



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 4 (117)

Kraków 2018

Rok 25

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

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

Redaktor językowy (język polski): dr Anna Piechnik

Native speaker: Stanley Holt (Bolton, UK)

Redaktor statystyczny: dr hab. Mariusz Witczak

Stali współpracownicy: dr Grażyna Morkis (Kraków)

Rada Naukowa: prof. dr hab. Tadeusz Sikora (przewodniczący), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Mariola Friedrich, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Waldemar Gustaw, prof. dr Jerzy Jankun (USA), prof. dr hab. Agnieszka Kita, prof. dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudysz, prof. dr hab. Jan Oszmiański, prof. dr hab. Mariusz Piskula, prof. dr Jan Pokorny (Czechy), prof. dr Roman Przybylski (Kanada), prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, dr Andrzej Sośnicki (USA), prof. dr hab. Krzysztof Surówka, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, dr John Wojciak (Kanada).

WYDAWCA: POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTI WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą czasopisma był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2018
Printed in Poland

e-ISSN 2451-0777 ISSN 2451-0769

Czasopismo w postaci elektronicznej jest wersją główną (pierwotną)

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

Projekt okładki: Jolanta Czarnecka

Zdjęcie na okładce: mikelaptev-Fotolia.com

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

Tel. 608 024 572

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

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4 (117)

Kraków 2018

Rok 25

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	3
IWONA WRZEŚNIEWSKA-WAL: Bezpieczeństwo upraw GMO i żywności GM na podstawie nowych regulacji prawnych na poziomie międzynarodowym i krajowym	5
KATARZYNA KOSIOR: Potencjał technologii Blockchain w zapewnianiu bezpieczeństwa i jakości żywności	18
ELENA HORSKÁ, PETER ŠEDÍK, JAKUB BERČÍK, ANDRZEJ KRASNODEBSKI, MARIUSZ WITCZAK, AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ: Aromakologia w sektorze żywności – aspekty wyboru produktów żywnościowych przez konsumentów	33
JERZY OSOWSKI: Innowacyjność i optymalizacja w ochronie upraw ziemniaka	42
AGNIESZKA NEMŚ, ANNA PĘKSA, AGNIESZKA KITA, JOANNA MIEDZIANKA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK: Jakość suszy i chrupek z ziemniaków odmian o fioletowej i czerwonej barwie mięszu	56
PIOTR KOŁODZIEJCZYK, JAN MICHNIEWICZ: Wartość żywieniowa oraz strawność i zdolność do fermentacji przy udziale mikroflory jelitowej człowieka <i>in vitro</i> wysokobłonnikowych produktów żywnościowych	72
ANNA OSTROWSKA, MAGDALENA KOZŁOWSKA, DANUTA RACHWAŁ, PIOTR WNUKOWSKI, EWA NEBESNY, JUSTYNA ROSICKA-KACZMAREK: Koncentrat białkowo-błonnikowy z rzepaku – skład chemiczny i właściwości funkcjonalne	86
KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA: Wpływ dodatku białek grochu oraz transglutaminazy na zmniejszenie zawartości tłuszczu w smażonym makaronie instant	100
DOROTA GAŁKOWSKA, MONIKA POŁUDNIAK, LESŁAW JUSZCZAK: Wpływ zastąpienia sacharozy glikozydami stewiolowymi na charakterystykę reologiczną deserów na bazie skrobi	111
MAŁGORZATA DŽUGAN, ANDŻELIKA RUSZEL, MONIKA TOMCZYK: Jakość miodów importowanych dostępnych na rynku podkarpackim	127
KRZYSZTOF GODULA, IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, ELŻBIETA MULAŁKA: Stabilność przechowalnicza twarogów tradycyjnych i bezlaktozowych	140
ADAM FLORKIEWICZ, MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ, SŁAWOMIR PIETRZYK: Jakość sensoryczna warzyw kapustnych gotowanych metodą sous-vide oraz tradycyjnymi technikami obróbki hydrotermicznej	150
AGNIESZKA PALKA, MAGDA ŚNIEGOCKA-DWORAK, ALEKSANDRA WILCZYŃSKA: Sprzedaż bezpośrednia a bezpieczeństwo żywności pochodzenia zwierzęcego na przykładzie praktyk w powiecie tczewskim	172
DOMINIK ZIMON: Wpływ implementacji znormalizowanych systemów zarządzania na funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności	185
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	194
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	198
Technolog Żywności	203
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 114 - 117	211
Wykaz nazwisk Autorów w 2018 roku	215
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2018 roku	217

Zamieszczone artykuły są recenzowane

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

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 4 (117)

Kraków 2018

Vol. 25

CONTENTS

From the Editor.....	3
IWONA WRZEŚNIEWSKA-WAL: Safety of GMO crops and GM foods in the light of new legal regulations at international and national level.....	5
KATARZYNA KOSIOR: Potential of Blockchain technology to ensure food safety and quality ..	18
ELENA HORSKÁ, PETER ŠEDÍK, JAKUB BERČÍK, ANDRZEJ KRASNODĘBSKI, MARIUSZ WITCZAK, AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ: Aromachology in food sector – aspects of consumer food products choice.....	33
JERZY OSOWSKI: Innovation and optimization in potato cultivation protection.....	42
AGNIESZKA NEMŠ, ANNA PĘKSA, AGNIESZKA KITA, JOANNA MIEDZIANKA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK: Quality of fried potatoes and snacks made from purple and red fleshed potatoes.....	56
PIOTR KOŁODZIEJCZYK, JAN MICHNIEWICZ: Nutritional value and <i>in vitro</i> digestibility of high-fibre rye products as well as their <i>in vitro</i> fermentability by human faecal microflora	72
ANNA OSTROWSKA, MAGDALENA KOZŁOWSKA, DANUTA RACHWAŁ, PIOTR WNUKOWSKI, EWA NEBESNY, JUSTYNA ROSICKA-KACZMAREK: Rapeseed protein-fibre concentrate: chemical composition and functional properties	86
KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA: Effect of pea protein and transglutaminase additives on reducing fat content in fried instant noodles.....	100
DOROTA GAŁKOWSKA, MONIKA POŁUDNIAK, LESŁAW JUSZCZAK: Effect of substituting sucrose with steviol glycosides on rheological characteristics of starch-based desserts.....	111
MAŁGORZATA DŽUGAN, ANDŻELIKA RUSZEL, MONIKA TOMCZYK: Quality of imported honeys obtainable on the market in the Podkarpacie region	127
KRZYSZTOF GODULA, IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, ELŻBIETA MULAŁKA: Storage stability of traditional and lactose-free acid curd cheese (tvorog).....	140
ADAM FLORKIEWICZ, MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ, SŁAWOMIR PIETRZYK: Sensory quality of <i>Brassica</i> vegetables processed using sous-vide and traditional hydrothermal techniques	150
AGNIESZKA PALKA, MAGDA ŚNIEGOCKA-DWORAK, ALEKSANDRA WILCZYŃSKA: Direct sales and food safety of animal origin exemplified by practices in Tczew powiat	172
DOMINIK ZIMON: Effect of implementing standardized management systems on functioning of food supply chains	185
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation.....	194
LESŁAW JUSZCZAK: Book reviews	198
The Food Technologist	203
Annual contents.....	211
Index of Authors	215
Index of Reviewers.....	217

Only reviewed papers are published

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 4 (117) czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, który zamyka cykl wydań w 2018 roku. Publikujemy w nim artykuły naukowe o zróżnicowanej tematyce, zawierające wyniki badań z krajowych ośrodków zajmujących się szeroko pojętą nauką o żywności i żywieniu. Zapraszamy również do lektury tzw. stałych działów. W jednym z nich, w Technologu Żywności, podaliśmy m.in. informacje o wybranych konferencjach współorganizowanych przez PTTŻ. Na końcu zeszytu zamieściliśmy natomiast spis artykułów opublikowanych w roku 2018 oraz wykazy Autorów i Recenzentów.

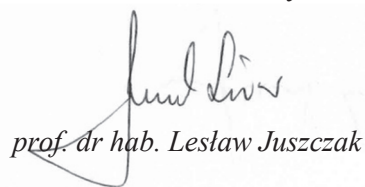
W ramach zapewniania otwartego dostępu do publikacji z czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość na stronie internetowej Wydawnictwa, w archiwum wydań, znajdują się pełne zeszyty ŻNTJ oraz poszczególne artykuły od 1994 do 2018 roku włącznie. Baza danych do wyszukiwania oraz wyszukiwarka umożliwiają odszukiwanie interesujących Państwa artykułów według różnych kryteriów. Realizacja wymienionych zadań była możliwa dzięki corocznemu wsparciu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego środkami przeznaczonymi na działalność upowszechniającą naukę.

Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej:
<http://wydawnictwo.pttz.org>

Jednocześnie życzymy Państwu samych sukcesów w roku 2019.

Kraków, grudzień 2018 r.

Redaktor Naczelny



prof. dr hab. Lesław Juszcak

KOMUNIKAT

W roku 2018 Wydawnictwo Naukowe PTTŻ realizuje zadanie z zakresu upowszechniania publikacji naukowych, które ukazują się na łamach czasopisma Żywność. Nauka. Technologia. Jakość pt. „Digitalizacja publikacji naukowych wydanych w czasopiśmie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość w 2018 roku w celu zapewnienia otwartego dostępu do nich przez sieć Internet”.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Zadanie finansowane jest w ramach umowy nr 662/P-DUN/2018 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.

IWONA WRZEŚNIEWSKA-WAL

**BEZPIECZEŃSTWO UPRAW GMO I ŻYWNOŚCI GM NA PODSTAWIE
NOWYCH REGULACJI PRAWNYCH NA POZIOMIE
MIĘDZYNARODOWYM I KRAJOWYM**

S t r e s z c z e n i e

Wprowadzenie na rynek nowoczesnych technologii, dzięki którym możliwa jest produkcja żywności GM, nieustannie wymusza powstawanie nowych regulacji prawnych nie tylko na poziomie krajowym, ale i międzynarodowym. Wiąże się to z procesem globalizacji: rozprzestrzeniania się zwyczajów, wartości i technologii w taki sposób, że mają one wpływ na ludzkie życie na świecie. Instrumentem ułatwiającym proces globalizacji są umowy o usuwaniu wzajemnych barier w handlu. Od 2013 roku negocjowane jest nowe porozumienie USA - UE. Jest to umowa o Transatlantyckim Partnerstwie w dziedzinie Handlu i Inwestycji (TTIP), która wiąże się z liberalizacją handlu towarami, a także z usługami w wielu dziedzinach gospodarki Unii Europejskiej i Stanów Zjednoczonych. Rolnictwo jest jednym z najtrudniejszych i najbardziej wrażliwych sektorów w tych negocjacjach. Wynika to z faktu, że Unia Europejska i Stany Zjednoczone mają odmienne podejście do wielu zagadnień dotyczących produkcji i handlu artykułów rolnych i rolno-spożywczych. Przeszkodą w przyszłych negocjacjach jest obszar żywności GM. W Unii Europejskiej Parlament Europejski i Rada UE ustanowiły regulacje prawne wprowadzające surowe procedury postępowania z GMO. Tymczasem w Stanach Zjednoczonych nie ma jednolitej odrębnej regulacji dotyczącej żywności GM. W opracowaniu wskazano na zasadnicze różnice między unijnym modelem prawnym bezpieczeństwa żywności GM uwzględniającym zasadę ostrożności a amerykańskim modelem regulacji posługującym się zasadą równoważności.

Słowa kluczowe: żywność GM, globalizacja, bezpieczeństwo żywności, prawo

Wprowadzenie

Współzależność i integracja państw, gospodarek oraz kultur sprawia, że nowe technologie rozprzestrzeniają się w taki sposób, że mają coraz większy wpływ na ludzkie życie na świecie. W literaturze zjawisko to określa się mianem globalizacji.

Instrumentem służącym do zarządzania procesem globalizacji są m.in. umowy międzynarodowe. Jedną z nich była negocjowana od 2013 r. przez USA i UE umowa o Transatlantyckim Partnerstwie w dziedzinie Handlu i Inwestycji (TTIP). Pod koniec 2016 r. po 15 rundach rozmów negocjacje zostały przerwane bez zakończenia [4]. W lipcu 2018 r. USA i Unia rozpoczęły nowe rozmowy dotyczące ułatwień we wzajemnym handlu. Porozumienie ma objąć reformę Światowej Organizacji Handlu (WTO) m.in. w kwestii przyspieszenia rozstrzygania sporów. Negocjacje, których ostatecznym celem byłoby całkowite zniesienie barier (celnych i regulacyjnych) w handlu prawie wszystkimi towarami w przyszłości będą również dotyczyć niektórych produktów rolnych (np. soi) [17]. Niemniej jednak odmienne standardy bezpieczeństwa żywności oraz ochrony konsumentów europejskich stanowią istotną przeszkodę w przyszłych negocjacjach. Powodem są rozbieżności pomiędzy UE a USA w kwestiach tak fundamentalnych, jak koncepcja zarządzania ryzykiem oraz poziom ochrony wymaganej przy wprowadzaniu do obrotu żywności GM. W tym zakresie prawo UE uwzględniające zasadę ostrożności jest restrykcyjne, a USA uznają koncepcję istotnej równoważności i nie mają jednolitej regulacji. Tymczasem w Polsce sejm uchwalił zmianę ustawy o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych, która dostosowuje nasze ustawodawstwo do reguł UE. Nowa ustawa ma umożliwić Polsce wykonanie wyroku Trybunału Sprawiedliwości UE w sprawie C-478/13. Powyższe orzeczenie było wynikiem skargi Komisji Europejskiej, która zarzuciła Polsce, że w krajowym porządku prawnym nie ma regulacji wskazujących na obowiązek powiadamiania właściwych władz polskich o lokalizacji upraw GMO zgodnie z częścią C dyrektywy 2001/18/WE oraz nie ma rejestru lokalizacji tych upraw. Obecnie w Polsce obowiązuje jednak zakaz prowadzenia upraw GMO, co oznacza, że nawet po wprowadzeniu ww. produktów do obrotu stosownymi regulacjami unijnymi nie będzie można ich wprowadzić na terytorium Polski.

Bezpieczeństwo żywności a globalizacja

Rozwój wymiany handlowej, której sprzyja globalizacja, oprócz wielu niekwestionowanych korzyści stwarza także liczne niebezpieczeństwa. Globalizacja to etapowy proces liberalizacji przepływów towarów, usług, kapitału ludzkiego i finansowego zmierzający do stworzenia zintegrowanej, globalnej przestrzeni budowanej na korporacyjnym łańdżu instytucjonalnym, dzięki któremu możliwe staje się funkcjonowanie w skomplikowanej sieci powiązań [19]. Od początku zauważono bowiem, że sprawy związane ze swobodnym przepływem szczególnego rodzaju towaru, jakim jest żywność, mają istotne znaczenie dla zdrowia, a nawet życia konsumentów. Globalizacja generalnie tworzy środowisko niekorzystne dla stanu bezpieczeństwa żywności, co zmusza do przeciwdziałania we wszystkich wymiarach, tj. krajowym, regionalnym oraz globalnym [13].

Instrumentem służącym globalizacji miała stać się negocjowana od 2013 r. przez USA i UE umowa o Transatlantyckim Partnerstwie w dziedzinie Handlu i Inwestycji (TTIP). W ramach TTIP do października 2016 r. odbyło się 15 rund negocjacyjnych, potem negocjacje zostały przerwane. W momencie negocjacji nowego porozumienia o ułatwieniach w handlu pomiędzy USA a UE warto zastanowić się, jakie problemy w obszarze rolnictwa pojawiły się w trakcie negocjacji TTIP. Samą umowę o Transatlantyckim Partnerstwie w dziedzinie Handlu i Inwestycji Komisja Europejska definiowała jako porozumienie, które ma zlikwidować bariery handlowe dotyczące licznych gałęzi gospodarki, tak aby ułatwić zakup i sprzedaż dóbr oraz usług między UE a Stanami Zjednoczonymi [24]. Celem miało być usunięcie zbędnych przeszkód w handlu i inwestycjach poprzez osiągnięcie zgodności uregulowań prawnych. Wiele kontrowersji budził temat produktów rolnych. [14]. Należy podkreślić, że od początku rolnictwo było dziedziną newralgiczną w rokowaniach umowy TTIP, ponieważ postrzeganie organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO), klonowania zwierząt i zdrowia konsumenta wykazuje różne tendencje w USA i w UE [15]. W Stanach Zjednoczonych obowiązują znacznie bardziej liberalne przepisy w tym zakresie – producenci nie mają nawet obowiązku informowania o GMO. W Europie te przepisy są znacznie bardziej restrykcyjne. Wynika to przede wszystkim ze sprzeciwu na liberalizację przepisów ze strony takich krajów, jak Polska [24].

Zasady równoważności i ostrożności

Fundamentalne różnice w podejściu do żywności GM w USA i w UE wynikają z innych metod oceny ryzyka w kontekście bezpieczeństwa tej żywności. W regulacjach UE ocena ryzyka uwzględnia zasadę ostrożności, a w USA – zasadę równoważności. Początkowo amerykańscy naukowcy z rezerwą podchodzili do organizmów genetycznie zmodyfikowanych. Zwracano wówczas uwagę na brak wiedzy, co do konsekwencji stosowania nowej technologii [26]. Z czasem zaczęto jednak dostrzegać komercyjny potencjał biotechnologii, co wpłynęło na potraktowanie zasad bezpieczeństwa jako drugorzędnych [16].

Konsumenci w Europie po raz pierwszy dowiedzieli się o genetycznie zmodyfikowanej żywności w 1996 r., kiedy zaczęto sprowadzać soję uprawianą w USA, odporną na herbicydy. W USA soję GMO mieszano z konwencjonalnymi nasionami i eksportowano do Europy. Pomimo że Europejczycy nie mieli zaufania do amerykańskiej soi, to Amerykańskie Stowarzyszenie Producentów Soi odmówiło oddzielania ziarniaków genetycznie zmodyfikowanych, uzasadniając, że jest ona „równoważnym substytutem” soi zwyczajnej. Pomysł „istotnej równoważności” rozwijany przez WHO, WTO i OECD [30] zakładał, że żywność GM jest zasadniczo taka sama jak naturalna. Stanowisko to przyjęła amerykańska Agencja Żywności i Leków (FDA), która już na początku lat 90. XX wieku, kiedy w USA wprowadzano do uprawy pierw-

sze rośliny transgeniczne, stwierdziła, że tego typu surowce nie różnią się od roślin konwencjonalnych. Jest to tzw. podejście sektorowe, w ramach którego GMO traktowane jest jak każdy inny składnik danego produktu i poddawane regulacjom dotyczącym całego produktu w ramach istniejących systemów prawnych dotyczących żywności i ochrony roślin [19].

Nasilający się eksport amerykańskiej soi i kukurydzy do Europy oraz różnice występujące w prawodawstwie poszczególnych państw członkowskich dotyczące żywności GM miały bezpośredni wpływ na decyzję o wprowadzeniu nowego instrumentu prawnego, który na podstawie zasady „istotnej równoważności” miał zagwarantować bezpieczeństwo wprowadzanej na rynek żywności GM i jej składników. Tym instrumentem było Rozporządzenie WE nr 258/97 z dnia 27 stycznia 1997 r. dotyczące nowej żywności i nowych składników żywności [22] wprowadzające uproszczony tryb wydawania zezwoleń (bez oceny zagrożeń) stosowany do produktów spożywczych, które zawierają GMO, ale mogą być uznane za „zasadniczo równoważne” z żywnością konwencjonalną. Jednak samo rozporządzenie WE nr 258/97 ani też inne regulacje prawne nie wyjaśniają, jakie przesłanki mają być spełnione do uznania tej równoważności [25]. Niedoskonałości związane z brakiem definicji terminu „zasadniczo równoważne” w rozporządzeniu WE nr 258/97 stanowią tylko fragment problemu bezpieczeństwa żywności [12]. Błąd tej metody tkwi w tym, że bazuje ona na ryzyku, jakie może wpływać ze znanych wskaźników i ignoruje niezamierzone efekty czynników jeszcze niepoznanych. I tak na przykład genetycznie zmodyfikowana żywność może zawierać nieznane nowe cząsteczki, które mogą być toksyczne lub powodować reakcje alergiczne. Zaznaczyć też trzeba, że metoda równoważnej substytucji jest niezgodna z koncepcją badań naukowych, ponieważ nie dopuszcza badania produktów zmodyfikowanych genetycznie przy założeniu, że nie powodują one zmian, które są bardziej niebezpieczne niż w tradycyjnych produktach [28]. Na podstawie tych rozważań można stwierdzić, że stosowanie zasady „istotnej równoważności”, jako podstawy oceny ryzyka, jest bardzo niedoskonałe i nie można na niej polegać jako na jedynym kryterium przy ocenianiu bezpieczeństwa żywności. Podejście takie sprawia, że w przypadku „istotnej równoważności” ocena ryzyka staje się narzędziem administracyjnym, a nie oceną bezpieczeństwa żywności [25].

Powyższe wnioski skłoniły ekspertów do stwierdzenia, że środki prawne, które zapewnią bezpieczeństwo żywności, powinny uwzględniać analizę ryzyka. Może ona na podstawie dostępnych informacji i danych w sposób niezależny, obiektywny i przejrzysty ocenić zagrożenie. W procedurze tej doradztwo naukowe szacuje ewentualne zagrożenie zdrowia ludzkiego szczególnie ze strony produktów żywnościowych, metod produkcji, warunków higieny itp. w celu ochrony zdrowia człowieka oraz minimalizowania występowania chorób [11]. Termin analiza ryzyka obejmuje następujące procesy: ocenę ryzyka (opinia naukowa oraz analiza informacji), zarządzanie ryzykiem

(regulacje prawne i kontrola) oraz komunikacje ryzyka. W przypadku żywności GM największe znaczenie ma jednak zasada ostrożności, która w oczekiwaniu na naukowe dowody umożliwiające bardziej wszechstronną ocenę ryzyka pozwala przyjąć tymczasowe środki zarządzania ryzykiem, konieczne do zapewnienia wysokiego poziomu ochrony zdrowia. W UE dominuje zasada ostrożności, a brak pewności naukowej co do ewentualnych zagrożeń związanych z określonym rodzajem żywności jest podstawą do podejmowania środków prewencyjnych, a w USA dopiero naukowe wykazanie zagrożeń stanowi asumpt do podjęcia działań.

Wprowadzanie żywności GM do obrotu w UE i USA

Przy wprowadzaniu żywności GM do obrotu na terenie UE, a tym samym i w Polsce, obowiązują restrykcyjne przepisy prawne. Tymczasem w USA jest podejście dość liberalne.

Regulacje przyjęte w UE zorientowane są na ochronę zdrowia i środowiska, a równocześnie mają istotny wpływ na zabezpieczenie funkcjonowania rynku wewnętrznego, w tym swobodnego przepływu towarów. Obowiązujące w tej materii regulacje: Dyrektywa 2001/18/WE w sprawie zamierzonego uwalniania do środowiska naturalnego organizmów zmodyfikowanych genetycznie [3] oraz Rozporządzenie WE nr 1829/2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy [20], a także rozporządzenie WE nr 1830/2003 [21], na podstawie którego wprowadzono system umożliwiający prześledzenie (*traceability*) przepływu produktów GM w łańcuchu produkcji i dystrybucji, stanowią podstawę prawnego modelu bezpieczeństwa wprowadzania na rynek żywności GM w UE. Zgodnie z tymi regulacjami żaden podmiot nie może wprowadzać do obrotu żywności GM, jeśli nie ma zezwolenia udzielonego zgodnie z postanowieniami Rozporządzenia WE nr 1829/2003 w sprawie żywności GM. Jednak zezwolenia na wprowadzenie do obrotu żywności GM nie udziela się, jeśli podmiot występujący o takie zezwolenie nie udowodni w wystarczający sposób, że spełnia ona wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Wspomniany podmiot składa wniosek do kompetentnego organu w państwie członkowskim, w którym dany produkt GM ma być po raz pierwszy wprowadzony do obrotu. W Polsce jest to Główny Inspektor Sanitarny. Następnie streszczenie zawartości akt złożonych przez wnioskodawcę (firmę) jest bezzwłocznie przekazywane do Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). EFSA informuje o wniosku Komisję i pozostałe państwa członkowskie, udostępniając im wniosek oraz wszelkie uzupełniające informacje przekazane przez wnioskodawcę. Ponadto EFSA sporządza streszczenie dokumentacji i udostępnia opinii publicznej, co ma zapewnić większą przejrzystość i przewidywalność omawianych regulacji [10]. Naukowe opinie EFSA są jednym z filarów, na podstawie których opracowywane są regulacje w UE. Opinia naukowa EFSA jest również dostępna dla społeczeństwa. Od dnia opublikowania tej opinii jest 30 dni na zgłaszanie do Komisji

wszelkich uwag i zastrzeżeń. Procedura konsultacji ze społeczeństwem jest blisko związana z szerszą tendencją do wprowadzania elementów demokracji we współczesnych regulacjach prawnych [18]. Jednak pomimo tylu informacji dotyczących możliwości zgłaszania uwag przez opinię publiczną przepisy rozporządzenia WE nr 1829/2003 nie regulują podstawowej kwestii: w jaki sposób owe opinie wpłyną na podejmowaną przez Komisję decyzję, czy mają być publikowane, brane pod uwagę czy też ujęte w decyzji dotyczącej zezwolenia na wprowadzenie żywności GM [1]. Należy podkreślić, że w procedurze wydawania zezwolenia istotną rolę mają opinie naukowe EFSA dotyczące aspektów zdrowotnych i środowiskowych wprowadzanej na rynek żywności GM. Opinie te mogą wywołać bezpośrednie skutki prawne dla wnioskodawców związane z wydaniem zezwolenia bądź odmową. Kolejnym krokiem procedury jest przygotowanie i przyjęcie decyzji dotyczącej wniosku. Formułując projekt Komisja jest zobowiązana do kierowania się wskazaniem zawartymi w opinii EFSA, ale projekt decyzji nie musi być z nią zgodny. W tych sytuacjach Komisja przedstawia te rozbieżności. Następnie projekt decyzji jest głosowany, a Komisja bezzwłocznie informuje wnioskodawcę o podjętej decyzji i publikuje jej szczegóły w Dzienniku Urzędowym UE. Decyzja wydawana jest na 10 lat.

W Europie opinia publiczna domagała się możliwości dokonywania wyboru w sprawie kupowania i spożywania żywności GM. W związku z tym problem ten uregulowano na poziomie rozporządzenia, które określa zakres wymagań dotyczących znakowania produktów zawierających GMO, a także produktów składających się z GMO lub wytworzonych z GMO, niezależnie od tego, czy w produkcie finalnym jest możliwe do zidentyfikowania DNA lub białko pochodzące z modyfikacji genetycznej, czy nie. W praktyce oznacza to obowiązek znakowania takich produktów, jak np. ciukier bądź wysoko rafinowane oleje produkowane z surowców zmodyfikowanych genetycznie. Jednak omawiane przepisy nie obejmują produktów otrzymanych za pośrednictwem GMO, czyli takich, które są pozyskiwane z pomocą materiału genetycznie zmodyfikowanego, lecz nie zawierają go w produkcie końcowym (np. ser produkowany za pomocą enzymu zmodyfikowanego genetycznie, który nie występuje jednak w produkcie końcowym). To samo dotyczy mięsa, mleka lub jaj pozyskanych ze/lub od zwierząt karmionych paszą genetycznie zmodyfikowaną, lub które poddawano terapii lekami genetycznie zmodyfikowanymi. Te produkty nie muszą być specjalnie oznakowane. Powyższe wymogi nie mają zastosowania do produktów GM, w których ilość GMO jest mniejsza niż 0,9 % pod warunkiem, że zawartość ta jest niezamierzona lub technicznie nieunikniona.

W USA wprowadzanie żywności GM na rynek nie wymaga uzyskania zezwoleń, jak ma to miejsce w UE. Polityka rządu Stanów Zjednoczonych polega na poszukiwaniu rozwiązań regulacyjnych, które chronią zdrowie i środowisko, przy jednoczesnym zmniejszaniu obciążeń regulacyjnych i unikaniu nieuzasadnionego hamowania inno-

wacji, wykorzystywania nowych technologii lub tworzeniu barier handlowych. W tym celu w 1986 r. wydano pierwszy dokument poświęcony problematyce biotechnologii rolniczej. Był nim Ujednolicony Dokument Ramowy o Regulowaniu Biotechnologii (Coordinated Framework for Regulation of Biotechnology) [5], który nakreślił kompleksową federalną politykę regulacyjną w celu zapewnienia bezpieczeństwa produktów biotechnologicznych. W dokumencie tym dążono do osiągnięcia równowagi między przepisami zapewniającymi ochronę zdrowia i środowiska przy jednoczesnym zachowaniu wystarczającej elastyczności regulacyjnej, tak aby uniknąć zakłóceń przy wprowadzaniu innowacji. Stwierdzono w nim, że żywność genetycznie zmodyfikowana nie różni się od wyrobów wyprodukowanych konwencjonalnie. Tym samym przedmiotem regulacji amerykańskiego prawa jest produkt, a nie proces. Jednak już w 1992 r. wydano pierwszą aktualizację do powyższego dokumentu, która określała podstawę naukową uwzględniającą ryzyko dla nadzoru nad działaniami wprowadzającymi produkty biotechnologiczne do środowiska [6]. W aktualizacji potwierdzono, że nadzór federalny powinien koncentrować się na charakterystyce produktu, środowisku, w którym jest wprowadzany oraz na zamierzonym wykorzystaniu produktu, a nie na procesie, w którym produkt jest tworzony. Następnie 2 lipca 2015 r. Biuro Wykonawcze Prezydenta (EOP) wydało memorandum „Produkty biotechnologiczne” nawiązujące do produktów opracowanych za pomocą inżynierii genetycznej lub ukierunkowanych, lub *in vitro* manipulacji informacjami genetycznymi organizmów, w tym roślin, zwierząt i drobnoustrojów [7]. W tym dokumencie doprecyzowano zadania i odpowiedzialność głównych agencji federalnych, które sprawują nadzór nad produktami biotechnologii. W Dokumencie Ramowym o Regulowaniu Biotechnologii nadzór ten powierzono trzem instytucjom: Agencji Żywności i Leków (Food and Drug Administration – FDA), która odpowiada za zapewnienie bezpieczeństwa żywności GM, Amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency – EPA), która gwarantuje, że GMO będzie bezpieczne dla środowiska oraz Departamentowi Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (United States Department of Agriculture – USDA), który w ramach Inspekcji Zdrowia Zwierząt i Roślin (Animal and Plant Health Inspection Service – APHIS) odpowiada za normy prawne w zakresie uwalniania do środowiska nowych gatunków roślin GMO [23]. W strategii zapewnia się, że federalny system regulacyjny jest przygotowany do skutecznej oceny ewentualnych zagrożeń przyszłych produktów biotechnologii [8].

Żywność, w tym żywność GM, podlega wymogom określonym w federalnej ustawie o żywności, lekach i kosmetykach z dnia 25 czerwca 1938 r. (Federal Food, Drug, and Cosmetic Act – FFDCa). Z ustawy tej wynika szereg obowiązków podmiotów zaangażowanych w produkcję, przetwarzanie lub dystrybucję żywności mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa żywności. Wytyczne dotyczące sposobu interpretacji FFDCa w odniesieniu do żywności GM zawarte zostały w „Oświadczeniu o poli-

tyce żywności pochodzącej z nowych odmian roślin” (Statement of Policy: Foods Derived From New Plant Varieties) wydanym w 1992 r. przez FDA [14]. W oświadczeniu tym FDA potwierdziła, że w większości przypadków żywność otrzymywaną z GMO będzie traktować, jak tę pochodzącą z roślin wyhodowanych w sposób konwencjonalny i co do zasady taka żywność jest bezpieczna. Jednakże w odniesieniu do produktu GM, który różni się znacznie strukturą, funkcją lub kompozycją od substancji obecnych w żywności, wymagane jest zatwierdzenie nowej substancji [9].

W USA producent musi samodzielnie ustalić na podstawie ogólnych przepisów prawa żywnościowego, czy jego produkty spełniają wymogi bezpieczeństwa żywności. W procesie oceny bezpieczeństwa głównie podmiot zamierzający wprowadzić żywność GM do obrotu weryfikuje, czy nowy czynnik, który pojawia się w żywności, nie jest toksyczny lub nie wywołuje alergii, a poza tym dokonuje analizy różnic pomiędzy zmodyfikowanym i konwencjonalnym produktem w zakresie wartości odżywczej (np. zawartości białka, tłuszczów, witamin, składników mineralnych). Wyniki takiej oceny przedsiębiorca konsultuje z FDA, w której zespół oceny biotechnologicznej (Biotechnology Evaluation Team), składający się z naukowców specjalizujących się m.in. w biotechnologii, toksykologii, chemii, naukach o żywieniu, na podstawie danych otrzymanych od wnioskującego podmiotu dokonuje oceny bezpieczeństwa i zgodności z prawem nowego środka spożywczego [14].

W USA nie ma prawa wymagającego oznakowania żywności GM lub żywności zawierającej składniki GMO. W odniesieniu do żywności zmodyfikowanej genetycznie FDA stwierdziła w dokumentach dotyczących polityki bezpieczeństwa, że jeśli produkt żywnościowy zmodyfikowany genetycznie nie różni się istotnie od tradycyjnego odpowiednika, nie ma potrzeby znakowania produktu, gdyż nie ma niebezpieczeństwa, przed którym należy ostrzec konsumentów [14]. Przy czym FDA dopuszcza możliwość zamieszczania na etykiecie zarówno informacji o tym, że dana żywność została lub nie została wytworzona z GMO. W przypadku produktów wolnych od GMO istnieje system dobrowolnej certyfikacji. Polega on na autorytatywnym stwierdzeniu niezależnej jednostki (tzw. strony trzeciej), że przedsiębiorca posiada wdrożony system jakości, który w praktyce zapewnia nieobecność składników zmodyfikowanych genetycznie w wyrobach wprowadzanych na rynek.

Regulacje krajowe

Wyrazem poparcia dla restrykcyjnych przepisów UE jest uchwalona przez polski sejm 22 marca 2018 r. Ustawa o zmianie ustawy o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych oraz niektórych innych ustaw [27]. Ta nowa regulacja ma realizować cele polityki rolnej UE polegające na zwiększaniu bezpieczeństwa zdrowia ludzi i ochrony środowiska po pierwsze poprzez pełne wdrożenie do polskiego porządku prawnego wszystkich postanowień dyrektywy 2001/18/WE regulującej za-

gadnienia zamierzonego uwolnienia organizmów genetycznie zmodyfikowanych do środowiska, a po drugie poprzez ustanowienie mechanizmów umożliwiających skuteczną kontrolę oraz ograniczanie upraw GMO. Poprzednio obowiązująca regulacja pozostawała w sprzeczności z dyrektywą 2001/18/WE, ponieważ Polska nie wypełniła obowiązku wynikającego z art. 31 ust. 3 lit. b tej dyrektywy (zagadnienie zgłaszania, rejestracji i informowania społeczeństwa o uprawach GMO). W związku z tym 2 października 2014 r. Trybunał Sprawiedliwości UE wydał wyrok, w którym orzekł, że Rzeczpospolita Polska uchybiła zobowiązaniom ciążącym na niej na mocy art. 31 ust. 3 lit. b tej dyrektywy [29]. Do czasu uchwalenia nowej ustawy w Polsce nie udało się uregulować problemu zgłaszania i rejestracji upraw GMO. W Polsce nie prowadzi się jednak upraw GMO, a jest to możliwe dzięki dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/412 [2], która zmieniała pierwotną dyrektywę 2001/18/WE w zakresie umożliwienia państwom członkowskim ograniczania lub zakazu uprawy organizmów zmodyfikowanych genetycznie na swoim terytorium. Ten nowy akt prawny pozwala państwom członkowskim na wprowadzenie zakazu uprawy roślin GMO bez uzasadniania swojego stanowiska jakimikolwiek dowodami naukowymi. Polska skorzystała z tej możliwości i we wrześniu 2015 r. zgłosiła wyłączenie swojego terytorium spod możliwości uprawy zmodyfikowanej kukurydzy, które dopuszczone są obecnie do obrotu w celu uprawy w Unii Europejskiej. Pomimo to art. 49a ust. 2 - 18 znowelizowanej ustawy o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych przewiduje ewentualne prowadzenie upraw GMO oraz kwestie zgłaszania ich ministrowi środowiska, co spełnia wymagania art. 31 ust. 3 lit. b) dyrektywy 2001/18/WE w zakresie powiadamiania organów państwa o uprawach GMO, a tym samym wykonuje wyrok Trybunału Sprawiedliwości UE w sprawie C-478/13. Wykonanie ww. wyroku w zakresie prowadzenia upraw GMO jest głównym celem nowelizacji ustawy o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych. Przeciwnicy tych rozwiązań uważają, że rejestr jest niepotrzebny, skoro i tak brak możliwości uprawiania GMO na terytorium Polski.

Nowe przepisy zakładają zachowanie zasad bezpieczeństwa, ponieważ podmiot planujący uprawę GMO musiałby przede wszystkim udowodnić brak negatywnego wpływu uprawy danej rośliny GMO na bezpieczeństwo środowiska. Prowadzenie uprawy GMO będzie wymagało utworzenia specjalnej strefy jej prowadzenia. Będzie ona możliwa do utworzenia po uzyskaniu zezwolenia, które wydaje minister środowiska po zasięgnięciu opinii ministra właściwego do spraw rolnictwa oraz opinii rady gminy, na której terenie planowana jest uprawa GMO. Ustawa przewiduje konieczność przedłożenia pisemnych oświadczeń właścicieli i użytkowników wieczystych nieruchomości, a także pszczelarzy lub związków pszczelarzy, których nieruchomości lub pasieki są położone w odległości do 30 km od granicy gruntu rolnego, na którym ma być prowadzona uprawa GMO, że nie wyrażają oni sprzeciwu w związku z zamiarem

utworzenia takiej strefy. Kontrola zgodności prowadzonych upraw z przepisami nowej ustawy jest przeprowadzana przez Wojewódzkiego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa, właściwego ze względu na miejsce prowadzenia danej uprawy. Przewidziane są również sankcje karne za prowadzenie uprawy bez zezwolenia.

Podsumowanie

Do tej pory nie udało się w badaniach naukowych stwierdzić negatywnego wpływu genetycznie zmodyfikowanej żywności na organizm ludzki, ale również nie udało się udowodnić, że jest ona nieszkodliwa. Nadal nieznane są skutki, jakie może wywołać długotrwałe spożywanie produktów GM. Istotne w tym przypadku są względy rynkowe i ekonomiczne. Rośliny GMO odznaczają się bowiem często lepszym smakiem i są bardziej dorodne, co może skłaniać konsumenta do ich zakupu. Z tego powodu producenci, upowszechniając stosowanie GMO w żywności, korzystają z wolności gospodarczej zagwarantowanej w regulacjach prawa międzynarodowego. W przyszłości instrumentem gwarantującym swobodę obrotu towarami stanie się negocjowane od lipca 2018 r. nowe porozumienie o ułatwieniach w handlu między USA i UE. Nie należy jednak oczekiwać, że nowe porozumienie wprowadzi standardy współpracy gospodarczej w obszarze żywności, których nie potrafiła wdrożyć Światowa Organizacja Handlu. W obszarze żywności GM przeszkodą w tych negocjacjach będzie prawny model w zakresie bezpieczeństwa żywności GM, w UE tworzony na zasadzie ostrożności, a w USA – na zasadzie równowagi. Stany Zjednoczone preferują podejście sektorowe (wertykalne) cechujące się tym, że GMO traktowane jest jak każdy inny składnik danego produktu i poddawane jest regulacjom dotyczącym całego produktu w ramach istniejących systemów prawnych obejmujących żywność, ochronę roślin itp. W praktyce oznacza to, że użycie tego samego zmodyfikowanego organizmu może być inaczej interpretowane, a to uniemożliwia kompleksowość kontroli. Z kolei podejście UE polega na regulacjach horyzontalnych (dyrektywa 2001/18/WE), traktujących GMO jako jedną całość niezależnie od sposobu jego wykorzystania. Nie wyklucza to również istnienia regulacji wertykalnych ze względu na specyfikę produktu, jaką jest żywność GM. Wtórne prawo UE określiło ten standard bezpieczeństwa w Rozporządzeniu WE nr 1829/2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy oraz w Rozporządzeniu nr 1830/2003 dotyczącym możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie. Ograniczony zakres rozporządzenia powoduje, że w zakresie nieuregulowanym przepisami wertykalnymi znajdują zastosowanie przepisy horyzontalne zapisane w dyrektywie 2001/18/WE. Mieszany charakter tych regulacji jest podstawą prawnego modelu bezpieczeństwa wprowadzania na rynek żywności genetycznie zmodyfikowanej. Ten sam model obowiązuje w Polsce. Uchwalona 22 marca 2018 r. Ustawa o zmianie ustawy o mikroorganizmach i organizmach

genetycznie zmodyfikowanych w pełni dostosowuje polskie prawo do restrykcyjnych regulacji UE.

