaning and tasks. *J. Educ. Health Sport*, 2022, 12, 1, 147-159.
- [8] Grave R. D., Calugi S.: Cognitive behaviour therapy for adolescents with eating disorders: An effective alternative to the disease-based treatment. *Ital. J. Eat. Disord. Obes.* 2022, 4, 1-5.
- [9] Humeniuk E., Dąbska O., Pawlikowska-Łagód K., Rumińska M.: Ocena wybranych zachowań zdrowotnych młodzieży z terenu Polski środkowo – wschodniej. *Rozprawy Społeczne*, 2018, 12(2), 73-81.
- [10] Jarosz M.: Piramida Zdrowego Żywienia i Stylu Życia Dzieci i Młodzieży, 2019. Downloaded 01. July, 2022, from <https://ncez.pzh.gov.pl/dzieci-i-mlodziez/piramida-zdrowego-zywienia-i-stylu-zycia-dzieci-i-mlodziezy-2>.
- [11] Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Charzewska J.: Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa 2020.

- [12] Kaczor-Szkodny P. M., Szkodny W.: Wybrane elementy wpływające na powstawanie i kształtowanie postaw i zachowań zdrowotnych. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2021, 27(1), 45-49.
- [13] Kropornicka B., Baczeńska B., Dragan W., Krzyżanowska E., Olszak C., Szymczuk E.: Zachowania zdrowotne studentów Uniwersytetu Medycznego w Lublinie w zależności od miejsca zamieszkania. *Rozprawy Społeczne*, 2015, 9(2), 58-64.
- [14] Kozłowska-Burdziak M.: Warunki bezpieczeństwa żywnościowego Polski (ze szczególnym uwzględnieniem województwa podlaskiego). *Optimum. Economic Studies*, 2019, 3(97), 33-48.
- [15] Mikulec A., Zborowski M., Cisoń-Apanasewicz U., Stawiarska A., Kowalski St.: Wpływ pandemii covid-19 na zachowania żywieniowe dzieci i młodzieży. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2022, 29, 3 (132), 42-55.
- [16] National Guideline Alliance: Eating disorders: recognition and treatment. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK) 2017 May (NICE Guideline, No. 69).
- [17] Ojo O., Ojo O.O., Adebawale F., Wang X.H.: The Effect of Dietary Glycaemic Index on Glycaemia in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, 2018, 19, 10(3), 373.
- [18] Orkusz A., Babiarz M.: Ocena wybranych zwyczajów żywieniowych młodzieży licealnej. *Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2015, 2(17), 32-38.
- [19] Platta A.: Assessment of the consumption of fiber food products by a selected women's group. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University*, 2020, 114, 17-21.
- [20] Sagili V.S., Chakrabarti P., Jayanty S., Kardile H., Sathuvalli V.: The Glycemic Index and Human Health with an Emphasis on Potatoes. *Foods*. 2022, 11(15), 2302.
- [21] Spencer R. A., Rehman L., Kirk S. F.: Understanding gender norms, nutrition, and physical activity in adolescent girls: a scoping review. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Activ.* 2015, 12, 6.
- [22] Suliga E., Sobaś K., Bryk P., Wawrzycka I., Głuszek S.: Assessment of eating habits of patients qualified for bariatric surgery – preliminary research. *Medical Studies/Studia Medyczne*, 2021, 37(3), 193-201.
- [23] Świtalski M., Ruszkowska M., Kamińska M.: Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych handlowych odżywek białkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2021, 28, 3 (128), s. 31-45.
- [24] Trepka-Starosta J., Roszkowska A., Starosta J., Piekacz A.: The relationship between the attitudes and behaviours towards body and the risk of occurrence of eating disorders in the group of young women. *Zeszyty Naukowe - Politechnika Śląska. Organizacja i Zarządzanie. Contemporary Management*, 2021, 154, 331-346.
- [25] Wagner S., Banaszekiewicz M., Andruszkiewicz A., Strahl A., Miler A., Kubica A.: Zachowania zdrowotne i miejsce zdrowia w hierarchii wartości młodzieży. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2015, 21(3), 278-281.
- [26] Wiśniewska M. Z.: Ewolucja trendów i zagrożeń w konsumpcji żywności w świetle celów zrównoważonego rozwoju. *Zeszyty Naukowe UEK*, 2022, 1(995): 63-79.
- [27] Wiatrowska A.: Nasilenie objawów i struktura depresji u kobiet z zaburzeniami odżywiania. *Lubelski Rocznik Pedagogiczny*, 2021, XXXX, 4, 327-346.
- [28] Van Strien T., Frijters J. E., van Staveren W. A., Deurenberg P., Deurenberg, P.: The predictive validity of the Dutch Restrained Eating Scale. *Int. J. Eat. Disor.* 1986, 5, 747-755.
- [29] Voswinkel M. M., Rijkers C., van Delden, J. J. M., van Elburg A. A.: Externalizing your eating disorder: a qualitative interview study. *J. Eat. Disor.* 2021, 9(1), 128.
- [30] 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 (129), 98-110.