Literatura

- [1] Dąbrowska P.: Recent developments of the GMO regime in the EU: Drawbacks and improvements in relation to food safety. In: Genetically Modified Organisms and EU Law. Food security in Europe and in the world. 2nd International Workshop for Young Scholars, 26.09.2003.
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/412 z dnia 11 marca 2015 r. w sprawie zmiany dyrektywy 2001/18/WE w zakresie umożliwienia państwom członkowskim ograniczenia lub zakazu uprawy organizmów zmodyfikowanych genetycznie (GMO) na swoim terytorium. Dz. U. L 68, ss. 1-8, z 13.03.2015.
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2001/18/WE z dnia 12 marca 2001 r. w sprawie zamierzonego uwalniania do środowiska organizmów zmodyfikowanych genetycznie i uchylająca dyrektywę Rady 90/220/EWG. Dz. U. L 106, ss. 1-39, z 17.04.2001.
- [4] EU negotiating texts in TTIP. [on line]. Dostęp w Internecie [06.08.2018]: <http://trade.ec.europa.eu/doclib/press/index.cfm?id=1230>
- [5] Executive Office of the President. Office of Science and Technology Policy. Coordinated Framework for Regulation of Biotechnology. 51 FR 23302, 26 June 1986. [on line]. Dostęp w Internecie [5.08.2018]: http://www.aphis.usda.gov/brs/fedregister/coordinated_framework.pdf
- [6] Executive Office of the President. Office of Science and Technology Policy. Exercise of Federal Oversight within Scope of Statutory Authority: Planned Introductions of Biotechnology Products Into the Environment. 57 FR 6753, 27 February 1992. [on line]. Dostęp w Internecie [5.08.2018]: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/57_fed_reg_6753_1992.pdf
- [7] Executive Office of the President. Office of Science and Technology Policy, Office of Management and Budget, United States Trade Representative, and Council on Environmental Quality. Modernizing the Regulatory System for Biotechnology Products, 2 July 2015. [on line]. Dostęp w Internecie [5.08.2018]: https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/modernizing_the_reg_system_for_biotech_products_memo_final.pdf
- [8] Food and Drug Administration: Modernizing the Regulatory System for Biotechnology Products. [on line]. Dostęp w Internecie [5.08.2018]: <https://www.fda.gov/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/BiotechnologyProductsatCVMAnimalsandAnimalFood/ucm520998.htm>
- [9] Food and Drug Administration: Statement of Policy: Foods Derived from New Plant Varieties. [on line]. Dostęp w Internecie [6.08.2018]: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/Biotechnology/ucm096095.htm>
- [10] Franzoni D.: Polityka Wspólnoty Europejskiej dotycząca organizmów modyfikowanych genetycznie. W: GMO – poznajmy swoje poglądy. Mat. konf. Instytutu Na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa, 11-12 kwietnia 2003.
- [11] James P., Kemper F., Pascal G.: Europejski Urząd ds. Żywności i Zdrowia Publicznego. Przyszłość doradztwa naukowego w Unii Europejskiej. Żywność, Żywnienie, Prawo a Zdrowie, 2000, 1 supl., 22-23.
- [12] Jędróska J.: Prawne aspekty kontroli GMO. W: GMO – poznajmy swoje poglądy. Mat. konf. Instytutu Na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa, 11-12 kwietnia 2003.
- [13] Kowalczyk S.: Globalizacja, agrobiznes i produkcja żywności. W: Bezpieczeństwo żywności w erze globalizacji. Red. S. Kowalczyk. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2009, s. 21.
- [14] Korzycka M., Wojciechowski P.: Regulacja prawna żywności genetycznie zmodyfikowanej w USA i UE w kontekście planowanego Transatlantyckiego Porozumienia Handlowo-Inwestycyjnego (TTIP). *Studia Iuridica Lublinensia*, 2017, XXVI (1), 465-488.
- [15] Krzyżanowski J.: Szanse i zagrożenia dla rolnictwa i konsumentów żywności w krajach Unii Europejskiej. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 2016, 3 (348), 3-23.

- [16] Kempa-Dymiska A.: Procedura wprowadzania do obrotu organizmów genetycznie zmodyfikowanych w UE i USA. *Przegląd Prawa Rolnego*, 2013, 1 (12), 153-171.
- [17] Kozieł H.: Ameryka i Europa zawarły rozejm w handlu. [on line]. Rzeczpospolita z dnia 26 lipca 2018. Dostęp w Internecie [6.08.2018]: <https://www.rp.pl/Gospodarka/307269887-Ameryka-i-Europa-zawarly-rozejm-w-handlu.html>
- [18] Łętowska E.: Bariery naszego myślenia o prawie w perspektywie integracji z Europą. *Państwo i Prawo*, 1996, 4-5, 44-58.
- [19] Rosińska-Bukowska M.: Procesy globalizacji i ich wpływ na gospodarkę żywnościową i rolnictwo – przez pryzmat działalności korporacji transnarodowych. *Zesz. Nauk. SGGW w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 2014, 14 (29), zeszyt 1, 97-107.
- [20] Rozporządzenie (WE) nr 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy. *Dz. U. L* 268, ss. 1-23, z 18.10.2003.
- [21] Rozporządzenie (WE) nr 1830/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. dotyczące możliwości śledzenia i etykietowania organizmów zmodyfikowanych genetycznie oraz możliwości śledzenia żywności i produktów paszowych wyprodukowanych z organizmów zmodyfikowanych genetycznie i zmieniających dyrektywę 2001/18/WE. *Dz. U. L* 268, ss. 24-28, z 18.10.2003.
- [22] Rozporządzenie (WE) nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 stycznia 1997 r. dotyczące nowej żywności i nowych składników żywności. *Dz. U. L* 43, ss. 1-6, z 14.02.1997.
- [23] Shapiro S.A.: Biotechnology and the Design of Regulation. *Ecology Law Quarterly*, 1990, 17 (1), 1-70.
- [24] Sobkowiak-Czarnecka M.: Umowa o wolnym handlu pomiędzy Unią Europejską a Stanami Zjednoczonymi – szanse i zagrożenia. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Szczecińskiego. Współczesne Problemy Ekonomiczne. Globalizacja. Liberalizacja. Etyka*, 2015, 11, 79-85.
- [25] Sheridan B.: *EU Biotechnology Law and Practice: Regulating Genetically Modified and Novel Foods Products*. Palladian Law Publishing, Bembridge 2001, p. 143.
- [26] Szkarat M.: Żywność genetycznie zmodyfikowana w stosunkach międzynarodowych. Wyd. UMCS, Lublin 2011, s. 267.
- [27] Ustawa z dnia 22 marca 2018 r. o zmianie ustawy o mikroorganizmach i organizmach genetycznie zmodyfikowanych oraz niektórych innych ustaw. *Dz. U.* 2018, poz. 810.
- [28] Wrzeńska-Wal I.: Żywność genetycznie modyfikowana. *Aspekty prawne*. Wyd. UW, Warszawa 2008, ss. 97-98.
- [29] Wyroku Trybunału Sprawiedliwości Unii Europejskiej z dnia 2 października 2014 r. – Komisja Europejska przeciwko Rzeczypospolitej Polskiej, sprawa C-478/13. *Dz. U. C* 421, ss. 15-16, z 24.11.2014.
- [30] Zimny J.: Zasady przeprowadzania oceny zagrożenia przed uwolnieniem GMO do środowiska oraz zasady monitorowania obecności GMO podczas przeprowadzania eksperymentów polowych. *Mat. konf. IHAR, Radzików*, 23 październik 2004.

SAFETY OF GMO CROPS AND GM FOODS IN THE LIGHT OF NEW LEGAL REGULATIONS AT INTERNATIONAL AND NATIONAL LEVEL

S u m m a r y

Modern technologies make it possible to produce GM foods; however, introducing them to the market continuously necessitates creating new legal regulations not only at the national but, also, at the international level. This is linked to the process of globalization, i.e. the spread of customs, values, and technologies so that they impact human life in the world. Instruments facilitating the process of globalization are agreements on the elimination of mutual trade barriers. A new US-EU agreement has been negotiated since 2013. It is an Agreement on the Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP), which in-

volves the liberalization of trade in goods as well as services in many sectors of the economy of the European Union and the United States. Agriculture is one of the most difficult and most sensitive sectors in those negotiations. The reason thereof is the fact that, in this field, the European Union and the United States have a different approach to many issues concerning the production of and trade in agricultural products and agric-food products. An obstacle to future negotiations is the GM food area. In the European Union, the European Parliament and the EU Council have enacted legal regulations introducing strict procedures for dealing with GMOs. Meanwhile, in the United States there is no separate uniform regulation regarding GM foods. In the paper, there are indicated fundamental differences between the EU legal model of GM food safety involving the precautionary principle and the US regulatory model using the principle of equivalence.

Key words: GM food, globalization, food safety, law 

KATARZYNA KOSIOR

POTENCJAŁ TECHNOLOGII BLOCKCHAIN W ZAPEWNIANIU BEZPIECZEŃSTWA I JAKOŚCI ŻYWNOŚCI

Streszczenie

Blockchain (BCT) jest stosunkowo nową technologią cyfrową, która może zrewolucjonizować funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności. Technologia ta zapewnia możliwość przechowywania informacji o transakcjach i produktach w zdecentralizowanej i rozproszonej oraz niepodatnej na zmiany i manipulacje bazie danych.

Celem pracy było omówienie szans i wyzwań związanych z zastosowaniem BCT w łańcuchach dostaw żywności w obszarach związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa i jakości produktów żywnościowych. W ocenie potencjału tej technologii uwzględnione zostały zarówno zastosowania opisywane w literaturze przedmiotu, jak i efekty wybranych projektów pilotażowych i demonstracyjnych, w ramach których testowane były rozwiązania i aplikacje bazujące na łańcuchu bloków. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że BCT może odegrać pozytywną rolę w zapewnianiu bezpieczeństwa i jakości żywności. Podstawową korzyścią wynikającą z zastosowania tej technologii jest zwiększona przejrzystość działania łańcuchów dostaw żywności. Aplikacje bazujące na BCT pozwalają zwiększyć efektywność systemów śledzenia i identyfikowania produktów rolno-spożywczych w łańcuchu dostaw. W rezultacie mogą skutkować zmniejszeniem liczby przypadków fałszowania żywności i nieuprawnionego stosowania certyfikatów jakości żywności. Ze stosowaniem BCT wiąże się równocześnie określone ryzyko i problemy. BCT nie osiągnął jeszcze pełnej dojrzałości technologicznej – możliwość skalowania BCT może okazać się problemem w bardziej rozbudowanych i złożonych łańcuchach dostaw obejmujących produkty wieloskładnikowe. Wskazać należy ponadto na bariery o charakterze społecznym, ekonomicznym, prawnym i finansowym, które mogą negatywnie wpłynąć na perspektywy szerszego wykorzystania BCT w łańcuchach dostaw żywności. W związku z tym, pomimo rosnącego zainteresowania przedsiębiorstw sektora rolno-spożywczego wykorzystaniem BCT w praktyce, można spodziewać się, że wdrażanie BCT w łańcuchach dostaw żywności będzie następować stosunkowo powoli.

Słowa kluczowe: łańcuchy dostaw żywności, bezpieczeństwo żywności, jakość żywności, technologia Blockchain (BCT)

Wprowadzenie

Nowe technologie cyfrowe zmieniają warunki funkcjonowania i konkurowania podmiotów gospodarczych w różnych branżach i sektorach gospodarki – od sektora finansowego przez przemysł przetwórczy po handel. Również podmioty sektora rolno-spożywczego w coraz większym stopniu wykorzystują możliwości, jakie oferuje cyfrowa rewolucja. Jedną z technologii cyfrowych o szczególnie dużym potencjale dla sektora rolno-spożywczego w kontekście zapewniania bezpieczeństwa i jakości żywności jest Blockchain (BCT). Technologia ta pojawiła się pod koniec ubiegłej dekady w następstwie globalnego kryzysu finansowego lat 2008 - 2009, jako odpowiedź na drastyczne zmniejszenie zaufania do instytucji zaangażowanych w regulację i nadzór nad rynkami finansowymi. Głównym motorem rozwoju łańcucha bloków była idea bitcoina – kryptowaluty funkcjonującej wyłącznie w Internecie poza kontrolą rządu i instytucji finansowych [11]. Zasady działania nowej waluty internetowej opisane zostały w artykule “Bitcoin: A Peer-to-Peer electronic cash system”, który w 2008 roku opublikowany został przez osobę lub grupę osób posługujących się pseudonimem Satoshi Nakamoto [14]. Proponowana wersja płatności elektronicznych miała umożliwić dokonywanie płatności online bezpośrednio między użytkownikami systemu, bez konieczności rejestrowania transakcji przez strony trzecie. Niedługo po publikacji artykułu, w styczniu 2009 roku, pojawił się w Internecie program o otwartym kodzie źródłowym, który wygenerował pierwszy blok 50 bitcoinów (*genesis block*).

BCT nie jest jednak technologią, która ogranicza się do kryptowalut [11]. Dzięki zdecentralizowanej sieci złożonej z dziesiątek tysięcy węzłów (komputerów) dowodom pracy (*proof of work*) oraz zaufanym mechanizmom rozproszonego między węzłami potwierdzania legalności przeprowadzanych transakcji, Blockchain zapewnia bezpieczną konstrukcję do przechowywania i wykorzystywania informacji i danych. Łańcuch bloków może zatem być wykorzystywany do usprawnienia wszelkich procesów i działań wymagających zarządzania informacjami i danymi. Technologia ta może również usprawniać funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności, szczególnie w tych obszarach, które dotyczą identyfikowalności produktów rolno-spożywczych, ich pochodzenia, bezpieczeństwa i jakości [18]. Z pierwszych doświadczeń i projektów pilotażowych wynika, że BCT ma istotnie duży potencjał w zakresie zwiększania przejrzystości funkcjonowania łańcuchów żywnościowych [8, 17]. Może z jednej strony zapewniać pewną i odporną na manipulację i fałszerstwa ścieżkę informacyjną na temat pochodzenia produktów i certyfikatów jakości żywności, z drugiej gwarantować zaangażowanym podmiotom niezmienny zapis wszystkich zrealizowanych transakcji. Korzyści te coraz częściej przekonują przedsiębiorstwa sektora rolno-spożywczego oraz firmy z branży zaawansowanych technologii do realizacji wspólnych, innowacyjnych projektów na podstawie BCT [7].

Celem pracy było omówienie możliwości zastosowania technologii Blockchain w łańcuchach dostaw żywności w obszarach związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa i jakości żywności. Opracowanie odnosi się zarówno do literatury przedmiotu, jak i do przykładów z praktyki gospodarczej.

Technologia Blockchain – właściwości, działanie, zastosowania

Blockchain – łańcuch bloków – jest rozproszoną bazą danych działającą w zbiorze wzajemnie powiązanych węzłów (użytkowników, komputerów), w której mogą być rejestrowane i przechowywane informacje (rekordy) o różnego rodzaju transakcjach i operacjach [6, 11]. BCT tworzy więc w istocie cyfrową księgę rejestrującą. Informacje o transakcjach przechowywane są w porządku chronologicznym i udostępniane uczestniczącym podmiotom. Każda transakcja umieszczana w księdze jest weryfikowana – wymaga uzyskania zgody (konsensusu) większości uczestników systemu. Pojedyncza transakcja stanowi blok, a seria zarejestrowanych transakcji tworzy nierozwalny łańcuch bloków. Po umieszczeniu informacji w łańcuchu bloków staje się ona nieusuwalna. Każdy kolejny blok rejestrowany w łańcuchu zawiera oznaczenie czasu (*timestamp*) – informację, kiedy blok został utworzony oraz link do poprzedniego bloku, w którym znajduje się zaszyfrowane „streszczenie” (*hash*) jego zawartości [16]. Wszystkie bloki mają swój unikatowy cyfrowy podpis bazujący na kryptografii asymetrycznej, która wykorzystuje dwa powiązane ze sobą klucze – prywatny i publiczny. Ważny podpis cyfrowy jest dla odbiorcy gwarancją, że wiadomość została wygenerowana przez znanego nadawcę (jest autentyczna), nie została zmieniona w trakcie przesyłania (zapewniona jest jej integralność) oraz że nadawca nie zaprzeczy faktowi jej wysłania (zapewniona jest niezaprzeczalność transakcji) [13]. Każdy komputer (węzeł) przechowuje kopię zweryfikowanych informacji (kopię Blockchain). Z tego względu, że każdy blok transakcji jest nośnikiem informacji na temat bloku poprzedniego, dokonanie jakiegokolwiek zmiany w bloku bez zmiany całej historii transakcji jest niemożliwe [16].

Proces rejestrowania i walidowania transakcji odbywa się bez angażowania stron czy podmiotów trzecich. Węzły walidujące bloki muszą znaleźć dowód pracy, tj. rozwiązać równanie, którego stopień trudności reguluje przyjęty algorytm. Dzięki tym rozwiązaniom BCT zapewnia bezpieczeństwo transmisji danych oraz wiarygodność (prawidłowość) danych. Każda transakcja oraz związana z nią wartość jest widoczna dla wszystkich, którzy mają dostęp do systemu. Każdy użytkownik/węzeł ma unikalny adres alfanumeryczny, który go identyfikuje. Użytkownik może jednak wybrać opcję pozostania anonimowym bądź może udostępnić innym dowód swojej tożsamości [10]. Można zatem wskazać na co najmniej cztery cechy wyróżniające BCT. Są to rozproszony konsensus między wszystkimi węzłami sieci (odnośnie do przyjmowania nowych bloków do łańcucha za pomocą algorytmu), transparentność i dostęp do danych

zapisanych w łańcuchu bloków przy zachowaniu prawa użytkowników do prywatności (anonimowości), brak konieczności angażowania instytucji pośredniczących w proces realizacji transakcji oraz wysoki poziom wiarygodności i bezpieczeństwa przechowywanych danych i informacji. Rozproszona baza danych BCT oznacza, że nie ma jednego superserwera przechowującego dane, który mógłby stać się krytycznym, pojedynczym punktem awarii. Mało prawdopodobny jest również atak hakerski na BCT. Wymagałby on włamania się do wszystkich węzłów, tj. dziesiątek tysięcy komputerów równocześnie [19].

Obecnie transakcje i operacje realizowane w Internecie wymagają zaangażowania instytucji pośredniczących. Polegają na zaufaniu, że strona trzecia w sposób uczciwy realizuje przyjęte zlecenia oraz że jest w stanie zagwarantować klientom bezpieczeństwo i prywatność danych. Dostawcy produktów i usług cyfrowych mogą działać i najczęściej działają w dobrej wierze, nie są jednak w stanie całkowicie wyeliminować ryzyka manipulacji, celowego zakłócania przepływu danych, technicznych awarii czy ataków hakerskich. BCT wydaje się eliminować lub ograniczać do minimum te zagrożenia [6, 10, 19], choć również wymaga, by podmioty uczestniczące w sieci zachowywały się uczciwie (jest to szczególnie istotne w pierwszej fazie, ponieważ warunkiem poprawnego działania systemu jest zarejestrowanie w łańcuchu prawdziwych, autentycznych danych i informacji). Pomimo że wokół łańcucha bloków narosło w ostatnich latach wiele wygórowanych oczekiwań i nieporozumień, większość ekspertów zgadza się, że technologia ta może znaleźć zastosowanie w różnych obszarach i dziedzinach, zarówno związanych, jak i niezwiązanych ze światem finansów [6, 11]. OECD [15] dzieli potencjalne zastosowania technologii Blockchain na trzy główne kategorie:

- 1) transakcji finansowych – BCT może mieć tutaj charakter otwarty (*unpermissio-
ned*), jak w przypadku Bitcoina, który zapewnia wszystkim możliwość udziału w łańcuchu lub charakter zamknięty (*permissioned*), gdzie do rejestrowania i sprawdzania danych w księdze uprawnione są tylko wybrane podmioty;
- 2) systemów rejestrowania i weryfikacji – w tej kategorii Blockchain pełni funkcję narzędzia do tworzenia niezawodnych i niezmiennych rejestrów danych i informacji. Można wskazać m.in. na rejestry umożliwiające potwierdzanie praw własności (np. do nieruchomości), sprawdzanie pochodzenia i autentyczności określonych przedmiotów i towarów czy weryfikowanie autentyczności wyników badań klinicznych;
- 3) inteligentnych umów (*smart contracts*) – BCT umożliwia również załączanie dodatkowych danych do transakcji zakładających wymianę środków pieniężnych lub jakichkolwiek innych aktywów cyfrowych. Dopisywane do transakcji dane są w istocie programami komputerowymi, które precyzują, jakie warunki należy spełnić, by transfer mógł zostać zrealizowany. Jeśli warunki umowy zostają spełnione, transfer realizowany jest w sposób automatyczny. Inteligentne umowy re-

dukują zatem koszty transakcyjne związane z angażowaniem stron trzecich i obsługą prawną transakcji. Zwiększają również przejrzystość realizacji umów oraz minimalizują czas potrzebny do sfinalizowania transakcji.

Zainteresowanie technologią Blockchain od kilku lat systematycznie wzrasta. Istotnie przyczyniła się do tego sieć Ethereum, zaproponowana pod koniec 2013 roku przez Buterina [11] jako rozwiązanie problemu ograniczonego języka kodowania Bitcoina. Ethereum jest systemem operacyjnym i publiczną platformą o otwartym kodzie źródłowym, umożliwiającą deweloperom rozwijanie własnych zdecentralizowanych aplikacji w ramach Blockchain. Największą jednak zasługą Ethereum jest umożliwienie dopisywania funkcji automatyzacji do łańcucha bloków na podstawie zbioru reguł określonych w inteligentnej umowie [11, 19].

Mimo licznych zalet i wielu potencjalnych zastosowań, BCT ma również wady i ograniczenia [8, 10]. Podstawowym problemem jest brak skutecznych narzędzi do weryfikowania tożsamości podmiotów rejestrujących transakcje. Łańcuch bloków gwarantuje niezmiennność i nieodwracalność zarejestrowanych danych, ułatwia śledzenie przepływu transakcji i pozwala na sprawdzanie tożsamości zaangażowanych stron. Nie gwarantuje jednak, że tożsamość podmiotu rejestrującego transakcje online jest autentyczna, tj. odpowiada określonej tożsamości w świecie niewirtualnym [10]. Nie gwarantuje również, że intencje podmiotu rejestrującego dane są uczciwe. Niedociągnięcia te oznaczają, że BCT może zostać wykorzystany nie tylko do przeprowadzania nielegalnych operacji finansowych w Internecie, ale również do wprowadzania nieautentycznych bądź fikcyjnych informacji do łańcucha bloków. Problem możliwego zaśmiecania BCT (*garbage in – garbage out*) może ograniczać przydatność tej technologii do zarządzania procesami i zadaniami, które wymagają szybkiego dostępu do dokładnych i wiarygodnych danych [8]. Powstają również pytania o rzeczywisty stopień rozproszenia bazy danych w ramach publicznego Blockchain, w tym pytania o to, kto jest właścicielem poszczególnych węzłów w rozrastającej się sieci Blockchain oraz kto je kontroluje [13]. Można zastanawiać się, czy są to różne i niepowiązane ze sobą podmioty, skoncentrowane grupy podmiotów czy współpracujące ze sobą w określony sposób sieci węzłów. Te pytania i wątpliwości nie przekreślają jednak korzyści wynikających z tworzenia rozproszonych baz danych. Rozwój technologii cyfrowych następuje niezwykle szybko – można spodziewać się, że w warstwie informatycznej BCT będzie nadal udoskonalany. Zarządzanie pozostałymi rodzajami ryzyka i zagrożeniami wynikającymi ze stosowania BCT w praktyce możliwe jest również przy udziale odpowiednich regulacji prawnych.

Możliwości zastosowania BCT w łańcuchach dostaw żywności

Wskazane właściwości BCT sprawiają, że jest to technologia, która może znacznie ułatwić oraz usprawnić funkcjonowanie łańcuchów dostaw produktów i usług do

końcowego odbiorcy. W sektorze rolno-spożywczym zastosowanie BCT wydaje się szczególnie możliwe i wskazane. Rozwiązania i aplikacje typu Blockchain uwzględniają większość problemów i potrzeb, jakie pojawiają się w zarządzaniu przepływem produktów rolno-spożywczych między poszczególnymi ogniwami łańcucha. Łańcuchy te są obecnie niezwykle rozbudowane i złożone. Przyczyniły się do tego m.in. liberalizacja światowego handlu, rosnąca konkurencja między przedsiębiorstwami sektora rolno-spożywczego oraz innowacje produktowe i procesowe. Wzrosła nie tylko liczba podmiotów zaangażowanych w procesy produkcji, dystrybucji i sprzedaży żywności (m.in. dzięki rozwojowi e-commerce), ale również liczba oferowanych produktów żywnościowych. W niezwykle rozbudowanej i bogatej ofercie żywnościowej dla większości konsumentów na świecie można znaleźć obecnie produkty proste i nieprzetworzone, produkty wieloskładnikowe i wysoko przetworzone, konwencjonalne i niekonwencjonalne (np. modyfikowane genetycznie), ekologiczne, spełniające określone wymagania zdrowotne (żywność funkcjonalna, superfood), a także mające specyficzne wymagania w zakresie przechowywania i dystrybucji. Droga, jaką zdecydowana większość produktów żywnościowych pokonuje, by ostatecznie trafić na stół konsumenta, jest obecnie coraz bardziej złożona i równocześnie coraz mniej przejrzysta.

Podstawowy problem w tak rozbudowanych łańcuchach dostaw stanowi zapewnienie skutecznych mechanizmów śledzenia i identyfikowania żywności (*food traceability and authenticity*). Obecnie systemy śledzenia przepływu produktów żywnościowych między poszczególnymi ogniwami łańcucha, systemy monitorowania sposobów przechowywania żywności oraz systemy rejestrowania sprzedaży finalnych produktów konsumentom bazują na dokumentach i informacjach przechowywanych najczęściej w niewspółpracujących ze sobą bazach danych. Dostęp do systemów informatycznych poszczególnych podmiotów zaangażowanych w łańcuch dostaw żywności jest często utrudniony i wymaga czasu. Problemem jest również wiarygodność danych umieszczanych w wewnętrznych bazach danych przedsiębiorstw. Powtarzające się wciąż przypadki zanieczyszczeń i skażenia żywności w wielu krajach i regionach świadczą o ograniczonej skuteczności obecnego systemu. Przykładem może być zakażenie konsumentów szczepem STEC bakterii *E. coli* w 2015 roku związane ze spożyciem potraw w lokalach restauracji Chipotle Mexican Grill w USA, co doprowadziło do zatrucia 55 klientów [12]. Zdarzenie to wpłynęło na gwałtowne zmniejszenie sprzedaży w tej sieci restauracji oraz do głębokiego obniżenia wartości akcji spółki (o 42 %). W pewnej części źródłem tego problemu była duża zależność Chipotle oraz powiązanych z nią zakupowo przedsiębiorstw przemysłu spożywczego od rozbudowanej i mało przejrzystej sieci dostawców [12].

W niektórych krajach podstawową przyczyną incydentów żywnościowych pozostają nieuczciwe praktyki, w tym celowe fałszowanie żywności, w mniejszym natomiast stopniu niezależne od człowieka awarie sprzętu, wypadki techniczne, substancje

patogenne czy mikroorganizmy chorobotwórcze występujące w żywności [7]. Problemy te obrazuje przypadek Chin, gdzie od 2001 do 2013 roku odnotowano ponad 49500 incydentów, z których przeważająca większość (68 %) wynikała z nieetycznych zachowań podmiotów uczestniczących w procesach produkcji, dystrybucji czy sprzedaży żywności [7]. Koszty nieuczciwych praktyk obciążają w różnym stopniu podmioty uczestniczące w łańcuchu dostaw żywności. Nieuczciwe praktyki przyczyniają się też do szerszych strat społecznych w gospodarce. Blockchain, dzięki funkcji tworzenia niezmiennych rejestrów wydarzeń i procesów, może zapewnić większą przejrzystość w łańcuchach dostaw i tym samym ograniczać problem nieuczciwych praktyk gospodarczych.

Technologia Blockchain mogłaby usprawnić systemy śledzenia i identyfikowania żywności dwoma sposobami. Pierwszym z nich jest monitorowanie ogólnej ilości żywności w łańcuchu dostaw (poprzez kontrolę wielkości sprzedaży i wielkości zakupów), drugim natomiast – śledzenie drogi poszczególnych artykułów rolno-spożywczych w łańcuchu dostaw [4]. Kontrola wielkości sprzedaży i kupna poszczególnych płodów rolnych, takich jak: ziarna, kakao, kawa i wiele innych surowców jest obecnie trudna do przeprowadzenia. Rejestrowanie wszystkich transakcji kupna i sprzedaży produktów rolnych w ramach BCT rozwiązałoby ten problem i równocześnie zapewniłoby narzędzia do monitorowania rzeczywistego składu wybranych produktów. BCT pozwoliłby bowiem na szybką i łatwą identyfikację nieprawdziwych danych na temat ilości danego towaru. Jako przykład ilustrujący korzyści z zastosowania BCT można podać transakcje z udziałem ryżu basmati – w ramach BCT wielkość sprzedanego ryżu basmati nie może być większa niż wielkość ryżu basmati zakupionego przez strony uczestniczące w łańcuchu dostaw. Jak wskazują praktycy, BCT – dzięki kontroli ogólnych woluminów produktów rolnych na rynku – pozwoliłby wyeliminować sytuacje, kiedy dany podmiot kupuje zwykły ryż, miesza go z małą porcją ryżu basmati i następnie sprzedaje całą partię jako ryż basmati po wyższej cenie. Takie przypadki można byłoby łatwo identyfikować, gdyż śledzona za pomocą BCT i trafiająca do łańcucha dostaw ilość ryżu basmati nie może być większa niż ilość, która łańcuch opuszcza [4].

Drugi sposób na włączenie BCT do systemów śledzenia, monitorowania i identyfikowania żywności jest bardziej skomplikowany technicznie i organizacyjnie. Wymaga zintegrowania systemów rejestrowania transakcji w ramach łańcucha dostaw z danymi zapisywanymi na produktach za pomocą kodów kreskowych lub kodów QR, a także z danymi pochodzącymi z systemów RFID i innych czujników umieszczanych na obiektach i opakowaniach żywności lub innych pojemnikach, w których żywność jest przechowywana i transportowana [20]. Technologia RFID stosowana jest w sektorze rolno-spożywczym od dawna (m.in. w UE w ramach obowiązku identyfikacji i rejestracji zwierząt), jednak wciąż jej możliwości nie są w pełni wykorzystywane

w systemach zapewniania bezpieczeństwa i jakości żywności. Na znacznikach i etykietach identyfikujących dane produkty czy obiekty za pomocą fal radiowych można zapisywać dane dotyczące wydarzeń i procesów w ramach całego łańcucha rolno-żywnościowego – od etapu produkcji (m.in. informacje na temat odmiany danej rośliny, miejsca i czasu wysiewu, sposobów i rodzajów nawożenia, natomiast w przypadku zwierząt m.in. na temat sposobów żywienia, stosowanych leków, przebytych chorób), na etapie przetwórstwa (informacje na temat rodzaju produktu, ilości i rodzaju użytych składników i dodatków, masy, daty przydatności), na etapie dystrybucji (informacje na temat sposobów oraz warunków przechowywania i przewozu) oraz na etapie sprzedaży (np. wykorzystywanie informacji o dacie przydatności do monitorowania oferty produktowej na półkach sklepowych/wymiany produktów na półkach) [4, 20]. Umieszczenie informacji z etykiet RFID w odpornym na fałszerstwa łańcuchu bloków, a docelowo stworzenie także platformy współpracy między BCT i Internetem Rzeczy, umożliwiającym komunikację między różnego rodzaju czujnikami i sensorami w czasie rzeczywistym, mogłoby istotnie podnieść skuteczność systemu zapewniania bezpieczeństwa i jakości żywności, szczególnie w ramach bardziej rozbudowanych i złożonych łańcuchów dostaw. Podstawową korzyścią takiego systemu byłoby nie tylko precyzyjne określanie położenia produktów żywnościowych bądź partii żywności, które uległy zepsuciu bądź skażeniu i są niebezpieczne dla zdrowia konsumentów, ale również reagowanie na zagrożenia w momencie ich pojawiania się (a zatem potencjalnie zapobiegając określonym incydentom i kryzysom żywnościowym). Równocześnie bardziej zaawansowana analityka danych zbieranych w ramach BCT i Internetu Rzeczy mogłaby, na podstawie algorytmów predykcyjnych, umożliwiać przewidywanie określonych zagrożeń i incydentów zanim się pojawią.

Zastosowanie technologii Blockchain może również wyeliminować lub znacznie ograniczyć problem nadużyć i fałszowania certyfikatów jakości żywności [8]. Pojawienie się żywności ekologicznej oraz żywności spełniającej określone wymagania i oczekiwania konsumentów sprawiło, że liczba instytucji certyfikujących oraz liczba certyfikatów jakości żywności istotnie wzrosły w ostatnim okresie. Coraz częściej certyfikaty wykorzystywane są przez producentów żywności jako element strategii marketingowej (np. budują wizerunek marki i potencjalnie poprawiają sprzedaż, zaangażowanie przedsiębiorstwa w realizację celów zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska). Produkty żywnościowe opatrzone certyfikatem jakości są najczęściej droższe niż ich odpowiedniki bez podobnych świadectw. Nie zawsze jednak ich obecność na produkcie jest gwarancją jakości – przypadki nadużywania certyfikatów w odniesieniu do produktów, które nie spełniają wymogów określonych przez instytucję certyfikującą nie są rzadkie. Rejestracja certyfikatów w łańcuchu bloków pozwalałaby na szybkie i łatwe sprawdzenie autentyczności i ważności certyfikatów przypisanych określonym produktom i producentom. Instytucje certyfikujące po nadaniu praw

do certyfikatów mogłyby również upoważniać wybrane podmioty (np. ekologiczne gospodarstwa rolne) do wydawania certyfikatów w ich imieniu [8]. W rezultacie BCT mógłby ograniczać przypadki nieuprawnionego stosowania certyfikatów, redukować koszty transakcyjne procesu certyfikacji (m.in. poprzez zastosowanie inteligentnych umów) oraz zmniejszać obciążenia administracyjne instytucji certyfikujących. Większa przejrzystość i wiarygodność certyfikatów mogłaby równocześnie przekładać się na ich większą wartość rynkową.

Obok zastosowań BCT do identyfikowania słabych ogniw w łańcuchu dostaw żywności oraz do zarządzania certyfikatami jakości żywności, wskazać należy na możliwe zastosowania BCT do tworzenia repozytoriów danych na temat właściwości produktów rolno-spożywczych, warunków produkcji oraz środowiskowych i społeczno-ekonomicznych aspektów funkcjonowania łańcuchów rolno-żywnościowych. Źródłami tych danych w łańcuchu bloków mogą być wskazane wcześniej etykiety RFID. Obecnie wielu konsumentów, przede wszystkim w krajach rozwiniętych, ma bardzo duże oczekiwania i wymagania w odniesieniu zarówno do informacji żywieniowej, jak i informacji na temat wpływu produkcji rolnej na środowisko naturalne i warunki życia społeczności lokalnych. Równocześnie konsumenci coraz częściej szukają informacji na temat interesujących ich produktów i ich właściwości nie na papierowych opakowaniach i etykietach produktów spożywczych, a w Internecie oraz za pomocą specjalnych aplikacji obsługiwanych na urządzeniach mobilnych. Informacje te często są niezawierające. Włączenie pakietu informacji na temat produktów żywnościowych i ich właściwości do łańcucha bloków podnosiłoby jakość i pewność informacji żywieniowej dla konsumentów. W ten sam sposób mogłyby być przekazywane konsumentom informacje na temat warunków produkcji i warunków współpracy między poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw. Dzięki transakcjom zarejestrowanym w łańcuchu bloków konsument mógłby szybko sprawdzić, czy towar, który znalazł się w jego koszyku, został wyprodukowany zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz czy rolnik, który najczęściej jest najsłabszym ogniwem w łańcuchu dostaw, otrzymał za niego wynagrodzenie. W dłuższej perspektywie stosowanie BCT w sektorze rolno-spożywczym mogłoby więc nie tylko ułatwiać zakupy, ale również prowadzić do bardziej świadomych wyborów konsumenckich, a docelowo do bardziej zrównoważonych społecznie i środowiskowo łańcuchów dostaw żywności.

Podsumowując, można wskazać na trzy potencjalne obszary zastosowań technologii Blockchain w łańcuchach dostaw żywności. Są to:

- systemy śledzenia i identyfikowania żywności;
- zarządzanie procesem certyfikacji, w tym weryfikacja autentyczności certyfikatów jakości żywności;

- repozytoria danych na temat produktów rolno-spożywczych, warunków produkcji oraz warunków współpracy między poszczególnymi ogniwami w łańcuchu dostaw żywności, w tym monitorowanie uczciwych cen dla rolników.

Wskazane działania potraktowane łącznie odpowiadają rosnącym potrzebom w zakresie zapewniania szeroko rozumianej uczciwości (*integrity*) w łańcuchach dostaw żywności [8, 9]. Zgodnie z tą koncepcją, działania na rzecz bezpieczeństwa i jakości żywności nie mogą ograniczać się do aspektów technologicznych i organizacyjnych produkcji i dystrybucji żywności, ale powinny uwzględniać również aspekty ekonomiczne, społeczne i środowiskowe związane z funkcjonowaniem łańcuchów rolno-żywnościowych [9]. Blockchain, zapewniając narzędzia zarówno do monitorowania przepływu produktów żywnościowych i ich identyfikowania, jak i do rejestrowania pozostałych procesów i wydarzeń w łańcuchu dostaw żywności, pozwoliłby w sposób holistyczny podejść do zarządzania bezpieczeństwem i jakością żywności.

Szanse i wyzwania związane ze stosowaniem BCT do zarządzania bezpieczeństwem i jakością żywności

Ogromny potencjał BCT sprawia, że stopniowo wzrasta zainteresowanie podmiotów sektora rolno-spożywczego aplikacjami bazującymi na tej technologii [1, 22]. Przetwórcy, dostawcy żywności oraz sieci zajmujące się handlem spożywczym decydują się na testowanie nowych rozwiązań typu Blockchain nie tylko ze względu na możliwość zwiększenia skuteczności i przejrzystości działania łańcucha dostaw, ale również ze względu na wysokie koszty obecnych systemów przechowywania informacji (na papierze czy przy wykorzystaniu tradycyjnych rozwiązań IT). Pierwsze testy i projekty pilotażowe wykorzystujące aplikacje typu Blockchain do zarządzania bezpieczeństwem i jakością żywności podjęte zostały już w 2014 roku (m.in. przez duńską firmę żeglugową Maersk, największego na świecie przewoźnika kontenerowego), jednak dopiero od 2017 roku nastąpił wyraźny wzrost zainteresowania sektora rolno-spożywczego tą technologią [12]. Przeprowadzane próby dotyczyły jednak dotąd stosunkowo niezłożonych łańcuchów dostaw, obejmujących zazwyczaj jeden produkt lub kategorię produktów i kilku uczestników. Przykładem mogą być dwa zakończone już projekty pilotażowe realizowane wspólnie przez Walmart – jedną z największych amerykańskich sieci sprzedaży detalicznej – i IBM. Firmy te podjęły współpracę pod koniec 2016 roku, by przetestować skuteczność BCT do śledzenia drogi produktów żywnościowych od producentów żywności, poprzez magazyny aż do poszczególnych sklepów sieci Walmart [2]. Pierwszy projekt dotyczył łańcucha dostaw owoców mango z Meksyku do USA, drugi natomiast – chińskiej wieprzowiny od punktu wyjścia, tj. chińskich gospodarstw rolnych do punktu docelowego, tj. sklepów rozmieszczonych na terenie Chin [7]. W łańcuchu bloków umieszczone zostały szczegółowe dane dotyczące gospodarstw rolnych, przetwórców, numerów partii produktów, daty przydatno-

ści produktów do spożycia, a także dane dotyczące temperatury przechowywania oraz przewozu produktów. W maju 2017 roku Walmart opublikował raport z przeprowadzonych testów, w którym stwierdzono, że nowy system pomógł istotnie ograniczyć czas potrzebny do przesłania produktów w łańcuchu dostaw żywności oraz czas potrzebny do stwierdzenia ich autentyczności. Procesy śledzenia i identyfikacji produktów, które przy zastosowaniu poprzednich technologii wymagały dni i tygodni, dzięki BCT zrealizowane zostały w ciągu kilku sekund [12].

Podsumowując, można stwierdzić, że opisywane w literaturze przedmiotu zastosowania BCT, doświadczenia zebrane w ramach projektów pilotażowych oraz efekty projektów demonstracyjnych realizowanych przez środowiska biznesowe we współpracy z ośrodkami naukowo-badawczymi [3, 8, 12, 21] świadczą o dużym potencjale łańcucha bloków. Wśród podstawowych korzyści i szans, jakie wiąże się z zarządzaniem łańcuchami dostaw żywności za pomocą BCT, wskazać należy:

- większą wiarygodność, przejrzystość i pewność informacji na temat produktów rolno-spożywczych obecnych w łańcuchu dostaw żywności;
- ograniczenie kosztów związanych z zarządzaniem incydentami żywnościowymi wymagającymi wycofania z rynku zakwestionowanych produktów;
- oszczędności wynikające ze zmniejszenia przypadków fałszowania żywności i certyfikatów jakości żywności;
- ograniczenie kosztów transakcyjnych w związku z brakiem konieczności angażowania instytucji pośredniczących do zadań i procesów związanych z zapewnianiem bezpieczeństwa i jakości żywności.