WYBRANE ZACHOWANIA ZDROWOTNE DZIEWCZĄT W WIEKU OD 14 DO 19 ROKU ŻYCIA A RYZYKO WYSTĄPIENIA ZABURZEŃ ODŻYWIANIA: BADANIA PILOTAŻOWE

Streszczenie

Wprowadzenie. Postawy i zachowania zdrowotne łączą w sobie stosunek emocjonalny, przekonania oraz tendencje do pozytywnego lub negatywnego zachowania, dzięki czemu ich charakter jest bardzo złożony. Celem badań była ocena wybranych zachowań zdrowotnych oraz subiektywna samoocena wizerunku własnego ciała i sposobu żywienia dziewcząt w wieku od 14 do 19 roku życia (n=114). Zakres pracy obejmował: zbadanie skłonności dziewcząt do ograniczania spożycia żywności (Restricted Eating Scale), ustalenie zachowań związanych z niewłaściwym jedzeniem (Problem Eating Behaviors Questionnaire), wskazanie czynników mających wpływ na realizowane przez dziewczęta zachowania żywieniowe oraz subiektywną samoocenę wizerunku własnego ciała i sposobu żywienia.

Wyniki i wnioski. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że dziewczęta miały problem z prawidłowym postrzeganiem wizerunku własnego ciała. Nie wykazano nadmiernego ograniczania jedzenia, ale stwierdzono niewłaściwe zachowania żywieniowe, takie jak: jedzenie podczas wykonywania czynności, pojadanie w ciągu dnia, nieregularne spożywanie posiłków. Przeprowadzone badania mogą zostać wykorzystane do celów edukacyjnych. Edukacja zdrowotna adolescentek jest szczególnie ważna, ponieważ dziewczęta deklarujące niski poziom samooceny wizerunku własnego ciała są szczególnie narażone na wystąpienie zaburzeń odżywiania. Dalsze prowadzenie badań monitorujących zdrowotne postawy i zachowania jest użyteczne i zasadne ze względu na diagnozę czy konieczne jest podejmowanie działań propagujących kształtowanie postaw i hierarchii wartości zdrowotnych wśród dziewcząt w wieku od 14 do 19 roku życia pochodzących ze środowisk małomiasteczkowych. Zrealizowane badania wpisują się w zarządzanie ryzykiem zdrowotnym i promocję zdrowia w populacji Polski.

Słowa kluczowe: dziewczęta, poziom zadowolenia z wyglądu ciała, niewłaściwe zachowania żywieniowe, ograniczanie spożycia żywności ☒

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA 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 30 września 2022 r.

Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 25 czerwca 2022 r. w sprawie metod analizy fermentowanych napojów winiarskich wykonywanych w ramach nadzoru nad jakością handlową tych napojów. (Dz. U. 2022 r., poz. 1469).

Analizy fermentowanych napojów winiarskich do celów kontroli w zakresie jakości handlowej należy wykonywać przy użyciu następujących metod:

- oznaczania gęstości w temperaturze 20 C,
 - oznaczania zawartości alkoholu w % objętościowych,
 - oznaczania zawartości ekstraktu ogólnego,
 - oznaczania zawartości cukrów redukujących oraz cukrów redukujących po inwersji,
 - oznaczania zawartości popiołu,
 - oznaczania kwasowości ogólnej,
 - oznaczania kwasowości lotnej.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 lipca 2022 r. w sprawie sposobu ustalania weterynaryjnego numeru identyfikacyjnego. (Dz. U. 2022 r., poz. 1640).

Weterynaryjny numeru identyfikacyjny nadany zakładom wpisanym do rejestru składa się z cyfr, z których:

- pierwsza i druga oznaczają symbol województwa,
 - trzecia i czwarta oznaczają symbol powiatu,
 - piąta i szósta oznaczają symbol określający zakres działalności prowadzonej w zakładzie,
 - siódma i następane informują o kolejności podejmowanych w danych powiecie działalności.
2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 lipca 2022 r. w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych. (Dz. U. 2022 r., poz. 1667).
Rozporządzenie ustaliło listę krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych dla badań produktów pochodzenia zwierzęcego lub pasz oraz listę krajowych laboratoriów referencyjnych właściwe dla badań prowadzonych w kierunku rozpoznawania chorób zakaźnych.
 3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 27 lipca 2022 r. w sprawie krajowych laboratoriów referencyjnych właściwych do prowadzenia badań pasz. (Dz. U. 2022 r., poz. 1674).
Krajowe laboratoria referencyjne właściwych do prowadzenia badań pasz, to Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy Krajowe Centrum Pasz w Lublinie i Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy Laboratorium Zakładu Badania Pozostałości Środków Ochrony Roślin w Poznaniu.
 4. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 7 lipca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych. (Dz. U. 2022 r., poz. 1688).
Obwieszczenie zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 21 grudnia 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych. Ustawa ta reguluje sprawy jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych i zasady działania Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.
 5. Obwieszczenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 17 sierpnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wymagań, jakie powinien spełniać projekt technologiczny zakładu, w którym ma być prowadzona działalność w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego. (Dz. U. 2022 r., poz. 1871).
Obwieszczenie zawiera jednolity tekst rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 18 marca 2013 r. w sprawie wymagań, jakie powinien spełniać projekt technologiczny zakładu, w którym ma być prowadzona działalność w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego. Rozporządzenie określa części składowe ww. projektu technologicznego zakładu.
 6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 7 września 2022 r. w sprawie określenia obszarów weterynarii, w których lekarz weterynarii może uzyskać tytuł specjalisty. (Dz. U. 2022 r., poz. 1945).