Obok niewątpliwie wielu szans i możliwości związanych ze stosowaniem BCT, istnieją również problemy i bariery, które mogą ograniczyć szersze wykorzystanie tej technologii w sektorze rolno-spożywczym [5, 8, 12, 20]. Problemy te wynikają zarówno z ograniczeń samej technologii BCT, jak i ze słabego przygotowania otoczenia społeczno-instytucjonalnego oraz przedsiębiorstw sektora rolno-spożywczego do wdrażania i stosowania nowych technologii cyfrowych w praktyce. Do kluczowych wyzwań należy zatem zaliczyć:

- wyzwania o charakterze technologicznym i techniczno-organizacyjnym;
- wyzwania o charakterze ekonomicznym i finansowym;
- bariery na poziomie zachowań i decyzji podejmowanych przez podmioty zaangażowane w łańcuch dostaw żywności;
- bariery związane z niedopasowaniem ram prawnych i regulacyjnych do stosowania nowych technologii w rozbudowanych łańcuchach dostaw żywności.

Blockchain jest technologią stosunkową nową, która nie osiągnęła jeszcze pełnej dojrzałości. Problemem jest nie tylko zasygnalizowane wcześniej ryzyko związane z niedoskonałymi mechanizmami potwierdzania tożsamości uczestników łańcucha bloków, ale również możliwość skalowania BCT. Dotychczasowe projekty i testy

obejmowały stosunkowo nieskomplikowane łańcuchy dostaw żywności. Możliwości działania BCT w bardziej złożonych łańcuchach, obejmujących produkty wieloskładnikowe, nie zostały dotąd sprawdzone. Obecnie BCT jest w stanie przetwarzać 7 transakcji na sekundę, podczas gdy VISA w tym samym czasie może obsługiwać do 47 tysięcy transakcji [20].

Barierą na drodze do wdrożenia BCT do procesów zarządzania bezpieczeństwem i jakością żywności mogą okazać się zasoby oraz środki finansowe niewystarczające do podjęcia wymaganych inwestycji. Kosztowne i wymagające czasu może być nie tylko przeniesienie danych i informacji z obecnie funkcjonujących systemów informatycznych do łańcucha bloków, ale również i przede wszystkim połączenie BCT z innymi technologiami (m.in. z RFID) ze względu na wciąż bardzo wysoki koszt etykiet bazujących na tej technologii [20]. Problemem mogą być również duże różnice między poszczególnymi państwami i regionami w zakresie posiadanej infrastruktury społeczno-ekonomicznej i informatycznej. Obecne łańcuchy dostaw żywności obejmują wiele różnych państw, o różnym poziomie rozwoju gospodarczego i różnych możliwościach inwestycyjnych. Wdrożenie BCT w ramach tego typu łańcuchów może więc być dużym wyzwaniem.

Obok ograniczeń i barier o charakterze ekonomicznym i finansowym należy liczyć się z pojawieniem się barier o charakterze behawioralnym ze strony poszczególnych uczestników łańcucha dostaw żywności [8]. Problemem może być przede wszystkim brak odpowiednich kompetencji cyfrowych, szczególnie wśród gorzej wykształconych producentów rolnych. Ponadto dla wielu przedsiębiorstw sektora rolno-spożywczego BCT może oznaczać konieczność przeformułowania dotychczasowych modeli biznesowych, co może budzić niepokój i obawy, a w konsekwencji zniechęcać do przyjęcia zmian [6]. Właściwe działanie łańcucha bloków, pozwalające na pełne wykorzystanie jego potencjału, wymaga jednak współpracy wszystkich podmiotów zaangażowanych w dany łańcuch dostaw żywności [18]. Jeśli wszystkie strony zainteresowane są współpracą, wyzwaniem pozostaje wciąż wynegocjowanie warunków współpracy oraz zasad i zakresu wykorzystania BCT w praktyce. Ze względu na różne interesy, uzyskanie porozumienia satysfakcjonującego wszystkie strony może wymagać czasu, jednak pozostaje kluczowe dla perspektyw właściwego działania systemu. Na podstawie wyników projektów pilotażowych można stwierdzić, że korzyści ze stosowania BCT i zwrot z inwestycji są tym większe, im bardziej intensywna jest współpraca między podmiotami uczestniczącymi w łańcuchach dostaw [20].

Istotnym problemem w kontekście perspektyw wykorzystania BCT do zapewniania bezpieczeństwa i jakości żywności pozostają niezwykle złożone i zróżnicowane przepisy między państwami oraz wymogi odnoszące się do produktów żywnościowych i równocześnie brak wspólnych, międzynarodowych ram prawnych określających warunki i zasady funkcjonowania gospodarki cyfrowej. Ze względu na ponadgraniczny

charakter technologii cyfrowych, obecne krajowe i regionalne regulacje prawne tylko częściowo odpowiadają na potrzeby podmiotów zainteresowanych wdrażaniem innowacji cyfrowych [12]. Tak zróżnicowane środowisko prawne może okazać się szczególnie dużym wyzwaniem w trakcie negocjowania warunków współpracy między poszczególnymi uczestnikami łańcuchów dostaw, zwłaszcza tych o zasięgu globalnym.

Podsumowanie

Właściwości BCT sprawiają, że jest to technologia, która może rozwiązać wiele problemów i niedociągnięć obecnego systemu zapewniania bezpieczeństwa i jakości żywności, zarówno w ramach bardziej, jak i mniej złożonych łańcuchów dostaw żywności. Wartość dodana BCT polega przede wszystkim na istotnym zwiększeniu przejrzystości działania łańcuchów dostaw żywności. Rejestrowanie transakcji w ramach rozproszonej i niepodatnej na zmiany bazy danych wzmacnia wiarygodność informacji przepływających między poszczególnymi ogniwami łańcucha i w całym łańcuchu. Aplikacje bazujące na BCT oferują rozwiązania, które mogą zwiększyć precyzyjność i efektywność systemów śledzenia i identyfikowania produktów rolno-spożywczych. Zarządzanie łańcuchem dostaw żywności za pomocą BCT może również ograniczyć przypadki fałszowania żywności oraz nieuprawnionego stosowania certyfikatów jakości żywności. BCT zapewnia też inne korzyści, m.in. możliwość rejestrowania istotnych dla konsumentów informacji na temat produktów rolno-spożywczych oraz funkcjonowania łańcuchów rolno-żywnościowych.

Zainteresowanie zastosowaniami BCT w sektorze rolno-spożywczym i, szerzej, wśród podmiotów uczestniczących w łańcuchu dostaw żywności stopniowo wzrasta. BCT znajduje się jednak wciąż na początku krzywej cyklu technologicznego. Oznacza to, że nadal więcej jest pomysłów na możliwe zastosowania tej technologii niż efektów w postaci realnych wdrożeń. Zarysowywane możliwości prowadzą niekiedy do nadmiaru oczekiwań, które niekoniecznie będą mogły zostać spełnione. Ryzyko i źródła ograniczeń tkwią nie tylko w samej technologii, ale również w szerszym otoczeniu społeczno-ekonomicznym, w którym funkcjonuje gospodarka żywnościowa, w tym łańcuchy dostaw żywności. Mimo wszystko można oczekiwać, że rola BCT w procesach zarządzania łańcuchami dostaw żywności będzie wzrastała. Największe przedsiębiorstwa już podjęły pierwsze próby wykorzystania tej technologii do usprawnienia procesów i zadań związanych z zarządzaniem bezpieczeństwem i jakością żywności. Wiele wskazuje na to, że inne przedsiębiorstwa również będą decydować się na inwestycje w rozwiązania bazujące na łańcuchu bloków. Można się jednak spodziewać, że ze względu na liczne wyzwania, bariery i ryzyko związane ze stosowaniem BCT, tempo wdrażania BCT do zarządzania łańcuchami dostaw żywności będzie stosunkowo wolne.

Pracę zrealizowano w ramach zadania programu wieloletniego 2015 - 2019: Regionalne strategie rozwoju innowacji w zakresie rolnictwa, przemysłu spożywczego i obszarów wiejskich, prowadzonego w Instytucie Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej - Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie.

Literatura

- [1] Ahmad M.: The current status of Blockchain in agriculture. [on line]. ICT Works 2017. Dostęp w Internecie [27.07.2018]: <https://www.ictworks.org/the-current-status-of-blockchain-in-agriculture/>
- [2] Anonymous: From farm to store: Walmart improves food safety with Blockchain technology. [on line]. Harvard Business School 2017. Dostęp w Internecie [15.06.2018]: <https://rctom.hbs.org/submission/from-farm-to-store-walmart-improves-food-safety-with-blockchain-technology-2/>
- [3] Anonymous: From shore to plate: Tracking tuna on the Blockchain. [on line]. Provenance 2016. Dostęp w Internecie [23.06.2018]: <https://www.provenance.org/tracking-tuna-on-the-blockchain>
- [4] Axfoundation, SKL Kommentus, Swedish County Councils and Regions, Martin & Servera, Kairos Future: Blockchain use cases for food traceability and control. A study to identify the potential benefits from using blockchain technology for food traceability and control. [on line]. Kairos Future 2017. Dostęp w Internecie [17.06.2018]: <https://www.sklkommentus.se/globalassets/kommentus/bilder/publication-eng-blockchain-for-food-traceability-and-control-2017.pdf>
- [5] Creasey S.: The potential for Blockchain in the food industry. [on line]. Just-Food 2017. Dostęp w Internecie [17.07.2018]: https://www.just-food.com/analysis/the-potential-for-blockchain-in-the-food-industry_id138009.aspx
- [6] Crosby M., Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V.: Blockchain technology: Beyond bitcoin. Appl. Innov. Rev., 2016, 2, 6-10.
- [7] Galvin D.: IBM and Walmart: Blockchain for food safety. [on line]. IBM Corporation 2017. Dostęp w Internecie [23.07.2018]: [https://www-01.ibm.com/events/wwc/grp/grp308.nsf/vLookupPDFs/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%20/\\$file/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%20.pdf](https://www-01.ibm.com/events/wwc/grp/grp308.nsf/vLookupPDFs/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%20/$file/6%20Using%20Blockchain%20for%20Food%20Safe%20.pdf)
- [8] Ge L., Brewster Ch., Spek J., Smeenk A., Top J.: Blockchain for Agriculture and Food. Findings from the Pilot Study. Wageningen Economic Research, The Hague 2017.
- [9] Hoorfar J., Jordan K., Butler F., Prugger R. (Eds.): Food Chain Integrity: A Holistic Approach to Food Traceability, Safety, Quality and Authenticity. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2011.
- [10] Iansiti M., Lakhani K.R.: The truth about Blockchain. Harvard Business Rev., 2017, January-February, 1-11.
- [11] Klinger B., Szczepański J.: Blockchain – historia, cechy i główne obszary zastosowań. Człowiek w Cyberprzestrzeni, 2017, 1, 11-27.
- [12] Kshetri N.: 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. Int. J. Infor. Manag., 2018, 39, 80-89.
- [13] Lemieux V.L.: Trusting records: Is Blockchain technology the answer? Records Manag. J., 2016, 26 (2), 110-139.
- [14] Nakamoto S.: Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. [on line]. Dostęp w Internecie [5.08.2018]: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [15] OECD: Transformative Technologies and Jobs of the Future. Background Report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting. OECD, Montreal, Canada, 2018.
- [16] Piech K. (red.): Leksykon pojęć na temat technologii Blockchain oraz kryptowalut. Strumień „Blockchain i kryptowaluty” programu „Od papierowej do cyfrowej Polski”. Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa 2016.

- [17] Rakic B., Levak T., Drev Z., Savic S., Veljkovic A.: First purpose built protocol for supply chains based on Blockchain. [on line]. OriginTrail 2017. Dostęp w Internecie [10.07.2018]: <https://origintrail.io/storage/documents/OriginTrail-White-Paper.pdf>
- [18] Smit H.: Blockchain: The trigger for disruption in the food value chain. [on line]. RaboResearch. Food & Agribusiness 2017. Dostęp w Internecie [10.08.2018]: http://www.tenenga.it/wp-content/uploads/Rabobank_Blockchain_The_Trigger_for_Disruption_in_the_Food_Value_Chain_Smit_Dec2017.pdf
- [19] Steliński A., Nichol P.B.: Blockchain – wyjaśniamy w 10 minut. [on line]. Computerworld. Dostęp w Internecie [17.07.2018]: <https://www.computerworld.pl/news/Blockchain-wyjasniamy-w-10-minut,406709.html>
- [20] Tian F.: An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & Blockchain technology. Proceedings of the 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), Kunming, China, 2016, June, 24-26. [on line]. IEEE. Dostęp w Internecie [17.07.2018]: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7538424>
- [21] Tse D., Zhang B., Yang Y., Cheng C., Mu H.: Blockchain application in food supply information security. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, Singapore, 2017, December, 10-13. [on line]. IEEE. Dostęp w Internecie [17.08.2018]: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8290114>
- [22] Wilson M.: Retailers and producers turn to IBM Blockchain to improve food safety. [on line]. IBM. 2017. Dostęp w Internecie [27.06.2018]: <https://www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2017/08/24/blockchain-food-safety/>

POTENTIAL OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO ENSURE FOOD SAFETY AND QUALITY

S u m m a r y

Blockchain (BCT) is a relatively new digital technology that could revolutionize the functioning of agri-food supply chains. This technology provides for the possibility to store information on transactions and products in a decentralized and scattered database that is tamperproof and not open to changes.

The objective of the paper was to discuss the opportunities and challenges associated with the use of BCT in agri-food supply chains in the areas related to ensuring the safety and quality of food products. While assessing the potential of this technology, there were considered both the applications described in the reference literature and the effects of the selected pilot and demonstration projects, in which the BCT-based solutions and applications were tested. The analysis performed makes it possible to draw a conclusion that BCT can play a positive role in ensuring food safety and quality. The basic benefit of using this technology is the increased transparency of agri-food supply chain functioning. The BCT-based applications enable to improve the efficiency of tracking, tracing, and identifying agri-food products in the supply chain. As a result, the number of food adulteration cases could be reduced as well as the number of cases of unauthorized use of food quality certificates. However, there are also certain risks and problems associated with the use of BCT. BCT has not yet reached its full technological maturity – the scalability of BCT may prove to be a problem in more developed and complex supply chains involving multi-component products. Also, social, economic, legal, and financial barriers should be pointed out for they might have adverse effects on the prospects for the wider use of BCT in agri-food supply chains. Therefore, though the agri-food enterprises are more and more interested in practical use of BCT, the implementation of BCT in agri-food supply chains is likely to be relatively slow.

Key words: agri-food supply chains, food safety, food quality, Blockchain (BCT) technology 

ELENA HORSKÁ, PETER ŠEDÍK, JAKUB BERČÍK,
ANDRZEJ KRASNODEBSKI, MARIUSZ WITCZAK,
AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ

AROMACHOLOGY IN FOOD SECTOR – ASPECTS OF CONSUMER FOOD PRODUCTS CHOICE

S u m m a r y

A current therapy trend known as „back to nature therapy” boosts the use of essential oils and pure fragrance compounds and increases the importance thereof not only in medicine, but also in the business sphere. Marketing services involving aroma applications include for example scent logo or corporate aroma, selecting air-scent for interiors that strongly depends on the type of industry, scents used during marketing campaigns, corporate events or in outlets as those scents impact customer behaviour. In the paper there was presented a review of the reference literature on the aroma usage in food retail outlets. There was discussed the effect of aromas on the behaviours and emotions of consumers and on their perception of the environment as was the effect of aromas on the likelihood of purchase, the amount of money spent, and the evaluation of products and the outlet. It was showed that the scent applied had a positive effect on the shoppers and customers, incl. their moods, behaviours and emotions. Regarding the type of aroma, the analysis covered mostly the floral and food-based scents incl. citrus and herbal scents. It was proved that following the category-congruent olfactory cues had a positive effect on the sales of the entire product range. In general it can be inferred that modifying the environment by adding appropriate aromas has a positive effect on customers, and this can be a high potential for the food sector and for other sectors of the business sphere.

Key words: aromachology, aroma compounds, food products, points of sale, consumer behaviour

Prof. Dr. Ing. E. Horská, Ing. P. Šedík, Ing. PhD. J. Berčík, Faculty of Economics and Management, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, dr hab. inż. A. Krasnodebski, Instytut Ekonomiki i Zarządzania Przedsiębiorstwami, Wydż. Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, dr hab. inż. M. Witzak, Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego, dr hab. inż. A. Filipiak-Florkiewicz, prof. nadzw., Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydż. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków. Kontakt: elena.horska@gmail.com

Introduction

A therapy trend „back to nature therapy“ boosts the use of essential oils and pure fragrance compounds and the importance thereof not only in medicine and cosmetics, but also in the business sphere. In science there are two terms linked with this subject matter: aromatherapy and aromachology. Even with various research methodologies and directions, it is difficult to clearly specify major differences between those two terms because of their interconnection and evident relationship [50].

The term “aromatherapy” was invented in 1920 by Gattefosse, a French chemist, who worked in the cosmetic industry and deeply understood the importance of antiseptic properties of essential oils and their permeability through skin [8]. Another definition was suggested by Bauchbauer [7], who described the word “aromatherapy” as a therapeutic application of essential oils, which cure or mitigate infections and diseases by means of inhalation. After 1980 the phenomenon of aromatherapy diversified into several spheres: medical aromatherapy (France), esoteric aromatherapy (Western countries), aromatherapy massage (Great Britain) and applied science sponsored by the Fragrance Research Fund [10]. In fact essential oils are secondary metabolites [5], which represent a complex mixture of volatile compounds found in aromatic plants [51]. In total there are approximately 3000 essential oils from more than 2000 various plants [24]. Several research studies have pointed out that the essential oils and their therapeutic effects are becoming more common worldwide [14, 37, 44] in the complementary and alternative medicine [13]. In addition, the essential oils are used in food industry as both the additives and the biological packaging materials [41]; they are even used in air quality control in indoor environments [52].

The second term “aromachology” was invented in 1982; it is a science that studies psychological and physiological effects of inhaling aromas and examines, with the use of fragrance technology, feelings and emotions elicited by odours stimulating olfactory pathways. The specific results obtained confirm that inhaling aromas may elicit relaxation, sensuality, happiness or exhilaration [8, 47, 50]. Also all the above mentioned outcomes could be applied in the complementary and alternative medicine in terms of maintaining mental health and rehabilitation effects [29]. According to Wang and Chen [50] several research studies were conducted in Europe, Japan and USA to explore relationships between the effects of fragrance and human emotions, feelings and moods. Moreover, few studies researched the effects of fragrance on the cognitive function, skin conductance, and involuntary or voluntary behaviour. Several correlations between some effects of various essential oils and human emotions are shown in Fig. 1. For example the effects of basil, jasmine and pine are correlated with mania, whereas those of camphor and balm oil with stimulation. The sedative effect of lavender oil is associated with distrustfulness, irritability, tension and melancholy.

Another study indicates that the oil of ‘lavandin’, a hybrid of lavender, decreases fatigue and confusion [47]. Moreover, there is a strong relationship between the emotional response and the quality of fragrance used and also a strong correlation between the hedonic tone of fragrance (pleasant) and positive emotions [48].

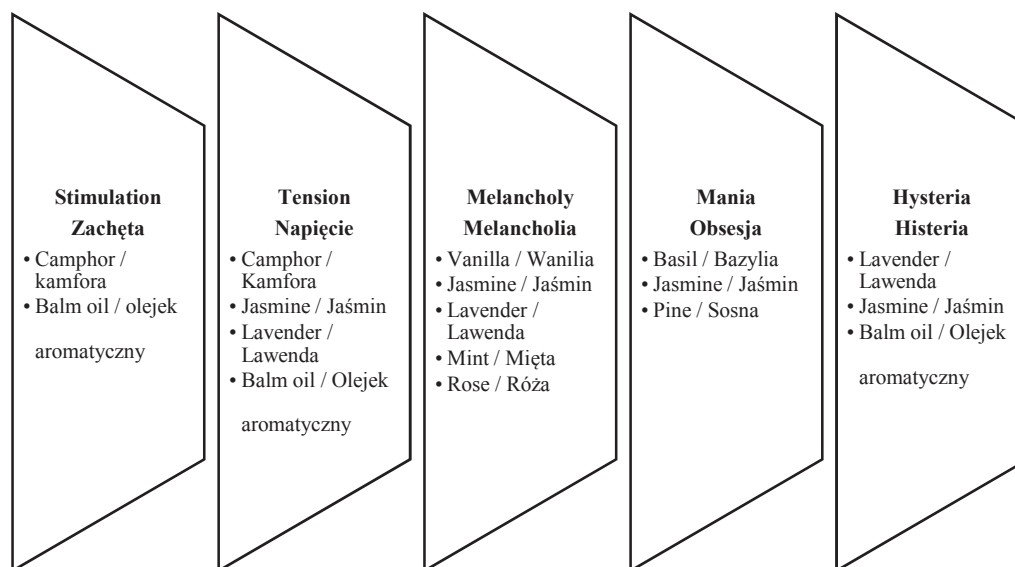


Fig. 1. Emotions evoked by sedative essential oils

Rys. 1. Emocje wywoływane przez olejki eteryczne o działaniu uspokajającym

Source / Źródło: the authors' own study based on [50] / opracowanie własne na podstawie [50]

Reference literature review methodology

The major objective of the paper was to make a review of available reference literature on the applications of scent in the food sector and on the impact of scent on the consumer behaviour (Fig. 2), emotions, and perception of the environment.

The reference literature review comprises mostly of the scientific papers registered in the Web of Science and Scopus databases. A method of comparison was used in order to achieve the main objective of the paper. In the paper opinions and attitudes are compared as are results of the field research on the applications of scent in various sectors. The section ‘Results’ contains the review of various opinions on the behavioural response to scent followed by the comparison of different field studies in the business sphere including food sector and by the analysis of applications of different types of scents in various business facilities.

Results of the reference literature review

Marketing services connected with aroma applications generally involve the following aspects: scent logo or corporate aroma, selecting air-scent for interiors that strongly depends on the type of industry, scents used during marketing campaigns or corporate events, scents in the points of sale as they impact the customer behaviour [1, 2]. Speaking generally scents can have an effect on the evaluation of products and on the environment, where foods are sold, such as restaurants, markets and other food facilities [21, 38]. According to Vysekálová [49] the appropriate intensity of scents increases positive emotions, which may strengthen the memory of purchase (Fig. 2).

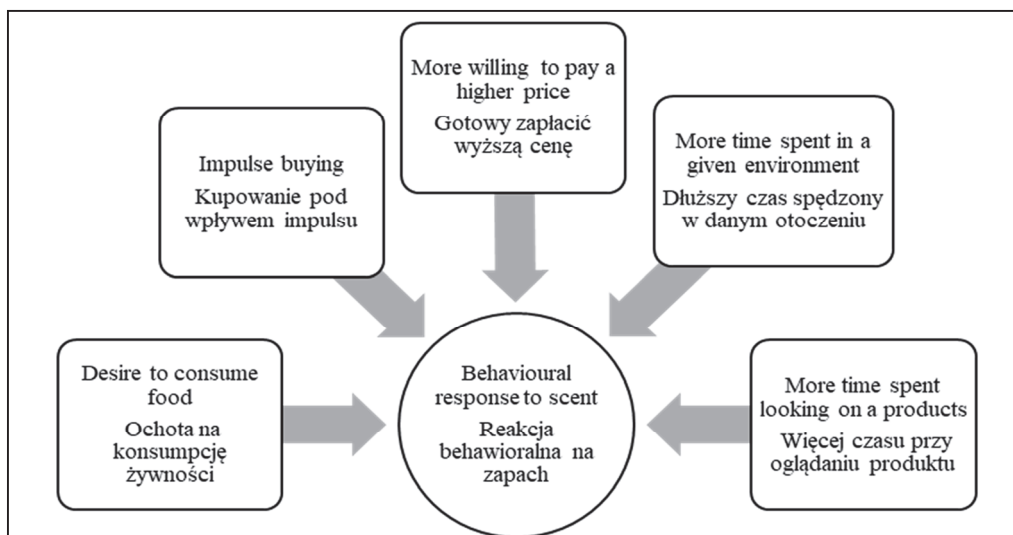


Fig. 2. Effects of scent on consumer behaviour

Rys. 2. Wpływ zapachu na zachowania konsumenckie

Source / Źródło: the authors' own study based on [42] / opracowanie własne na podstawie [42]

In terms of the food sector, consumers have experienced food smells since their birthday, during almost every process of consuming foods, where the appetite for matching products increases owing to olfactory food cues. For example savoury aromas decrease the appetite for sweet foods and increase it for spicy foods [40, 43, 53]. In other research studies in the food sector, there was analyzed the impact of some selected food smells on the consumer's appetite. The results obtained showed that the smells perceived had certain effects on choosing foods by the participants. It was proved that the pear aroma had a positive effect on selecting fruity desserts while the aroma of pizza increased the consumption of savoury food products including pizza itself [18, 19, 20]. According to Zoon et al. [53], the aroma of freshly baked bread

tempts customers to purchase a bread loaf and to eat it. Similar results were obtained in the research study conducted in Slovakia; the Slovakian study results confirmed that the aromatic compounds (crunchy bread aroma) had a certain effect on the quantity of baked baguettes (Paninis) sold [4]. Moreover, retailers can affect the behaviour and attitudes of consumers by applying an ambient scent technology [6]. Several studies indicate that the similarities among the features of products are essential for customers and help them categorize the products; they can also improve their evaluations and purchase intentions [9, 17, 34, 39]. The scent is easy to process provided it is congruent with a product category [22]. This idea is supported by the field studies conducted in six hypermarkets by applying the aroma of chocolate congruent with the whole product

Table 1. Studies on effects of ambient scents

Tabela 1. Badania dotyczące wpływu zapachów otoczenia

Sample Próba	Research context Kontekst badawczy	Authors Autorzy
Slot players at 18 slot machines Gracze przy 18 automatach do gier	Impact of only one ambient scent on money spending (over three weekends) Wpływ tylko jednego otaczającego zapachu na wydaną kwotę (przez trzy weekendy)	Hirsch [23]
n = 116 Shoppers Kupujący	Impact of scents on how customers perceive air quality and on their moods in shopping mall / Wpływ zapachów na postrzeganie przez klientów jakości powietrza i na ich nastroje w centrum handlowym	Baron [3]
n = 247 Shoppers Kupujący	Impact of ambient scents on customers' shopping experiences / Wpływ otaczających zapachów na doświadczenia zakupowe klientów	Mattila and Wirtz [31]
n = 145 Shoppers Kupujący	Influence of ambient scents on mall shoppers' emotions, cognition and on their money spending. Wpływ otaczających zapachów na emocje i poznanie klientów centrum handlowego oraz ich wydatki	Chebat and Michon [11]
n = 279 Shoppers Kupujący	Perception towards mall, pleasure and product quality perception / Postrzeganie centrum, przyjemność oraz postrzeganie jakości produktów	Michonet et al. [33]
n = 88 Shoppers Kupujący	Time spent in a selected restaurant and amount of money spent therein / Czas przebywania i kwota pieniędzy wydana w wybranej restauracji	Gueguen and Petr [21]
n = 134 Undergraduates Studenci na 1. stopniu studiów	Soothing impact of scent on anxiety caused by stereotypes in market Kojące oddziaływanie zapachu na niepokój spowodowany przez stereotypy na rynku	Lee et al. [27]
n = 263 Shoppers Kupujący	Impact of ambient scent on behaviours of customers, such as time and money spent Wpływ otaczającego zapachu na zachowania klientów, takie jak czas i wydane pieniądze	Morrison et al. [36]

Source / Źródło: the authors' own study / opracowanie własne

category. The results obtained showed a positive impact of the category-congruent olfactory cue on sales of the product category [25]. There are several field studies, in which there was analyzed the impact of ambient scents on the customers in shopping malls or stores. Generally the research context was focused on money spending, perceiving the environment, evaluating a product or on customer emotions (Tab. 1).

Furthermore, the scent congruency was used in other studies involving stores. The most common types of scents applied were: slight minty lemon and various essential oils in a clothes store [16, 45]; orange, basil, tea and lemon in a home decor shop; woody, floral, spicy, citrus and food-based aromas in retail stores [26, 28]; lavender and grapefruit scent in a gift store [31], and chocolate scent in a bookstore and café [32]. In the case of shopping mall the most often used scents were lemon, bergamot, orange, grapefruit and cinnamon [12, 46]. The vanilla scent was utilized in a retail store and it was perceived by consumers as a more feminine smell [36]. Therefore it is suggested to apply gender-incongruent scents, which can help achieve better results and the consumers will perceive experiences, excitement and pleasure in a more positive way [15]. In addition the application of ambient scents and aromatic compounds is popular in other sectors of the business sphere such as restaurants, hotels, post offices or even in the working environment [30, 35].

Conclusions

Based on this reference literature review, there were explored the applications of aromachology in the business sphere including shopping malls, retail stores and other facilities. In various field studies the exposure to scent had a positive impact on the behaviour, mood and emotions of the shoppers or customers. The research context comprised mostly the effects of scents on money spending, product evaluation, perception of environment and overall pleasure, comfort and attitudes of customers towards service environment. The predominantly applied types of scents were floral, citrus, food-based or herbal scents. The final conclusion is that a small change in the environment stemmed from the addition of suitable aromas has definitely a positive impact on customers, thus it has a great potential in various sectors of the business sphere.

Acknowledgement

The research has been supported by the research grant APVV-17-0564 “The Use of Consumer Neuroscience and Innovative Research Solutions in Aromachology and its Application in Production, Business and Services”.

References

- [1] Alankin A.: Multisensory Experiential Marketing. [on line]. Eventige Media Group 2016. Access on the Internet [19.10.2018]: <https://eventige.com/multisensory-experiential-marketing/>
- [2] Andreas H., Zidansek M., Sprott D.E., Spangenberg E.R.: The power of simplicity: Processing fluency and the effects of olfactory cues on retail sales. *J. Retail.*, 2013, 89 (1), 30-43.
- [3] Baron R.A.: The sweet smell of helping: Effects of pleasant ambient fragrance on prosocial behavior in shopping malls. *Pers. Soc. Psychol. B.*, 1997, 23 (5), 498-503.
- [4] Berčík J., Paluchová J., Vitoris V., Horská E.: Placing of aroma compounds by food sales promotion in chosen services business. *Potravinárstvo*, 2016, 10 (1), 672-679.
- [5] Blowman K., Magalhães M., Lemos M.F.L., Cabral C., Pires I.M.: Anticancer properties of essential oils and other natural products. *Evid-Based. Compl. Alt. Med.*, 2018, #3149362.
- [6] Bradford K.D., Desrochers D.M.: The use of scents to influence consumers: The sense of using scents to make cents. *J. Bus. Ethics*, 2009, 90 (2), 141-153.
- [7] Buchbauer G.: Aromatherapy: Use of fragrance and essential oils as medicaments. *Flavour Frag. J.*, 1994, 9, 217-222.
- [8] Butcher D.: Aromatherapy - its past and future. *DCI*, 1998, 162 (3), 22-23.
- [9] Chakravarti D., MacInnis D., Nakamoto K.: Product category perceptions, elaborative processing and brand name extension strategies. In: *Advances in Consumer Research*. Eds. M.E. Goldberg, G. Gorn and R.W. Pollay. Association for Consumer Research, Provo, 1990, vol. 17, pp. 910-916.
- [10] Chao-Hsiang W.: Essential oil and aromatherapy. *Kexue Nong Ye*, 1999, 47 (3), 1-3.
- [11] Chebat J.C., Michon R.: Impact of ambient odors on mall shoppers' emotions, cognition, and spending. *J. Bus. Res.*, 2003, 56(7), 529-539.
- [12] Chebat J.C., Morrin M., Chebat D.R.: Does age attenuate the impact of pleasant ambient scent on consumer response? *Environ. Behav.*, 2009, 41 (2), 258-267.
- [13] De Sousa D.P., Silva R., Silva E., Gavioli E.: Essential oils and their constituents: An alternative source for novel antidepressants. *Molecules*, 2017, 22 (8), #1290.
- [14] De Sousa D.P.: Analgesic-like activity of essential oils constituents. *Molecules*, 2011, 16, 2233-2252.
- [15] Doucé L., Janssens W., Leroi-Werelds S., Streukens S.: What to diffuse in a gender-specific store? The effect of male and female perfumes on customer value and behaviour. *J. Consum. Behav.*, 2015, 15(3), 271-280.
- [16] Doucé L., Janssens W.: The presence of a pleasant ambient scent in a fashion store: The moderating role of shopping motivation and affect intensity. *Environ. Behav.*, 2013, 45 (2), 215-238.
- [17] Farquhar P., Herr P., Fazio R.: A relational model for category extensions of brands. In: *Advances in Consumer Research*. Eds. M.E. Goldberg, G. Gorn and R.W. Pollay. Association for Consumer Research, Provo, 1990, vol. 17, pp. 856-860.
- [18] Fedoroff I., Polivy J., Herman C.P.: The specificity of restrained versus unrestrained eaters' responses to food cues: General desire to eat, or craving for the cued food? *Appetite*, 2003, 41 (1), 7-13.
- [19] Ferriday D., Brunstrom J. M.: "I just can't help myself": Effects of food-cue exposure in overweight and lean individuals. *Int. J. Obes. (Lond.)*, 2011, 35, 142-149.
- [20] Gaillet-Torrent M., Sulmont-Rossé C., Issanchou S., Chabanet C., Chambaron S.: Impact of a non-attentively perceived odour on subsequent food choices. *Appetite*, 2014, 76, 17-22.
- [21] Guéguen N., Petr Ch.: Odors and consumer behavior in a restaurant. *Int. J. Contemp. Hosp. M.*, 2006, 25 (2), 335-339.
- [22] Haberland M.: The power of scent: Empirical field studies of olfactory cues on purchase behavior. [on line]. University of St. Gallen 2010. Dostęp w Internecie [10.10.2018]: [https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/3735/\\$FILE/dis3735.pdf](https://www1.unisg.ch/www/edis.nsf/SysLkpByIdentifier/3735/$FILE/dis3735.pdf)
- [23] Hirsch A.R.: Effects of ambient odors on slot-machine usage in a Las Vegas casino. *Psychol. Market.*, 1995, 12 (7), 585-594.

- [24] Islam M.T., da Mata A.M., de Aguiar R.P.S., Paz M.F., de Alencar M.V., Ferreira P.M., de Carvalho Melo-Cavalcante A.A.: Therapeutic potential of essential oils focusing on diterpenes. *Phytother. Res.*, 2016, 30 (9), 1420-1444.
- [25] Kivioja K.: Impact of point-of-purchase olfactory cues on purchase behavior. *J. Consum. Market.*, 2017, 34 (2), 119-131.
- [26] Krishna A., Lwin M.O., Morrin M.: Product scent and memory. *J. Consum. Res.*, 2010, 37 (1), 57-67.
- [27] Lee K., Kim H., Vohs K.D.: Stereotype threat in the marketplace: Consumer anxiety and purchase intentions. *J. Consum. Res.*, 2011, 38 (2), 343-357.
- [28] Leenders M.A.A.M., Smidts A., Haji A.E.: Ambient scent as a mood inducer in supermarkets: The role of scent intensity and time-pressure of shoppers. *J. Retailing Consum. Serv.*, 2016, DOI: 10.1016/j.jretconser.2016.05.007.
- [29] Lis-Balchin M.: *Aromatherapy science*. Pharmaceutical Press, London 2006.
- [30] Madzharov A., Ye N., Morrin M., Block L.: The impact of coffee-like scent on expectations and performance. *J. Environ. Psychol.*, 2018, 57, 83-86.
- [31] Mattila A.S., Wirtz J.: Congruency of scent and music as a driver of in-store evaluations and behavior. *J. Retailing*, 2001, 77 (2), 273-289.
- [32] McGrath M.C., Aronow P.M., Shotwell V.: Chocolate scents and product sales: A randomized controlled trial in a Canadian bookstore and café. *SpringerPlus*, 2016, 5(1), #670.
- [33] Michon R., Chebat J.C., Turley L.W.: Mall atmospherics: The interaction effects of the mall environment on shopping behavior. *J. Bus. Res.*, 2005, 58 (5), 576-583.
- [34] Moreau C., Markman A., Lehmann D.: "What is it?" categorization flexibility and consumers' responses to really new products. *J. Consum. Res.*, 2001, 27 (4), 489-498.
- [35] Morrin M., Ratneshwar S.: Does it make sense to use scents to enhance brand memory? *J. Marketing Res.*, 2003, 40, 10-25.
- [36] Morrison M., Gan S., Dubelaar C., Oppewal H.: In-store music and aroma influences on shopper behavior and satisfaction. *J. Bus. Res.*, 2011, 64 (6), 558-564.
- [37] Oliveira F.A., Andrade L.N., De Sousa E.B., De Sousa D.P.: Anti-ulcer activity of essential oil constituents. *Molecules*, 2014, 19, 5717-5747.
- [38] Paluchová J., Kleinová K., Berčík J., Horská E.: The perception of merchandising visual components in the fast food restaurants of chosen shopping mall. *Proceeding of ICABR X. International Conference on Applied Business Research*, Brno, Czech Republic, 2015, September, 14-18, pp. 426-437.
- [39] Park C., Milberg S., Lawson R.: Evaluation of brand extensions: The role of product feature similarity and brand concept consistency. *J. Consum. Res.*, 1991, 18 (2), 185-193.
- [40] Ramaekers M.G., Boesveldt S., Lakemond C.M.M., van Boekel M.A.J.S., Luning P.A.: Odours: Appetizing or satiating? Development of appetite during odor exposure over time. *Int. J. Obesity*, 2013, 38 (5), 650-656.
- [41] Ribeiro-Santos R., Andrade M., de Melo N.R., Sanches-Silva A.: Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends Food Sci. Tech.*, 2017, 61, 132-140.
- [42] Rimkute J., Moraes C., Ferreira C.: The effects of scent on consumer behaviour. *Int. J. Consum. Stud.*, 2015, 40 (1), 24-34.
- [43] Rybanská J., Nagyová L., Košičiarová I.: Sensory marketing: Sensory perceptions and emotions as the key factors influencing consumer behaviour and decision-making. In: *Marketing Identity*. University of Ss. Cyril and Methodius in Trnava, Trnava, Slovak Republic, 2014.
- [44] Sobral M.V., Xavier A.L., Lima T.C., de Sousa D.P.: Antitumor activity of monoterpenes found in essential oils. *Sci. World J.*, 2014, #953451.
- [45] Spangenberg E.R., Sprott D.E., Grohmann B., Tracy D.L.: Gender-congruent ambient scent influences on approach and avoidance behaviors in a retail store. *J. Bus. Res.*, 2006, 59 (12), 1281-1287.
- [46] Teller C., Dennis C.: The effect of ambient scent on consumers' perception, emotions and behaviour: A critical review. *J. Mark. Manage.*, 2012, 28 (1-2), 14-36.
- [47] Tomi K., Fushiki T., Murakami H., Matsumura Y., Hayashi T., Yazawa S.: Relationships between lavender aroma component and aromachology effect. *Acta Horticulturae*, 2011, 925, 299-306.

- [48] Vernet-Maury E., Alaoui-Ismaïli O., Dittmar A., Delhomme G., Chanel J.: Basic emotions induced by odorants: A new approach based on autonomic pattern results. *J. Auton. Nerv. Syst.*, 1999, 75 (2-3), 176-183.
- [49] Vysekalová J.: *Emoce v marketingu*. Grada Publishing, Prague 2014, p. 296.
- [50] Wang C.X., Chen S.L.: Aromachology and its application in the textile field. *Fibres Text. East. Eur.*, 2005, 54, 41-44.
- [51] War A.R., Paulraj M.G., Ahmadetal T.: Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signal. Behav.*, 2012, 7 (10), 1306-1320.
- [52] Whiley H., Gaskin S., Schroder T., Ross K.: Antifungal properties of essential oils for improvement of indoor air quality: A review. *Rev. Environ. Health*, 2018, 33 (1), 63-76.
- [53] Zoon H.F.A., de Graaf C., Boesveldt S.: Food odours direct specific appetite. *Foods*, 2016, 5 (1), 2-10.

AROMAKOLOGIA W SEKTORZE ŻYWNOŚCI – ASPEKTY WYBORU PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH PRZEZ KONSUMENTÓW

Streszczenie

Trend w terapii „powrotu do natury” zwiększa znaczenie stosowania olejków aromatycznych i czystych związków zapachowych nie tylko w medycynie, ale też w sferze biznesu. Usługi marketingowe związane z wykorzystaniem zapachów obejmują np. logo zapachowe, czy zapach korporacyjny, dobór zapachu do wnętrza – mocno uzależnionego od branży, zapachy używane w trakcie kampanii marketingowych, imprez czy w punktach sprzedaży oddziałujące na zachowanie klientów. W pracy przedstawiono przegląd literatury na temat zastosowań zapachu w detalicznych punktach sprzedaży produktów żywnościowych. Omówiono oddziaływanie zapachów na zachowania konsumentów, ich emocje i postrzeganie otoczenia, w tym wpływ na prawdopodobieństwo dokonania zakupu, kwotę wydanych pieniędzy oraz ocenę produktów i sklepu. Wykazano pozytywny efekt zastosowanego zapachu na kupujących, na ich nastroje, zachowania i emocje. W odniesieniu do typu zapachu w analizie uwzględniono w większości zapachy kwiatowe oraz na bazie żywności, w tym cytrusowe i ziołowe. Wykazano, że uwzględnienie wskazówek węchowych dla poszczególnych kategorii produktów spożywczych pozytywnie wpływa na sprzedaż całej kategorii produktów. Podsumowując, można stwierdzić, że modyfikacja otoczenia przez dodanie odpowiednich zapachów pozytywnie wpływa na klientów, a to może być dużym potencjałem dla sektora żywnościowego, jak również dla innych sfer biznesu.

Słowa kluczowe: aromakologia, związki aromatyczne, produkty żywnościowe, punkty sprzedaży, zachowania konsumentów 

JERZY OSOWSKI

INNOWACYJNOŚĆ I OPTYMALIZACJA W OCHRONIE UPRAW ZIEMNIAKA

Streszczenie

Wzrastające zaludnienie wymaga zapewnienia wystarczającej ilości żywności. Ziemniaki odgrywają dużą rolę nie tylko jako surowiec do przerobu przemysłowego, ale przede wszystkim są ważnym źródłem żywności, która może zapewnić wyżywienie ludności na świecie. Stosowane dotychczas intensywne metody nawożenia oraz ochrony przed agrofagami stanowiły duże zagrożenie dla środowiska i ludzi. Obowiązujące od 1 stycznia 2014 roku przepisy o stosowaniu zasad integrowanej ochrony roślin zawierają zalecenie ograniczania zużycia nawozów mineralnych oraz środków ochrony roślin, a preferują wykorzystanie metod niechemicznych i hodowlanych. Stosowanie środków ochrony roślin nie jest już podstawowym elementem zwalczania agrofagów, lecz stanowi element uzupełniający, stosowany tylko wtedy, kiedy istnieje ryzyko przekroczenia progów ekonomicznej szkodliwości. W celu zmniejszenia liczby zabiegów ochronnych stosowanych w ochronie plantacji ziemniaków przed zarzą coraz powszechniejsze staje się wykorzystanie systemów wspomagających podejmowanie decyzji o wykonaniu zabiegu. Obecnie w Europie do wspomagania podejmowania decyzji w tym zakresie wykorzystuje się ok. 20 różnych systemów. Dzięki temu w zależności od systemu uzyskano zmniejszenie liczby zabiegów o 2 do 8. W Polsce zastosowanie systemów decyzyjnych pozwoliło na zmniejszenie liczby zabiegów o 3 do 6, przy jednoczesnym zmniejszeniu o 30 % ilości środków ochrony wprowadzanych do środowiska. W ostatnich latach zmianie uległy także dyscypliny naukowe, które odgrywają rolę we współczesnym rolnictwie. Dotychczas dominowały nauki biologiczne, obecnie wzrasta zainteresowanie naukami technicznymi, które ułatwiają wprowadzanie rolnictwa precyzyjnego, wykorzystującego nowoczesne techniki. Umożliwiają one ograniczanie nakładów finansowych, ochronę środowiska, bezpieczeństwo żywności oraz ochronę zasobów naturalnych i ludzkich.

Słowa kluczowe: ziemniak, metody hodowlane, ochrona integrowana, ochrona chemiczna, systemy decyzyjne

Wprowadzenie

Wzrastające zaludnienie (w latach 1950 - 2000 populacja ludzi na świecie wzrosła ponad 2,5-krotnie) wymaga zapewnienia wystarczającej ilości żywności. W wymie-

Dr inż. J. Osowski, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Radzików, Oddział Bonin, 76-009 Bonin 3. Kontakt: osowski@ziemniak-bonin.pl

nionym okresie produkcja żywności nadążała za wzrastającym tempem zaludnienia, jednak w wyniku oddziaływania czynników chorobotwórczych straty plonów w skali globalnej wynoszą w dalszym ciągu ponad 40 % [24].

Ziemniaki, obok ryżu, kukurydzy i pszenicy, są podstawowym źródłem pożywienia, a także jedną z niewielu roślin uprawnych rozmnażanych wegetatywnie [2, 4]. Roczna produkcja ziemniaków na świecie przekracza 350 milionów ton [10]. Związana jest z dużym ryzykiem występowania chorób, które ze względu na sposób rozmnażania ziemniaków mogą być przenoszone z sezonu na sezon w bulwach sadzeniaków. Obecnie ocenia się, że ziemniak jest atakowany przez ok. 160 chorób pochodzenia grzybowego, bakteryjnego, wirusowego i abiotycznego (nieinfekcyjnego) [5].

Intensywne metody ochrony roślin stosowane od wielu lat w produkcji ziemniaków i innych roślin ukierunkowane na uzyskanie maksymalnych plonów wywołują wiele skutków ubocznych w stosunku do obiektów, które nie są celem prowadzonej ochrony (osoby wykonujące zabiegi ochrony roślin, konsumenci, środowisko przyrodnicze), zaburzają działanie naturalnych mechanizmów, które mają wpływ na samoregulację agroekosystemów, prowadzą do uodporniania się agrofagów na środki chemiczne i generują wysokie koszty zabiegów ochrony [17].

Od 1 stycznia 2014 roku w krajach Unii Europejskiej wprowadzono przepisy dotyczące stosowania metod integrowanej ochrony roślin zgodnie z postanowieniami art. 14. dyrektywy 2009/128/WE [6] oraz rozporządzenia nr 1107/2009 [25]. Integrowana ochrona roślin to połączenie wielu metod w taki sposób, aby wiedza o organizmach szkodliwych dla roślin i o ich biologii umożliwiała wykorzystanie metod niechemicznych w celu ograniczenia do niezbędnego minimum stosowania środków ochrony roślin [17].

Doruchowski [7] wskazuje, że rozwój współczesnego rolnictwa wiąże się przede wszystkim z naukami biologicznymi, technicznymi i społecznymi. O ile wcześniej dominowały nauki biologiczne, to obecnie obserwowany jest zwrot ku nowoczesnym technikom. Dominacja techniki, a tym samym rolnictwa precyzyjnego sprawia, że obecnie do głównych celów stawianych przed tym rolnictwem zaliczyć można minimalizację nakładów, ochronę środowiska, bezpieczeństwo żywności oraz ochronę zasobów naturalnych i ludzkich.

Wprowadzenie do powszechnego stosowania metod integrowanej ochrony jest jedną z ważniejszych zmian innowacyjnych w rolnictwie. Program integrowanej ochrony zakłada w pierwszym rzędzie wykorzystanie metod niechemicznych (zabiegów agrotechnicznych, metod hodowlanych), a więc ochronę zasobów naturalnych i bezpieczeństwo żywności oraz ich uzupełnienie zastosowaniem środków ochrony w takiej ilości, aby utrzymać agrofagi poniżej progu ekonomicznej szkodliwości, czyli minimalizację nakładów i ochronę środowiska.

Zasady integrowanej ochrony roślin wpisują się w system integrowanej produkcji rolniczej, który umożliwia realizowanie celów ekonomicznych i ekologicznych poprzez świadome wykorzystanie nowoczesnych technik wytwarzania, systematyczne usprawnianie zarządzania oraz wdrażanie różnych form postępu, głównie biologicznego, w sposób sprzyjający realizacji celów systemu [21].

Kotecki [19] ocenia, że przy przejściu od systemu gospodarowania konwencjonalnego do integrowanego możliwe jest ograniczenie o 30 ÷ 50 % przemysłowych środków produkcji (tab. 1). Podstawowym czynnikiem warunkującym efektywniejsze wykorzystanie środków produkcji jest wiedza umożliwiająca precyzyjne ustalanie wielkości ich dawek i terminów aplikacji [33]. Jednym z głównych standardów produkcji roślinnej jest ograniczenie do niezbędnego minimum stosowania nawozów i środków ochrony, aby zmniejszyć niekorzystny wpływ rolnictwa na środowisko, a także wpływać na dłuższe użytkowanie terenów rolniczych [19].

Tabela 1. Zużycie przemysłowych środków produkcji w Holandii po zmianie konwencjonalnego systemu gospodarowania na system integrowany

Table 1. Consumption of industrial means of production in the Netherlands after the change of the conventional management system into an integrated system

Wyszczególnienie Specification		Stan wyjściowy Starting condition	Lata po zmianie na uprawę integrowaną Years after the change into integrated crop			Zmniejszenie zużycia środków produkcji w stosunku do stanu wyjściowego Reduction of consumption of production resources com- pared to the initial condition [%]
			1 i 2	3	4	
Pestycydy Pesticides [kg ha ⁻¹ s.a.]	herbicydy herbicides	3,1	1,8	1,3	1,3	58,1
	fungicydy fungicides	4,7	3,9	2,3	1,9	59,6
	nematocydy nematocides	14,4	7,8	3,4	3,7	74,3
Nawozy Fertilizers [kg ha ⁻¹]	ogółem in total	N	235	190	180	19,1
		P ₂ O ₅	130	85	75	46,2
		K ₂ O	175	150	150	14,3
	mineralne mineral	N	141	95	90	32,6
		P ₂ O ₅	58	17	15	75,9
		K ₂ O	87	60	52	40,2

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [33] / Author's own study based on [33]

W odniesieniu do ochrony ziemniaków stosowanie nawozów i środków ochrony stanowi duże zagrożenie dla środowiska oraz bezpieczeństwa żywności, a także generuje wysokie nakłady na uzyskanie dobrej jakości plonów.

Nawożenie

Nawożenie jest jednym z elementów agrotechniki mającym podstawowe znaczenie w kształtowaniu plonu oraz jakości bulw ziemniaka i powinno być dostosowane do właściwości agrotechnicznych gleby oraz wymagań pokarmowych tej rośliny, przy uwzględnieniu stosowania nawozów naturalnych lub organicznych, uzupełnionych odpowiednim poziomem nawożenia mineralnego [29]. W myśl zasady „tak dużo jak to jest konieczne, tak mało jak to jest możliwe” celem nawożenia jest osiągnięcie wyższych i jakościowo lepszych plonów poprzez dostarczenie roślinom składników pokarmowych w odpowiednich ilościach i we właściwej formie nawozu. Nie można mówić o celowym nawożeniu, jeżeli analizy gleby wykonuje się co 4 - 5 lat, ponieważ nawożenie jest korektą – uzupełnieniem braków składników pokarmowych w glebie. Najczęściej producenci ziemniaków pomijają celowość stosowania analizy zasobności gleby i udział najważniejszych makroelementów w nawożeniu (azotu, fosforu i potasu) określają na podstawie stosunku N : P : K. W przypadku ziemniaków jadalnych powinien on wynosić 1 : 1 : (1,5 ÷ 2), a ziemniaków skrobiowych – 1 : 1 : (1,3 ÷ 1,5) [22]. Przyjmowanie tej zasady prowadzi często do nadmiernego zużycia nawozów. Sposób ich zastosowania poprzez wysiew rzutowy nie gwarantuje równomiernego pokrycia na wysiewanej powierzchni ze względu na redliny. Korzystniejszy jest wysiew rzędowy z wykorzystaniem agregatów sadząco-nawożących. Zastosowanie nawożenia przy użyciu tej techniki powoduje zwiększenie plonu bulw o 10 % w porównaniu z techniką tradycyjną [30].

Od początku XXI wieku, kiedy nastąpił szybki rozwój i upowszechnienie nawigacji wykorzystującej systemy satelitarne, np. GPS (*Global Positioning System*), rolnictwo zyskało narzędzie, które umożliwia lokalizację obiektów na ziemi z dużą dokładnością. System ten znalazł zastosowanie w precyzyjnym nawożeniu roślin. Urządzenie N-Sensor, które służy do określania deficytu azotu w zbożach, rzepaku, kukurydzy, ziemniakach czy burakach cukrowych, podczas jazdy ciągnika z rozsiewaczem nawozów skanuje obszar w otoczeniu ciągnika, analizuje poziom chlorofilu w roślinach i dobiera właściwą dawkę na podstawie stanu roślin. Wykorzystanie tego urządzenia pozwoliło na zwiększenie plonów zbóż o 3 ÷ 13 % i oszczędność nawozów średnio o 14 % [20].

Ochrona chemiczna

Zrównoważona ochrona roślin według Kapsy i wsp. [18] to łączne wykorzystanie działań taktycznych obejmujących dobór środka ochrony roślin, ustalenie liczby apli-

kacji, wykorzystanie systemów wspomagania decyzji (DSS) w ochronie przed patogenami oraz wykorzystanie progów ekonomicznej szkodliwości (takiego nasilenia agrofagów, w którym wartość spodziewanej straty w plonie jest wyższa od kosztów zabiegów) w zwalczaniu szkodników oraz działań strategicznych. Działania strategiczne obejmują wybór harmonogramu zabiegów i ich częstotliwość albo zastosowanie systemów wspomagania decyzji.

W ochronie roślin ziemniaka wyznaczenie progów szkodliwości czynników chorobotwórczych, a zwłaszcza najgroźniejszej z nich – zarazy ziemniaka jest trudne, bo do jej rozwoju może wystarczyć jedna chora bulwa czy jedna zainfekowana roślina, by w ciągu kilku dni doprowadzić do zniszczenia plantacji o powierzchni 100 ha [3]. Pewnym wyznacznikiem rozwoju choroby, ale bardziej odpowiadającym za wyznaczenie momentu zahamowania gromadzenia plonu, jest tzw. krytyczny moment zniszczenia powierzchni asymilacyjnej ($50 \div 70 \%$), powyżej którego roślina nie jest zdolna do gromadzenia plonu [18]. Rozpoczynanie ochrony od tego momentu jest jednak zbyt późne i nieefektywne.

Skutecznym sposobem zwalczania zarazy ziemniaka jest prowadzenie ochrony poprzez wykonywanie zabiegów profilaktycznych. Uproszczony system rozpoczynania ochrony, kiedy rośliny odmian wczesnych wchodzi w fazę zwierania się w rzędach, a w przypadku roślin odmian późniejszych, kiedy wystąpią objawy na roślinach odmian wczesnych, pozwala na skuteczniejsze ograniczenie choroby niż wówczas, gdy zabiegi rozpoczyna się w momencie wystąpienia pierwszych jej objawów [18].

W przypadku ważniejszych szkodników ziemniaka obowiązują obliczone progi szkodliwości, których przestrzeganie umożliwia skuteczne ograniczanie liczby tych szkodników do poziomu, który nie będzie powodował strat o znaczeniu gospodarczym [11].

Podstawą biologicznej skuteczności zabiegów ochronnych jest ich terminowość, a warunkiem opłacalności ekonomicznej i bezpieczeństwa ekologicznego jest dawka preparatu dobrana odpowiednio do rzeczywistych potrzeb. Precyzyjne wyznaczenie zarówno terminu, jak i dawki wymaga podjęcia decyzji na podstawie wielu, często wzajemnie zależnych od siebie czynników, których obiektywna i jednoczesna analiza może być procesem bardzo skomplikowanym. W takich sytuacjach bardzo pomocny może być komputerowy system wspomagania decyzji – DSS (*Decision Support System*) [18].

W wielkoobszarowych gospodarstwach na Zachodzie, a także w Polsce wysoko rozwinięta ochrona plantacji przed zarazą ziemniaka przy stosowaniu rutynowych aplikacji (co 7 - 10 dni) może przekraczać nawet 20 zabiegów [18]. Obecnie do wspomagania podejmowania decyzji w tym zakresie w Europie wykorzystywanych jest ok. 20 różnych systemów [18]. W Polsce stosowanych jest sporadycznie kilka z nich, m.in. NegFry, Plant Plus, Prophy czy Dacom Disease Management [16]. Funkcjonują także

internetowe programy wspomagania decyzji do zwalczania zarazy ziemniaka wykorzystujące prognozę negatywną z systemu NegFry. Są to: System Wspomagający Podejmowanie Decyzji w Integrowanej Ochronie Roślin (IUNG-PIB) oraz Internetowy System Wspomagania Podejmowania Decyzji w Ochronie Ziemniaka przed *Phytophthora infestans* (IOR-PIB) [33].

Badania prowadzone przez wiele lat na poletkach doświadczalnych i w warunkach polowych z wykorzystaniem systemu NegFry pozwoliły wykazać dużą przydatność tego narzędzia w skutecznym ograniczaniu zarazy ziemniaka. Na podstawie wyników walidacji na poletkach doświadczalnych wykazano, że precyzyjnie określony termin aplikacji umożliwił nie tylko osiągnięcie wysokiej skuteczności ochrony, ale też zmniejszenie o 1 - 2 liczby zabiegów w porównaniu z rutynową kontrolą [16]. Podobny poziom skuteczności uzyskano także przy prowadzeniu oceny w warunkach produkcyjnych. Zastosowanie systemu decyzyjnego pozwoliło na zmniejszenie liczby zabiegów o 3 do 6, przy jednoczesnym zmniejszeniu o 30 % ilości środków ochrony wprowadzanych do środowiska [1].

W badaniach nad zastosowaniem systemów decyzyjnych w ochronie upraw ziemniaków przed zarazą Dowley i Burke [9] potwierdzili ich dużą przydatność oraz zmniejszenie liczby aplikacji w porównaniu z zabiegami prowadzonymi w odstępach 7-dniowych, odpowiednio w przypadku systemów: NegFry – o 8, Simphyt – o 7 oraz Plant Plus – o 2 i ProPhy – o 2.

Skuteczność ochrony to zarówno termin jej rozpoczęcia, jak i odpowiedni dobór środków ochrony roślin uwzględniający nie tylko sposób ich działania na czynniki chorobotwórcze, ale także zakres mobilności w roślinie (rys. 1).

Proces rozwoju choroby / Disease development process			
Roślina zdrowa Healthy plant	Infekcja Infection	Inkubacja Incubation	Choroba Disease

Działanie na patogen / Effect on pathogen	
Zapobiegawcze Preventative	Interwencyjne / Curative Wyniszczające / Destructive

Działanie w roślinie / Action mode within plant		
Powierzchniowe (kontaktowe) Topical (contact)	Wgłębne Translaminar	Systemiczne Systemic

Rys. 1. Sposób działania fungicydów zarejestrowanych do zwalczania chorób w ziemniakach

Fig. 1. Mode of action of fungicides registered as those to control potato diseases

Pojawiające się nowe rasy i genotypy patogenów wywołujących zarazę ziemniaka mogą powodować nie tylko przełamywanie odporności uprawianych odmian, ale także obniżać skuteczność działania substancji aktywnych zarejestrowanych do jej zwalczania.

nia [2]. Badania prowadzone przez FRAC (*Fungicide Resistance Action Committee*) nad ryzykiem wystąpienia odporności na stosowane do zwalczania chorób ziemniaka substancje aktywne (tab. 2) pozwalają na skuteczne komponowanie programów ochrony ograniczających ryzyko powstania odporności. Rozsądne stosowanie środków z grupy podwyższonego ryzyka powstania odporności (średnie do wysokiego i wysokie) jest według Kapsy i wsp. [15] podstawowym elementem w strategii przeciwoodpornościowej.

Tabela 2. Substancje czynne zarejestrowane do zwalczania patogenów ziemniaka, mechanizm działania i stopień ryzyka powstawania odporności według FRAC 2017

Table 2. Active ingredients registered as those to control potato pathogens, mechanism of action, and degree of risk of developing resistance according to FRAC 2017

Substancja aktywna Active ingredients	Mechanizm działania Mode of action	Ryzyko powstania odporności Risk of developing	Kod FRAC FRAC Code
Azoksystrobina Azoxystrobin	C3 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	wysokie high	11
Ametoktradyna Ametoctradin	C8 inhibitor Kompleksu III, enzymu łańcucha oddychania Complex III inhibitor, respiratory chain enzyme	średnie do wysokiego medium to high	45
Bentiawalikarb Benthiavalicarb	H5 zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej disruption of cell wall biosynthesis	niskie do średniego low to medium	40
Benalaksyl-M Benalaxyl-M	A1 zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych nucleic acids biosynthesis disruption	wysokie high	4
Chlorotalonil Chlorothalonil	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 05
Cyazofamid Cyazofamid	C4 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	średnie do wysokiego medium to high	21
Cymoksanil Cymoxanil	U mechanizm działania nieznany action mode unknown	niskie do średniego low to medium	27
Difenokonazol Difenoconazole	G1 zakłócanie biosyntezy steroli disruption of sterols biosynthesis	średnie medium	3
Dimetomorf Dimethomorph	H5 zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej disruption of cell wall biosynthesis	niskie do średniego low to medium	40
Famoksat Famoxadone	C3 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	wysokie high	11
Fenamidon Fenamidone	C3 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	wysokie high	11
Fluazynam Fluazinam	C5 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	niskie low	29

Fluopikolid Fluopicolide	B5 zakłócanie mitozy i podziałów komórkowych mitosis and cell divisions disruption	nieznane unknown	43
Flutolanil Flutolanil	C2 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	średnie do wysokiego medium to high	7
Folpet Folpet	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 04
Imazalil Imazalil	G1 zakłócanie procesu biosyntezy steroli disruption of sterols biosynthesis	średnie medium	3
Mankozeb Mancozeb	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 03
Mandipropamid Mandipropamid	H5 zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej disruption of cell wall biosynthesis	niskie do średniego low to medium	40
Metiram Metiram	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 03
Metalaksyl Metalaxyl	A1 zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych nucleic acids biosynthesis disruption	wysokie high	4
Metalaksyl-M Metalaxyl-M	A1 zakłócanie syntezy kwasów nukleinowych nucleic acids biosynthesis disruption	wysokie high	4
Pencykuron Pencycuron	B4 zakłócanie podziałów komórkowych cell divisions disruption	nieznane unknown	20
Piraklostrobina Pyraclostrobin	C3 zakłócanie procesu oddychania disruption of respiration	wysokie high	11
Propamokarb-HCl Propamocarb-HCL	F4 zakłócanie syntezy lipidów lipids synthesis disruption	niskie do średniego low to medium	28
Propineb Propineb	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 03
Protiokonazol Prothioconazole	G1 zakłócanie procesu biosyntezy steroli disruption of sterols biosynthesis	średnie medium	3
Valifenalat Valifenalate	H5 zakłócanie biosyntezy ściany komórkowej disruption of cell wall biosynthesis	niskie do średniego low to medium	40
Zoksamid Zoxamid	B3 działanie w procesie mitozy action on mitosis	niskie do średniego low to medium	23
Związki miedzi Copper compounds	M wielokierunkowe działanie kontaktowe multidirectional contact action	niskie low	M 01

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie / Author's own study based on
www.frac.info/what.../2017/.../publication-of-the-frac-code-list-20

Chwasty to rośliny niepożądane, które konkurują z rośliną uprawną, w tym z ziemniakami, o czynniki siedliska, ponadto mogą utrudniać pracę maszyn podczas zbioru i wpływać na obniżenie jakości plonu, a tym samym powodować dalsze straty

podczas przechowywania [31]. Ziemniak jest szczególnie narażony na zachwaszczenie, co wiąże się z jego powolnym początkowym wzrostem i uprawą w szerokiej rozstawie rzędów. Zwalczanie chwastów pozwala na uzyskanie dużych plonów o dobrej jakości. Ze względu na możliwość wystąpienia fitotoksyczności jest ono jednak zabiegiem obciążonym dużym ryzykiem.

W Polsce zwalczanie chwastów za pomocą środków ochrony roślin odbywa się najczęściej metodą zabiegu przedwzrostowego, podczas którego stosuje się herbicydy na bazie linuronu i metrybuzyny [31]. Badania prowadzone w Oddziale IHAR-PIB w Boninie nad wrażliwością odmian na powschodowe stosowanie metrybuzyny pozwalają na skuteczne wykorzystanie tego herbicydu [32] – tab. 3.

Tabela 3. Wrażliwość odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach

Table 3. Susceptibility of potato cultivars to metribuzin applied post-emergence

Grupa wrażliwości Sensitivity group	Kierunek użytkowania / Direction of use	
	Jadalne / Table	Skrobiowe / Starch
Formulacja / Formulation WG (Raba 70 WG i Mistral 70 WG)		
Niewrażliwe Insensitive (1,0)	Satina	Zuzanna
Niska wrażliwość Low sensitivity (1,1 - 2,0)	Aldona, Altesse, Amarant, Ametyst, Anuschka, Bellarosa, Bellini, Bryza, Cecile, Challenger, Courage, Crisps 4 All, Dali, Etiuda, Etola, Ewelina, Folva, Ivory Russet, Laskara, Lord, Madeline, Magnolia, Manitou, Markies, Mazur, Melody, Musica, Orchestra, Orlena, Otolia, Russet Burbank, Saline, Salinero, Smit's Comet, Syrena, Tacja, Verdi	Donald, Ikar, Kuba, Rudawa, Skawa
Średnia wrażliwość * Average sensitivity (2,1 - 4,0)	Agata, Almera, Aruba, Asterix, Augusta, Belinda, Bellaprima, Berber, Bila, Bogatka, Brooke, Carrera, Colette, Cyprian, Denar, Ditta, Elfe, El Mundo, Fianna, Gawin, Gioconda, Gracja, Gustaw, Gwiazda, Hermes, Honorata, Hubal, Ignacy, Impresja, Ingrid, Inova, Jelly, Jurek, Justa, Jutrzenka, Lady Claire, Lavinia, Lawenda, Lech, Legenda, Ludmilla, Malaga, Michalina, Miłek, Mondeo, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Queen Anne, Red Fantasy, Red Sonia, Riviera, Rumba, Roxana, Sagitta, Tajfun, Tonacja, VR 808, Widawa, Zagłoba, Zorba	Boryna, Danuta, Głada, Hinga, Inwestor, Jasia, Jubilat, Kaszub, Kuras, Mieszko, Pasja Pomorska, Rumpel, Szyper
Podwyższona wrażliwość Increased sensitivity (4,1 - 6,0)	Anabelle, Arielle, Bohun, Cekin, Eurostar, Innovator, Irga, Irys, Miriam, Rosalind, Santé, Stasia, Tetyda, Vineta, Zenia	Gandawa, Opus, Pokusa
Bardzo wrażliwe Very sensitive (> 6,1)	Fresco, Krasa, Viviana	Pasat, Sonda

Formulacja / Formulation SC (Sencor Liquid 600 SC)		
Niewrażliwe Insensitive (1,0)	Satina	-
Niska wrażliwość Low sensitivity (1,1 - 2,0)	Amarant, Belinda, Bellini, Challenger, Crisps 4 All, Ewelina, Hubal, Ivory Russet, Jelly, Laskara, Lord, Ludmilla, Madeline, Magnolia, Manitou, Melody, Michalina, Mondeo, Musica, Oman, Orchestra, Otolia, Russet Burbank, Saline, Smit's Comet, Tajfun, Verdi, Zenia	Danuta, Donald, Jubilat, Kuras, Pasja Pomorska
Średnia wrażliwość Average sensitivity (2,1 - 4,0)	Ametyst, Asterix, Augusta, Bard, Bellaprima, Bellarosa, Brooke, Bryza, Cekin, Cyprian, Denar, El Mundo, Finezja, Folv, Gwiazda, Ignacy, Irga, Jurek, Justa, Jutrzenka, Lady Claire, Nandina, Oberon, Omega, Owacja, Queen Anne, Red Fantasy, Red Sonia, Rumba, Sagitta, Syrena, Wawrzyn, Zagłoba	Boryna, Inwestor, Kaszub, Mieszko, Rumpel, Saturna, Zuzanna, Ślęza
Podwyższona wrażliwość Increased sensitivity (4,1 - 6,0)	Bartek, Igor, Innovator, Krasa, Miłek, Stasia, Tetyda, Vineta, Viviana	-

Objaśnienie / Explanatory note:

* – W uprawie odmian o podwyższonej lub nieznannej wrażliwości na metrybuzynę stosowaną po wschodach oraz na plantacjach nasiennych zabieg herbicydami, które ją zawierają, należy wykonać na 10 dni przed przewidywanym terminem wschodów / In the cultivation of cultivars with elevated or unknown susceptibility to metribusin applied after emergence and on seed orchards, treatment using herbicides containing metribusin should be carried out 10 days prior to expected date of emergence.

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [32] / Author's own study based on [32]

Warunkiem uzyskania wysokiej skuteczności herbicydów oraz uzyskania dodatniego efektu finansowego jest właściwy dobór środka oraz jego zastosowanie we właściwym terminie i w odpowiedniej dawce [13].

Najnowsze badania skupiają się na metodach identyfikacji obiektów na podstawie ich cech morfologicznych (wielkość, barwa, kształt, orientacja organów – liści i pędów), a przy wykorzystaniu globalnego systemu pozycjonowania określenia koordynat obiektów. Wiedza taka może być wykorzystana do precyzyjnej aplikacji herbicydów nieselektywnych (np. glifosatu), sprowadzonej do skali pojedynczego wschodzącego chwastu za pomocą zestawu mikrorozpylaczy. Badania przeprowadzone z wykorzystaniem tej techniki do zwalczania chwastów w pomidorach umożliwiły wykazanie bardzo wysokiej skuteczności glifosatu przy jednoczesnej fitotoksyczności niższej niż po zastosowaniu herbicydu selektywnego [14].

Metoda hodowlana

Jednym z ważniejszych i tańszych sposobów integrowanej ochrony roślin jest metoda hodowlana, czyli dobór odmiany do uprawy. Niezmiernie ważne jest dobieranie do

uprawy takich odmian, które z jednej strony są dostosowane do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych, a z drugiej są genetycznie mniej podatne na agrofagi [17]. Zaraza ziemniaka jest najgroźniejszą chorobą roślin i bulw ziemniaka powodującą ogromne straty plonów. Światowe nakłady ponoszone na ochronę przed tą chorobą pochłaniają corocznie 4 mld EUR [26]. Jednym z kluczowych elementów warunkującym

Tabela 4. Odporność części nadziemnej ziemniaka różnych odmian na zarazę ziemniaka w roku 2017
Table 4. Resistance of aboveground parts of potato of different cultivars to potato late blight in 2017

Odporność według skali Resistance according to scale	Typ kulinarny Culinary type	Odmiany Cultivars
Ziemniaki jadalne / Table potatoes		
Bardzo podatne Very susceptible (2 - 3,5)	A	Impresja, Riviera
	B	Augusta, Asterix, Bellarosa, Bila, Berber, Bohun, Carrera, Ditta, Fresco, Folva, Gawin, Gwiazda, Ignacy, Innovator, Ingrid, Irga, Irys, Justa, Jurata, Latona, Madleine, Malaga, Michalina, Stokrotka, Satina, Tacja, Victoria, VR-808, Vineta
	AB	Altesse, Almera, Annabelle, Dali, Denar, Impala, Lord, Oberon, Orchestra, Tonacja, Viviana
	BC	Amora, Honorata, Lady Claire, Lady Rosetta, Miłek
	C	Etiuda
Podatne Susceptible (4 - 5,5)	A	-
	B	Aruba, Bojar, Etola, Jurek, Laskara, Lawenda, Lech, Magnolia, Owacja, Sagitta, Sante
	AB	Manitou, Otolia
	BC	Aldona, Cekin, Finezja, Mazur
Średnio odporne Medium resistant (6 - 7)	BC	Ametyst, Tajfun
Ziemniaki skrobiowe / Starch potatoes		
Bardzo podatne Very susceptible (2 - 3,5)	Cedron, Zuzanna	
Podatne Susceptible (4 - 5,5)	Boryna, Glada, Harpun, Ikar, Jubilat, Kaszub, Kuba, Pasat, Pasja Pomorska, Pokusa, Rumpel, Szyper	
Średnio odporne Medium resistant (6 - 7)	Amarant, Gandawa, Hinga, Inwestor, Jasia, Mieszko, Rudawa, Skawa, Widawa	
Odporne Resistant (8)	Bzura, Kuras	

Objaśnienia / Explanatory notes:

A – typ sałatkowy (nadaje się na sałatki, zapiekanki, do smażenia i do zup) / salad type (suitable for salads, casseroles, for frying and soups); B – typ ogólnoużytkowy (nadaje się do gotowania, do zup, na frytki, smażenie w talarkach, placki, kopytka, knedle, kluski, kiszki ziemniaczane i babki) / general use type (suitable for cooking, for soups, French fries, for frying in slices, for potato pancakes, dumplings, plumpers, hush browns and potato pies); AB – typ sałatkowy do ogólnoużytkowego / salad type for general use; BC – typ ogólnoużytkowy do mączystego / general use in preparing mealy products; C – typ mączysty (nadaje się na purée, frytki, czipsy, do ciast ziemniaczanych i do pieczenia) / mealy type (suitable for purée, fries, chips, potato cakes and potato pies).

Źródło / Source: [22]

efektywność funkcjonowania systemu integrowanej ochrony ziemniaków jest uprawa odmian o wysokim poziomie odporności na zarazę [18].

Obecnie w Krajowym Rejestrze Odmian zarejestrowanych jest 13 odmian o odporności na poziomie zadowalającym (6 - 8 w skali 9-stopniowej). Są to w większości odmiany skrobiowe i tylko dwie z nich – ‘Ametyst’ i ‘Tajfun’ to odmiany jadalne (tab. 4).

Rośliny odmian o podwyższonej odporności czy odpornych na zarazę ziemniaka uprawiane w warunkach sprzyjających atakowi patogenów są mniej podatne na infekcje, a ochrona pozwala zmniejszyć liczbę wykonywanych zabiegów chemicznych [14].

Podsumowanie

Pojawiające się nowe rasy i genotypy patogenów zarazy ziemniaka powodują przełamywanie odporności i obniżanie skuteczności stosowanych środków ochrony roślin [28]. Tym samym powodują, że istnieje nadal konieczność kontynuowania prac hodowlanych, gdyż pomimo wielu lat badań nie osiągnięto zadowalającego poziomu cech odpornościowych [35]. Jednym z kierunków wspomagania ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą, z równoczesnym ograniczaniem liczby stosowanych zabiegów ochronnych, jest rozwijanie komputerowych systemów wspomagających podejmowanie decyzji o wykonaniu zabiegu.

Literatura

- [1] Bernat E., Osowski J.: Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. Biul. IHAR, 2010, 56, 153-162.
- [2] De Boer S.H., Rubio I.: Blackleg of potato. [on line]. The Plant Health Instructor 2004. Dostęp w Internecie [23.04.2018]: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/prokaryotes/Pages/Blacklegpotato.aspx>
- [3] Borecki Z.: Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa 1987, ss. 211-215.
- [4] Czajkowski R., Perombelon M.C.M., van Veen J.A., van der Wolf J.M.: Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: A review. Plant Pathology, 2011, 60 (6), 999-1013.

- [5] Degefu Y.: *Dickeya* and *Pectobacterium* species: Consistent threats to potato production in Europe. [on line]. MTT Agrifood Research Finland 2017. Dostęp w Internecie [16.04.2018]: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/kasper/pelto/peruna/Potatonow/tutkimus/Yeshitila_PotatoNow_Article.pdf
- [6] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów Dz. U. L 309, ss. 71-86, z 24.11.2009.
- [7] Doruchowski G.: Postęp i nowe koncepcje w rolnictwie precyzyjnym. Inż. Rol., 2008, 9 (107), 19-31.
- [8] Doruchowski G.: Ekspertyza: Faktyczne i potencjalne innowacje w technice ochrony upraw przestrzennych. [on line]. AgEngPol 2009. Dostęp w Internecie [07.05.2018]: <http://www.agengpol.pl/LinkClick.aspx?fileticket=atZKEDW0XyM%3D&tabid=144>
- [9] Dowley L.J., Burke J.J.: Field validation of four decision support systems for the control of late blight in potatoes. [on line]. Teagasc 2003. Dostęp w Internecie [16.04.2017]: <http://www.teagasc.ie/research/reports/crops/4922/eopr4922.pdf>
- [10] Dzwonkowski W.: Rynek ziemniaków w Europie i na świecie. Rynek ziemniaka – stan i perspektywy, 2018, 45, 7-12.
- [11] Erlichowski T.: Ochrona ziemniaka przed szkodnikami glebowymi. W: Produkcja i rynek ziemniaka. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2012, ss. 163-173.
- [12] Giles D.K., Slaughter D.C., Downey D., Brevis-Acuna J.C., Lanini W.T.: Application design for machine vision guided selective spraying of weeds in high value crops. Aspects of Applied Biology, 2004, 71, 75-81.
- [13] Gugała M., Zarzecka K.: Efekt ekonomiczny odchwaszczania plantacji ziemniaka. Porównanie opłacalności produkcji ziemniaka w zależności od sposobów odchwaszczania. Prog. Plant. Prot., 2011, 51 (1), 45-49.
- [14] Kapsa J.: Varietal resistance of potatoes to late blight and chemical protection strategy. J. Plant Prot. Res., 2002, 42 (2), 101-107.
- [15] Kapsa J.: Przydatność najnowszych fungicydów w hamowaniu rozwoju sprawców alternariozy. Mat. konf. nt. "Nasiennictwo i ochrona ziemniaka", Dźwierzyno, 13-15 maja 2015, ss. 30-32.
- [16] Kapsa J., Osowski J., Bernat E.: NegFry – decision support system for late blight control in potato crops – results of validation trials in north Poland. J. Plant Prot. Res., 2003, 43 (2), 171-179.
- [17] Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S.: Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Część I. Niechemiczne metody ochrony. Biul. IHAR-PIB, 2014, 273, 129-143.
- [18] Kapsa J., Mrówczyński M., Erlichowski T., Gawińska-Urbanowicz H., Matysek K., Osowski J., Pawińska M., Urbanowicz J., Wróbel S.: Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin. Część II. Metoda zrównoważonej chemicznej ochrony ziemniaka. Biul. IHAR-PIB, 2014, 273, 145-159.
- [19] Kotecki A.: Dokąd zmierza agronomia w Polsce. Fragm. Agron., 2015, 32 (4), 7-21.
- [20] Lowenberg-DeBoer J.: The management time economics of on-the-go sensing for nitrogen application. SSMC Newsletter, 2004, 5, 1-5.
- [21] Majewski E.: Wytyczne do integrowanej produkcji rolnej. FDPA, Warszawa 1995, s. 41.
- [22] Nowacki W.: Ogólne zasady agrotechniki istotne w integrowanej ochronie roślin. W: Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla producentów. Red. A. Wójtowicz, M. Mrówczyński. IOR-PIB Poznań 2013, ss. 4-15.
- [23] Nowacki W.: Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. Wyd. XX. IHAR-PIB, Jadwisin 2017.
- [24] Pruszyński S.: Ewolucja myśli i strategii działania w zakresie rozwoju ochrony roślin: wczoraj, dziś i jutro. Zesz. Eduk. IMUZ, 2003, 9, 9-23.
- [25] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europy (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG. Dz. U. L 309, ss. 1-50, z 24.11.2009.

- [26] Schepers H., Andrivon D., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Evenhuis B., Ruocco M.: Results of the potato case study in the EU-network of excellence. In: Special Report no. 13. Proc. of the 11th EuroBlight Workshop. Ed. H. Schepers. Hamar, Norway, 2008, October, 28-31, pp. 31-36.
- [27] Śliwka J.: Geny odporności na *Phytophthora infestans* z *Solanum bulbocastanum* w hodowli ziemniaka. Ziemniak Polski, 2008, 3, 12-15.
- [28] Śliwka J.: W Europie szerzą się nowe genotypy *Phytophthora infestans*, organizmu powodującego zarazę ziemniaka. Ziemniak Polski, 2013, 2, 7-10.
- [29] Trawczyński C.: Przygotowanie stanowiska i nawożenie ziemniaka. W: Produkcja i rynek ziemniaka. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2012, ss. 182-197.
- [30] Trawczyński C., Wierzbicka A.: Reakcja nowych odmian ziemniaka na nawożenie azotem. Biul. IHAR, 2011, 259, 193-201.
- [31] Urbanowicz J.: Herbicydy do ochrony ziemniaka. Ziemniak Polski, 2016, 2, 31-36.
- [32] Urbanowicz J.: Fitotoksyczna reakcja odmian ziemniaka na powschodowe stosowanie metrybuzyny. Ziemniak Polski, 2017, 2, 42-47.
- [33] Wijnands F.G.: Objectives and strategies of Integrated Arable Farming in the Netherlands. Proceedings of the conf. „Wissens und Technologietransfer für Integrierte Landwirtschaft”, Soest, Germany, 1994, June, 29-30.
- [34] Zaliwski A.S.: Ogólna koncepcja krajowego systemu wspomagania decyzji w zakresie produkcji roślinnej. Inż. Rol., 2009, 6 (115), 323-329.
- [35] Zimnoch-Guzowska E., Flis B., Pawlak A.: Strategiczne kierunki hodowli ziemniaka. W: Ulepszanie roślin uprawnych dla zróżnicowania agroekosystemów. Mat. symp. nauk. z okazji 55-lecia IHAR. IHAR, Radzików 2007, ss. 53-63.

INNOVATION AND OPTIMIZATION IN POTATO CULTIVATION PROTECTION

S u m m a r y

The growing population requires providing sufficient food. Potatoes play an important role not only as a raw material for industrial processing; above all, they are an important source of food that can feed the population of the world. Intensive methods of fertilization and protection against pests applied so far have been a serious hazard to the environment and people. The regulations governing the application of integrated pest management principles have been in force since the 1st of January 2014; they include a recommendation to reduce the use of mineral fertilizers and plant protection products, and to apply non-chemical and cultivation methods. The use of plant protection products is no longer an essential element in the control of pests; it constitutes a complementary element applied only when there is a risk of exceeding the thresholds of economic harmfulness. In order to reduce the number of protective treatments while protecting potato plantations against late blight, decision support systems (DSS) are increasingly applied to choose a treatment technique. Currently in Europe, about 20 different systems are used to support decision making in that regard. As a result thereof and depending on the system used, the number of protective treatments was decreased by 3 to 8. In Poland, the application of decision support systems made it possible to reduce the number of protection measures by 3 to 6 and, at the same time, the quantity of plant protection products introduced into the environment decreased 30 %. In recent years, those scientific disciplines have also changed that play a role in modern agriculture. So far, biological sciences predominated and, now, there is an increasing interest in engineering sciences, which facilitate the introduction of precision agriculture using modern techniques. The latter make it possible to reduce financial outlays, to protect the environment, to ensure food safety, and to protect natural and human resources.