Lekarz weterynarii może uzyskać tytuł specjalisty w 19 obszarach weterynarii. Listę tych obszarów zawiera przedmiotowe rozporządzenie.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2022/1303 z dn. 25 kwietnia 2022 r. zmieniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/787 w odniesieniu do definicji i wymogów dotyczących alkoholu etylowego pochodzenia rolniczego (DZ.U. UE L 2022 r., 197, s. 71).
Rozporządzenia zawiera szczegółowa definicje i wymogi dotyczące alkoholu etylowego pochodzenia rolniczego.
2. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2022/1396 z dn. 11 sierpnia 2022 r. zmieniający załącznik do rozporządzenia (UE) nr 231/2012 ustanawiającego specyfikacje dla dodatków do żywności wymienionych w załączniku II i III do rozporządzenia (WE) nr 1333/2008 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do obecności tlenu etylenu w dodatkach do żywności. (Tekst ma jacy znaczenie dla EOG). (DZ.U. UE L 2022 r., 211, s. 182).
Wprowadzona zmiana, zawarta w załączniku do rozporządzenia stanowi, że „Tlenek etylenu nie może być stosowany do wyjąławiania dodatków do żywności”. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Technologia produkcji wybranych wyrobów cukierniczych

Marek Sikora, Raina Hadjikinova, Dimitar Hadjikinov

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2022, ISBN 978-83-953897-4-0, liczba stron: 123

Książka bezpłatnie do pobrania na stronie wydawnictwa z zakładce „Monografie”:
<https://wydawnictwo.pttz.org>

Wyroby cukiernicze stanowią szeroki asortyment towarowy. Odznaczają się dużą wartością energetyczną i również dużą przyswajalnością przez organizm człowieka. W opracowaniu autorzy scharakteryzowali pod względem towaroznawczym i technologicznym podstawowe surowce przeznaczone do produkcji wyrobów cukierniczych oraz omówili technologie produkcji taki wyrobów jak: karmelki, rozpuszczalne gumy do żucia, masa pomadowa i pomadki mleczne, cukierki żelowe, gryłażowe i marcepanowe, drażetki, chałwa oraz lukum. Opracowanie stanowi syntetyczne kompendium wiedzy technologicznej w obszarze przemysłu cukierniczego dla studentów technologii żywności i żywienia oraz kierunków pokrewnych.

Model ograniczania strat i marnowania żywności z korzyścią dla społeczeństwa (MOST) – Przewodnik wdrażania procedury w wybranych zakładach żywnościowych

Danuta Kołożyn-Krajewska, Beata Bilaska, Marzena Tomaszewska

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2022, ISBN 978-83-953897-3-3, liczba stron: 84

Straty i marnotrawstwo żywności stanowią istotny problem współczesnej gospodarki. Co roku, około 1/3 produkowanej żywności przeznaczonej do spożycia przez ludzi jest marnowana w całym łańcuchu dostaw. W Polsce na etapie przetwórstwa żywności straty sięgają prawie 754 tys. ton rocznie co stanowi 15,6 % ogółu strat i marnotrawstwa żywności w Polsce. Z tego względu należy wspierać wszelkie działania w zakresie ograniczenia strat żywności przez opracowanie procedur pozwalających na racjonalne jej wykorzystanie na cele społecznie użyteczne. Przykładem takiej procedu-

ry jest opracowana i upowszechniona przez Polskie Towarzystwo Technologów Żywności procedura ograniczenia strat i marnotrawienia żywności z korzyścią dla społeczeństwa (MOST). W opracowaniu przedstawiono działania zrealizowane w ramach projektu „*Opracowanie systemu monitorowania marnowanej żywności i efektywnego programu racjonalizacji strat i marnotrawstwa żywności (PROM)*”, podczas których procedura MOST została wdrożona w pięciu zakładach przemysłu spożywczego. W zakładach tych następnie przeprowadzono audyt w celu oceny kompletności dokumentacji i poprawności wdrożenia. Dokumentacja w zakładach została opracowana prawidłowo zgodnie z wymaganiami procedury most za świadczy o tym że jest ona zrozumiała i prosta w realizacji zakłady rozpoczęły przekazywanie żywności do banku żywności co z kolei potwierdza skuteczność wdrożonej procedury.

Wydanie Przewodnika zostało dofinansowane przez Narodowe centrum Badań i Rozwoju (Gospostateg1 / 385753 / 1 / NCBR / 2018) w ramach projektu „Program Racjonalizacji i Ograniczenia Marnotrawstwa Żywności (PROM)” w programie GOSPOSTRATEG”.

Kompendium wiedzy o żywności żywieniu i zdrowiu

Jan Gawęcki, Teresa Mossor-Pietraszewska (red.)

Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022, ISBN: 9788301142544, liczba stron: 452

Opracowanie obejmuje najnowszą wiedzę o produktach żywnościowych, ich przetwarzaniu, utrwalaniu oraz wymaganiach jakościowych, a także funkcjonowaniu rynku spożywczego. Obejmuje ono podstawowe wiadomości z zakresu nauk żywieniowych oraz biologicznych, medycznych, a także społeczne aspekty ochrony zdrowia. Autorzy uświadamiają czytelnikom ściśle związki między żywnością, żywieniem i zdrowiem, prostują fałszywe informacje upowszechniane przez media i wyjaśniają kontrowersje i problemy związane z taką tematyką jak np. żywność transgeniczna, wegetarianizm, interakcje różnych leków z żywnością, "diety cud", ksenobiotyki itp.

Biotechnologia żywności

Włodzimierz Bednarski, Arnold Rejs

Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022, ISBN: 9788301193621, liczba stron: 498

Biotechnologia jest jedną z najintensywniej rozwijających się dyscyplin naukowych. Przewiduje się, że w XXI wieku będzie miała znaczący wpływ na wiele sfer naszego

funkcjonowania, zwłaszcza na zdrowie, jakość i długość życia. W drugim wydaniu książki w syntetyczny i kompletny sposób przedstawiono główne kierunki badań oraz najważniejsze osiągnięcia współczesnej biotechnologii żywności. Podręcznik ten jest znakomitym źródłem wiedzy dla studentów, nauczycieli akademickich i pracowników związanych z przemysłem spożywczym.

Bromatologia - Zarys nauki o żywności i żywieniu

Henryk Gertig, Juliusz Przysławski

PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa 2022, ISBN: 9788320036039, liczba stron: 468

Jest to nowoczesny podręcznik akademicki, w którym omówiono podstawowe składniki odżywcze, witaminy i składniki mineralne oraz ich przemiany w organizmie. Przedstawiono też główne grupy produktów żywnościowych, ich wartość odżywczą, występowanie i pożądaną wielkość spożycia. Uwzględniono również problemy interakcji witamin z lekami. Szczególną uwagę zwrócono na racjonalny sposób odżywiania różnych grup ludności, metody oceny sposobu żywienia i stanu odżywienia oraz rolę diety w profilaktyce chorób dietozależnych. Jeden z rozdziałów poświęcono różnym rodzajom stosowanych diet oraz alternatywnym sposobom żywienia. Opracowanie jest przeznaczone dla studentów wydziałów farmaceutycznych oraz nauk o zdrowiu, a także innych kierunków, które w swych programach nauczania uwzględniają naukę o żywności i żywieniu.

Analiza jakości surowca mięsnego

Kuczyńska Beata (red.)

Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2022, ISBN: 978-83-8237-085-0, liczba stron: 324

Autorzy podręcznika omówili zagadnienia związane z obecną sytuacją na rynku mięsa w kraju i na świecie. Poruszyli temat czynników wpływających na jakość surowca mięsnego, w tym pochodzącego od zwierząt łownych czy gęsi, oraz na jego walory dietetyczne i kulinarne. Zwrócili również uwagę na najczęściej występujące wady mięsa. Podręcznik dedykowany jest przede wszystkim studentom zootechniki, bioinżynierii oraz hodowli i ochrony zwierząt, a także technologii żywności i żywienia.

Functional Foods and their Implications for Health Promotion

Ioannis Zabetakis, Ronan Lordan, Alexandros Tsoupras, Dipak Ramji (eds.)

Academic Press 2022, eISBN: 9780128238127 liczba stron: 406

W opracowaniu przedstawiono wybrane aspekty związane z żywnością funkcjonalną i jej produkcją, od surowców do produktu końcowego, szczegółowo wyjaśniając, jaki jest wpływ tego typu żywności na zdrowie człowieka. Omówiono także znaczenie takiej żywności w zapobieganiu chorobom oraz technologii produkcji żywności prozdrowotnej. Książka jest podzielona na cztery części w których przedstawiono szczegółowe informacje na temat żywności funkcjonalnej pochodzenia roślinnego, produktów mlecznych, żywności morskiej oraz napojów. Opracowanie przeznaczone jest dla dietetyków, technologów żywności, a także studentów i badaczy zajmujących się żywnością, dietetyką i naukami o żywności.

Herbs, Spices and Their Roles in Nutraceuticals and Functional Foods

Augustine Amalraj, Sasikumar Kuttappan, Karthik Varma, Avtar Matharu (eds.)

Academic Press 2022, ISBN: 9780323907941, liczba stron: 412

W książce podjęto tematykę charakterystyki ziół i przypraw oraz ich znaczenia w produkcji nutraceutyków i żywności funkcjonalnej. Wyjaśnia ona wiele mechanizmów działania farmakologicznego składników ziół i przypraw. Poszczególne rozdziały opracowania koncentrują się na kluczowych składnikach, takich jak *Curcuma longa*, *Piper nigrum* i *Trigonella foenum-graecum* i obejmują najnowsze informacje oraz wyniki badań dotyczące ich właściwości oraz potencjalnego korzystnego wpływu na zdrowie i kondycję organizmu. Opracowanie jest obowiązkową lekturą dla naukowców, którzy chcą zrozumieć podstawowe mechanizmy stojące za bioaktywnymi związkami obecnymi w ziołach i przyprawach.

High-Temperature Processing of Food Products. Unit Operations and Processing Equipment in the Food Industry

Seid Jafari (ed.)

Woodhead Publishing 2022, ISBN: 9780128186183, liczba stron: 346

W opracowaniu omówiono i scharakteryzowano operacje jednostkowe i wyposażenie niezbędne do przetwarzania różnych produktów spożywczych w wysokich temperaturach, w tym smażenie, pieczenie, prażenie i gotowanie. Są one bardzo ważne z punktu widzenia uzyskiwania korzystnych właściwości sensorycznych oraz optymalizacji

zużycia energii. Książka podzielona jest na cztery sekcje: gotowanie, pieczenie i prażenie, rozmrażania i smażenie. Szczególny nacisk postawiono na podstawy eksperymentalnych, teoretycznych i/lub obliczeniowych zastosowań zasad inżynierii żywności oraz odpowiednie wyposażenie wysokotemperaturowych operacji jednostkowych. W opracowaniu zwrócono również uwagę na metody poprawy jakości i bezpieczeństwa produktów spożywczych poprzez ich obróbkę wysokotemperaturową.

Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation

Milind Ladaniya

Academic Press 2022, ISBN: 9780323993067, liczba stron: 858

W opracowaniu przedstawiono kompleksowe spojrzenie na światowo ważne uprawy owoców cytrusowych, od selekcji odmian, poprzez uprawę, aż do charakterystyki jakościowej i akceptacji przez konsumentów. W książce uwzględniono najnowsze technologie oraz aktualną tematykę, w tym wpływ zmian klimatycznych i pandemii COVID-19, na uprawę i produkcję owoców cytrusowych. Poszczególne rozdziały opracowania przedstawiają zagadnienia związane ze stratami produkcyjnymi, nowymi odmianami cytrusów, czynnikami wpływającymi na ich jakość, dojrzałość, podział na klasy oraz właściwości fizykochemiczne. Omówiono także morfologię, anatomię, fizjologię i biochemię owoców oraz aspekty odżywcze, medyczne i bezpieczeństwa. Książka stanowi źródło informacji dla badaczy i naukowców zajmujących się uprawą oraz dystrybucją owoców cytrusowych i zawiera aktualne informacje na temat światowej produkcji i praktyk w tym zakresie.

Probiotics for Human Nutrition in Health and Disease

Evandro Leite de Souza, José Luiz de Brito Alves, Vincenzina Fusco (eds.)

Academic Press 2022 ISBN: 9780323899086, liczba stron: 612

Opracowanie stanowi obszerne źródło informacji na temat tradycyjnych i pojawiających się koncepcji zdrowotnych oraz ewolucji zastosowania probiotyków oraz ich roli w zapobieganiu i leczeniu zaburzeń i chorób metabolicznych u ludzi. Autorzy opisali i omówili kluczowe zagadnienia związane ze znaczeniem probiotyków w żywieniu człowieka oraz w promocji zdrowia jego organizmu. W poszczególnych rozdziałach omówiono cechy i właściwości probiotyków oraz ich związek z prebiotykami, a także ich znaczenie w okresie ciąży, laktacji, u dzieci i osób starszych. Opracowanie zostało przygotowane przez wysoko wykwalifikowany zespół naukowców i ekspertów, a każ-

dy rozdział podsumowuje najnowsze dostępne informacje na temat probiotyków i ich znaczenia dla zdrowia organizmu człowieka.

Bee Products and Their Applications in the Food and Pharmaceutical Industries

Dilek Boyacioglu (ed.)

Academic Press 2022, ISBN: 9780323854009, liczba stron: 464

Opracowanie koncentruje się na korzyściach zdrowotnych wybranych produktów pszczelich, charakteryzując ich potencjał farmakologiczny i zastosowanie terapeutyczne w prewencji różnych chorób. Autorzy omawiają takie produkty, jak mleczko pszczele, propolis i jad pszczeli, pyłek pszczeli oraz pierzga, które są bardzo atrakcyjnymi surowcami dla sektora suplementów diety ze względu na biologiczne działanie potwierdzone badaniami naukowymi. Surowcami pszczelimi zainteresowany jest również przemysł kosmetyczny, wykorzystując je w różnych produktach, takich jak środki do pielęgnacji włosów, pasty do zębów, kremy z filtrem przeciwsłonecznym, balsamy do ust lub kremy nawilżające do twarzy. ❖

Z ŻAŁOBNEJ KARTY

PROF. DR HAB. INŻ. ROMAN A. GRZYBOWSKI 1941 - 2022



22 lipca 2022 roku, na Cmentarzu Bródnowskim w Warszawie, z głębokim żalem pożegnaliśmy Profesora Romana Aleksandra Grzybowskiego.

Profesor Grzybowski urodził się 18 lutego 1941 roku w Puławach. Jego ojciec Antoni był podoficerem Wojska Polskiego i zginął podczas walk partyzanckich w 1943 roku. Od tej pory Profesor był wychowywany przez dziadków na wsi oraz matkę, z którą w 1953 roku wyjechał do Tarnobrzega. Tam też w roku 1959 zdał maturę.

Z przemysłem spożywczym Pan Profesor był związany od wczesnej młodości. W czasie wakacji pracował w gorzelnii rolniczej przy konserwacji i remontach urządzeń, a zanim rozpoczął studia spędził w niej rok, pracując podczas kampanii 1958/1959. W latach 1959-1964 studiował na Wydziale Technologii Rolno-Spożywczej SGGW w Warszawie. Pracę magisterską z zakresu Mikrobiologii Technicznej wykonał pod kierunkiem ówczesnego Kierownika Katedry Technologii Przemysłu Rolno-Fermentacyjnego – prof. dr. hab. Romana Majchrzaka. W dniu 31.10.1964 roku uzyskał tytuł magistra inżyniera technologii rolno-spożywczej. Studia ukończył z wynikiem bardzo dobrym z wyróżnieniem. Był zdolny i pracowity, z zaangażowaniem wykonał pracę dyplomową o dużym znaczeniu technicznym, której kontynuowanie było pożądane dla rozwoju polskiego przemysłu. Miał doświadczenie w pracy w gorzelnii, co było bardzo przydatne przy wdrażaniu pozytywnych efektów z laboratorium w skali technicznej. W tym czasie program studiów, w związku z powstaniem specjalizacji Mikrobiologii Technicznej został znacznie rozbudowany, co pozwoliło na zatrudnienie magistra inżyniera Grzybowskiego z dniem 1 listopada 1964 roku w Katedrze Technologii Przemysłu Rolno-Fermentacyjnego Wydziału Technologii Rolno-Spożywczej SGGW na stanowisku asystenta-stażysty, a następnie asystenta.