Key words: potato, cultivation method, integrated protection, chemical protection, decision support systems 

AGNIESZKA NEMŚ, ANNA PĘKSA, AGNIESZKA KITA,
JOANNA MIEDZIANKA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK

JAKOŚĆ SUSZY I CHRUPK Z ZIEMNIAKÓW ODMIAN O FIOLETOWEJ I CZERWONEJ BARWIE MIĄŻSZU

Streszczenie

Celem pracy było określenie zawartości polifenoli ogółem, aktywności przeciwutleniającej i barwy suszy otrzymanych z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu, blanszowanych w roztworach kwasów organicznych, oraz uzyskanych z ich udziałem chrupiek. Surowcem do badań był susz otrzymany z bulw ziemniaków blanszowanych w roztworach kwasu winowego (odmiany fioletowe) lub cytrynowego (odmiany czerwone), stanowiący półprodukt do produkcji peletów, z których po wysmażeniu otrzymano chrupki ziemniaczane. W suszu i chrupkach oznaczono zawartość polifenoli, aktywność przeciwutleniającą i barwę. Ponadto w przekąskach analizowano zawartość tłuszczu, twardość, stopień ekspansji oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną.

Stwierdzono, że blanszowanie ziemniaków o barwnym miąższu w roztworach kwasów organicznych pozwoliło na zachowanie znacznej ilości polifenoli w suszach, jednak nie wpłynęło na zahamowanie zmian wywołanych obróbką termiczną, tzw. ciemnienia chemicznego. Susze z odmian ziemniaków o fioletowym miąższu były beżowo-fioletowe, brązowo-fioletowe bądź fioletowe, a otrzymane z nich chrupki – beżowe. Susze z ziemniaków o czerwonym miąższu zachowały różową barwę, a otrzymane z nich chrupki były beżowo-różowe bądź różowe. Chrupki z suszu odmian ziemniaków o barwnym miąższu zawierały więcej polifenoli ($4 \div 116\%$) i wykazywały wyższą aktywność przeciwutleniającą oznaczoną w reakcji DPPH[•] ($3,5\text{-} \div 5\text{-krotnie}$), ABTS^{•+} ($2,3\text{-} \div 4\text{-krotnie}$) oraz metodą FRAP ($1,2\text{-} \div 2,5\text{-krotnie}$) w porównaniu z chrupkami na bazie grysu ziemniaczanego. Użycie suszu z ziemniaków o fioletowej i czerwonej barwie miąższu pozwoliło na otrzymanie chrupiek charakteryzujących się akceptowanymi cechami sensorycznymi, jednak ze względu na istotną rolę barwy w akceptacji konsumentskiej należy zmodyfikować sposób otrzymywania suszy z surowca o barwnym miąższu.

Słowa kluczowe: ziemniaki o fioletowej i czerwonej barwie miąższu, blanszowanie, susze, chrupki, barwa, polifenole, aktywność przeciwutleniająca

Dr inż. A. Nemś, prof. dr hab. inż. A. Pęksa, prof. dr hab. inż. A. Kita, dr inż. J. Miedzianka, dr hab. inż. E. Rytel, dr hab. inż. A. Tajner-Czopek, prof. nadzw., Katedra Technologii Rolnej i Przechowywania, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław. Kontakt: agnieszka.nems@upwr.edu.pl

Wprowadzenie

Ekstrudowane przekąski (chrupki) stanowią liczną grupę produktów charakteryzującą się niewielkimi rozmiarami i różnymi kształtami. Na atrakcyjność tych wyrobów mają wpływ takie cechy sensoryczne, jak chrupkość, smak i porowata struktura. W grupie wyrobów przekąskowych ekspandowanych przeważają produkty otrzymane w wyniku smażenia lub prażenia peletów lub ukształtowanych kawałków ciasta, określane jako przekąski (chrupki) III generacji (ang. *pellets' snacks* lub *Third Generation Snacks*). Podstawowym surowcem do ich produkcji są ziemniaki lub otrzymywane z nich przetwory, takie jak grys, płatki czy granulaty ziemniaczane.

Preferencje i nawyki żywieniowe konsumentów uległy zmianie w przeciągu ostatnich lat. Konsumenci poszukują produktów, które z jednej strony charakteryzują się odpowiednim smakiem, atrakcyjnym wyglądem, a z drugiej zawierają składniki żywieniowe, takie jak: makro- i mikroelementy, białko czy błonnik [23], stąd też do typowych receptur coraz częściej wprowadzane są nowe składniki [2]. Jako składniki do otrzymywania wyrobów przekąskowych typu chrupki używane są m.in. kaszki lub mąki z nasion roślin strączkowych, mąki warzywne, orzechowe, migdałowe, rybne i inne zawierające znaczne ilości białka, błonnika i tłuszczu [20]. Dodatek białka przyczynia się do zwiększenia wartości odżywczej, a wprowadzenie błonnika zmniejsza wartość energetyczną i strawność wyrobów [24].

Ważnym kierunkiem jest poszerzanie asortymentu przekąsek poprzez wzbogacanie składu surowcowego w składniki prozdrowotne [16] oraz nadające produktom atrakcyjny wygląd. Takimi surowcami mogą być ziemniaki i przetwory ziemniaczane z bulw o czerwonym bądź fioletowym miąższu [18]. Bulwy tych odmian ziemniaków odznaczają się intensywnym zabarwieniem dzięki obecności antocyjanów będących pochodnymi pelargonidyny, peonidyny, petunidyny i malwidyny. Bulwy o czerwonym miąższu zawierają głównie glikozydy pelargonidynowe ($200 \div 2000$ mg/kg), a o fioletowym – pochodne petunidyny i malwidyny ($2000 \div 5000$ mg/kg). Całkowita zawartość antocyjanów w ziemniakach o czerwonym miąższu wynosi $69 \div 350$ mg/kg, natomiast w bulwach o fioletowym miąższu – $55 \div 171$ mg/kg [19]. Dzięki dużej zawartości związków polifenolowych, w tym antocyjanów, ziemniaki odmian o barwnym miąższu charakteryzują się 2- ÷ 3-krotnie wyższą aktywnością przeciwutleniającą *in vitro* w porównaniu z bulwami tradycyjnych odmian [18]. Antocyjany należą jednak do związków nietrwałych, które są degradowane podczas obróbki termicznej oraz łatwo ulegają przemianom pod wpływem zmiany pH [5]. W środowisku kwaśnym ($\text{pH} < 2$) mają barwę czerwoną dzięki obecności kationu flawyliowego. Wraz ze wzrostem pH udział tego kationu maleje, a wzrasta udział bezbarwnej pseudozasady karbinolowej, która wraz ze wzrostem pH przekształca się w chalkon o barwie niebieskiej. W związku z tym antocyjany w środowisku obojętnym ($\text{pH} = 7$) mają barwę fioletową, natomiast w środowisku zasadowym ($\text{pH} > 11$) ich barwa staje się niebieska [6].

Podczas przemysłowej produkcji suszy ziemniaczanych istotnym zabiegiem technologicznym jest sulfatacja. Proces ten może być wykonywany jako odrębny po blanszowaniu lub też połączony z blanszowaniem. Siarkowanie ma na celu zapobieganie zmianom barwy suszy poprzez blokowanie czynnych grup funkcyjnych substratów reakcji Maillarda [30]. Sulfatacja produktów zawierających antocyjany powoduje ich stopniowe odbarwianie poprzez tworzenie bezbarwnych kompleksów, pochodnych siarkowych antocyjanów [6]. W związku z tym wydaje się zasadne, aby do blanszowania ziemniaków o barwnym miąższu, bogatych w antocyjany, użyć roztworów niezawierających SO_2 , takich jak roztwory kwasów organicznych.

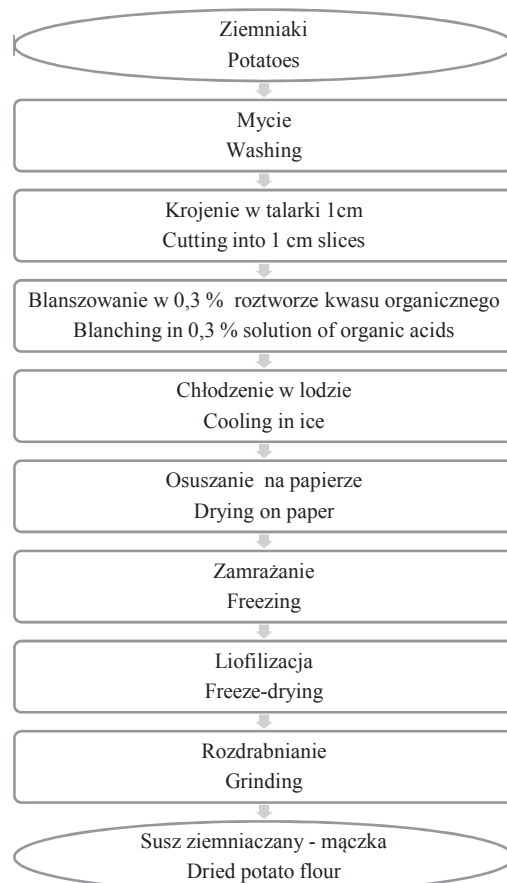
Niezbędne wydaje się także określenie stabilności związków bioaktywnych zawartych w ziemniakach o barwnym miąższu w kolejnych etapach przetwarzania i ich wpływu na cechy sensoryczne gotowego produktu.

Celem pracy było oznaczenie zawartości polifenoli ogółem, aktywności przeciwutleniającej i barwy suszy otrzymanych z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu, blanszowanych w roztworach kwasów organicznych oraz określenie jakości chrupek uzyskanych z ich udziałem.

Material i metody badań

Surowcem do badań były susze otrzymane z bulw 6 odmian ziemniaków o fioletowej barwie miąższu ('Blau de Saint Gall', 'Blue Star', 'Fleur Blue', 'Valfi', 'Blue Congo', 'Bora Valley') i 2 – o czerwonej ('Rosalinde', 'Highland Burgundy Red') pochodzących z sezonu wegetacyjnego 2016 roku. Ziemniaki pochodziły z Uniwersytetu Rolniczego w Pradze. Do sporządzenia suszy użyto po 5 kg każdej odmiany ziemniaków.

Susz używany do produkcji smażonych przekąsek otrzymywano według schematu przedstawionego na rys. 1. Zastosowano blanszowanie talarków ziemniaków o grubości ok. 1 cm w 0,3-procentowych roztworach słabych kwasów organicznych, w temp. 90 °C przez 5 min. Talarki ziemniaków odmian o fioletowym miąższu blanszowano w roztworze kwasu winowego o pH 2,6, natomiast odmian o czerwonym miąższu – w roztworze kwasu cytrynowego o pH 2,8. Roztwory kwasów dobrano na podstawie badań wstępnych (dane niepublikowane), w których stwierdzono, że roztworem pozwalającym na zachowanie najkorzystniejszej barwy ziemniaków o czerwonym i fioletowym miąższu są odpowiednio roztwory kwasu cytrynowego i winowego. Ciasto sporządzano ze skrobi ziemniaczanej (PPZ SA w Niechlowie) – 67 %, suszy z ziemniaków o fioletowej i czerwonej barwie miąższu – 26 % oraz mąki kukurydzianej (Melvit SA Warszawa) – 5 % i soli – 2 %, które następnie nawilżano do wilgotności ok. 40 %. Próbkę kontrolną stanowiło ciasto, w którym mąkę z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu zastąpiono przemysłowym grysem ziemniaczanym.



Rys. 1. Schemat otrzymywania suszu z ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu

Fig. 1. The scheme of preparation the dried potato flours from coloured flesh varieties

Przygotowane ciasto (400 g) ekstrudowano w jednoślindakowym ekstruderze (Brabender DN 20, Niemcy). Stosowano matrycę o rozmiarze 0,5 mm × 80 mm, szybkość podawania ciasta 38 obr./min, szybkość ślimaka 120 obr./min, obciążenie ślimaka 2,8 A, rozkład temperatury w komorze ekstrudera [°C]: 60/70/80. Uzyskane ekstrudowane, nieekspandowane ciasto cięto na pelety o wymiarach 27 × 27 mm i suszono w temp. 23 ± 2 °C przez 12 h do wilgotności ok. 12 %, a następnie w celu jej zrównoważenia pelety zamykano w workach polietylenowych aż do momentu smażenia. Wytworzono ok. 150 g peletów każdej z prób. Chrupki otrzymywano poprzez smażenie porcji peletów w rafinowanym oleju rzepakowym w temp. 185 °C przez 15 s. Stosunek produktu do oleju utrzymywano na poziomie 1 : 20 (m/v). Doświadczenie wykonano w 2 powtórzeniach technologicznych.

W otrzymanym laboratoryjnie suszu z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu i w chrupkach oznaczano zawartości polifenoli ogółem, aktywność przeciwutleniającą i barwę. W wyprodukowanych chrupkach oznaczano zawartość tłuszczu, twardość i stopień ekspansji. Przeprowadzono także ich ocenę sensoryczną.

Polifenole ekstrahowano z suszu i odtłuszczonych wcześniej chrupiek za pomocą 70-procentowego wodnego roztworu acetonu według metody opisanej przez Nemś i wsp. [21]. W uzyskanych ekstraktach metodami spektrofotometrycznymi (spektrofotometr Reileigh UV-2601, Chiny) oznaczano całkowitą zawartość polifenoli metodą Folina-Ciocalteu [8], aktywność przeciwutleniającą (TEAC) z wykorzystaniem kationorodników ABTS^{•+} [25], rodników DPPH[•] [29] i jako zdolność redukcji jonów żelaza – FRAP [4]. Sporządzono krzywe wzorcowe odpowiednio w zakresach 0 ÷ 200 µg kwasu galusowego/ml (polifenole ogółem), 0 ÷ 2 µmol Troloxu/ml (ABTS^{•+}), 0 ÷ 340 nmol Troloxu/ml (DPPH[•]), 0 ÷ 450 nmol Troloxu/ml (FRAP). Zawartość tłuszczu w przekąskach oznaczano metodą ekstrakcyjną Soxhleta [1]. Barwę w systemie CIE L*a*b* mierzono za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-5 (Konica Minolta, Japonia) względem białego wzorca odniesienia. Stosowano źródło światła D65. Twardość chrupiek określano za pomocą teksturometru Instron, typ 5544 (Instron, USA) z oprogramowaniem Merlin. Minimalną siłę [N] niezbędną do przecięcia przekąski mierzono za pomocą przystawki w formie gilotyny o prędkości przesuwu noża 250 mm/min. Stopień ekspansji przekąsek obliczano jako iloraz wielkości przekąski do wielkości peletu.

Ocenę właściwości sensorycznych chrupiek wykonywano według metodyki podanej przez Baryłko-Pikielną i Matuszewską [3]. W próbkach chrupiek umieszczonych w oznaczonych kodami cyfrowymi naczynkach oceniano następujące wyróżniki jakości: barwę, smak, zapach, konsystencję i wygląd. Zastosowano 7-punktową skalę ocen (1 – ocena najgorsza, 7 – ocena najlepsza). Oceniano barwę oraz jej intensywność i jednolitość, konsystencję – chrupkość i twardość, wygląd i strukturę – jednolitość ekspansji i pofałdowanie powierzchni przekąsek. Smak i zapach chrupiek oceniano pod względem wyczuwalności obcych posmaków i zapachów, w tym zjełczałego tłuszczu i przypalenia. Ocena była dokonywana w pracowni analizy sensorycznej żywności przez przeszkolony 10-osobowy zespół, w którego skład wchodził pracownicy i studenci Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono przy użyciu jedno-czynnikowej analizy wariancji (ANOVA). Do oszacowania różnic między wartościami średnimi badanych wyróżników zastosowano Test Duncana, przy $p = 0,05$. Obliczenia wykonano przy użyciu oprogramowania Statistica v. 12.0.

Wyniki i dyskusja

Zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniająca suszy

Zawartość polifenoli ogółem w otrzymanych suszach była 4,6- ÷ 9,8-krotnie większa od zawartości tych związków w przemysłowym grysie ziemniaczanym (tab. 1). Wykazano dodatnią jej korelację z potencjałem przeciwutleniającym tego surowca, wyrażonym jako zdolność: dezaktywacji kationorodników ABTS^{•+} ($r = 0,963$), redukcji jonów żelaza FRAP ($r = 0,934$) i rodników DPPH[•] ($r = 0,865$). Reyes i wsp. [27] oraz Reddivari i wsp. [26], Hejtmankova i wsp. [12], Lachman i wsp. [17] także stwierdzili dodatnią korelację między całkowitą zawartością polifenoli, w tym antocyjanów, a aktywnością przeciwutleniającą ziemniaków.

Wśród suszy z ziemniaków o fioletowym miąższu największą zawartością polifenoli ogółem, jak również najwyższą aktywnością przeciwutleniającą, odznaczał się susz z ziemniaków odmiany 'Blue St. Galler' (odpowiednio 2,44 mg GAE/g s.m. polifenoli ogółem, 44,53 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – ABTS^{•+}, 17,06 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – DPPH[•], 6,72 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – FRAP), a wśród czerwonych – 'Highland Burgundy Red' (2,23 mg GAE/g s.m. polifenoli ogółem, 43,40 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – ABTS^{•+}, 11,76 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – DPPH[•], 5,09 $\mu\text{mol TE/g s.m.}$ – FRAP) – tab. 1.

Zawartość polifenoli ogółem w otrzymanych suszach była większa, a potencjał przeciwutleniający mniejszy niż w suszach otrzymanych przez Nemš i wsp. [21], którzy zastosowali zabieg blanszowania ziemniaków w roztworze SO₂. Większa zawartość polifenoli w badanych suszach wynika z zastosowania roztworów kwasów organicznych o niskim pH (2,6 i 2,8) podczas blanszowania. Umożliwiły one zachowanie znacznej części związków polifenolowych, które są stabilne w środowisku kwaśnym [9]. Na większą aktywność przeciwutleniającą suszy otrzymanych przez Nemš i wsp. [21] prawdopodobnie miała wpływ obecność zastosowanego w blanszowaniu wodorosiarczanu(IV) sodu, którego sposób oddziaływania przeciwutleniającego może być zmierzony za pomocą zastosowanych testów.

Barwa suszy

Barwa suszy z ziemniaków odmian o fioletowym miąższu była beżowo-fioletowa, zmieniona w stosunku do surowca ('Bora Valley', 'Blue Congo') lub brązowo-fioletowa ('Blue Star', 'Valfi', 'Fleur Blue'). Wyjątek stanowił susz z ziemniaków odmiany 'Blaue St. Galler', który utrzymał barwę fioletową. Susze z bulw odmian o czerwonym miąższu były jasnoróżowe ('Rosalinde') lub różowe ('Highland Burgund Red') – tab. 1. Barwa suszy była z jednej strony determinowana obecnością antocyjanów w surowcu [9], a z drugiej – produktów ciemnienia chemicznego ziemniaków.

Tabela 1. Charakterystyka suszy z ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu użytych do produkcji chrupek
Table 1. Profile of dried potatoes made from coloured-fleshed potato varieties used to produce snacks

Odmiana ziemniaków Potato variety	Barwa miąższu Colour of flesh	Polifenole ogółem [mg GAE/g s.m.] Total polyphenols [mg GAE/g d.m.]	Aktywność przeciwutleniająca [μmol Trolox/g s.m.] Antioxidant activity [μmol Trolox/g d.m.]			Jasność Lightness [L*]	Wysycenie barwą Colour saturation [Chroma]	Ton barwy Hue angle [°hue]	Barwa suszu Colour of dried potatoes
			ABTS ⁺⁺	DPPH [•]	FRAP				
Bora Valley	fioletowa purple	1,19 ^d ± 0,06	22,77 ^d ± 1,36	11,78 ^c ± 0,85	3,65 ^{cd} ± 0,22	71,44 ^b ± 0,34	8,84 ^e ± 0,21	67,16 ^e ± 2,48	beżowo-fioletowa beige and purple
Blue Star		2,31 ^a ± 0,19	38,86 ^b ± 3,53	14,47 ^b ± 0,59	6,95 ^a ± 0,39	65,67 ^d ± 0,96	5,35 ^d ± 0,35	37,93 ^e ± 5,65	brązowo-fioletowa brown and purple
Valfi		1,51 ^{cd} ± 0,06	32,70 ^c ± 3,74	11,89 ^c ± 0,32	3,26 ^d ± 0,32	65,73 ^d ± 0,42	4,87 ^d ± 0,14	19,5 ^f ± 5,49	brązowo-fioletowa brown and purple
Fleur Blue		2,03 ^{ab} ± 0,05	40,36 ^{ab} ± 1,45	14,51 ^b ± 0,74	6,71 ^{ab} ± 0,30	61,6 ^e ± 0,83	5,84 ^d ± 0,29	36,1 ^e ± 6,33	brązowo-fioletowa brown and purple
Blaue St. Galler		2,44 ^a ± 0,13	44,53 ^a ± 0,352	17,06 ^a ± 0,34	6,72 ^{ab} ± 0,39	59,7 ^f ± 0,75	7,94 ^c ± 0,75	335,67 ^a ± 4,88	fioletowa purple
Blue Congo		1,15 ^d ± 0,10	29,90 ^c ± 2,01	11,89 ^c ± 0,63	2,73 ^d ± 0,49	65,24 ^d ± 0,89	7,96 ^e ± 1,06	68,79 ^e ± 5,39	beżowo-fioletowa beige and purple
Rosalinde	czerwona red	1,70 ^{bc} ± 0,11	32,51 ^c ± 1,00	10,08 ^d ± 0,35	3,70 ^{cd} ± 0,12	69,45 ^c ± 0,78	12,82 ^b ± 0,28	56,21 ^d ± 2,84	jasnoróżowa light pink
Highland Burgundy Red		2,23 ^a ± 0,01	43,40 ^{ab} ± 2,35	11,76 ^c ± 0,42	5,09 ^{bc} ± 0,46	61,89 ^e ± 1,01	12,38 ^b ± 0,31	28,8 ^{ef} ± 2,71	różowa pink

Grys ziemniaczany Potato grits	0,25 ^e ± 0,08	4,53 ^e ± 0,66	1,79 ^e ± 0,34	0,721 ^e ± 0,36	86,09 ^a ± 0,68	21,18 ^a ± 1,17	88,6 ^b ± 1,54	kremowa creamy
Współczynnik korelacji z zawartością polifenoli ogółem Correlation coefficient with total polyphenols content	-	0,96	0,86	0,93	-0,88	-0,62	-	-

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation; a, b, ... – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$.

Różowa barwa suszy otrzymanych z ziemniaków odmian o czerwonym miąższu związana jest prawdopodobnie z większą stabilnością pochodnych pelargonidyny obecnych w tych ziemniakach od pochodnych petunidyny i malwidyny występujących w surowcu o fioletowym miąższu [13]. Korzystniejsza barwa suszy z ziemniaków o czerwonym zabarwieniu miąższu może wynikać także z tego, że do blanszowania tego surowca zastosowano roztwór kwasu cytrynowego, który skutecznie hamuje ciemnienie chemiczne w ziemniakach odmian o żółtym miąższu [10]. Zastosowanie zabiegu blanszowania ziemniaków odmian o fioletowym miąższu w roztworze kwasu winowego miało na celu zapobieżenie degradacji antocyjanów, jednak nie uchroniło surowca od zmian barwy zachodzących po obróbce termicznej. W procesie chemicznego ciemnienia ziemniaków pod wpływem powietrza wolny jon Fe^{2+} zostaje utleniony do jonu trójwartościowego, który reaguje z kwasem chlorogenowym uwolnionym podczas gotowania i nadaje szary kolor miąższu [7, 10]. Skutkiem tych procesów w odniesieniu do niektórych prób był beżowo-szary odcień otrzymanych suszy.

W przetwórstwie ziemniaków na susze stosuje się proces blanszowania w roztworach SO_2 w celu zachowania odpowiedniej barwy miąższu. We wcześniejszych badaniach wykazano, że zastosowanie blanszowania ziemniaków o barwnym miąższu w roztworach SO_2 pozwala na zachowanie charakterystycznej barwy w gotowych suszach, jednak stwierdzono zmniejszenie zawartości polifenoli i antocyjanów odpowiednio o: 30 i 58 % [21]. W porównaniu z barwą grysu ziemniaczanego przemysłowego badane susze z ziemniaków odznaczały się mniej wysyconą barwą, przy czym susze z czerwonych odmian ziemniaków charakteryzowały się bardziej intensywną barwą (wartości C średnio 12,6) niż susze z bulw odmian fioletowych (C średnio 6,8). Susze otrzymane z bulw odmian o fioletowym i czerwonym miąższu były ciemniejsze (L^* w zakresie $59,7 \div 71,44$) w porównaniu z przemysłowym grysem z bulw o jasnym, tradycyjnym miąższu ($L^* = 86,09$). Wśród suszy z ziemniaków o fioletowym miąższu najjaśniejszy był susz z ziemniaków odmiany 'Bora Valley', a najciemniejszy – z 'Blaue St. Galler' (tab. 1). Jasność uzyskanych suszy w dużym stopniu zależała od zawartości w nich polifenoli ($r = -0,701$), a szczególnie antocyjanów.

Aktywność przeciwutleniająca i zawartość polifenoli w chrupkach

Zastosowanie do produkcji przekąsek suszu z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu przyczyniło się do otrzymania produktu o nawet 2-krotnie większej zawartości związków polifenolowych ('Highland Burgundy Red' i 'Blue Star') w porównaniu z próbą kontrolną, którą były chrupki otrzymane na bazie przemysłowego grysu ziemniaczanego. Zawartość związków polifenolowych w przekąskach z udziałem suszu z odmian o fioletowym miąższu kształtowała się w granicach od 0,152 mg GAE/g s.m. ('Blue Congo') do 0,310 mg GAE/g s.m. ('Blue Star'), a z udziałem suszu z czerwonych ziemniaków wynosiła 0,230 mg GAE/g s.m. ('Rosalinde') i 0,316 mg

GAE/g s.m. ('Highland Burgundy Red') i zależała od zawartości polifenoli w suszach użytych do produkcji chrupków (tab. 2). Uzyskane przekąski zawierały podobną lub większą ilość polifenoli i odznaczały się większą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu z chrupkami otrzymanymi przez Nemś i Pęksę [22]. Większa zawartość związków polifenolowych w chrupkach wiązała się z wyższą aktywnością przeciwutleniającą otrzymanych przekąsek, szczególnie wyrażoną jako zdolność redukcji jonów żelaza – FRAP ($r = 0,947$) i dezaktywacji kationorodników ABTS^{•+} ($r = 0,831$). Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach innych autorów [12, 17], według których istnieje wysoka dodatnia korelacja pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą i zawartością polifenoli w ziemniakach.

Tabela 2. Zawartość polifenoli ogółem i aktywność przeciwutleniająca chrupków

Table 2. Total polyphenols content and antioxidant activity of snacks

Odmiana ziemniaków Potato variety	Barwa miąższu Colour of flesh	Polifenole ogółem [mg GAE/ g s.m.] Total polyphenols [mg GAE/g d.m.]	Aktywność przeciwutleniająca [μmol Trolox/g s.m.] Antioxidant activity [μmol Trolox/g d.m.]		
			ABTS ^{•+}	DPPH [•]	FRAP
Bora Valley	fioletowa purple	0,155 ^d ± 0,007	1,518 ^f ± 0,163	0,739 ^d ± 0,048	0,453 ^e ± 0,056
Blue Star		0,310 ^a ± 0,017	2,051 ^b ± 0,090	1,057 ^a ± 0,033	0,958 ^a ± 0,029
Valfi		0,245 ^{bc} ± 0,018	1,798 ^{cd} ± 0,056	0,813 ^c ± 0,041	0,877 ^b ± 0,074
Fleur Blue		0,260 ^b ± 0,011	1,967 ^{bc} ± 0,111	0,852 ^c ± 0,046	0,811 ^b ± 0,022
Blaue St. Galler		0,266 ^b ± 0,009	1,811 ^{cd} ± 0,254	0,819 ^c ± 0,053	0,720 ^c ± 0,049
Blue Congo		0,152 ^d ± 0,005	1,582 ^{ef} ± 0,137	0,727 ^d ± 0,053	0,476 ^e ± 0,046
Rosalinde	czerwona red	0,230 ^c ± 0,012	1,612 ^{de} ± 0,090	0,731 ^d ± 0,035	0,583 ^d ± 0,039
Highland Burgundy Red		0,316 ^a ± 0,021	2,637 ^a ± 0,120	0,923 ^b ± 0,022	0,957 ^a ± 0,045
Próba kontrolna / Control sample		0,146 ^d ± 0,005	0,647 ^g ± 0,195	0,210 ^e ± 0,054	0,376 ^f ± 0,048
Współczynnik korelacji z zawartością polifenoli ogółem / Correlation coefficient with total polyphenols content		-	0,83	0,76	0,95

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

Właściwości fizykochemiczne chrupek

W przeprowadzonym doświadczeniu przekąski, do których produkcji zastosowano susz z ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu, charakteryzowały się nowymi cechami wizualnymi, niewystępującymi w tradycyjnych przekąskach otrzymanych na bazie grysu ziemniaczanego. Na kształtowanie barwy otrzymanych chrupek wpływ miał skład recepturowy mieszanek, przede wszystkim rodzaj użytego suszu ziemniaczanego, a także ilość i jakość antocyjanów zawartych w surowcu. Związki te częściowo uległy degradacji podczas procesu produkcji przekąsek, co wpłynęło na końcowe zabarwienie produktu gotowego [11].

Chrupki z udziałem suszy z fioletowych odmian ziemniaków były jasnobezowe ('Blue Star', 'Valfi, Blue Congo'), bezowe ('Bora Valley', 'Fleur Blue') lub ciemnobezowe ('Blue St. Galler'), a z czerwonych odmian – beżowo-różowe ('Rosalinde') lub różowe ('Highland Burgundy Red') – tab. 3. Zastosowanie suszu z ziemniaków o czerwonym miąższu odmiany 'Highland Burgundy Red' korzystnie wpłynęło na barwę chrupek, które charakteryzowały się różowym zabarwieniem, atrakcyjnym dla konsumentów, co potwierdziły przeprowadzone badania sensoryczne (tab. 4.). Chrupki otrzymane z suszu ziemniaków odmian o barwnym miąższu były ciemniejsze (L^* w zakresie $55,34 \div 61,83$) od przekąsek próby kontrolnej ($L^* = 74,38$), które były kremowe, co mogło mieć wpływ na ich akceptację przez oceniających. Stopień nasycenia barwy przekąsek otrzymanych na bazie eksperymentalnych suszy z ziemniaków o barwnym miąższu zależał od rodzaju użytego suszu, wahał się w zakresie $15,5 \div 17,4$ i był mniejszy niż przekąsek próby kontrolnej ($C = 20,9$) – tab. 3.

Przyczyną niewielkiego zróżnicowania barwy przekąsek była mało zróżnicowana barwa suszy użytych do ich produkcji. Otrzymano je z zastosowaniem blanszowania surowca wyłącznie w roztworach kwasów organicznych, z pominięciem typowego przeciwutleniacza wykorzystywanego w przemyśle ziemniaczanym do zachowania prawidłowej barwy przetworów, tj. roztworu zawierającego SO_2 , jak disiarczany(IV) czy wodorosiarczany(IV) sodu [30]. Barwa chrupek wynikała także z obecności w nich produktów reakcji Maillarda [15].

Zawartość tłuszczu w wyrobach z dodatkiem suszu z ziemniaków o barwnym miąższu wahała się od 26,51 % ('Highland Burgundy Red') do 29,66 % ('Fleur Blue') i była podobna do zawartości tego składnika w chrupkach otrzymanych z udziałem przemysłowego grysu ziemniaczanego (27,29 %). Zawartość tłuszczu w przekąskach smażonych otrzymywanych z peletów może sięgać nawet 39 % [14].

Tabela 3. Właściwości fizykochemiczne chrupki otrzymanych na bazie suszy z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu
Table 3. Physical-chemical properties of snacks made from dried coloured-fleshed potato varieties

Odmiana ziemniaków Potato variety	Barwa miąższu Flesh colour	Jasność Lightness [L*]	Ton barwy Hue angle [°hue]	Wysycenie barwy Colour saturation [Chroma]	Barwa chrupki Snacks colour	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	Twardość Hardness [N]	Stopień ekspansji Expansion index
Bora Valley	fioletowa purple	61,34 ^{cd} ± 0,82	75,33 ^c ± 1,39	15,6 ^{ef} ± 0,59	beżowa beige	28,12 ^{ab} ± 1,12	24,99 ^{ab} ± 7,29	2,50 ^{de} ± 0,10
Blue Star		60,67 ^{cd} ± 1,40	77,91 ^b ± 0,86	16,6 ^{bed} ± 1,38	jasnobeżowa light beige	28,23 ^{ab} ± 1,28	25,65 ^{ab} ± 6,36	2,55 ^{bed} ± 0,10
Valfi		60,40 ^{cd} ± 1,38	78,10 ^b ± 0,84	17,4 ^b ± 1,03	jasnobeżowa light beige	27,48 ^{ab} ± 1,47	18,64 ^d ± 6,34	2,6 ^b ± 0,08
Fleur Blue		57,46 ^d ± 1,42	75,44 ^c ± 0,62	16,5 ^{cd} ± 1,02	beżowa beige	29,66 ^a ± 0,45	21,44 ^{bed} ± 6,46	2,53 ^{cde} ± 0,05
Blaue St Galler		55,34 ^e ± 1,48	73,63 ^d ± 1,20	16,00 ^{def} ± 1,13	ciemnobeżowa dark beige	28,43 ^{ab} ± 0,57	28,00 ^a ± 9,51	2,49 ^e ± 0,07
Blue Congo	czerwona red	61,83 ^b ± 1,24	78,56 ^b ± 0,80	17,1 ^{bc} ± 0,85	jasnobeżowa light beige	28,58 ^{ab} ± 2,13	25,20 ^{ab} ± 9,60	2,58 ^{bc} ± 0,05
Rosalinde		59,76 ^c ± 1,75	69,60 ^e ± 1,41	16,9 ^{bed} ± 0,84	beżowo-różowa beige and pink	27,46 ^{ab} ± 0,63	20,11 ^{cd} ± 5,86	2,57 ^{bc} ± 0,03
Highland Burgundy Red		57,73 ^d ± 0,92	46,57 ^f ± 1,28	15,5 ^f ± 0,41	różowa pink	26,51 ^b ± 1,68	22,13 ^{bed} ± 8,74	2,50 ^{de} ± 0,07
Próba kontrolna Control sample		74,38 ^a ± 1,51	86,21 ^a ± 1,30	20,9 ^a ± 2,01	kremowa creamy	27,29 ^b ± 0,69	24,05 ^{abc} ± 7,58	2,75 ^a ± 0,05
Współczynnik korelacji z zawartością polifenoli ogółem / Correlation coefficient with total polyphenols content		-0,64	-	0,51	-	-	-	-

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

Chrupki wytworzone w procesie smażenia półproduktów (peletów) w gorącym oleju powinny charakteryzować się chrupką, delikatną konsystencją [24]. Najdelikatniejsze pod tym względem były wyroby otrzymane z udziałem suszu wytworzonego z ziemniaków o fioletowym miąższu odmiany ‘Valfi’ (18,64 N), które jednocześnie wyróżniały się wysokim stopniem ekspansji (2,6). Wyroby uzyskane z udziałem suszu z ziemniaków o fioletowym miąższu odmiany ‘Blaue St Galler’ były najtwardsze (28,0 N) i jednocześnie ekspandowały w najmniejszym stopniu (2,49) – tab. 3. W przeprowadzonym doświadczeniu potwierdzono, że wraz ze zwiększaniem stopnia ekspansji wyroby charakteryzuje lepsza porowatość i chrupkość [28]. Kryterium koniecznym do uzyskania przekąsek o prawidłowym stopniu ekspansji jest odpowiednia zawartość skleikowanej skrobi w półprodukcie. Skrobia w recepturze wyrobów ekspandowanych, wytworzonych z peletów, powinna stanowić $80 \div 90 \%$, w tym ok. 15 % – skrobia nieskleikowana, która w trakcie procesu ekstruzji ulega skleikowaniu, co zapewnia odpowiedni stopień ekspansji podczas smażenia [20].

Ocena sensoryczna chrupek

Chrupki poddano ocenie sensorycznej poprzez porównanie wybranych cech z 7-punktową skalą opisową, na której 1 pkt oznaczał ocenę najniższą, natomiast 7 pkt – ocenę najwyższą. Oceniano barwę, konsystencję, wygląd, smak i zapach przekąsek.

Tabela 4. Wyniki oceny sensorycznej chrupek na bazie suszu z ziemniaków odmian o fioletowym i czerwonym miąższu oraz próby kontrolnej

Table 4. Results of sensory evaluation of snacks based on dried purple and red fleshed potatoes and on control sample

Odmiana ziemniaków Potato variety	Barwa miąższu Colour of flesh	Barwa Colour [pkt]	Konsystencja Consistency [pkt]	Wygląd Appearance [pkt]	Smak Taste [pkt]	Zapach Smell [pkt]	Ogólna ocena General rating [pkt]
Bora Valley	fioletowa purple	5,7	6,1	6,1	6,4	6,7	6,20
Blue Star		5,6	5,9	5,9	6,1	6,4	5,96
Valfi		5,5	6,5	6,2	6,5	6,4	6,22
Fleur Blue		6,0	6,5	5,9	6,2	5,7	6,06
Blaue St. Galler		5,5	5,7	6,0	6,6	6,7	6,10
Blue Congo		6,0	6,4	6,1	6,4	6,3	6,24
Rosalinde	czerwona red	6,25	6,45	6,3	6,25	6,7	6,39
Highland Burgundy Red		7,0	6,6	6,5	6,9	6,9	6,78
Próba kontrolna Control sample		7,0	6,5	6,6	7	6,8	6,78

Chrupki próby kontrolnej oraz na bazie suszu z ziemniaków odmiany 'Highland Burgundy Red' zostały ocenione najwyżej pod względem każdej z omawianych cech. Najniżej oceniono barwę chrupki z udziałem suszu z ziemniaków odmian 'Blue Star', 'Valfi' i 'Blaue St. Galler' (średnio 5,5 pkt). Najmniej akceptowaną konsystencją charakteryzowały się wyroby z suszem z ziemniaków 'Blaue St. Galler' (5,7 pkt), natomiast pod względem wyglądu i smaku najniżej ocenione zostały chrupki z suszu ziemniaków 'Blue Star' (odpowiednio 5,9 pkt i 6,1 pkt). Z kolei przekąski z suszu ziemniaków 'Fleur Blue' odznaczały się najmniej typowym zapachem (5,7 pkt) – tab. 4.

Wnioski

1. Zastosowanie blanszowania w roztworach słabych kwasów organicznych ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu pozwoliło na zachowanie znacznej ilości związków polifenolowych w otrzymanych suszach, jednak nie zahamowało zmian wywołanych obróbką termiczną, tzw. ciemnieniem chemicznym.
2. Susze z odmian ziemniaków o fioletowym miąższu charakteryzowały się beżowo-fioletową, brązowo-fioletową bądź fioletową barwą, a otrzymane z nich chrupki były beżowe.
3. Susze z ziemniaków o czerwonym miąższu zachowały barwę różową, a otrzymane z nich chrupki charakteryzowały się beżowo-różowym bądź różowym zabarwieniem.
4. Chrupki z suszem z barwnych odmian ziemniaków zawierały więcej polifenoli ($4 \div 116$ %) i wykazywały wyższą aktywność przeciwutleniającą DPPH[•] (3,5- ÷ 5-krotnie), ABTS^{•+} (2,3- ÷ 4-krotnie) FRAP (1,2- ÷ 2,5-krotnie) w porównaniu z chrupkami otrzymanymi na bazie grysu przemysłowego.
5. Użycie suszy z ziemniaków o fioletowym i czerwonym miąższu pozwoliło na otrzymanie chrupki o większej zawartości związków biologicznie aktywnych i akceptowanych cechach sensorycznych. Ze względu na istotną rolę barwy w akceptacji konsumenckiej należy jednak zmodyfikować sposób otrzymywania suszy z surowca o barwnym miąższu.

Publikacja finansowana ze środków Katedry Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Literatura

- [1] AOAC 1995. Fat content in foods. Soxhlet extraction method. Official Method 963.15. AOAC International.

- [2] Wójtowicz A., Baltyn P.: Ocena wybranych cech jakościowych popularnych przekąsek ziemniaczanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 2 (47), 112-123.
- [3] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania*. Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [4] Benzie I.E.F., Strain J.J.: The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 1996, 239, 70-76.
- [5] Bołonkowska O., Pietrosiuk A., Sykłowska-Baranek K.: Roślinne związki barwne, ich właściwości biologiczne oraz możliwość wytwarzania w kulturach *in vitro*. *Biul. Wydz. Farm. WUM.*, 2011, 1, 1-27.
- [6] Cavalcanti R.N., Santos D.T., Meireles M.A.A.: Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food system – An overview. *Food Res. Int.*, 2011, 44, 499-509.
- [7] Friedman M.: Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols. A review. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, 45, 1523-1540.
- [8] Gao X., Bjork L., Trajkovski V., Uggla M.: Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, 80, 2021-2027.
- [9] Giusti M.M., Wrolstad R.E.: Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. *Biochem. Eng. J.*, 2003, 14 (3), 217-225.
- [10] Grudzińska M.: Czynniki wpływające na ciemnienie mięszu bulw po ugotowaniu. *Ziemniak Polski*, 2009, 4, 33-36.
- [11] Gumul D., Korus J., Achremowicz B.: Wpływ procesów przetwórczych na aktywność przeciwutleniającą surowców pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 4 (45) Supl., 41-48.
- [12] Hejtmánková K., Pivec V., Trnková E., Hamouz K., Lachman J.: Quality of coloured varieties of potatoes. *Czech J. Food Sci.*, 2009, 27, 310-313.
- [13] Kita A., Bąkowska-Barczak A., Hamouz K., Kułakowska K., Lisińska G.: The effect of frying on anthocyanin stability and antioxidant activity of crisps from red- and purple-fleshed potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *J. Food Compos. Anal.*, 2013, 32, 169-175.
- [14] Kita A., Aniolowski K., Włodarczyk E.: Zmiany frakcji tłuszczowej w przechowywanych produktach przekąskowych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 2003, 35 (2), 88-89.
- [15] Kita A., Popiela-Kukuś K.: Wpływ dodatku wytlóków lnianych na wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych. *Acta Agrophysica*, 2010, 16 (1), 69-77.
- [16] Krzywiński T., Tokarczyk G.: Słone i pikantne przekąski na rynkach Polski i świata. *Przem. Spoż.*, 2011, 65, 47-50.
- [17] Lachman J., Hamouz K., Sulc M., Orsak M., Pivec V., Hejtmankova A., Dvorak P., Cepl J.: Cultivar differences of total anthocyanins and anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relations to antioxidant activity. *Food Chem.*, 2009, 114, 836-843.
- [18] Lachman J., Hamouz K., Orsák M., Pivec V., Hejtmánková K., Pazderů K., Dvorak P., Cepl J.: Impact of selected factors – Cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in coloured-flesh potatoes. *Food Chem.*, 2012, 133 (4), 1107-1116.
- [19] Lachman J., Hamouz K.: Red and purple coloured potatoes as a significant antioxidant source in human nutrition – a review. *J. Plant Soil Environ.*, 2005, 51, 477-482.
- [20] Lusas E.W., Rooney L.W.: *Snack Food Processing*. CRC Press, Boca Raton 2001, p. 639.
- [21] Nemś A., Pęksa A., Kucharska A.Z., Sokół-Lętowska A., Kita A., Drożdż W., Hamouz K.: Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chem.*, 2015, 172, 175-182.
- [22] Nemś A., Pęksa A.: Polyphenols of coloured-flesh potatoes as native antioxidants in stored fried snacks. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2018, 97, 597-602.
- [23] Pęksa A., Kita A., Carbonell-Barachina A.A., Miedzianka J., Kolniak-Ostek J., Tajner-Czopek A., Rytel E., Siwek A., Mairka D., Drożdż W.: Sensory attributes and physiochemical feature of corn snacks as affected by different flour and extrusion conditions. *Food Sci. Technol.*, 2016, 72, 26-36.
- [24] Pęksa A., Kita A., Zięba T.: Wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem błonnika. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, 3 (40), 106-113.

- [25] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourisation assay. *Free Rad. Biol. Med.*, 1999, 26, 1231-1237.
- [26] Reddivari L., Hale A.L., Miller Jr J.C.: Determination of phenolic content, composition and their contribution to antioxidant activity in specialty potato selections. *Am. J. Potato Res.*, 2007, 84, 275-282.
- [27] Reyes L.F., Miller J.C., Cisneros-Zevallos L.: Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple- and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Am. J. Potato Res.*, 2005, 82, 271-277.
- [28] Treła A., Mościcki L.: Wpływ procesu ekstruzji na wybrane cechy jakościowe peletów zbożowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 5 (54), 43-54.
- [29] Yen G.C., Chen H.Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, 46, 849-854.
- [30] Zgórska K.: Jak uzyskać dobrą jakość suszonej kostki ziemniaczanej. *Ziemniak Polski*, 2011, 2, 1-4.

QUALITY OF FRIED POTATOES AND SNACKS MADE FROM PURPLE AND RED FLESHED POTATOES

S u m m a r y

The objective of the research was to determine the total polyphenol content, antioxidant activity, and colour of both the dried purple and red fleshed potatoes blanched in organic acids solutions and the potato snacks produced using those dried potatoes. The raw material studied were dried potatoes produced from tubers blanched in tartaric acid solution (purple fleshed potato varieties) or citric acid solution (red fleshed potato varieties); they constituted a semi-finished product to produce potato pellets that were, next, fried to make potato snacks. The content of polyphenols, antioxidant activity, and colour were determined in dried potatoes and potato snacks. In addition, the fat content was analyzed in the potato snacks as were their hardness, expansion index, and sensory features.

It was found that blanching the flesh-coloured potatoes in organic acids solutions made it possible to save a significant amount of polyphenols in dried potatoes; however, the blanching did not inhibit changes induced by thermal processing, i.e. the so-called chemical darkening. Dried purple fleshed potatoes were beige-purple, brown-violet, or purple, and snacks made from them were beige. The dried red fleshed potatoes maintained the pink colour and the snacks made from them were beige-pink or pink. Snacks produced from coloured-fleshed potato varieties contained more polyphenols ($4 \div 116$ %) and they had a higher antioxidant activity of DPPH[•] ($3.5 \div 5$ times higher), ABTS^{•+} ($2.3 \div 4$ times higher), and FRAP ($1.2 \div 2.5$ times higher) compared to a control sample. Using the purple and red fleshed potato varieties made it possible to produce snacks that were characterized by acceptable sensory characteristics; however, because of the important role of colour in consumer acceptance, the method of producing dried potatoes from raw coloured-fleshed potato tubers should be modified.

Key words: purple and red fleshed potatoes, blanching, dried potatoes, snacks, colour, polyphenols, antioxidant activity

PIOTR KOŁODZIEJCZYK, JAN MICHNIEWICZ

**WARTOŚĆ ŻYWIENIOWA ORAZ STRAWNOŚĆ I ZDOLNOŚĆ DO
FERMENTACJI PRZY UDZIALE MIKROFLORY JELITOWEJ
CZŁOWIEKA *IN VITRO* WYSOKOBŁONNIKOWYCH PRODUKTÓW
ŻYTNICH**

Streszczenie

Celem pracy było porównanie wartości żywieniowej trzech produktów żytnich o zróżnicowanej zawartości błonnika pokarmowego oraz ich strawności i zdolności do fermentacji *in vitro*. W produkcie wysokobłonnikowym otrzymanym z przemiału ziarna żyta, w żytnim chlebie razowym i w chlebie z 40-procentowym udziałem mieszanki wysokobłonnikowego produktu z frakcją bogatą w błonnik rozpuszczalny (uzyskaną podczas wytwarzania tego produktu) oznaczono zawartość podstawowych składników chemicznych ze szczególnym uwzględnieniem błonnika pokarmowego i jego składników: arabinoksylianów, β -glukanów i fruktanów. Zbadano także strawność *in vitro* skrobi i wybranych składników odżywczych oraz podatność na fermentację *in vitro* niestrawionych składników błonnika. Stwierdzono, że badane produkty istotnie różniły się wartością żywieniową, zwłaszcza zawartością błonnika i jego składników oraz węglowodanów przyswajalnych, w tym szybko przyswajalnej skrobi. Wykazano ponadto, że produkty różniły się istotnie pod względem strawności ogółem składników pokarmowych wchodzących w skład ich suchej masy. Najniższą strawnością charakteryzował się produkt wysokobłonnikowy, najwyższą natomiast – chleb żytni razowy. W doświadczeniach *in vitro* dotyczących zdolności do fermentacji niestrawionych składników błonnika stwierdzono, że najbardziej podatne na działanie mikroflory jelitowej człowieka są fruktany i β -glukany, które w całości uległy fermentacji we wszystkich produktach, a najbardziej odporne na działanie enzymatyczne bakterii fekalnych były arabinoksylany. Na podstawie przeprowadzonych badań *in vitro* porównano stopień wykorzystania błonnika pokarmowego i jego składników przez organizm człowieka, obliczony dla trzech różnych ilościowo porcji badanych produktów, które całkowicie pokrywają dobową dawkę błonnika rekomendowaną przez EFSA. Wykazano, że zarówno fruktany, jak i β -glukany zawarte w badanych produktach zostały całkowicie wykorzystane przez organizm, natomiast błonnik ogółem i arabinoksylany tylko w pewnej części.

Słowa kluczowe: wysokobłonnikowe produkty żytnie, błonnik pokarmowy, wzbogacanie chleba, wartość żywieniowa, strawność *in vitro*, podatność na fermentację *in vitro*

Mgr inż. P. Kołodziejczyk, prof. dr hab. J. Michniewicz, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań. Kontakt: jan.michniewicz@up.poznan.pl

Wprowadzenie

Wzrost zachorowalności na przewlekłe choroby niezakaźne (*Non-Communicable Diseases* – NCDs) stwarza konieczność zmiany modelu odżywiania i powoduje zwiększenie popytu na naturalne produkty żywnościowe o korzystnym wpływie na organizm. Na szczególną uwagę zasługują przetwory zbożowe, które nadal stanowią istotny składnik codziennej diety [13]. Są one głównym źródłem błonnika pokarmowego (DF), którego prozdrowotna rola jest powszechnie znana i dobrze udokumentowana w wielu opracowaniach naukowych oraz badaniach klinicznych i epidemiologicznych [2, 5, 13, 18, 21]. Wykazano w nich ścisły związek między stanem zdrowia wysoko rozwiniętych społeczeństw a poziomem spożycia produktów zbożowych bogatych w DF. Na podstawie dotychczasowej wiedzy na ten temat eksperci EFSA (*European Food Safety Authority*) opracowali zalecenia dotyczące minimalnej dawki dobowego spożycia tego składnika, który dla zdrowej osoby dorosłej wynosi 25 g lub 3 g na 1 MJ energii dostarczanej wraz z pożywieniem [5]. Przy ocenie wpływu wysokobłonnikowych produktów zbożowych na zdrowie człowieka ważnym wskaźnikiem jest stopień wykorzystania przez organizm DF i jego składników. Z uwagi na trudności w badaniu procesów metabolicznych w układzie pokarmowym człowieka *in vivo* rozwinięto liczne modele umożliwiające monitoring trawienia i wchłaniania składników pokarmowych w warunkach *in vitro* [15].

Celem pracy była ocena wartości żywieniowej produktów żytnich o zróżnicowanej zawartości DF i różnym stopniu przetworzenia, z uwzględnieniem ich strawności oraz zdolności do fermentacji niestrawionych składników DF przy udziale mikroflory jelitowej człowieka w doświadczeniach *in vitro*.

Material i metody badań

Do badań użyto trzech produktów żytnich: produktu wysokobłonnikowego, chleba razowego i chleba razowego wzbogaconego mieszanką wysokobłonnikowego produktu z frakcją bogatą w błonnik rozpuszczalny, uzyskaną podczas wytwarzania tego produktu. Produkt wysokobłonnikowy otrzymano w skali laboratoryjnej metodą frakcjonowania ziarna żyta odmiany ‘Visello’ na sucho. Metoda ta polegała na wielokrotnym rozdrabnianiu ziarna w laboratoryjnych młynach: walcowym Quadrumat Senior (Brabender GmbH, Niemcy) oraz kulowym (Łódzkie Zakłady Budowy Maszyn, Polska) w celu uzyskania produktów przemiału o możliwie najdrobniejszej granulacji. Otrzymane produkty wielokrotnie sortowano na sitach w celu stopniowego zwiększania, w kolejno otrzymywanych frakcjach, zewnętrznych części anatomicznych ziarna bogatych w DF. Cel ten osiągnięto odrzucając kolejno frakcje drobne zawierające głównie cząstki bielma o wielkości poniżej 50 µm zasobne w skrobię. Zastosowanie tej metody pozwoliło na otrzymanie produktu końcowego (WBP) o wielkości cząstek

powyżej 125 μm z wydajnością 25,6 % masy ziarna. W procesie wytwarzania WBP pozyskiwano również uboczną frakcję o wielkości cząstek $80 \div 125 \mu\text{m}$ z wydajnością 11,2 % masy surowca, która charakteryzowała się dużą zawartością błonnika rozpuszczalnego. Zmieszano ją z WBP w stosunku 1 : 2, a otrzymaną mieszankę użyto w ilości 40 % jako zamiennik mąki do wypieku chleba. Żytni chleb razowy (CH0), jak i chleb wzbogacony (CH40) otrzymano czterofazową metodą przygotowania ciasta na kwasie, tzw. metodą detmoldzką, z laboratoryjnego wypieku [17]. Podstawowym surowcem do produkcji obu chlebów była żytnia mąka handlowa typu 2000 (Bio Babalscy, Polska), którą zakupiono w jednym z supermarketów w Poznaniu. Chleby poddano ocenie sensorycznej przez zespół sześciu przeszkolonych osób za pomocą 20-punktowej metody opracowanej przez Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung w Detmoldzie (Niemcy) [20].

W WBP oraz CH0 i CH40 oznaczano zawartość podstawowych składników chemicznych ze szczególnym uwzględnieniem DF i jego głównych komponentów. W ramach oceny składu chemicznego oznaczano zawartość: suchej masy, składników mineralnych w postaci popiołu, białka, lipidów i skrobi standardowymi metodami. Suchą masę oznaczano metodą ICC Standard Nr 110 [10], popiół – metodą ICC Standard Nr 104 [10], białko ogółem – metodą Kjeldahla według AACC Method 46-08 [1], lipidy – metodą Soxhleta według AACC Method 30-10 [1], a skrobię (TS) według AACC Method 76-13 [1]. Frakcje: rozpuszczalną (SDF) i nierozpuszczalną błonnika pokarmowego (IDF) oznaczano metodą AACC Method 32-07 [1], a ilość błonnika ogółem (TDF) obliczano, sumując zawartości SDF i IDF [1]. Zawartość podstawowych składników DF: arabinoksylianów (AX) i β -glukanów (BG) ogółem oraz fruktanów (FRU) oznaczano odpowiednio: według Hashimoto i wsp. [9], ICC Standard Nr 168 [10] oraz AACC Method 32-32 [1]. Z kolei zawartość cukrów redukujących ogółem oznaczano kolorymetrycznie metodą polegającą na redukcji kwasu 3,5 dinitrosalicylowego [19]. Zawartość sacharydów przyswajalnych ogółem obliczano z różnicy między sumą zawartości skrobi (TS) i cukrów redukujących ogółem a zawartością skrobi odpornej. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Strawność *in vitro* skrobi w WBP, CH0 i CH40 oznaczano metodą opracowaną przez Englysta i wsp. [6]. Oznaczano zawartość glukozy ogółem (TG) i glukozy wolnej (FG), jak również szybko przyswajanej glukozy (RAG), tj. uwalnianej po 20 min hydrolizy oraz wolno przyswajalnej (SAG), tj. uwalnianej po 120 min. Na tej podstawie obliczano zawartość skrobi szybko i wolno przyswajalnej (RDS i SDS) oraz skrobi odpornej (RS).

Strawność *in vitro* składników odżywczych w WBP, CH0 i CH40 oznaczano według Aura i wsp. [3]. Metoda polegała na trójstopniowej hydrolizie enzymatycznej badanych składników w warunkach symulujących procesy trawienne w górnych odcinkach przewodu pokarmowego człowieka (jama ustna, żołądek, dwunastnica i jelito

cznie). Na pierwszym etapie badane produkty poddano 5-minutowej hydrolizie przy udziale α -amylazy ślinowej, na drugim – 2-godzinne trawieniu za pomocą pepsyny, natomiast na trzecim – 3-godzinne działaniu mieszaniny pankreatyny, żółci i mucyny. Po 305 min trawienia próbki poddawano 24-godzinnej dializie w workach dializacyjnych o punkcie odcięcia cutt-out 12 400 Da. Dializę prowadzono w wodzie dejonizowanej przy 6-krotnej jej wymianie. Niestrawione pozostałości produktów liofilizowano, po czym rozdrabniano. We wszystkich liofilizatach oznaczano zawartość suchej masy, białka, TS, frakcji SDF i IDF oraz AX, BG i FRU według wyżej opisanych metod analitycznych.

Produkty po trawieniu enzymatycznym poddawano fermentacji *in vitro* w warunkach beztlenowych z udziałem mikroflory jelitowej człowieka według metody, którą opisali Karppinen i wsp. [11, 12]. Materiał do przygotowania inokulum pochodził od trzech zdrowych osób, które przez 3 miesiące poprzedzające badania nie przyjmowały antybiotyków. Świeżo zebrany kał zmieszano z buforem fosforanowo-węglanowym (pH 8,0) w stosunku 1 : 1, po czym otrzymaną zawiesinę homogenizowano, przecierało przez sito o wymiarach oczek 1 mm i zamrażano w temp. -70 °C. Przed zaszczepieniem próbek zawiesinę rozmrażano i rozcieńczano w takiej objętości buforu, aby stężenie końcowe kału w inokulum wynosiło 20,8 % (m/m). Wszystkie czynności związane z przygotowaniem inokulum przeprowadzono w atmosferze azotu.

Do próbek badanych produktów po trawieniu, zawierających 100 mg suchej masy, dodawano 2 ml buforu, po czym próbki pozostawiano na 16 h w temp. 4 °C w celu hydratacji liofilizatów. Następnie próbki ogrzane do temp. 37 °C zaszczepiano 8 ml inokulum w atmosferze azotu i w szczelnie zamkniętych probówkach poddawano fermentacji przez 24 h w temp. 37 °C w łaźni wodnej z wytrząsaniem (Labo Play typ SWP 22N, Polska). Do każdej serii próbek badanych produktów dołączano próbkę zerową, zawierającą tylko inokulum, z którą postępowano w ten sam sposób jak z próbkami właściwymi. Badaniom poddano również zaszczepione próbki, jak i próbkę zerową niepoddane fermentacji. Probki te bezpośrednio po dodaniu 8 ml inokulum wychładzano w suchym lodzie, aby zapobiec fermentacji. Wszystkie próbki zamrażano w temp. -20 °C i liofilizowano w liofilizatorze typu FD 1.0 – 60 (Heto-Holten A/S, Dania). W liofilizatach oznaczano zawartość suchej masy oraz TDF, AX, BG i FRU według wyżej opisanych metod. Doświadczenia *in vitro* przeprowadzono w 20 powtórzeniach, aby uzyskać wystarczającą masę próbek do dalszych oznaczeń.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 9.0 StatSoft. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a do wyodrębnienia grup wartości średnich, które nie różniły się istotnie, zastosowano test Duncana przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Badany produkt wysokobłonnikowy (WBP) swoim wyglądem zewnętrznym, tj. barwą, granulacją, sypkością oraz właściwościami smakowo-zapachowymi przypominał otręby żytnie, z tą jednak różnicą, że był drobniejszy niż handlowe otręby znajdujące się na rynku. Na podstawie wyników punktowej oceny sensorycznej obu chlebów wykazano, że zastąpienie mąki żytniej mieszanką WBP z frakcją bogatą w błonnik rozpuszczalny w ilości 40 % wpłynęło tylko w niewielkim stopniu na obniżenie jakości pieczywa. Chleb wzbogacony (CH40) oceniono jako dobry, przypisując mu 17 pkt, natomiast chleb kontrolny (CH0), któremu przypisano 19 pkt – jako bardzo dobry.

Tabela 1. Zawartość składników chemicznych w produktach żytnich [g/100 g produktu]

Table 1. Content of chemical compounds in rye products [g/100 g of product as eaten]

Składnik / Component	WBP	CH0	CH40
Woda / Water	10,7 ^a ± 0,1	44,6 ^b ± 0,1	45,0 ^c ± 0,1
Składniki mineralne (popiół) Mineral components (ash)	4,5 ^c ± 0,1	1,8 ^a ± 0,0	2,2 ^b ± 0,1
Lipidy / Fat	2,7 ^b ± 0,2	1,0 ^a ± 0,1	1,2 ^a ± 0,2
Białko ogółem (N × 6,25) / Protein (N × 6.25)	16,3 ^c ± 0,2	7,1 ^a ± 0,2	7,9 ^b ± 0,1
Sacharydy przyswajalne / Assimilable saccharides	17,0 ^a ± 0,4	31,7 ^c ± 0,3	25,3 ^b ± 0,4
Skrobia ogółem / Total starch (TS)	17,0 ^a ± 0,5	30,6 ^c ± 0,8	23,4 ^b ± 0,3
Cukry redukujące ogółem / Total reducing sugars	1,0 ^a ± 0,2	1,7 ^b ± 0,2	2,3 ^c ± 0,1
Błonnik pokarmowy ogółem / Total dietary fibre (TDF)	40,9 ^c ± 0,3	8,9 ^a ± 0,4	13,1 ^b ± 0,1
- rozpuszczalny / soluble (SDF)	4,3 ^c ± 0,3	2,1 ^a ± 0,2	3,1 ^b ± 0,1
- nierozpuszczalny / insoluble (IDF)	36,6 ^c ± 0,3	6,8 ^a ± 0,3	10,0 ^b ± 0,3
Arabinoksylany ogółem / Total arabinoxylans (AX)	18,9 ^c ± 0,6	4,9 ^a ± 0,1	6,9 ^b ± 0,1
β-glukany ogółem / Total β-glucans (BG)	5,2 ^c ± 0,2	1,2 ^a ± 0,1	1,5 ^b ± 0,1
Fruktany / Fructans (FRU)	5,2 ^b ± 0,3	1,4 ^a ± 0,0	1,5 ^a ± 0,1

Objaśnienia / Explanatory notes:

WBP – wysokobłonnikowy produkt / high-fibre product; CH0 – żytni chleb razowy (chleb kontrolny) / wholemeal rye bread (control bread); CH40 – żytni chleb razowy z 40-procentowym udziałem mieszanki WBP z frakcją bogatą w SDF otrzymywaną podczas wytwarzania tego produktu / wholemeal rye bread with 40 % of blend of WBP and SDF-rich fraction produced while preparing WBP. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; n = 3; a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (p ≤ 0,05) / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly (p ≤ 0.05).

Badane produkty różniły się istotnie pod względem zawartości zdecydowanej większości oznaczonych składników chemicznych (tab. 1). Największe różnice zaobserwowano między WBP a obydwoma chlebami. Co prawda CH0 i CH40 różniły się również istotnie pod względem zawartości większości składników pokarmowych, ale dysproporcje między nimi były wyraźnie mniejsze. Analiza ilościowa poszczególnych

składników w 100 g każdego z produktów umożliwiła wykazanie, że wszystkie produkty żytnie, a zwłaszcza WBP, są bogatym źródłem składników mineralnych i białka, a wprowadzenie ich do codziennej diety przyczyni się do zwiększenia pokrycia zapotrzebowania organizmu na szereg niezbędnych mikro- i makroelementów oraz białka roślinnego. Co prawda białko przetworów zbożowych nie odznacza się wysoką wartością biologiczną, ale wartość białek funkcjonalnych pochodzących z peryferyjnych części anatomicznych ziarniaka, które wchodziły głównie w skład WBP oraz w mniejszej ilości – w skład CH40, była wyraźnie wyższa niż białek zapasowych zawartych w jego środkowej części. Zawartość białka w CH0 i CH40 była o ok. połowę mniejsza niż w WBP, ale ze względu na częstotliwość i ilość spożywanego pieczywa wielkości podaży tego składnika nie można pominąć.

Pod względem żywieniowym największą zaletą badanych produktów była mała zawartość węglowodanów przyswajalnych przy jednocześnie dużej zawartości DF w porównaniu z rafinowanymi produktami zbożowymi. W WBP stosunek ilościowy TDF do sacharydów przyswajalnych wynosił 2,4 : 1, natomiast w obu chlebach stosunek ten był odwrotny. W CH40 był on jednak zdecydowanie wyższy w porównaniu z CH0. Stosunki te w przypadku CH40 i CH0 wynosiły odpowiednio: 0,5 : 1 oraz 0,3 : 1. Dysproporcje zawartości TDF między produktami były przede wszystkim powodowane różnicami zawartości IDF. Z kolei ilości frakcji rozpuszczalnej SDF, ważnej pod względem żywieniowym, we wszystkich produktach kształtowały się na wyraźnie niższym poziomie ($2,1 \div 4,3$ g/100 g) niż IDF. WBP zawierał jednak 2-krotnie więcej SDF niż CH0, natomiast chleb wzbogacony zawierał prawie o 50 % więcej tej frakcji błonnika niż chleb kontrolny. Otrzymane wyniki wskazują, że spożycie 4 porcji WBP lub 3,5 kromki CH40 w ciągu dnia w całości pokrywa rekomendowaną przez EFSA dobową dawkę 25 g DF dla osób dorosłych. Zgodnie z wytycznymi US Food and Drug Administration (FDA) z 2017 r. 1 porcja (1 filiżanka) produktów zbożowych, takich jak WBP powinna mieć masę co najmniej 15 g, natomiast jedna kromka chleba o grubości 1 cala (2,54 cm) – 56 g [8]. Na podstawie składu DF badanych produktów wykazano ponadto, że dominującym ilościowo składnikiem DF były arabinoksylany (AX), natomiast w mniejszej ilości występowały fruktany (FRU) i β -glukany (BG), którym przypisuje się szczególną rolę w żywieniu. Obecność FRU i fruktooligosacharydów, zwłaszcza krótkołańcuchowych, jest ważna ze względu na ich właściwości prebiotyczne, natomiast BG są korzystne ze względu na udokumentowaną klinicznie rolę w gospodarce węglowodanowej i lipidowej człowieka [4, 23]. W gospodarce węglowodanowej człowieka kluczowe znaczenie ma skrobia, która stanowi dominujący ilościowo składnik przetworów zbożowych. Charakteryzuje się ona różną wartością żywieniową, determinowaną zawartością RDS i SDS oraz RS w produktach zbożowych. Podstawowe różnice fizjologiczne pomiędzy tymi frakcjami polegają na zróżnicowanej podatności na trawienie oraz różnej szybkości wchłaniania powstałych pro-

duktów hydrolizy w przewodzie pokarmowym człowieka. RDS jest szybko trawiona i wchłaniana do krwi, co sprawia, że gwałtownie rośnie wartość glikemii poposiłkowej i zwiększa się wyrzut insuliny. Z kolei SDS, jako frakcja wolniej hydrolizowana i trawiona, wpływa stabilizująco na poziom glukozy we krwi oraz zwiększa uczucie sytości [6, 7]. RS natomiast nie jest trawiona i absorbowana w jelicie cienkim, ale może być fermentowana przez mikroflorę jelitową w okrężnicy [24]. Po porównaniu składu frakcyjnego skrobi w badanych produktach wykazano, że największą zawartością frakcji SDS charakteryzował WBP (5,3 g/100 g), której towarzyszyła najmniejsza zawartość RDS (10,7 g/100 g) – tab. 2. W obydwu chlebach zawartość SDS kształtowała się na niższym, ale i podobnym poziomie ($1,3 \div 2,0$ g/100 g), chociaż CH40 zawierał o 6,3 g/100 g mniej frakcji RDS niż CH0. Z kolei WBP zawierał najwięcej RS, podczas gdy w CH0, jak i w CH40 ilości tej frakcji były stosunkowo małe i nie różniły się istotnie. Englyst i wsp. [7] na podstawie analizy 39 różnych produktów żywnościowych o zróżnicowanej zawartości RDS ($4,1 \div 65,6$ g/100 g), z których większość stanowiły przetwory zbożowe, stwierdzili wysoką, statystycznie istotną dodatnią korelację liniową ($r = 0,728$; $p < 0,001$) między zawartością RDS a indeksem glikemicznym.

Tabela 2. Zawartość frakcji skrobi w produktach żywnych oznaczona w doświadczeniu *in vitro* [g/100 g produktu]

Table 2. Content of starch fractions in rye products determined by *in vitro* method [g/100 g of product]

Składnik / Component	WBP	CH0	CH40
Skrobia ogółem / Total starch (TS)	$17,0^a \pm 0,5$	$30,6^c \pm 0,8$	$23,4^b \pm 0,3$
- skrobia szybko przyswajalna (RDS) rapidly digestible starch (RDS)	$10,7^a \pm 0,2$	$28,0^c \pm 1,2$	$21,7^b \pm 0,3$
- skrobia wolno przyswajalna (SDS) slowly digestible starch (SDS)	$5,3^b \pm 0,5$	$2,0^a \pm 0,5$	$1,3^a \pm 0,3$
- skrobia oporna / resistance starch (RS)	$1,0^b \pm 0,2$	$0,6^a \pm 0,2$	$0,4^a \pm 0,2$

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

Ragae i wsp. [16] wykazali występowanie istotnej korelacji liniowej między zawartością RDS a SDF ($r = -0,613$) oraz IDF ($r = 0,935$) w chlebach pszennych wzbogaconych całościarną mąką ze zbóż chlebowych i niechlebowych, celulozą i gumą ksantanową. W diabetologii praktyczną wskazówką doboru odpowiedniej dawki insuliny jest tzw. jednostka chlebowa (wymennik węglowodanowy – WW). Zgodnie z przyjętą w Polsce definicją 1 WW określa obecność 10 g węglowodanów przyswajalnych w produkcie. Przedstawione wyniki wskazują, że 4 porcje (60 g) WBP lub prawie trzy czwarte kromki CH40 (40 g) i pół kromki CH0 (32 g) zawierają 1 WW.

W celu oceny strawności składników odżywczych znajdujących się w badanych produktach poddano je hydrolizie enzymatycznej w doświadczeniu *in vitro*, symulującym procesy trawienne w górnych odcinkach przewodu pokarmowego człowieka (tab.

3). Z danych tych wynika, że badane produkty istotnie różniły się strawnością ogółem (ang. *overall digestibility*) składników odżywczych wchodzących w skład ich suchej masy. Najniższą wartość zaobserwowano w przypadku WBP (45 %), zaś najwyższą – CH0 (73 %). Strawność ogółem CH40 wynosiła 65 % i była o 8 punktów procentowych (p.p.) niższa niż CH0. Mniejsze różnice między porównywanymi produktami odnotowano w przypadku poszczególnych składników pokarmowych. W WBP, CH0 i CH40 stopień hydrolizy białka był podobny ($70 \div 77$ %), a skrobia w każdym z produktów niemal w całości ($94 \div 96$ %) została strawiona. Z kolei TDF był praktycznie odporny na działanie enzymów trawiennych. Wielkości ubytków TDF w procesie trawienia badanych produktów kształtowały się na podobnym poziomie (ok. 10 %), choć w przypadku frakcji SDF obserwowano większe zmiany niż IDF.

Tabela 3. Zawartość składników chemicznych w produktach żytnich [% s.m.] oraz wielkość ubytków składników po trawieniu *in vitro* [%]

Table 3. Content of chemical components in rye products [% d.m.] and amount of their loss after *in vitro* digestion [%]

Składnik / Component	Składniki po trawieniu Components after digestion			Ubytek po trawieniu Loss after digestion		
	WBP	CH0	CH40	WBP	CH0	CH40
Sucha masa / Dry matter	55,4 ^c ± 0,4	27,2 ^a ± 0,2	35,2 ^b ± 0,5	45	73	65
Białko / Protein (N × 6,25)	9,9 ^a ± 0,2	10,9 ^b ± 0,2	11,0 ^b ± 0,2	70	77	73
Skrobia ogółem / Total starch (TS)	1,5 ^a ± 0,0	13,0 ^c ± 0,6	6,5 ^b ± 0,2	96	94	95
Błonnik pokarmowy ogółem (TDF) Total dietary fibre (TDF)	75,2 ^c ± 1,3	52,8 ^a ± 0,6	61,3 ^b ± 1,2	9	11	9
- rozpuszczalny / soluble (SDF)	7,6 ^a ± 0,2	11,7 ^b ± 0,1	13,7 ^c ± 0,2	13	16	14
- nierozpuszczalny / insoluble (IDF)	67,6 ^c ± 1,2	41,1 ^a ± 0,6	47,6 ^b ± 1,0	9	9	8
Arabinoksylany ogółem (AX) Total arabinoxylans (AX)	32,5 ^c ± 0,9	22,1 ^a ± 0,9	26,1 ^b ± 0,9	15	32	27
β-glukany ogółem (BG) Total β-glucans (BG)	8,1 ^a ± 0,3	5,0 ^b ± 0,1	4,8 ^b ± 0,2	23	37	38
Fruktany / Fructans (FRU)	1,9 ^a ± 0,1	1,9 ^a ± 0,1	1,7 ^a ± 0,1	82	80	78

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

Po porównaniu wielkości ubytków poszczególnych składników DF po trawieniu *in vitro* odnotowano największe ilościowe straty ($78 \div 82$ %) w przypadku FRU, mniejsze – w odniesieniu do BG ($23 \div 38$ %), natomiast najmniejsze – AX ($15 \div 32$ %). W przypadku tych dwóch ostatnich składników wykazano znaczące różnice między WBP a obydwoma chlebami. W badanych chlebach zarówno BG, jak i AX, łatwiej ulegały degradacji niż w WBP. Prawdopodobnie różnice te wynikały z czę-

ściowej defragmentacji cząsteczek tych polisacharydów w czasie przygotowania oraz fermentacji kwasu i ciasta, jak również podczas wypieku.

Odnosząc wyniki tych doświadczeń do ubogiej literatury dotyczącej strawności *in vitro* chleba żytniego oraz nieco większej liczby pozycji dotyczących produktów przemiału żyta, głównie otrąb, generalnie można stwierdzić, że są one zgodne z wynikami innych autorów. Aura i wsp. [3] wykazali, że strawność ogółem żytniego chleba całościarnowego wynosiła 78 %, a stopień hydrolizy jego poszczególnych składników kształtował się na podobnym poziomie, jaki wykazano w badaniach własnych. Z kolei Karppinen i wsp. [11, 12] oraz Nordlund i wsp. [14] stwierdzili, że strawność ogółem składników otrąb żytnich zmienia się w zakresie $55 \div 60$ %, zaś wielkość ubytku głównego ich komponentu, tj. DF była porównywalna z WBP. Ponadto wymienieni autorzy zaobserwowali, że w procesie trawienia *in vitro* składnikami DF w produktach przemiału ziarna żyta najbardziej podatnymi na depolimeryzację są FRU, natomiast najbardziej opornymi – AX [12].

Badane produkty po trawieniu enzymatycznym poddano kolejnemu doświadczeniu *in vitro* – fermentacji z udziałem mikroflory jelitowej człowieka (tab. 4). Wykazano, że CH0 różnił się podatnością na fermentację składników suchej masy ogółem od CH40 oraz WBP. W CH0 zaobserwowano największy ubytek suchej masy sięgający 21 % wobec $17 \div 19$ % w WBP i CH40. Przyczyn tych różnic należy upatrywać w odmiennym składzie ilościowo-jakościowym DF w tych produktach. Prawdopodobnie DF obecny w WBP oraz w chlebie wzbogaconym frakcją przemiałową bogatą w zewnętrzne tkanki ziarna zawiera więcej celulozy i ligniny, nieoznaczonych w ramach tych doświadczeń, niż chleb kontrolny. Te komponenty DF nie podlegają bowiem fermentacji w jelicie grubym przez mikroflorę jelitową człowieka [24]. Po porównaniu zdolności do fermentacji oznaczanych składników DF w badanych produktach wykazano, że najbardziej podatne na działanie mikroflory jelitowej człowieka były BG i FRU, które w całości uległy fermentacji. Obecności tych polisacharydów nie stwierdzono również w inokulum. Bardziej odporne na działanie enzymatycznej mikroflory jelitowej były AX, które uległy fermentacji w ilości zaledwie $10 \div 11$ %. Niewielkie ilości AX, na poziomie 9 %, stwierdzono także w inokulum.

Otrzymane wyniki w pełni pokrywają się z obserwacjami innych autorów, którzy przeanalizowali zmiany zawartości cukrów prostych w uprzednio strawionych otrębach pszennych, żytnich i owsianych po fermentacji *in vitro* przy udziale mikroflory fekalnej człowieka i wykazali, że w największych ilościach i najszybciej fermentują glukoza i fruktoza, w mniejszej skali ksyloza i arabinoza, a w najmniejszej – mannoza, ramnoza i galaktoza [11, 12, 14, 22].

Tabela 4. Zawartość błonnika pokarmowego i jego składników w produktach żytnich wraz z inokulum i inokulum przed i po fermentacji *in vitro* oraz straty tych składników po fermentacjiTable 4. Content of dietary fibre and its components in rye products with inoculum and inoculum alone before and after fermentation *in vitro* and losses of these components after fermentation

Zabieg / Treatment Strata / Loss	Sucha masa Dry matter	Błonnik pokarmowy ogółem Total dietary fibre	Arabinoksylany ogółem Total arabinoxylans	β-glukany ogółem Total β-glucans	Fruktany Fructans
WBP + inokulum / WBP + inoculum					
Przed fermentacją [% s.m.] Before fermentation [% d.m.]	100	48,6 ^d ± 0,8	15,9 ^d ± 0,4	2,4 ^b ± 0,1	0,6 ^a ± 0,0
Po fermentacji [% s.m.] After fermentation [% d.m.]	82,6 ^b ± 1,4	48,4 ^d ± 0,5	17,3 ^c ± 0,2	ślady trace	ślady trace
Ubytek / Loss [%]	17	18	10	100	100
CH0 + inokulum / CH0 + inoculum					
Przed fermentacją [% s.m.] Before fermentation [% d.m.]	100	42,0 ^b ± 0,4	12,9 ^b ± 0,3	1,5 ^a ± 0,1	0,6 ^a ± 0,0
Po fermentacji [% s.m.] After fermentation [% d.m.]	79,4 ^a ± 0,9	43,0 ^b ± 0,7	14,3 ^c ± 0,2	ślady trace	ślady trace
Ubytek / Loss [%]	21	19	11	100	100
CH40 + inokulum / CH40 + inoculum					
Przed fermentacją [% s.m.] Before fermentation [% d.m.]	100	44,5 ^c ± 0,6	14,0 ^c ± 0,4	1,4 ^a ± 0,1	0,5 ^a ± 0,0
Po fermentacji [% s.m.] After fermentation [% d.m.]	81,5 ^b ± 1,9	44,4 ^c ± 0,5	15,3 ^d ± 0,5	ślady trace	ślady trace
Ubytek / Loss [%]	19	19	11	100	100
Inokulum / Inoculum					
Przed fermentacją [% s.m.] Before fermentation [% d.m.]	100	37,5 ^a ± 0,8	9,0 ^a ± 0,4	ślady trace	ślady trace
Po fermentacji [% s.m.] After fermentation [% d.m.]	96,3 ^d ± 1,0	37,2 ^a ± 0,5	8,7 ^a ± 0,2	ślady trace	ślady trace
Ubytek / Loss [%]	4	4	7	0	0

Objaśnienia / Explanatory notes:

a, b, c, d – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

W jelicie grubym człowieka cukry powstałe po metabolizmie składników DF stanowią cenne substraty dla mikroflory jelitowej do produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, jak i do stymulacji wzrostu i aktywności probiotycznych bakterii *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* [4, 24]. Wood i wsp. [22] po przebadaniu kinetyki procesu fermentacji *in vitro* BG znajdujących się w strawionych *in vitro* otrębach

pszennych i owsianych, jak i w owsianym preparacie BG wykazali, że we wszystkich tych produktach cała ilość BG została wykorzystana przez mikroflorę jelitową już po 4-godzinnej fermentacji, przy czym szybciej fermentowała ich frakcja rozpuszczalna niż nierozpuszczalna.

Tabela 5. Bilans masowy błonnika i jego składników w porcjach produktów żywnych w czasie trawienia i fermentacji *in vitro* [g/porcja] oraz stopień wykorzystania tych składników [%]

Table 5. Mass balance of dietary fibre and its components in servings of rye products during *in vitro* digestion and fermentation [g/serving] and utilization degree of fibre components [%]

Składnik / Component	4 porcje (60 g) WBP 4 servings (60 g) of WBP	5 kromek (280 g) CH0 5 slices (280 g) of CH0	3,5 kromki (196 g) CH40 3.5 slices (196 g) of CH40			
Przed trawieniem / Before digestion						
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre (TDF)	24,5	24,9	25,7			
Arabinoksylany / Arabinoxylans (AX)	11,3	13,7	13,5			
β-glukany / β-glucans (BG)	3,1	3,4	2,9			
Fruktany / Fructans (FRU)	3,1	3,9	2,9			
Po trawieniu / After digestion						
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre (TDF)	22,3	22,3	23,3			
Arabinoksylany / Arabinoxylans (AX)	9,6	9,3	9,9			
β-glukany / β-glucans (BG)	2,4	2,1	1,8			
Fruktany / Fructans (FRU)	0,6	0,8	0,6			
Po fermentacji / After fermentation						
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre (TDF)	14,8	12,7	14,0			
Arabinoksylany / Arabinoxylans (AX)	8,5	7,9	8,5			
β-glukany / β-glucans (BG)	0	0	0			
Fruktany / Fructans (FRU)	0	0	0			
Różnica między spożytą ilością błonnika i jego składników a ilością pozostałą po fermentacji [g/porcja] oraz stopień wykorzystania tych składników [%] / Difference between consumed amount of dietary fibre and its components and their amount that remained after fermentation [g/serving], and utilization degree of fibre components [%]						
Składnik / Component	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre (TDF)	9,7	40	12,3	49	11,6	45
Arabinoksylany / Arabinoxylans (AX)	2,9	25	5,8	42	5,0	37
β-glukany / β-glucans (BG)	3,1	100	3,4	100	2,9	100
Fruktany / Fructans (FRU)	3,1	100	3,9	100	2,9	100

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

W tab. 5. podsumowano wyniki przeprowadzonych doświadczeń modelowych trawienia enzymatycznego i fermentacji *in vitro* w postaci bilansu masowego TDF

i jego składników w trzech różnych porcjach badanych produktów, które w przypadku danego produktu całkowicie pokrywały dzienną dawkę DF rekomendowaną przez EFSA. Przy obliczeniach sfermentowanych ilości TDF i jego komponentów uwzględniono podatność na fermentację tylko tych ilości składników, które były zawarte w samych produktach, tzn. nie brano pod uwagę ilości składników, które znajdowały się w inokulum. Zarówno BG, jak i FRU zawarte w badanych produktach zostały całkowicie wykorzystane przez organizm, natomiast TDF i AX tylko częściowo (tab. 5). Stopień wykorzystania TDF ($40 \div 49$ %) był jednak większy niż AX ($25 \div 42$ %). Z kolei porównanie stopnia wykorzystania TDF i AX znajdujących się w poszczególnych produktach o różnym składzie ilościowo-jakościowym DF wskazuje, że zarówno TDF, jak i AX zawarte w CH0 w największym stopniu (odpowiednio 49 i 42 %) zostały zdegradowane przez enzymy trawienne i uległy fermentacji przy udziale mikroflory jelitowej, a w najmniejszym – w WBP (odpowiednio 40 i 25 %).