Od pierwszych dni praca Profesora była związana z działalnością naukową, dydaktyczną i administracyjną Katedry. Rozpoczął wstępne prace nad „ślodem pleśniowym”. Temat ten był kontynuacją pracy magisterskiej i dotyczył „Techniki otrzymywania preparatów amylolytycznych metodą wgłębną przy użyciu *Aspergillus oryzae*”. Przeprowadził pierwsze próby biosyntezy metodą wgłębną, badania aktywności i wydajności enzymów, montaż aparatury. Równocześnie pracował w zespole nad „Otrzymywaniem drogą mutagenezy *Aspergillus oryzae* wysokowydajnych szczepów amylolytycznych dla zastosowania ich w gorzelnictwie”. W tym samym czasie prowadził również zajęcia dydaktyczne pod kierunkiem prof. Majchrzaka i był jego zastępcą w Kole Fermentologów. Na stanowisku asystenta pracował do końca września 1967 roku, specjalizując się w Mikrobiologii Technicznej i kontynuując prace nad biosyntezą witaminy B12 dla celów paszowych w skali fabrycznej. Jako asystent prowadził ćwiczenia z mikrobiologii dla studentów III go roku studiów, studiów zaocznych dla oficerów WP, sprawował opiekę nad pracami magisterskimi, pracownią technologiczną, udzielał się w Komisji Stypendialnej i Rekrutacyjnej. Rozpoczął również studia z języka angielskiego.

W latach 1967 – 1973 Profesor Grzybowski był zatrudniony na stanowisku starszego asystenta. Początkowy angaż (do roku 1970) został przedłużony o kolejne 3 lata po reorganizacji uczelni i wtedy Pan Profesor został przeniesiony do Instytutu Technologii Żywności Wydziału Technologii Rolno-Spożywczej SGGW (po zmianie nazwy Uczelni – Akademii Rolniczej w Warszawie). W tym czasie dał się poznać jako „bardzo zdolny i pracowity, a jednocześnie odpowiedzialny, obowiązkowy i pełen inicjatywy – rokujący duże nadzieje na pracownika naukowego” (cyt. z opinii prof. Majchrzaka). Był wieloletnim opiekunem DS na osiedlu „Przyjaźń” na Jelonkach i grupy studenckiej na I roku Technologii Rolno-Spożywczej. Rozpoczął również prace nad wszczęciem przewodu doktorskiego z zakresu mikrobiologicznego wzbogacania pasz w witaminy z grupy A i B. W latach 1971 – 1972 był słuchaczem studium doktoranckiego w Instytucie Biochemii i Biofizyki PAN a następnie odbył staż naukowy w PZH (1973).

W roku 1973 uzyskał stopień doktora nauk technicznych za „Badania nad wpływem oksytetracykliny i kwasu bursztynowego na wzrost i aktywność enzymatyczną drożdży piekarskich”. W latach 1973-1985 pracował na stanowisku adiunkta. W dniu 19.03.1984 roku za rozprawę „Właściwości preparatu koagulującego mleko, otrzymanego z hodowli wgłębnej *Boletus edulis* Bull ex Fr.” Pan Profesor uzyskał stopień dr. hab. nauk technicznych w zakresie technologii żywności. W roku 1985 objął stanowisko docenta w Katedrze Technologii Przemysłu Fermentacyjnego i Owocowo-Warzywnego SGGW. Pozostał na nim do końca stycznia 2006 roku, czyli do momentu rezygnacji z pracy w Uczelni.

Od początku swojej kariery naukowej Pan Profesor był cenionym pracownikiem Uczelni. Nawet kiedy w 1968 roku otrzymał powołanie do odbycia ćwiczeń wojskowych (był kapralem podchorążym rezerwy), na prośbę przełożonych uzyskał kilkumiesięczne odroczenie ze względu na prowadzone zajęcia dydaktyczne i prace badawcze do rozprawy doktorskiej, pracę w Komisji Rekrutacyjnej oraz studia z języka angielskiego.

Od 1977 roku prowadził zajęcia laboratoryjne i wykłady z Mikrobiologii Ogólnej i Technicznej dla studentów II roku Wydziału Technologii Żywności oraz Wydziału Żywnienia Człowieka i Wiejskiego Gospodarstwa Domowego, wykłady z Mikrobiologii Żywności i Higieny Produkcji. Był promotorem prac inżynierskich i magisterskich realizowanych przez studentów studiów stacjonarnych i zaocznych.

Prowadził prace naukowe nt. „Badania czystości mikrobiologicznej emulsyjnych wyrobów kosmetycznych dla Spółdzielni Inwalidów Świt”, „Badania nad biologią roślin zielarskich oraz chemizmem i aktywnością związków w nich występujących”, „Badania nad aktywnością i czystością mikrobiologiczną drożdży winiarskich”, „Badania jakościowe i ilościowe wybranych wyrobów spirytusowych oraz ich ocenę porównawczą z obowiązującymi normami w skali kraju” dla Ministerstwa Rynku Wewnętrznego, „Ocenę prototypu „Przeglądarki mikrobiologicznej” dla Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Mechanizacji Produkcji Zwierzęcej Meptozet” w Gdańsku.

Doświadczenie zawodowe zdobywał również na licznych wyjazdach i stażach zagranicznych. Odbył praktykę w Zakładach Przemysłu Fermentacyjnego w Wiedniu i browarach w Austrii (1965), kurs naukowy z biochemii drożdży w Madrycie (1982), ponad roczny pobyt w laboratorium technologii zbóż w North Dakota State University (1975/76), staż naukowy w Węgierskiej Republice Ludowej (1986), wyjazdy naukowe do NRD i Czechosłowacji (1988).