Wnioski

1. Wysokobłonnikowy produkt otrzymany metodą frakcjonowania produktów przemiału ziarna żyta na sucho oraz żytni chleb razowy z 40-procentowym udziałem mieszanki wysokobłonnikowego produktu z frakcją bogatą w błonnik rozpuszczalny, uzyskaną w czasie wytwarzania tego produktu, są wartościowymi żywieniowo źródłami błonnika pokarmowego. Wysokobłonnikowy produkt był ponad 2-krotnie zasobniejszy w błonnik niż surowiec wyjściowy, natomiast wzbogacony chleb bogatszy o 50 % w ten składnik w porównaniu z chlebem bez dodatku.
2. Pod względem żywieniowym największą zaletą wysokobłonnikowego produktu oraz wzbogaconego chleba jest niższa wartość stosunku ilościowego węglowodanów przyswajalnych do błonnika pokarmowego ogółem (odpowiednio 0,4 i 2) w porównaniu z chlebem kontrolnym (3,5). Obniżonym wartościom tego stosunku we wskazanych produktach towarzyszyła wyraźnie mniejsza zawartość szybko przyswajalnej skrobi niż w chlebie bez udziału wysokobłonnikowej mieszanki.
3. W strawionych produktach składnikami błonnika najbardziej podatnymi na działanie mikroflory jelitowej człowieka, w doświadczeniach fermentacji *in vitro*, były fruktany i β -glukany, które w całości uległy fermentacji, a najbardziej odporne na działanie aparatu enzymatycznego bakterii fekalnych były arabinoksylany.
4. W doświadczeniach modelowych *in vitro* stopień wykorzystania błonnika pokarmowego i arabinoksylanów w chlebach, jako produktach zbożowych o wyższym poziomie przetworzenia, był wyższy niż w nisko przetworzonym produkcie wysokobłonnikowym.

Badania były finansowane ze środków MNiSzW w ramach projektu N N312 21838.

Literatura

- [1] AACC Methods: 32-07, 32-10, 32-32, 46-08, 76-13. 10th ed. AACC, St. Paul, Minn., 2000.
- [2] Åman P., Andersson A.A.M., Rakha A., Andersson R.: Rye, a healthy cereal full of dietary fiber. *Cereal Foods World* 2010, 55, 231-234.
- [3] Aura A.M., Härkönen H., Fabritius M., Poutanen K.: Development of an *in vitro* enzyme digestion method for removal of starch and protein and assessment of its performance using rye and wheat breads. *J. Cereal Sci.*, 1999, 29, 139-152.
- [4] Bornet F.R.J., Brouns F., Tashiro Y., Duvillie V.: Nutritional aspects of short-chain fructooligosaccharides: Natural occurrence, chemistry, physiology and health implications. *Dig. Liv. Dis.*, 2002, 34 Suppl. 2, S111-S120.
- [5] EFSA: Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA J.*, 2010, 8 (3), #1462.
- [6] Englyst H.N., Kingman S.M., Cummings J.H.: Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur. J. Clinical Nutr.*, 1992, 46 Suppl. 2, S33-S50.
- [7] Englyst H.N., Veenstra J., Hudson G.J.: Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: A potential *in vitro* predictor of the glycemic response. *Br. J. Nutr.*, 1996, 75, 327-337.
- [8] FDA: Code of Federal Regulations. Title 21 – Food and Drugs. Chapter I – Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services. Subchapter B – Food for Human Consumption. Part 101. Food Labeling, Subpart A – General Provisions.
- [9] Hashimoto S., Shogren M.D., Pomeranz Y.: Cereal pentosans: Their estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.*, 1987, 64, 30-34.
- [10] ICC Standards: Methods of the International Association for Cereal Chemistry (ICC). ICC Standards 104, 110, 168. ICC, Detmold 1998.
- [11] Karppinen S., Liukkonen K., Aura A.M., Forssell P., Poutanen K.: *In vitro* fermentation of polysaccharides of rye, wheat and oat brans and inulin by human faecal bacteria. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, 80, 1469-1476.
- [12] Karppinen S., Kiiliainen K., Liukkonen K., Forssell P., Poutanen K.: Extraction and *in vitro* fermentation of rye bran fractions. *J. Cereal Sci.*, 2001, 34, 269-278.
- [13] Kołodziejczyk P., Michniewicz J.: Ziarno zbóż i produkty zbożowe jako źródła błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2018, 3 (116), 5-22.
- [14] Nordlund E., Aura A.M., Mattila I., Kössö T., Rouau X., Poutanen K.: Formation of phenolic microbial metabolites and short-chain fatty acid from rye, wheat and oat bran and their fractions in metabolic *in vitro* colon model. *J. Agric. Food Chem.*, 2012, 60, 8134-8145.
- [15] Neumann M., Goderska K., Grajek K., Grajek W.: Modele przewodu pokarmowego *in vitro* do badań nad biodostępnością składników odżywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 1 (46), 30-45.
- [16] Ragaei S., Guzar I., Dhull N., Seetharaman K.: Effects of fiber addition on antioxidant capacity and nutritional quality of wheat bread. *Food Sci. Technol.*, 2011, 44, 2147-2153.
- [17] Seibel W., Steller W.: Roggen Anbau Vorbereitung. Verl. Markt. Behr's, Hamburg 1988, p. 239.
- [18] Slavin J.: Why whole grains protective: Biological mechanisms. *Proc. Nutr. Soc.*, 2003, 62, 129-134.
- [19] Southgate D.A.T.: Determination of Food Carbohydrates. 2nd ed. Elsevier Applied Science, London 1991, p. 232.
- [20] Standardmethoden für Getreide, Mehl und Brot. 5. Auflage. Verl. Moritz Schäfer, Detmold 1994, p. 138.
- [21] Ye E.Q., Chacko S.A., Chou E.I., Kugizaki M., Liu S.: Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *J. Nutr.*, 2012, 142, 1304-1313.
- [22] Wood P.J., Arrigoni S., Miller S.S., Amado R.: Fermentability of oat and wheat fraction enriched in β -glucan using human fecal inoculation. *Cereal Chem.*, 2002, 79, 445-454.
- [23] Wood P.J.: Oat and rye β -glucan: Properties and function. *Cereal Chem.*, 2010, 87, 315-330.
- [24] Zhang G., Hamaker B.R.: Cereal carbohydrates and colon health. *Cereal Chem.*, 2010, 87, 331-341.

NUTRITIONAL VALUE AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF HIGH-FIBRE RYE PRODUCTS AS WELL AS THEIR *IN VITRO* FERMENTABILITY BY HUMAN FAECAL MICROFLORA**S u m m a r y**

The objective of the study was to compare the nutritional value of three rye high-fibre products containing varying quantities of dietary fibre as well as their *in vitro* digestibility and fermentability. There were determined the major chemical component, with particular emphasis on the contents of DF and its components: arabinoxylans, β -glucans, and fructans, in a high-fibre product from milled rye, a wholemeal rye bread, and a bread containing 40 % of blend of high-fibre product and soluble fibre-rich fraction (produced while preparing the product). Also, the *in vitro* digestibility of starch and of some selected macronutrients was analyzed as was the *in vitro* fermentability of undigested DF components. It was found that the products analyzed significantly differed in their nutritional quality, especially in the content of dietary fibre and its components as well as in the content of assimilable saccharides including quickly assimilable starch. Moreover, it was determined that the three products significantly differed as regards the overall digestibility of nutrients contained in the dry matter thereof. The high-fibre product was characterized by the lowest digestibility value whereas the wholemeal rye bread – by the highest digestibility value. The *in vitro* experiments on colonic fermentability of undigested components of fibre showed that the response of fructans and β -glucans to the impact of colonic microflora was the strongest since all of them were fermented in all the products, while the arabinoxylans were the most resistant to the enzymatic activity of faecal bacteria. Based on the *in vitro* experiments, the utilization degree was compared of the fibre and its components in human body; the utilization degree was calculated for three quantitatively different servings of the products studied, which fully covered the daily intake of the dietary fibre as recommended by EFSA. It was shown that both the fructans and the β -glucans contained in the products were fully utilized by human body, whereas the total dietary fibre and the arabinoxylans were utilized only partially.

Key words: high-fibre rye products, dietary fibre, bread enrichment, nutritional quality, *in vitro* digestibility, *in vitro* fermentability ☒

ANNA OSTROWSKA, MAGDALENA KOZŁOWSKA, DANUTA RACHWAŁ,
PIOTR WNUKOWSKI, EWA NEBESNY, JUSTYNA ROSICKA-KACZMAREK

RAPSEED PROTEIN-FIBRE CONCENTRATE: CHEMICAL COMPOSITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES

S u m m a r y

Dietary fibre has a beneficial effect on human health that is manifested, among other things, in a reduced risk of obesity, diabetes or neoplasms. Its numerous functional properties render it a desirable food additive.

The objective of the research study was to assess the nutritional and functional properties of a novel rapeseed protein-fibre concentrate (RPFC) developed by a NapiFeryn BioTech company. The chemical composition, including the amino acid composition, and the functional properties of RPFC were compared with those of the soy fibre (SF) and pea fibre (PF) available on the market; the purpose of the comparison was to evaluate the potential of RPFC as a novel ingredient for use in food applications. The research study showed that RPFC contained significantly more protein than SF and PF. At the same time it was found that the level of total dietary fibre in RPFC was similar to the level of this ingredient in SF. What's more, RPFC was characterized by the highest contents of ash and phytic acid. Based on the analysis results of amino acids it was proved that the level of lysine was the highest in RPFC. The RPFC was characterized by a higher content of essential amino acids than PF and a lower content thereof than SF. RPFC was distinguished by good functional features, such as emulsifying activity, emulsion stability, and water and oil absorption capacity. It was showed that RPFC had suitable features to be used as a functional food ingredient in food products.

Key words: rapeseed protein-fibre concentrate, dietary fibre, food additives, functionality

Introduction

Nowadays it is observed that the awareness of consumers grows along with their concern and interest in nutrition, healthy diet and food products, including food label-

*Mgr inż. A. Ostrowska, PDEng M.Sc. M. Kozłowska, mgr inż. D. Rachwał, dr inż. P. Wnukowski, NapiFeryn BioTech Sp. z o.o., ul. S. Dubois 114/116, 93-465 Łódź, mgr inż. A. Ostrowska, prof. dr hab. inż. E. Nebesny, dr inż. J. Rosicka-Kaczmarek, Instytut Technologii i Analizy Żywności, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź.
Kontakt: a.ostrowska@napiferyn.pl*

ling [9]. Also the consumers are open to different innovations in traditional foods, for example: food quality innovations (reduced contents of fat, sugar, or salt), using organic raw materials and adding beneficial ingredients [13]. Dietary fibre is among those ingredients with positive health effects that can be added to food preparations [21].

From the chemical point of view dietary fibre is a mixture of heterogenic components [12]. According to the definition developed by the American Association of Cereal Chemists (AACC) dietary fibre reads: ‘the edible parts of plants or analogous carbohydrates that are resistant to digestion and absorption in the human small intestine with complete or partial fermentation in the large intestine’ [1]. The intake of dietary fibre has positive effects on human health since this substance decreases the risk of such diseases as obesity, diabetes, hypertension, strokes or certain types of cancer [6, 8]. Dietary fibre is also a desirable food additive. It has water-binding capacity, it is able to emulsify fat, associate cations, increase the viscosity and thicken liquid formulations. It can reduce the calorific value of products, limit thermal leakage, modify and stabilize food texture, facilitate product formation, substitute fat or increase emulsion stability [19]. The properties of dietary fibre are determined by the nature of polysaccharides prevailing in the source material, however they can also be affected by processing conditions. The most typical sources of dietary fibre are: whole grain cereals, seeds, nuts, fruits and vegetables, and also legumes [7]. Moreover, the fibre fractions occur in rapeseed/canola together with oil and proteins of high nutritional value and high functional properties such as solubility, foaming, gelation or emulsification [24]. What's more, proteins play an important role in food preparations for they constitute a building block for structures and nutrients and they help develop desirable food features [5].

There are few companies attempting to market food-grade rapeseed proteins products; one of them is NapiFeryn BioTech in Lodz, Poland. This company claims to have developed a universal technological platform for extracting protein products from plants, incl. oilseed crops. The company has already introduced rapeseed protein isolate [25]; their second product is rapeseed protein-fibre concentrate intended for use as a novel food additive in numerous food applications as it combines two important food ingredients (proteins and fibre), which, as already mentioned, have a great nutritional and functional value.

The objective of the research study was to analyze the chemical composition, including amino acid composition, of the rapeseed protein-fibre concentrate (RPFC) as well as to study functional properties thereof and to compare this concentrate with commercial fibre preparations, such as soy fibre (SF) and pea fibre (PF), in order to assess the future potential of rapeseed protein-fibre concentrate as a food component. In the research study the rapeseed protein-fibre concentrate is compared with other

fibre products as this product is innovative and it is hard to find a commercial product with a similar chemical composition.

Material and methods

Materials and chemicals

The rapeseed protein-fibre concentrate (RPFC) was supplied by NapiFeryn Bio-Tech Sp. z o.o. RPFC from a batch number H-81#13 was used to analyze the chemical composition, including amino acid composition, and RPFC from a batch number I-91#13 was taken to study functional properties. The source material was cold pressed rapeseed cake provided by Wilmar Group Marek Wilczyński SKA (Żórawina, Poland).

In the research study soy fibre (SF) and pea fibre (PF) were chosen as reference materials. The two products were from Edmir-pol (Poland).

All the chemicals used in the research study were of analytical grade, except otherwise stated, and all the reagents were prepared using water with a conductivity $\leq 0.05 \mu\text{S}/\text{cm}$, derived from an HLP10 demineralizer (Hydrolab, Poland). A 96 % solution of sulphuric acid was produced by STANLAB (Poland). In Chempur (Poland) the following was purchased: 4 % solution of boric acid, 10 % solution of hydrochloric acid, 35 ÷ 38 % petroleum ether 40/60, methanol, 80 % solution of acetic acid, potassium hexacyanoferrate (II) trihydrate and sodium carbonate (anhydrous). Sigma-Aldrich Inc. (USA) delivered: sinapic acid, phenol, acetonitrile (for HPLC), phenyl isothiocyanate, trimethylamine, formic acid, D-norleucine and amino acid standard. In Eurochem BGD Sp. z o.o. (Poland) there were purchased: Folin-Ciocalteu reagent and 0.1 M hydrochloric acid solution; zinc acetate dehydrate was delivered by POCH (Poland).

Chemical composition

The moisture content was analyzed using a moisture analyzer MB90 (OHAUS, Switzerland). In brief, 1.00 ± 0.10 g of sample was dried at a temperature of 105°C . The results were expressed as the content of dry matter; the moisture content was calculated by subtracting the content of dry matter from 100.

The crude protein content was analyzed by a Kjeldahl method according to AOAC Official Method 2001.11 [3] with modifications. The protein amount was calculated using a 6.25 conversion factor and expressed as a percentage of sample.

The total fat amount was determined according to ISO 11085:2015 [10] with modifications. To perform a hydrolysis, a 10 % solution of hydrochloric acid was used and a petroleum ether 40/60 was utilized as a solvent in the extraction process.

The ash (crude) content was determined according to the Commission Regulation (EC) No 152/2009, III, M [20] with modifications. In brief, 1.00 ± 0.05 g of sample was charred and then incinerated in a muffle furnace at a temperature of 625°C to obtain white or light grey ash.

The amount of phenolic compounds was estimated using a spectrophotometric method with a Folin-Ciocalteu reagent according to Nogala-Kałucka and Siger [16] with modifications.

The phytic acid level was analysed according to McKie and McCleary [14] with the use of a Phytic Acid / Total Phosphorus Assay Kit K-PHYT (Megazyme), and following the assay procedure.

The content of total carbohydrates was calculated as a difference obtained by subtracting the content of moisture [%], protein [%], fat [%] and ash [%] from 100 %.

The soluble and insoluble dietary fibre was determined based on an AOAC Official Method 991.43 [2] (with modifications) using a Total Dietary Fibre Assay Kit K-TDFR (Megazyme), and following the assay procedure. Total dietary fibre was expressed as a total of soluble and insoluble dietary fibre.

The crude fibre was analyzed according to PN-EN ISO 6865:2002 [18].

Amino acid composition

The UHPLC-ESI-MS/MS amino acid composition analysis was determined according to Żyżelewicz et al. [27] with slight modifications. Briefly the samples were subjected to hydrolysis with 6 M HCl containing 1 % of phenol for 24 h at 110 °C. The derivatization reaction was performed during a period of 20 min at a room temperature using an acetonitrile-water-triethylamine – PITC mixture (7 : 1 : 1 : 1 v:v:v:v). The D-norleucine was used as an inner standard. At the same time the analysis of amino acid analytical standard was carried out. The formic acid solution (0.05 %) was used as an A mobile phase and 70 % solution of acetonitrile was utilized as a B mobile phase.

Functional properties

The emulsifying activity (EA) and emulsion stability (ES) were studied according to Vioque et al. [23]. Based on the following formula, the emulsifying activity (EA) was calculated:

$$EA [\%] = \frac{\text{emulsified layer volume [ml]}}{\text{total emulsion volume (before centrifugation) [ml]}} \cdot 100$$

The emulsion stability (ES) was calculated on the basis of the formula as given below:

$$ES [\%] = \frac{\text{volume of the emulsified layer after centrifugation [ml]}}{\text{volume of the emulsified layer before heating [ml]}} \cdot 100$$

The water absorption capacity (WAC) and oil absorption capacity (OAC) were analyzed according to Ostrowska et al. [17]. The water absorption capacity (WAC) and the oil absorption capacity (OAC) were calculated using the following formula:

$$\text{WAC/OAC [g/g of sample]} = \frac{\text{wet sediment weight [g]}}{\text{sample weight [g]}} - 1$$

Statistical analysis

The contents of moisture, crude protein, total fat and ash (crude) were determined in triplicate and the analysis of water and oil absorption capacity was also carried out in triplicate. After the deproteinization step, the phenolic compounds were determined in triplicate too. After neutralizing the extract obtained, the content of phytic acid was determined in duplicate. After the emulsification step, the emulsifying activity and emulsion stability were determined in duplicate. The analysis of amino acid composition was carried out in one repetition. The calculated mean values and standard deviations were quoted. The data collected were subjected to a one-way analysis of variance (ANOVA); a Tukey's Post-hoc test was conducted to determine the significantly different ($p \leq 0.05$) means using a Minitab 18 software.

Results and discussion

The chemical composition of rapeseed protein-fibre concentrate (except for dietary fibre and crude fibre), soy fibre and pea fibre is shown in Tab. 1. The results confirm that the products analysed differ significantly in terms of the contents of moisture, crude protein, ash and phenolic compounds. Compared with SF and the content of crude protein therein (14.09 ± 0.06 %), RPFC is characterized by the highest content of crude protein (42.00 ± 0.45 %), whereas PF by the lowest (8.77 ± 0.22 %); this is directly correlated with the differences in the content of total carbohydrates. Moreover, RPFC contains the highest contents of mineral compounds in the form of ash (3.60 ± 0.15 %) and of phytic acid (2.51 ± 0.02 %). SF and PF have significantly lower quantities of phytic acid: 0.09 ± 0.01 % and 0.13 ± 0.02 %, respectively. With regard to the phenolic compounds PF is characterized by the highest content thereof (0.05 ± 0.00 %) and the SF by the lowest (0.01 ± 0.00 %) in comparison to RPFC (0.03 ± 0.00 %). SF has also the lowest content of fat (< 0.1). PF and RPFC have similar contents of fat: 0.60 ± 0.05 % and 0.49 ± 0.06 %, respectively.

In the previous studies the chemical composition was described of both the rapeseed isolates and the various rapeseed products. Ivanova et al. [11] obtained the rapeseed acid soluble protein (ASP) by an alkaline extraction and isoelectric precipitation. This product had 5.25 % of moisture, 28.84 % of crude protein on a dry matter basis (d.m.), 20.55 % d.m. of ash, 1.16 % d.m. of total lipids and 2.15 % d.m. of phenols. The protein content in the albumin and globulin fraction obtained from a *Brassica napus* meal by Tan et al. [22] according to an Osborne method equalled 39.88 % and 37.94 %, respectively. Yoshie-Stark et al. [26] obtained rapeseed concentrates from

two different cultivars using steamed and non-steamed meals. The chemical composition of those products was as follows: the moisture content ranged from 8.5 % to 11.3 %, the content of protein – from 58.8 % to 65.4 %, the content of ash – from 7.7 % to 10.3 % and the content of fat – from 0.6 % to 1.2 %.

In the reference literature different fibre products are described too. The commercial pea fibre with a residue protein content amounting to 7.5 % of d.m. was studied by Beck et al. [4]. Nakata et al. [15] described the water soluble soy fibre containing 6.2 % of crude protein and 8.4 % of crude ash.

Table 1. Chemical composition of protein-fibre concentrate from rapeseed, soy fibre and pea fibre
Tabela 1. Skład chemiczny koncentratu białkowo-błonnikowego z rzepaku, błonnika sojowego i błonnika grochowego

Composition / Skład	RPFC	SF	PF
Moisture / Wilgotność [%]	4.23 ^b ± 0.10	7.47 ^a ± 0.20	3.27 ^c ± 0.38
Crude Protein / Białko surowe [%]	42.00 ^a ± 0.45	14.09 ^b ± 0.06	8.77 ^c ± 0.22
Total fat / Tłuszcz całkowity [%]	0.49 ^a ± 0.06	0.04 ^b ± 0.03*	0.60 ^a ± 0.05
Mineral compounds in the form of ash Związki mineralne w postaci popiołu [%]	3.60 ^a ± 0.15	2.72 ^b ± 0.08	1.90 ^c ± 0.00
Phenolic compounds / Związki polifenolowe [%]	0.03 ^b ± 0.00	0.01 ^c ± 0.00	0.05 ^a ± 0.00
Phytic acid / Kwas fitynowy [%]	2.51 ^a ± 0.02	0.09 ^b ± 0.01	0.13 ^b ± 0.02
Total Carbohydrates / Węglowodany ogółem [%]	49.68	75.68	85.46

Explanatory notes: / Objaśnienia:

RPFC – rapeseed protein fibre concentrate / koncentrat białkowo-błonnikowy z rzepaku; SF – soy fibre / błonnik sojowy; PF – pea fibre / błonnik grochowy. Table shows mean values ± standard deviation (except for total carbohydrates) / W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenie standardowe (oprócz węglowodanów ogółem); n = 3 (for phytic acid / dla kwasu fitynowego – n = 2), a, b, c – mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$) / wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0.05$); * < LOD – limit of detection / granica wykrywalności (LOD < 0,1).

The results of the content analysis of dietary fibre and crude fibre in rapeseed protein-fibre concentrate, soy fibre and pea fibre are shown in Tab. 2. PF has the significantly highest content of total dietary fibre (73.34 %) and crude fibre (27.78 %) than RPFC (50.21 % and 14.31 %, respectively) and SF (54.18 % and 11.98 %). PF exhibited the highest content of insoluble (68.65 %) dietary fibre whereas RPFC exhibited the lowest content of insoluble dietary fibre (47.75 %), and SF showed the lowest content of soluble dietary fibre (0.33 %). Accordingly, in every sample the content of soluble dietary fibre was lower than that of insoluble dietary fibre. Based on the research study it was revealed that in the case of RPFC the contents of total carbohydrates and total dietary fibre were similar; this fact suggests that it is mainly the dietary fibre that makes up carbohydrates profile in this particular product. However in SF and PF the

contents of dietary fibre are lower than those of total carbohydrates; this fact may be an indication that those samples contain some other carbohydrates that were not taken into account in the research study.

Table 2. Dietary fibre and crude fibre of rapeseed protein-fibre concentrate, soy fibre and pea fibre
Tabela 2. Błonnik pokarmowy i włókno surowe koncentratu białkowo-błonnikowego z rzepaku, błonnika sojowego i błonnika grochowego

Composition / Skład	RPFC	SF	PF
Total dietary fibre / Błonnik pokarmowy ogółem [%]	50.21	54.18	73.34
Insoluble dietary fibre / Nierozpuszczalny błonnik pokarmowy [%]	47.75	53.85	68.65
Soluble dietary fibre / Rozpuszczalny błonnik pokarmowy [%]	2.46	0.33	4.69
Crude fibre / Włókno surowe [%]	14.31	11.98	27.78

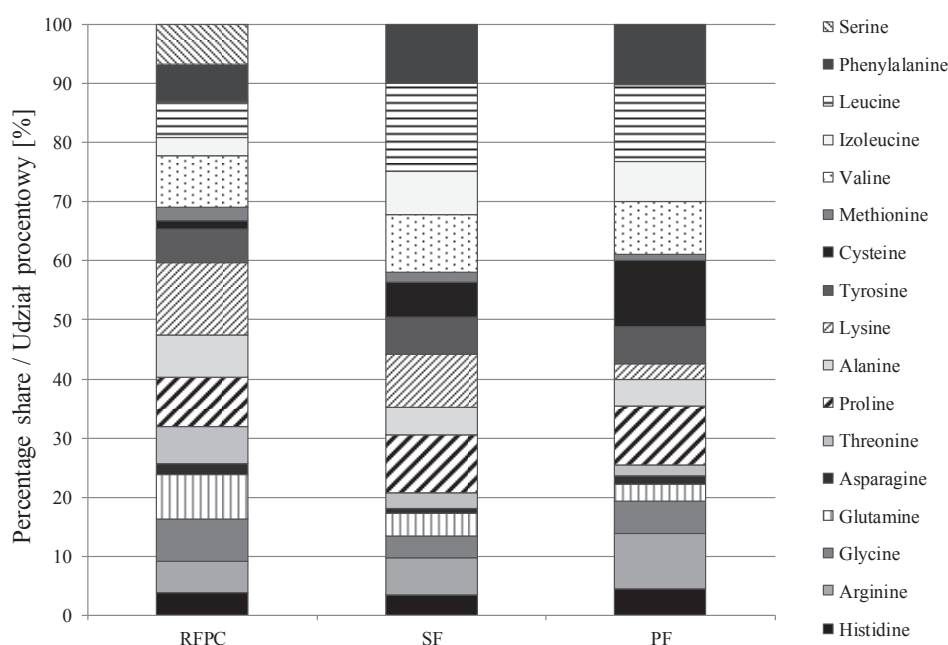
Explanation of symbols as in Tab. 1 / Objasnienia symboli jak pod tab. 1.

The acid soluble rapeseed protein concentrates obtained by Ivanova et al. [11] had ca. 30.0 % of total fibre. The content of fibre in rapeseed concentrates as described by Yoshie-Stark et al. [26] ranged from 26.2 % to 30.6 %. The commercial pea fibre analysed by Beck et al. [4] contained 53 % d.m. of fibre and ca. 39.5 % d.m. of starch. According to Nakata et al. [15], the soy fibre contained 75.7 % of soluble fibre and various sugars such as galactose, arabinose, galacturonic acid, rhamnose, xylose, fucose and glucose.

The above compilation of data shows that the chemical composition of protein-fibre products depends on the source material, technological processes and the processing conditions applied. Typically the fibre products are characterized by a lower content of protein than the rapeseed product under the study, therefore it is depicted as a protein-fibre concentrate. With regard to the contents of total dietary fibre and crude fibre, RPFC shows the levels of those constituents similar to those in the commercial SF but lower than in the commercial PF. The research results indicate that the commercial fibre products are quite a diverse group of food preparations.

The amino acid composition is shown in Fig. 1, i.e. the percentage share of different amino acids in total amino acids contained in the rapeseed protein-fibre concentrate, soy fibre and pea fibre is illustrated. Seventeen amino acids were screened except tryptophan. The content of sulphur amino acids might be underestimated because of the method-related conditions, thus this content is inconclusive. The amount of lysine in RPFC is the highest (12.15 %) and that of cysteine is the lowest (1.44 %). RPFC is also characterized by a high percentage share percent of valine (8.76 %) and proline (8.32 %). Both in SF and PF, the percentage share of leucine is the highest (14.86 % and 13.17 %, respectively); serine is reported absent. SF has also high percentage shares of phenylalanine (9.93 %), proline (9.92 %), valine (9.74 %) and lysine

(8.93 %), whereas PF has high percentage shares of cysteine (11.22 %), phenylalanine (10.09 %), proline (9.96 %), arginine (9.41 %) and valine (8.97 %). The percentage shares of essential amino acids (histidine, threonine, lysine, methionine, valine, isoleucine, leucine and phenylalanine) are the highest in SF (58.48 %) and the lowest in PF (48.76 %) compared with RPFC (49.02 %). However, as previously mentioned, RPFC is characterized by the significantly highest content of protein. The percentage share of protein branched-chain amino acids (valine, isoleucine and leucine) is the highest in SF (32.03 %) and the lowest in RPFC (17.92 %) compared with PF (28.72 %).



Explanatory notes / objaśnienia:

Serine / Seryna; Phenylalanine / Fenyloalanina; Leucine / Leucyna; Isoleucine / Izoleucyna; Valine / Walina; Methionine / Metionina; Cysteine / Cysteina; Tyrosine / Tyrozyna; Lysine / Lizyna; Alanine / Alanina; Proline / Prolina; Threonine / Treonina; Asparagine / Asparagina; Glutamine / Glutamina; Glycine / Glicyna; Arginine / Arginina; Histidine / Histydyna.

Explanation of symbols as in Tab. 1 / objaśnienia symboli jak pod tab. 1.

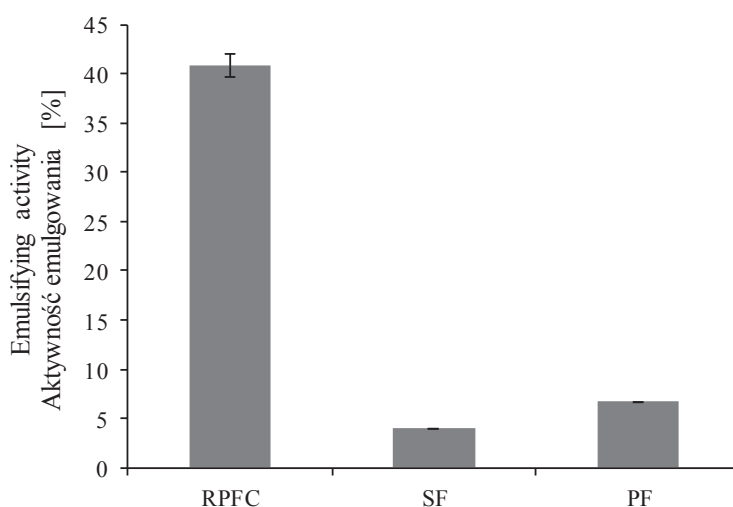
Fig. 1. Percentage share of amino acids in total amino acids contained in products analysed

Rys. 1. Procentowy udział aminokwasów w sumie aminokwasów zawartych w badanych produktach

The total amounts of amino acids in RPFC, SF and PF were, respectively, 28.85 g/100 g d.m., 9.09 g/100 g d.m. and 5.34 g/100 g d.m., thus they were lower than the crude protein content measured by a Kjeldahl method as shown in Tab. 1. This result could indicate that the samples studied might contain non-protein nitrogen

(NPN). In addition it should be mentioned that the total content level of amino acids might be understated because of an inconclusive content of sulphur amino acids and because of the fact that tryptophan was not analyzed.

The emulsifying properties of rapeseed protein-fibre concentrate, soy fibre and pea fibre are shown in Fig. 2 and 3. The emulsifying activity and emulsion stability was found to be the highest for RPFC (40.83 ± 1.18 % and 81.58 ± 3.42 %, respectively) and the lowest for SF (4.00 ± 0.00 % and 41.67 ± 0.00 %, respectively) compared with PF (6.67 ± 0.00 % and 60.00 ± 0.00 %, respectively).



Explanation of symbols as in Tab. 1 / Objasnienia symboli jak pod tab. 1.

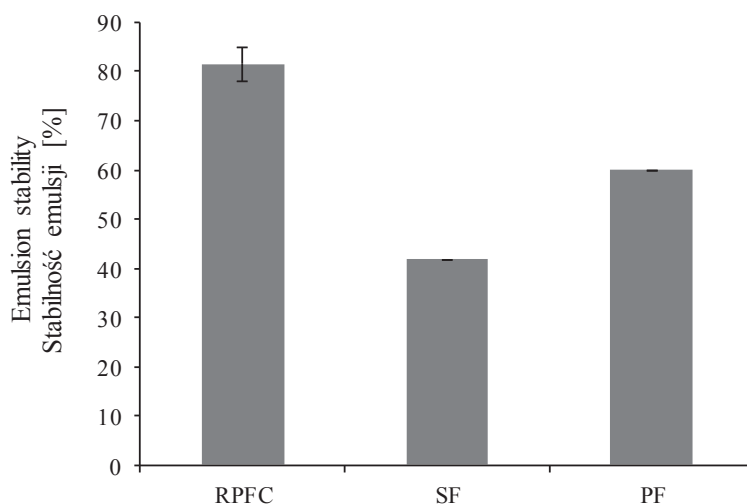
Fig. 2. Emulsifying activity of products studied

Rys. 2. Aktywność emulgowania badanych produktów

As previously mentioned, fibre has the capacity to emulsify fat and to increase emulsion stability [19]. Also proteins are reported to have emulsifying properties [5]. The highest EA (40.83 ± 1.18 %) for RPFC might be correlated with the highest protein content (42.00 ± 0.45 %). Worthy of note is the fact that although the pea fibre has a lower content of protein (8.77 ± 0.22 %), it has a higher emulsion stability (60.00 ± 0.00 %) than SF (41.67 ± 0.00 %). The formation of stable emulsion is significant in various food formulations as lipid-protein interactions are common in different preparations, for example in mayonnaises, ice creams or dressings [23]. RPFC seems to be a potential constituent in such products.

The capacity of rapeseed protein-fibre concentrate, soy fibre and pea fibre to absorb water (WAC) and oil (OAC) is illustrated in Fig. 4. SF has the highest water absorption capacity (9.96 ± 0.03 g/g) and PF the lowest (7.41 ± 0.37 g/g) compared with

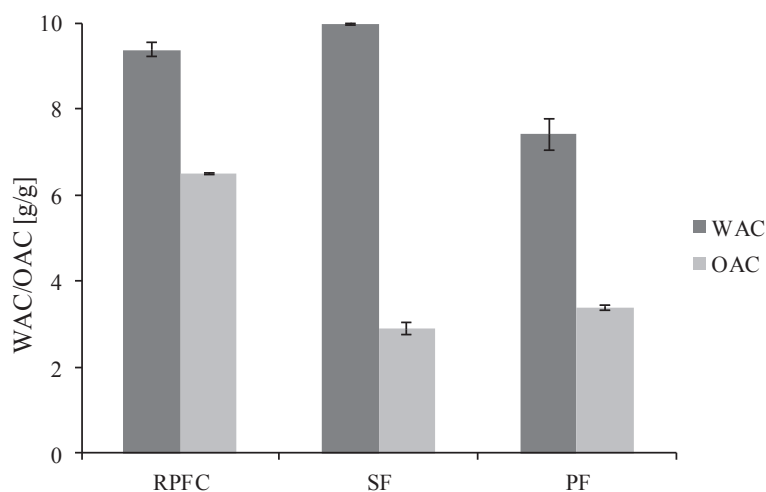
RPFC (9.37 ± 0.17 g/g). However SF has the lowest oil absorption capacity (2.89 ± 0.13 g/g) and RPFC the highest (6.49 ± 0.02 g/g) compared with PF (3.40 ± 0.06 g/g).



Explanation of symbols as in Tab. 1 / objaśnienia symboli jak pod tab. 1.

Fig. 3. Emulsion stability of products studied

Rys. 3. Stabilność emulsji badanych produktów



Explanation of symbols as in Tab. 1 / objaśnienia symboli jak pod tab. 1.

Fig. 4. Water (WAC) and oil (OAC) absorption capacity of products studied

Rys. 4. Zdolność do absorpcji wody (WAC) i oleju (OAC) badanych produktów

Similarly to the emulsifying properties, both the fibre and the protein exhibited the capacity to absorb water [19, 5]. However the capacity of rapeseed protein isolate (RPI) and soy protein isolate (SPI) to absorb water and oil were lower than those of the rapeseed protein-fibre concentrate and soy fibre. As for RPI, the WAC and OAC values were 0.50 g/g and 1.63 g/g, respectively and as for SPI: 6.42 g/g and 0.99 g/g, respectively [17]. The capacity to absorb water is important in such formulations as cakes and breads for it can diminish the loss of water from a product. It is also important in the formulations, such as canned fish, cured sausages or frozen food, where it can extend the yield [23].

The results obtained prove that the rapeseed protein-fibre concentrate has a potential to be used as a protein and fibre enriching additive to develop protein- and fibre-rich formulations or as a typical replacement for different compounds, for example to replace animal proteins. As previously mentioned, the emulsifying properties are important in such food systems as dressings, mayonnaises or ice creams. Water absorption capacity plays then a role in the formation of bakery products, for example breads or cakes, frozen foods or meat preparations [23]. Wanasundara et al. [24] presented a review of reported food applications of canola protein products. They portrayed several types of applications, such as bakery products, beverages, dairy and egg substitutes, processed meat products, salad, dressings and sauces and flavourings. It was confirmed that the canola protein concentrate could be added to bread dough (in the amount not exceeding 18 %) as a wheat flour protein replacement. Canola protein concentrate could also be used in wieners (up to 3.8 %) to improve casing peelability; in beef patties (up to 3 %) to retain liquids; in bologna (up to 3 %) to provide for a better water absorption capacity and to extend the yield; or in sausages to replace casein that improves taste and aroma, but it causes the texture properties to deteriorate. The results as presented in this research study appear to be consistent with the previously reported data on the potential uses of canola protein in food applications.

Conclusions

1. The research conducted shows that, compared with the commercial fibre products, the rapeseed protein-fibre concentrate (RPFC) is characterized by a significantly higher content of protein and exhibits a total dietary fibre content similar to that of soy fibre (SF).
2. Commercial fibre preparations are a differentiated group of products in terms of the content of fibre fractions therein and functional properties thereof.
3. RPFC has a higher percentage share of essential amino acids than PF, but lower than SF.
4. Besides its nutritional value, the rapeseed protein-fibre concentrate has highly desirable functional properties, such as emulsifying activity and emulsion stability,

and the water and oil absorption capacity that suggests its potential use as a functional and nutritional component in various food formulations.

Acknowledgements

NapiFeryn BioTech Sp. z o.o. is carrying out the project "Research and Development works on a globally innovative technology for production of protein isolates from oil plants, particularly from rapeseed" co-funded by the European Regional Development Fund as part of the Smart Growth Operational Programme 2014-2020.

The employee of NapiFeryn BioTech Sp. z o.o. (Anna Ostrowska) is carrying out the PhD programme (as a part of the Polish Ministry of Science and Higher Education programme called "Doktorat wdrożeniowy") "The properties of Polish rapeseed protein preparations and their applications in chosen food products" in cooperation with Department of Starch Technology and Confectionery, Institute of Food Technology and Analysis, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Lodz University of Technology.

Literatura

- [1] AACC Report: The definition of dietary fiber. Cereal Foods World, 2001, 46 (3), 112-126.
- [2] AOAC Official Method 991.43. Total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer. USA 1994.
- [3] AOAC Official Method 2001.11. Protein (crude) in animal feed, forage (plant tissue), grain and oilseeds. Block digestion method using copper catalyst and steam distillation into boric acid. USA 2005.
- [4] Beck S.M., Knoerzer K., Foerster M., Mayo S., Philipp C., Arcot J.: Low moisture extrusion of pea protein and pea fibre fortified rice starch blends. J. Food Eng., 2018, 231, 61-71.
- [5] Foegeding E.A.: Food protein functionality – A new model. J. Food Sci., 2015, 80 (12), C2670-C2677.
- [6] Guiné R.P.F., Duarte J., Ferreira M., Correia P., Leal M., Rumbak I., Barić I.C., Komes D., Satalić Z., Sarić M.M., Tarcea M., Fazakas Z., Jovanoska D., Vanevski D., Vittadini E., Pellegrini N., Szűcs V., Harangozó J., El-Kenawy A., El-Shenawy O., Yalçın E., Kösemeci C., Klava D., Straumite E.: Knowledge about dietary fibres (KADF): Development and validation of an evaluation instrument through structural equation modelling (SEM). Public Health, 2016, 138, 108-118.
- [7] Guiné R.P.F., Ferreira M., Correia P., Duarte J., Leal M., Rumbak I., Barić I.C., Komes D., Satalić Z., Sarić M.M., Tarcea M., Fazakas Z., Jovanoska D., Vanevski D., Vittadini E., Pellegrini N., Szűcs V., Harangozó J., El-Kenawy A., El-Shenawy O., Yalçın E., Kösemeci C., Klava D., Straumite E.: Knowledge about dietary fibre: A fibre study framework. Int. J. Food. Sci. Nutr., 2016, 67 (6), 707-714.
- [8] Guiné R.P.F., Duarte J., Ferreira M., Correia P., Leal M., Rumbak I., Barić I.C., Komes D., Satalić Z., Sarić M.M., Tarcea M., Fazakas Z., Jovanoska D., Vanevski D., Vittadini E., Pellegrini N., Szűcs V., Harangozó J., El-Kenawy A., El-Shenawy O., Yalçın E., Kösemeci C., Klava D., Straumite E.: Knowledge about sources of dietary fibres and health effects using a validated scale: A cross-country study. Public Health, 2016, 141, 100-112.
- [9] Hoefkens C., Verbeke W., van Camp J.: European consumers' perceived importance of qualifying and disqualifying nutrients in food choices. Food Qual. Pref., 2011, 22, 550-558.
- [10] ISO 11085:2015. Cereals, cereals-based products and animal feeding stuffs. Determination of crude fat and total fat content by the Randall extraction method.