Zdyscyplinowany, sumienny, obowiązkowy, bardzo poważnie traktował pracę dydaktyczno-naukową i organizacyjną. Równoległe prowadził prace badawcze dla przemysłu i kształcił młode kadry. W latach 1987 -1990 pełnił funkcję Prodziekana Wydziału Technologii Żywności.

Tytuł profesora nauk rolniczych uzyskał 21 listopada 1996 roku i odebrał z rąk Prezydenta Aleksandra Kwaśniewskiego.

Praca i zaangażowanie Profesora Grzybowskiego były wielokrotnie doceniane przez przełożonych. Pierwszą nagrodę otrzymał już w roku 1966 jako współautor „Skryptu do ćwiczeń z Mikrobiologii Technicznej” dla studentów III-go roku studiów WTR-S i innych wydziałów opartych o ten sam program z mikrobiologii (drugi skrypt i Nagroda Ministra w roku 1982). W kolejnych latach (1968 i 1971) odebrał nagrody za osiągnięcia naukowo – dydaktyczne a w roku 1972 - nagrodę za udział w pracy naukowo-badawczej dotyczącej opracowania pt. „Uzdatnianie odpadowych drożdży piwowarskich dla przemysłu piekarniczego.” Ro 1970 przyniósł Profesorowi Grzy-

bowskiemu nagrodę indywidualną III stopnia Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, a rok 1978 - Nagrodę Ministra III stopnia - Zasłużony dla Przemysłu Spożywczego za prowadzenie na zlecenie przemysłu szeregu badań, m.in. trwałości mikrobiologicznej majonezów pasteryzowanych dla Zakładów Wytwórczych CZSS „Społem” w Kętrzynie (1975), czystości mikrobiologicznej butelek po myciu mechanicznym dla Stołecznych Zakładów Winiarsko Spożywczych „Warsowin”, uzdatnianie odpadowych drożdży piwowarskich dla przemysłu piekarskiego dla Zjednoczenia Przemysłu Piwowarsko-Słodowniczego (1971), określenie wartości technologicznej i odżywczej intensywnych odmian pszenicy przy zwiększonych dawkach nawożenia dla Centralnego Laboratorium Technologii i Przetwórstwa Zbóż (1975), opracowanie wskaźników technologicznych właściwości mąki do elektronicznego sterowania procesem fermentacyjnym dla Zakładu Badawczego Przemysłu Piekarskiego (1976), badania nad otrzymywaniem biomasy paszowej i spożywczej metodą hodowli wgłębnej grzybów wyższych na bazie węglowodanowych odpadów przemysłu spożywczego dla Instytutu Przemysłu Fermentacyjnego (1978), bezściekową utylizację wywaru gorzelniczego na cele paszowe dla Ośrodka Badawczo Rozwojowego Maszyn dla Przetwórstwa Płodów Rolnych w Pleszewie (1980), określenie przyczyn zakażeń i kontrolę mikrobiologiczną produkcji wyrobów emulsyjnych dla Spółdzielni Inwalidów „Świt” (1984-1986). Ponadto stale współpracował z branżowymi czasopismami fachowymi, w których opublikował szereg prac źródłowych i przeglądowych dotyczących zagadnień przemysłu spożywczego. Był recenzentem podręczników, autorem patentów, licznych artykułów naukowych, popularno-naukowych i doniesień.

W styczniu 1992 roku, w wyniku konkursu, Profesor Grzybowski został powołany przez Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej na stanowisko Dyrektora Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie na ulicy Rakowieckiej 36 (od 2012 roku, po decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, nastąpiła zmiana nazwy na Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy). W związku z pełnieniem funkcji Dyrektora IBPRS przez kolejne kadencje, do roku 2006 przebywał na bezpłatnym urlopie, ale nadal był związany z SGGW prowadząc wykłady z Mikrobiologii dla studentów II roku Wydziału Technologii Żywności. Był również kierownikiem grantu pt. „Badania biologicznej aktywności naturalnych związków roślinnych” realizowanego na czterech Wydziałach Uczelni, promotorem prac magisterskich studentów WTŻ, które były realizowane w laboratoriach IBPRS. Umożliwiał odbywanie praktyk studenckich w Instytucie, brał czynny udział w posiedzeniach Rady Wydziału Technologii Żywności oraz Radzie Naukowej Międzywydziałowego Studium Biotechnologii SGGW. W ramach współpracy z Uczelnią, Instytut przekazał nieodpłatnie aparaturę analityczną, technologiczną i odczynniki Wydziałowi Technologii Żywności. Za zgodą

Profesora Instytut wykonywał także analizy do prac badawczych realizowanych na Wydziale i udostępniał pracowni dla celów dydaktycznych studentom WTŻ.

Pod zarządem Profesora Grzybowskiego w Instytucie zaszło wiele zmian. W 2002 r. zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi do Instytutu zostały przyłączone: Centralne Laboratorium Koncentratów Spożywczych, Centralne Laboratorium Technologii Przetwórstwa i Przechowalnictwa Zbóż oraz Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego, a w 2008 r. Centralne Laboratorium Chłodnictwa, Centralne Laboratorium Przemysłu Ziemiaczanego i Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Gastronomicznego. W następnym roku do IBPRS przyłączono Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego oraz Instytut Przemysłu Cukrowniczego. Wraz ze współpracownikami z Instytutu Pan Profesor był współautorem wielu artykułów, doniesień i patentów oraz laureatem licznych nagród i dyplomów, m.in. Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi), Ministra Edukacji i Nauki (Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego), brązowych, srebrnych i złotych medali oraz wyróżnień na targach i wystawach międzynarodowych.

Z końcem lipca 2012 roku zakończył pracę w Instytucie i przeszedł na emeryturę.

Podczas ponad 28 lat pracy na Wydziale aktywnie uczestniczył w życiu Uczelni jako Przewodniczący Rektorskiej Komisji ds. Socjalnych, członek Uczelnianej Komisji Dyscyplinarnej ds. Studentów, członek Rady ds. Młodzieży, członek Senackiej Komisji ds. Przygotowania Założeń Ustawy o Szkolnictwie Wyższym. Był wielokrotnie opiekunem praktyk dyplomowych, opiekunem studentów na wyjazdach zagranicznych, pełnomocnikiem Rektora ds. Domów Studenckich, członkiem odwoławczej Komisji Dyscyplinarnej, członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej.

Profesor Grzybowski był aktywnym członkiem Polskiej Akademii Nauk oraz Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. Brał udział w pracach Podkomisji Mikrobiologicznej KTChŻ PAN (obecnie Komitetu Nauk o Żywności PAN) oraz Sekcji Mykologicznej Polskiego Towarzystwa Botanicznego. W latach 1997-2000 był wiceprezesem Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, aktywnie uczestniczył w cyklicznych sesjach naukowych Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN.

W swojej karierze naukowej Pan Profesor był promotorem ponad 34 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich, dwóch prac doktorskich oraz recenzentem ponad 21 rozpraw doktorskich i habilitacyjnych.

W uznaniu zasług Profesor został odznaczony Krzyżem Oficerskim i Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (2012, 2000), Złotym Krzyżem Zasługi (1979), Brązowym Medalem „Za zasługi dla Obronności Kraju” (1975) oraz Złotą Odznaką Honorową „Za Zasługi dla SGGW”. W 2003 roku otrzymał medal okolicznościowy z okazji X - lecia Krajowej Unii Producentów Soków i Napojów Bezalkoholowych wraz z podziękowaniem za pracę społeczną na rzecz organizacji. W roku 2011, w uznaniu za

wkład w kształtowaniu postaw pro jakościowych oraz dobrych praktyk w zarządzaniu, otrzymał dyplom od Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (PCBiC) w Warszawie. W tym samym roku PCBiC doceniło Profesora jako Dyrektora IBPRS dyplomem „Polska Nagroda Jakości Znakomity Przywódca, Finalista V edycji konkursu”.

Profesor Roman A. Grzybowski zmarł w Warszawie 9 lipca 2022 roku.

Moja osobista kariera naukowa od początku była związana z osobą Profesora Grzybowskiego. Miałam z Panem Profesorem ćwiczenia laboratoryjne oraz wykłady z Mikrobiologii Ogólnej i Technicznej (każdy wykład Profesor rozpoczynał informacją, co ciekawego wydarzyło się w tym dniu w historii Polski lub na świecie). Był promotorem mojej pracy magisterskiej, pod Jego opieką rozpoczęłam pierwsze badania do pracy doktorskiej. Różne zawirowania życiowe doprowadziły mnie do obrony doktoratu wiele lat później, pod opieką innego promotora, ale Profesor był recenzentem zewnętrznym mojej rozprawy. Przez wiele lat współpracowaliśmy w zakresie ćwiczeń i wykładów z Mikrobiologii dla studentów WTŻ. Spotykaliśmy się też wielokrotnie przy okazji różnych uroczystości uczelnianych, wydziałowych, konferencji i sympozjów. Na nieformalnych spotkaniach Pan Profesor bawił towarzystwo opowiadając wiele anegdot, przypowieści, ale też faktów historycznych, lubił śpiewać i tańczyć. Był człowiekiem wesołym, pogodnym, przysłowiową „duszą towarzystwa”.

Jestem dumna, że mogłam być Jego uczennicą i współpracownikiem.

*dr hab. inż. Anna Chlebowska-Śmigiel
Instytut Nauk o Żywności SGGW w Warszawie*

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 32 Nr 3

wrzesień 2022

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE W ROKU 2022 - 2023

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE W LATACH 2022 - 2023

2022

Październik

5 - 6 Zurich, Switzerland = 26th International Conference on Food Technology and Processing

Organizator: Conference Series LLC Ltd

Informacje: <https://foodtechnology.insightconferences.com>

Kontakt: foodtechnology@brainstormingmeetings.com; tel. +44 2033180199

26 – 27 **KRAKÓW = XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Wiedza – Gospodarka – Społeczeństwo” (online)**

Organizatorzy: Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

Informacje: <https://cmq.uek.krakow.pl>

Kontakt: cmq@uek.krakow.pl ; tel. (12) 293-55-99

Listopad

17 - 18 **CZĘSTOCHOWA = IX Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu Żywność – Żywnienie – Dietetyka nt. „Żywnienie dzieci w/po pandemii”**

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

Informacje: <http://www.dietkonf.ujd.edu.pl>

Kontakt: dr n. farm. Wojciech Woszczyk

e-mail: dietkonf@ujd.edu.pl

2023Marzec

- 29 - 31 **PIEŠŤANY, SLOWACJA = 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 Karbowskiak; 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/>

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

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

KOMUNIKATY

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

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