- [11] Ivanova P., Kalaydzhiev H., Rustad T., Silva C.L.M., Chalova V.I.: Comparative biochemical profile of protein-rich products obtained from industrial rapeseed meal. *Emir. J. Food Agric.*, 2017, 29 (3), 170-178.
- [12] Komolka P., Górecka D.: Wpływ obróbki termicznej warzyw kapustnych na zawartość błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 2 (81), 68-76.
- [13] Kühne B., Vanhonacker F., Gellynck X., Verbeke W.: Innovation in traditional food products in Europe: Do sector innovation activities match consumers' acceptance? *Food Qual. Pref.*, 2010, 21, 629-638.
- [14] McKie V.A., McCleary B.V.: A novel and rapid colorimetric method for measuring total phosphorus and phytic acid in foods and animal feeds. *J. AOAC Int.*, 2016, 99(3), 738-743.
- [15] Nakata T., Kyoui D., Takahashi H., Kimura B., Kuda T.: Inhibitory effects of soybean oligosaccharides and water-soluble soybean fibre on formation of putrefactive compounds from soy protein by gut microbiota. *Int. J. Biol. Macromol.*, 2017, 97, 173-180.
- [16] Nogala-Kałucka M., Siger A.: Changes of phenolic content in rapeseed during preliminary drying. *J. Oilseed Brassica*, 2010, 1(1), 33-38.
- [17] Ostrowska A., Kozłowska M., Rachwał-Rosiak D., Wnukowski P., Nebesny E., Rosicka-Kaczmarek J.: Natural functional bioproteins from rapeseed – NapiFeryn BioTech Ltd. W: *Prozdrowotne właściwości żywności. Aspekty żywieniowe i technologiczne. XXIII Sesja Naukowa Młodej Kadry Naukowej pt. „Żywność – Tradycja i Nowoczesność”. VI International Session of Young Scientific Staff “Food – Tradition and Modernity”*. Lublin, Polska, 2018, Maj, 24-25, ss. 63-74.
- [18] PN-EN ISO 6865:2002. Pasze. Oznaczanie zawartości włókna surowego. Metoda z pośrednią filtracją.
- [19] Przybylski W., Kajak-Siemaszko K., Jaworska D., Szymczyk E., Sałek P.: Zastosowanie błonnika pokarmowego o zróżnicowanej długości włókien do podwyższenia jakości wędlin wyprodukowanych z mięsa wadliwego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2018, 2 (115), 34-47.
- [20] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 152/2009 z dnia 27 stycznia 2009 r. ustanawiające metody pobierania próbek i dokonywania analiz do celów urzędowej kontroli pasz. Załącznik III – Metody analizy składu materiałów i mieszanek paszowych. Część M – Oznaczanie popiołu surowego. *Dz. U. L* 54, s. 50-51, z 26.02.2009 z późn. zm.
- [21] Sajdakowska M., Jeżewska-Zychowicz M.: Postawy konsumentów wobec pieczywa a postrzeganie chleba z dodatkiem błonnika. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2017, 4 (113), 113-125.
- [22] Tan S.H., Mailer R.J., Blanchard C.L., Agboola S.O.: Extraction and characterization of protein fractions from Australian canola meals. *Food Res. Int.*, 2011, 44, 1075-1082.
- [23] Vioque J., Sánchez-Vioque R., Clemente A., Pedroche J., Millán F.: Partially hydrolyzed rapeseed protein isolates with improved functional properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2000, 77 (4), 447-450.
- [24] Wanasundara J.P.D., McIntosh T.C., Perera S.P., Withana-Gamage T.S., Mitra P.: Canola/rapeseed protein – functionality and nutrition. *OCL*, 2016, 23 (4), D407.
- [25] Materiały firmowe. [on line]. Dostęp w Internecie [19.11.2018.]: www.napiferyn.pl
- [26] Yoshie-Stark Y., Wada Y., Schott M., Wäsche A.: Functional and bioactive properties of rapeseed protein concentrates and sensory analysis of food application with rapeseed protein concentrates. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2006, 39, 503-512.
- [27] Żyżelewicz D., Budryn G., Oracz J., Antolak H., Kręgiel D., Kaczmarska M.: The effect on bioactive components and characteristics of chocolate by functionalization with raw cocoa beans. *Food Res. Int.*, 2018, 113, 234-244.

KONCENTRAT BIAŁKOWO- BŁONNIKOWY Z RZEPAKU – SKŁAD CHEMICZNY I WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE

Streszczenie

Błonnik pokarmowy wywiera pozytywny wpływ na zdrowie człowieka, który przejawia się m.in. zmniejszaniem ryzyka otyłości, cukrzycy czy nowotworów. Jego właściwości funkcjonalne sprawiają, że jest pożądanym dodatkiem do żywności.

Celem pracy była ocena właściwości odżywczych i funkcjonalnych nowatorskiego koncentratu białkowo-błonnikowego z rzepaku (RPFC), opracowanego przez firmę NapiFeryn BioTech. Skład chemiczny, w tym skład aminokwasowy oraz właściwości funkcjonalne RPFC zostały porównane z dostępnym na rynku błonnikiem sojowym (SF) i błonnikiem grochowym (PF) w celu oceny potencjału RPFC jako innowacyjnego składnika do zastosowania w żywności. W badaniach wykazano, że RPFC zawierał znacznie więcej białka niż SF i PF. Jednocześnie stwierdzono, że poziom całkowitego błonnika pokarmowego w RPFC był zbliżony do poziomu tego składnika w SF. RPFC cechował się także największą zawartością popiołu i kwasu fitynowego. Na podstawie wyników analizy aminokwasów dowiedziono, że w RPFC na najwyższym poziomie występowała lizyna. Koncentrat RPFC charakteryzował się większym udziałem niezbędnych aminokwasów niż PF, ale mniejszym – niż SF. RPFC odznaczał się dobrymi właściwościami funkcjonalnymi, takimi jak: aktywność emulgowania, stabilność emulsji, jak również zdolnością do absorpcji wody i oleju. Wykazano, że RPFC ma odpowiednie cechy do wykorzystania go jako funkcjonalnego składnika żywności w produktach żywnościowych.

Słowa kluczowe: koncentrat białkowo-błonnikowy z rzepaku, błonnik pokarmowy, dodatki do żywności, funkcjonalność 

KATARZYNA MARCINIAK-LUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA

**WPLYW DODATKU BIAŁEK GROCHU ORAZ TRANSGLUTAMINAZY
NA ZMNIEJSZENIE ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU W SMAŻONYM
MAKARONIE INSTANT**

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku białek grochu oraz transglutaminazy (TGazy) na ograniczenie zawartości tłuszczu oraz jakości smażonych makaronów typu instant. Zakres pracy obejmował analizę wybranych parametrów jakościowych smażonych makaronów instant w zależności od rodzaju i ilości dodatku wprowadzonego do receptury podstawowej. Jako składniki funkcjonalne zastosowano preparaty białek grochu oraz enzym – transglutaminazę. W pracy wykonano następujące warianty: próbę kontrolną bez dodatków, próbę z zastosowaniem dodatku 2 i 3 % białek grochu (BG) oraz do każdej próby z białkiem grochu zastosowano 1 i 2 % TGazy. Wyprodukowane na bazie mąki pszennej (semoliny) makarony instant oceniono pod względem zawartości tłuszczu i wody, barwy oraz tekstury (twardość, jędrność, adhezyjność). Ocenie poddano również czas hydratacji otrzymanych makaronów instant, rozumiany jako minimalny czas potrzebny do uwodnienia makaronu. Na podstawie wyników badań wykazano, że zmiany parametrów jakościowych makaronów instant uzależnione były zarówno od rodzaju, jak i ilości wprowadzonego dodatku. Zastosowanie dodatku białek grochu, zarówno pojedynczo, jak i w połączeniu z enzymem (transglutaminazą) wpłynęło na zmniejszenie zawartości tłuszczu w otrzymanym makaronie instant. Zawartość wody w makaronach instant z dodatkiem białek grochu w połączeniu z transglutaminazą mieściła się w zakresie $0,81 \div 3,78$ %. Zastosowane składniki funkcjonalne wpłynęły na wzrost zawartości wody w makaronie, jednak nie stwierdzono przekroczenia wartości zalecanych dla tego parametru. Dodane składniki nie miały wpływu na parametry barwy makaronu instant. Zastosowanie dodatku białek grochu oraz ich mieszaniny z transglutaminazą w większości przypadków korzystnie wpłynęło na parametry tekstury. Czas hydratacji otrzymanych makaronów instant wydłużał się wraz z ilością zastosowanych składników funkcjonalnych, jednak nie przekraczał 5 min.

Słowa kluczowe: smażony makaron instant, białka grochu, transglutaminaza, zawartość tłuszczu

*Dr inż. K. Marciniak-Lukasiak, dr hab. inż. A. Żbikowska, prof. nadzw, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl*

Wprowadzenie

Makaron instant cieszy się popularnością w ponad 80 krajach na świecie. Według World Instant Noodles Association (WINA) w roku 2017 popyt na makaron instant wynosił 101,1 mld porcji makaronów błyskawicznych na całym świecie, co stanowi 270 milionów porcji dziennie [34]. Konsumenci coraz częściej sięgają po żywność nadającą się do spożycia po krótkim przygotowaniu, zawierającą w składzie podstawowym np. makaron instant. Jego zaletą jest to, że chłonie smak sosów czy innych dodatków, dzięki czemu dobrze harmonizuje z innymi składnikami [35]. Ze względu na prosty skład surowcowy makarony instant charakteryzują się niską wartością odżywczą, a te produkowane metodą tradycyjną – znaczną zawartością tłuszczu. Smażenie w głębokim tłuszczu nadaje produktom charakterystyczne cechy, ale towarzyszy temu również wzrost zawartości tłuszczu w gotowym produkcie, który stanowi główne źródło energii [25]. Makarony instant poddawane procesowi smażenia mogą zawierać blisko $20 \div 30$ % tłuszczu użytego do ich smażenia [21]. Po umieszczeniu makaronu w gorącym oleju temperatura jego powierzchni gwałtownie wzrasta. Woda na powierzchni makaronu natychmiast wchodzi w stan wrzenia, co doprowadza do wysuszenia tej powierzchni, zachodzi wymiana ciepła i masy. Proces ten prowadzi również do skurczu, a następnie rozwoju porowatości i chropowatości na powierzchni. Wilgoć zawarta w żelowanych granulach skrobi ulega odparowaniu z powodu wysokich temperatur stosowanych podczas procesu. Następnie przestrzenie wewnątrz makaronu uprzednio zajmowane przez wilgoć częściowo wypełniają się olejem [25, 29].

Makarony instant produkowane na bazie semoliny w porównaniu z makaronami z mąki z pszenicy zwyczajnej zawierają więcej białka, dzięki czemu ciasto makaronowe ulega równomiernemu pęcznieniu, jest dobrze związane i sprężyste [9]. Pęcherze powstające podczas odparowywania wody z ciasta są mniejsze i nieliczne, co przyczynia się do zmniejszonej absorpcji tłuszczu podczas smażenia [25]. Zawarty w surowcu gluten podczas smażenia jest denaturowany, powstają wiązania disiarczkowe odpowiadające za sieciowanie białek. Powstała sieć połączona ze żelatynizowanymi granulami skrobi tworzy sztywną strukturę makaronu instant [6].

W celu zmniejszenia absorpcji tłuszczu w smażonych makaronach instant wzbo-gaca się recepturę podstawową o skrobię modyfikowaną lub maltodekstryny. Kształtują one strukturę charakterystyczną dla tłuszczu, pełniąc jednocześnie funkcję czynników wypełniających i utrzymujących wilgoć [22]. Dodatek skrobi ziemniaczanej, jak i kukurydzianej wykorzystuje się jako substancje mające zmniejszyć absorpcję tłuszczu podczas smażenia makaronów instant [7, 24]. Hydrokoloidy [30], emulgatory [11] i przeciwutleniacze [4] są również dodawane w celu poprawy tekstury i trwałości makaronów instant. Dodatek gumy guar lub innych hydrokoloidów sprawia, że makarony instant charakteryzują się jędrniejszą strukturą, a proces ich uwadniania przebiega w krótszym czasie oraz powoduje mniejsze wchłanianie oleju [7, 13]. Spośród po-

chodnych celulozowych, jako substancji przyczyniających się do ograniczania absorpcji tłuszczu w smażonych makaronach typu instant zastosowanie znalazły: karboksymetyloceluloza, celuloza mikrokryształiczna i hydroksypropylometyloceluloza [22]. Podejmowane są również próby ograniczenia zawartości tłuszczu, bądź poprawy właściwości funkcjonalnych smażonych makaronów instant poprzez częściowe zastąpienie mąki pszennej dodatkiem otrąb owsianych [31], β -glukanu pochodzenia grzybowego [16], ziarniaków gryki [4] czy brązowej mąki ryżowej [18]. Zastosowanie enzymu transglutaminazy (TGazy), dzięki właściwościom sieciowania większości białek pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, wpływa na zawarty w makaronach gluten [3]. Indukuje tworzenie się wysokocząsteczkowych polimerów, dzięki czemu wzmacnia sieć glutenową w makaronach instant. Enzym ten przy zastosowaniu mąki o wysokiej jakości, zawierającej duże ilości wysokocząsteczkowych glutenin, zwiększa polimeryzację białek. Polepszenie sieci białkowej w makaronie przedłuża jego świeżość przy zachowaniu wyjściowych cech sensorycznych. Ważną cechą TGazy wpływającą na jakość makaronów instant jest również wiązanie większej ilości wody.

Duża zawartość tłuszczu w makaronach instant wpływa niekorzystnie na wartość zdrowotną oraz ogranicza trwałość produktu ze względu na zmiany tłuszczów zachodzące podczas przechowywania [25]. Skłania to do przeprowadzenia badań mających na celu ograniczenie absorpcji tłuszczu w trakcie smażenia makaronów instant.

Celem pracy było określenia wpływu dodatku białek grochu oraz transglutaminazy na ograniczenie zawartości tłuszczu oraz jakość smażonych makaronów typu instant.

Material i metody badań

Makarony instant wytwarzano na bazie mąki semoliny z odmiany pszenicy *Triticum durum* (Bogutyn Młyn, Radzyń Podlaski) zgodnie z recepturą opracowaną przez Kubomura [21] obejmującą: 150 g semoliny, 35 % wody w stosunku do masy semoliny oraz 3 g soli kuchennej. Jako składniki funkcjonalne zastosowano handlowe preparaty białek grochu Nutralys (Roquette, Polska) oraz enzym – Transglutaminazę – TGazę (Brenntag, Polska). Wykonano następujące warianty makaronów: próbę kontrolną, próbę z zastosowaniem dodatku 2 i 3 % białek grochu (BG) oraz do każdej próby z białkiem grochu zastosowano 1 i 2 % TGazy.

W wodzie o temperaturze ok. 25 - 30 °C rozpuszczano sól kuchenną. Semolinę łączono z wodą, a następnie ręcznie zagniatano ciasto przez 20 min. Tak otrzymane ciasto rozwałkowywano, a następnie poddawano walcowaniu, zmniejszając każdorazowo odległość między walcami. Do wałkowania i cięcia ciasta użyto robota Kitchen AID (USA) z odpowiednimi przystawkami. W kolejnym etapie płaty ciasta cięto na nitki makaronowe o szerokości 1,5 mm. Parowanie makaronu prowadzono przez 5 min, po czym makaron poddawano procesowi smażenia we frytownicy Philips

HD6103 (Polska), w oleju rzepakowym (Kruszwica, Polska) w ciągu 60 s w temp. 170 °C. Następnie makaron odsączano, schładzano, pakowano w woreczki z folii polietylenowej i przechowywano w temp. 22 ± 2 °C. Analizy wykonywano w 2. i 3. dniu przechowywania.

Zawartość wody oznaczano metodą znormalizowaną AACC [1] i powtarzano trzykrotnie. Próbkę suszono w temp. 100 ± 1 °C. Proces suszenia, chłodzenia i ważenia powtarzano do uzyskania stałej masy.

Zawartość tłuszczu oznaczano metodą ekstrakcyjno-wagową za pomocą zautomatyzowanej ekstrakcji Soxhleta (Soxtec™ 2050 Auto Fat Extraction System). Jako rozpuszczalnik stosowano eter naftowy. Dla każdego oznaczenia wykonano trzy powtórzenia.

Pomiar barwy wykonywano za pomocą aparatu Minolta CR-310 (Konica Minolta, Japonia) w systemie CIE $L^*a^*b^*$. System ten umożliwia zdefiniowanie cech związanych z jasnością, jak i barwą badanych próbek, dzięki trzem zmiennym L^* – jasność próbki wyrażona w procentach: od 0 % (czerni) do 100 % (biel), a^* – parametr nasycenia barwy: od zielonej („-a”) do czerwonej („+a”), b^* – parametr nasycenia barwy: od niebieskiej („-b”) do żółtej („+b”). Każdy pomiar wykonywano pięciokrotnie.

Pomiar twardości i adhezji przeprowadzano w temp. 20 ± 2 °C, 10 min po hydratacji makaronu instant. Próbkę analizowano za pomocą aparatu TA.XT Plus Analyser (Stable Micro Systems, UK). Twardość i adhezję oznaczano przy użyciu głowicy P/36R o średnicy 36 mm. Prędkość ściskania podczas badania wynosiła $2 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, do uzyskania 75 % odkształcenia. Oznaczenia wykonywano w pięciu powtórzeniach. Pomiar jędrności wykonywano za pomocą aparatu TA-Xt Plus Analyser (Stable Micro Systems, UK) przy użyciu głowicy A/LKB-F. Prędkość przesuwu elementu pomiarowego zastosowana przy badaniu makaronów błyskawicznych wynosiła $0,17 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, przy dystansie 4,5 mm. Oznaczenie wykonano w pięciu powtórzeniach.

W celu określenia czasu hydratacji makaronu instant próbkę zalewano wrzącą wodą i w odstępie 1 min sprawdzano sensorycznie twardość makaronu. Twardość makaronu określano posługując się następującymi oznaczeniami: „-” – makaron twardy, „-/+” – makaron na wpół miękki, „+” – makaron miękki, „++” – makaron bardzo miękki [23].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13. Do oceny istotności różnic pomiędzy wartościami wilgotności, zawartości tłuszczu, barwy i twardości zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Wyniki weryfikowano za pomocą testu Tukeya przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość wody jest bardzo ważnym parametrem mającym związek z jakością żywności. W procesie smażenia makaronów instant zawartość wody zmienia się z po-

czątkowego zakresu $30 \div 40$ % do końcowego $2 \div 5$ % [13]. W badaniach własnych wilgotność makaronu instant mieściła się w zakresie $1,41 \div 3,78$ % i była zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów, bowiem według Kim i wsp. [19] wilgotność makaronów instant powinna się zawierać w przedziale $3 \div 4$ %. Największą wilgotnością ($3,29 \div 3,85$ %), charakteryzowały się makarony instant z dodatkiem 3 % białek grochu i 2 % TGazy, a najmniejszą – próba kontrolna (1,41 %) niezawierająca żadnych dodatków. Zaobserwowano także, że wraz ze wzrostem dodatku preparatu białek grochu oraz TGazy wzrastała zawartość wody w makaronie instant (tab. 1). Mohammadi i wsp. [26] prowadzili badania dotyczące bezglutenowego pieczywa i uzyskali podobne zależności. Zdaniem autorów sieciowanie glutaminy i lizyny za pomocą TGazy może prowadzić do wiązania wody i zwiększenia zdolności do zatrzymywania wilgoci w cieście. Gerrard i wsp. [14] uważają natomiast, że zwiększona absorpcja wody może być spowodowana eliminacją grupy amidowej z glutaminy (wynikającej z aktywności TGazy) i jej konwersją do kwasu glutaminowego, który zmniejsza hydrofobowość i ostatecznie zwiększa wchłanianie wody.

Tabela 1. Zawartość wody i tłuszczu oraz wartości wyróżników barwy w makaronach instant

Table 1. Content of water and fat in, and values of colour discriminants of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	Zawartość wody / Water content [%]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	L*	a*	b*
1	2%BG	$1,59^a \pm 0,28$	$26,84^{bc} \pm 0,74$	$75,82^a \pm 0,44$	$2,48^c \pm 0,21$	$24,37^b \pm 0,73$
2	2%BG+1%TG	$2,58^b \pm 0,27$	$22,18^{ab} \pm 0,64$	$79,92^b \pm 0,51$	$3,57^{cd} \pm 0,31$	$22,17^a \pm 0,84$
3	2%BG+2%TG	$3,52^{bc} \pm 0,31$	$21,07^a \pm 0,69$	$80,90^{bc} \pm 0,61$	$0,66^a \pm 0,14$	$24,82^b \pm 0,76$
4	3%BG	$2,13^{ab} \pm 0,31$	$24,94^b \pm 0,72$	$79,01^b \pm 0,55$	$1,77^b \pm 0,24$	$23,19^{ab} \pm 0,84$
5	3%BG+1%TG	$2,78^b \pm 0,21$	$22,13^{ab} \pm 0,51$	$81,98^{bc} \pm 0,66$	$1,42^b \pm 0,22$	$26,26^c \pm 0,64$
6	3%BG+2% TG	$3,85^c \pm 0,29$	$20,75^a \pm 0,61$	$83,18^c \pm 0,47$	$5,05^d \pm 0,41$	$23,62^{ab} \pm 0,81$
7	Próba kontrolna Control sample	$1,41^a \pm 0,19$	$29,79^c \pm 0,79$	$76,58^a \pm 0,41$	$1,09^{ab} \pm 0,21$	$22,51^a \pm 0,79$

Objaśnienia / Explanatory notes:

BG – białko grochu / pea protein; TG – transglutaminaza / transglutaminase. W tabeli przedstawiono wartości średnie $\pm$ odchylenia standardowe / Table shows mean values $\pm$ standard deviation; $n = 3$; a - d – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p \leq 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.05$.

Zawartość tłuszczu jest także bardzo ważnym wyznacznikiem jakości smażonego makaronu instant. Uzależniona jest od jakości zastosowanych surowców, parametrów procesu oraz jakości zastosowanego medium smażalniczego [13]. Stanowi ono nie tylko nośnik ciepła, ale także, pod wpływem migracji w wewnętrzną strukturę makaronu, staje się jej nowym składnikiem [25]. Stąd zawartość tłuszczu w końcowym pro-

dukcje może zawierać się w przedziale $15 \div 40$ % [15]. Makarony wytworzone podczas niniejszych badań zawierały $20,75 \div 28,79$ % tłuszczu. Zawartość tłuszczu uzależniona była od rodzaju zastosowanego dodatku. Najmniejszą zawartość tłuszczu w makaronie uzyskano po zastosowaniu 3-procentowego dodatku preparatu białek grochu i 2-procentowego dodatku TGazy, natomiast największą zawartość tłuszczu zaobserwowano w przypadku próby kontrolnej. Różnice pod względem zawartości tłuszczu w procesie smażenia makaronu instant wynikają z mikroporowatej struktury makaronu oraz z ilości wody pochłoniętej w procesie parowania [25]. W procesie smażenia woda zawarta w żywności migruje ze środka produktu ku jego powierzchni. W wyniku odparowania wody z wnętrza nitek makaronu powstaje porowata struktura. Woda parując, pozostawia w mikroporowatej strukturze makaronu puste przestrzenie, które w czasie smażenia wypełnia tłuszcz [25]. Stosowanie preparatów białkowych ma korzystny wpływ ze względu na obniżoną zawartość tłuszczu oraz wzrost wartości odżywczej wynikający z właściwości dodawanych surowców. Jak podają Kuraishi i wsp. [20], dodatek transglutaminazy do ciasta może zmniejszyć absorpcję tłuszczu nawet o 25 %.

Barwa jest ważnym wyróżnikiem jakości żywności, ponieważ wpływa na jej akceptowalność przez konsumentów. W połączeniu z teksturą wpływa także na wygląd makaronu instant i zależy głównie od jakości mąki [8] oraz parametrów procesu technologicznego [23]. Istotna jest także zawartość białka, która wpływa na powstanie charakterystycznej żółtej barwy makaronu [28]. Według Hatchera i wsp. [15] makarony typu noodles powinny charakteryzować się odpowiednim poziomem jasności, brakiem przebarwień i typową jasnożółtą barwą. Park i Baik [28] twierdzą, że parametry barwy makaronów instant zależą między innymi od rodzaju zastosowanych surowców. Barwa jest przez konsumentów oceniana jako pierwsza, stąd składowa L^* jest krytycznym parametrem w przypadku produktów smażonych. Niskie wartości L^* oznaczają ciemną barwę i są głównie związane z nieenzymatycznymi reakcjami brunatnienia [12]. Makaron wytworzony z mąki z pszenicy twardej charakteryzuje się na ogół większą jasnością ($L^* > 76,4$), natomiast z mąki z pszenicy zwyczajnej – mniejszą jasnością ($L^* < 76,4$). Chon-Sik Kang i wsp. [5] twierdzą, że jasność makaronów instant zawiera się w przedziale $73,5 \div 82,0$. Wyniki badań własnych (tab. 1) mieszczą się w podanym przedziale. Najwyższą wartość parametru L^* zmierzono w przypadku makaronu instant z 3-procentowym dodatkiem preparatu białek grochu i 2-procentowym – TGazy. Wraz ze wzrostem zastosowanego dodatku wartość parametru L^* wzrastała.

Po przeanalizowaniu wyników pomiaru parametru a^* , który odpowiada barwie czerwonej ($+a^*$) lub zielonej ($-a^*$) stwierdzono, że większość badanych makaronów instant charakteryzowała się wyższym nasyceniem barwy czerwonej (tab. 1). W przypadku parametru b^* odpowiadającego barwie żółtej ($+b^*$) lub niebieskiej ($-b^*$) zaob-

serwowano, że niezależnie od ilości zastosowanego dodatku białek grochu czy transglutaminazy makarony instant charakteryzowały się żółtym nasyceniem barwy (tab. 1).

Tabela 2. Twardość, adhezyjność i jędrność makaronu instant
Table 2. Hardness, cohesiveness and firmness of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	Twardość Hardness [N]	Adhezyjność Cohesiveness [N·s]	Jędrność Firmness [N]
1	2%BG	11,09 ^b ± 1,22	-0,043 ^{bc} ± 0,04	215,72 ^d ± 9,89
2	2%BG+1%TG	15,92 ^c ± 0,44	-0,025 ^a ± 0,03	140,93 ^c ± 5,98
3	2%BG+2%TG	22,63 ^d ± 2,01	-0,072 ^d ± 0,05	236,61 ^d ± 8,99
4	3%BG	16,92 ^c ± 1,67	-0,054 ^c ± 0,04	149,33 ^c ± 6,21
5	3%BG+1%TG	9,68 ^b ± 1,44	-0,024 ^a ± 0,04	131,71 ^{bc} ± 6,24
6	3%BG+2% TG	6,98 ^a ± 1,03	-0,058 ^c ± 0,03	98,09 ^a ± 6,75
7	Próba kontrolna Control sample	8,42 ^{ab} ± 1,23	-0,039 ^b ± 0,03	125,04 ^b ± 5,34

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

Twardość jest ważnym wyznacznikiem przydatności i jakości kulinarnej makaronu [33]. Jest to wartość siły cięcia wyznaczona w czasie przecięcia nitki makaronu poddanego wcześniej hydratacji. Twardość wyznacza odporność makaronu na zgniataanie [10]. Na podstawie uzyskanych wyników (tab. 2) stwierdzono, że najniższą wartością twardości charakteryzował się makaron z 3-procentowym dodatkiem białka grochu i z dodatkiem 2 % TGazy. Wyniosła ona 6,98 N. Najwyższą twardością charakteryzował się natomiast makaron z 2-procentowym dodatkiem zarówno białka grochu, jak i TGazy.

Adhezyjność jest jednym z parametrów określających teksturę żywności. Jest to praca konieczna do pokonania sił przyciągających pomiędzy danym materiałem a żywnością, z którą wchodzi on w kontakt [32]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że największą wartością adhezyjności charakteryzowała się próbka zawierająca 3-procentowy dodatek białka grochu z jednoczesnym dodatkiem 1 % TGazy (-0,024 N·s). Najmniejszą wartością odznaczał się makaron zawierający po 2 % dodatku białka grochu i transglutaminazy (-0,072 N·s). Kang i wsp. [17] uważają, że adhezyjność określa lepkość (kleistość) smażonych makaronów instant, a jej wysokie, ujemne wartości są niepożądane. Podobne wartości adhezyjności w zakresie -0,59 ÷ -0,14 N·s odnotowali Choy i wsp. [6] w badaniach nad wpływem TGazy na jakość smażonych makaronów instant.

Jędrność (firmness) jest definiowana w literaturze jako praca cięcia, czyli praca potrzebna do całkowitego rozgryzienia nitki makaronu, a także jako stopień oporu stawiany przez nitkę makaronu podczas pierwszego ugryzienia [27]. W przeprowadzo-

nych badaniach stwierdzono, że najmniejszą wartość jędrności wykazywał makaron z dodatkiem 3 % białek grochu i 2 % TGazy (98,09 N·s), największą zaś – makaron zawierający dodatek 2 % białka grochu i 2 % TGazy (236,61 N·s).

Tabela 3. Czas hydratacji makaronu instant
Table 3. Hydration time of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	1'	2'	3'	4'	5'	6'
1	2%BG	-	+	++	++	++	++
2	2%BG+1%TG	-	+	++	++	++	++
3	2%BG+2%TG	-	"-/+"	+	++	++	++
4	3%BG	-	+	++	++	++	++
5	3%BG+1%TG	-	-	"-/+"	+	++	++
6	3%BG+2% TG	-	-	"-/+"	"-/+"	+	++
7	Próba kontrolna Control sample	-	-	"-/+"	"-/+"	+	++

Objaśnienia symboli jak pod tab. 1. / Meanings of symbols as in Tab. 1.

Po zalaniu makaronu wrzątkiem woda migruje z powierzchni makaronu w kierunku środka, wpływając na jego strukturę. Ding i Yang [11] podają, że im krótszy jest czas nawadniania makaronu instant, tym uzyskuje się wyższą jego jakość. Wymienieni autorzy twierdzą, że czas rehydracji przy temperaturze wody równiej 80 °C powinien być krótszy niż 360 s – w przeciwnym razie makaron instant nie może być uznany za błyskawiczny. Otrzymane w pracy makarony instant charakteryzowały się czasem hydratacji zawierającym się w tym przedziale (tab. 3). Jednak większy dodatek zastosowanych składników funkcjonalnych wydłuża czas hydratacji makaronów.

Wnioski

1. Zastosowanie dodatku białek grochu, zarówno pojedynczo, jak i w połączeniu z enzymem – transglutaminazą wpłynęło na zmniejszenie zawartości tłuszczu w otrzymanym makaronie instant.
2. Zawartość wody w makaronach instant z dodatkiem białek grochu w połączeniu z transglutaminazą mieściła się w zakresie 0,81 ÷ 3,78 %. Zastosowane dodatki wpłynęły na wzrost zawartości wody, jednak nadal nie przekraczały wartości zalecanych w literaturze przedmiotu.
3. Zastosowane w recepturze składniki funkcjonalne nie miały wpływu na parametry barwy makaronu instant.
4. Zastosowanie dodatku białek grochu oraz ich mieszaniny z transglutaminazą w większości przypadków korzystnie wpłynęło na parametry tekstury.

5. Czas hydratacji makaronów instant wydłużał się wraz z ilością zastosowanych składników funkcjonalnych, jednak nie przekraczał 5 min.

Literatura

- [1] AACC International: Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 44-15A. 9th ed. AACC, St. Paul, MN, USA, 1995.
- [2] Borowy T., Kubiak M.S.: Zamienniki tłuszczu w przemyśle mięsnym. Cz. II. Technologia/Transport/Chłodnictwo, 2009, 6-7, 31-33.
- [3] Caballero P.A., Gomez M., Rosell C.M.: Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. J. Food Eng., 2007, 81 (1), 42-53.
- [4] Cho Y.J., Bae I.Y., Inglett G.E., Lee S.: Utilization of tartary buckwheat bran as a source of rutin and its effect on the rheological and antioxidant properties of wheat-based products. Ind. Crop. Prod., 2014, 61, 211-216.
- [5] Chon-Sik K., Yong-Won S., Sun-Hee W., Jong-Chul P., Young-Keun C., Jung-Gon K., Chul Soo P.: Influences of protein characteristics on processing and texture of noodles from Korean and US wheats. J. Crop Sci. Biotech., 2004, 10 (3), 133-140.
- [6] Choy A.L., Hughes J.G., Small D.M.: The effects of microbial transglutaminase, sodium stearoyl lactylate and water on the quality of instant fried noodles. Food Chem., 2010, 122 (4), 957-964.
- [7] Choy A.L., May B.K., Small D.M.: The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. Food Hydrocoll., 2012, 26, 2-8.
- [8] Crosbie G.B., Ross A.S.: Asian wheat flour noodles. In: The Encyclopedia of Grain Science. Eds. C.W. Wrigley, H. Corke, C.E. Walker. Elsevier Academic Press, Oxford 2004, pp. 304-312.
- [9] Czerwińska D.: Charakterystyka mąk makaronowych. Przegl. Zboż. Młyn., 2010, 54 (8), 11-12.
- [10] D'Egidio M., Nardi S.: Textural measurement of cooked spaghetti. In: Pasta and Noodle Technology. Eds. J.E. Kruger, R.B. Matsuo, J.W. Dick. American Association of Cereal Chemistry Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 1996, pp. 133-156.
- [11] Ding S., Yang J.: The influence of emulsifiers on the rheological properties of wheat flour dough and quality of fried instant noodles. LWT-Food Sci. Technol., 2013, 53, 61-69.
- [12] Dueik V., Robert P., Bouchon P.: Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. Food Chem., 2010, 119, 1143-1149.
- [13] Fu B.X.: Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. Food Res. Int., 2008, 41, 888-902.
- [14] Gerrard J.A., Fayle S.E., Wilson A.J., Newberry M.P., Ross M., Kavale S.: Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. J. Food Sci., 1998, 63 (3), 472-475.
- [15] Hatcher D.W.: Asian noodle processing. In: Cereals Processing Technology. Ed. G. Owens. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge 2001, pp. 131-154.
- [16] Heo S., Lee S.M., Bae I.Y., Park H.G., Lee H.G., Lee S.: Effect of *Lentinus edodes* β -glucan-enriched materials on the textural, rheological, and oil-resisting properties of instant fried noodles. Food Bioprocess Technol., 2013, 6, 553-560.
- [17] Kang M.J., Bae I.Y., Lee H.G.: Rice noodle enriched with okara: Cooking property, texture, and in vitro starch digestibility. Food Biosci., 2018, 22, 178-183.
- [18] Kim J.H., Baek J.J., Min B.J., Kim J.H., Yoo S.H., Lee S.J.: Utilization of brown rice flour as a functional ingredient in instant fried noodles. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 2015, 58 (5), 637-642.
- [19] Kim M.Y., Freund W., Popper L.: Noodles and pasta. In: Future of Flour. Eds. L. Popper, W. Schäfer, W. Freund. Agrimedia Verlag, Clenze 2007, pp. 330-353.
- [20] Kuraishi C., Yamazaki K., Susa Y.: Transglutaminase: Its utilization in the food industry. Food Rev. Int., 2001, 17, 221-246.
- [21] Kubomura K.: Instant noodles in Japan. Cereals Foods World, 1998, 4 (43), 194-197.

- [22] Lee S.W., Kim H.S., Kim Y.K., Beak H.H., Park H.J.: Application of HPMC for the food industry. *Food Sci. Industry*, 2010, 43, 76-84.
- [23] Marciniak-Lukasiak K., Ciszek G.: Wpływ wybranych czynników na jakość makaronów instant. *Przem. Spoż.*, 2011, 11 (65), 44-46.
- [24] Marciniak-Lukasiak K., Żbikowska A., Marcinkowska-Lesiak M.M.: Wpływ dodatku skrobi na jakość smażonych makaronów instant. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2012, 22 (2), 27-31.
- [25] Mellema M.: Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 2003, 119 (1), 34-40.
- [26] Mohammadi M., Azizi M.H., Neyestani T.R., Hosseini H., Mortazavian A.M.: Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *J. Ind. Eng. Chem.*, 2015, 21, 1398-1402.
- [27] Nouviaire A., Lancien R., Maache-Rezzoug Z.: Influence of hydrothermal treatment on rheological and cooking characteristics of fresh egg pasta. *J. Cereal Sci.*, 2008, 47, 283-291.
- [28] Park Ch.S., Baik B.K.: Relationship between protein characteristics and instant noodle making quality of wheat flour. *Cereal Chem.*, 2004, 81 (2), 159-164.
- [29] Pedreschi F., Cocio C., Moyano P., Troncoso E.: Oil distribution in potato slices during frying. *J. Food Eng.*, 2008, 87, 200-212.
- [30] Rekas A., Marciniak-Lukasiak K.: A multivariate study of the correlation between addition of maltodextrin, MCG, HPMC and psyllium on the quality of instant fried noodles. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2015, 62, 689-696.
- [31] Reungmaneeapaitoon S., Sikkhamondhol C., Tiangpook C.: Nutritive improvement of instant fried noodles with oat bran. *J. Sci. Technol.*, 2006, 28 (1), 89-97.
- [32] Surmacka-Szczesniak A.: Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.*, 2002, 13 (4), 215-225.
- [33] Wang N., Bhirud P., Sosulski F., Tyler R.: Pasta – like product from pea flour by twin – screw extrusion. *J. Food Sci.*, 1999, 4, 471-678.
- [34] World Instant Noodles Association [on line]. WINA 2018. Dostęp w Internecie [17.11.2018]: <https://instantnoodles.org/en/noodles/report.html>
- [35] Zhang N., Ma G.: Noodles, traditionally and today. *J. Ethnic Foods*, 2016, 3, 209-212.

EFFECT OF PEA PROTEIN AND TRANSGLUTAMINASE ADDITIVES ON REDUCING FAT CONTENT IN FRIED INSTANT NOODLES

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effect of pea protein and transglutaminase (TGase) additives on the reduction of fat content in fried instant noodles and on the quality thereof. The scope of the study included the analysis of some selected quality parameters of fried instant noodles depending on the type and amount of the additives added to the basic recipe. Pea protein and the transglutaminase enzyme were used as functional ingredients. The following sample variants were prepared for the analysis: control sample without additives, samples with 2 % and 3 % of pea proteins (BG) added and enriched with 1 % and 2 % of TGase. The instant noodles produced on the basis of wheat flour (semolina) were assessed with respect to their fat content, water content, colour, and texture (hardness, firmness, cohesiveness). Hydration time of instant noodles produced was assessed bearing in mind that it was the minimum time needed to hydrate the noodles. Based on the analysis results it was shown that the quality parameters of instant noodles depended on both the type and the amount of the additive added. The application of pea protein additive alone or in combination with transglutaminase caused the fat content in the instant noodles produced to decrease. In instant noodles with pea proteins and TGase added, the content of water ranged between 0.81 and 3.78 %. The functional ingredients added caused the content of water in the noodles to increase; however, its value did not exceed the recommended value thereof. The ingredients added had no effect on the colour parameters of the instant noodles. In most cases, the application of pea

proteins and their mixtures with TGase had a positive impact on the texture parameters. The higher amount of additions used, the longer hydration time of the instant noodles were reported, but the value of that feature did not exceed 5 min.

Key words: instant fried noodles, pea protein, transglutaminase, fat content 

DOROTA GAŁKOWSKA, MONIKA POŁUDNIAK, LESŁAW JUSZCZAK

WPLYW ZASTĄPIENIA SACHAROZY GLIKOZYDAMI STEWIOŁOWYMI NA CHARAKTERYSTYKĘ REOLOGICZNĄ DESERÓW NA BAZIE SKROBI

Streszczenie

W 2011 r. Komisja Europejska (UE) wydała rozporządzenie nr 1131/2011, na mocy którego dopuszcza stosowanie glikozydów stewiolowych pozyskiwanych z liści rośliny *Stevia rebaudiana* Bertoni jako substancji dodatkowej do żywności. Technolodzy żywności zyskali zatem nowe możliwości stosowania naturalnej substancji intensywnie słodzącej w wielu kategoriach produktów spożywczych.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu częściowego lub całkowitego zastąpienia sacharozy glikozydami stewiolowymi na charakterystykę reologiczną deserów mleczno-skrobiowych. Materiałem badanym były desery sporządzone ze skrobi ziemniaczanej Superior Standard lub skrobi ziemniaczanej acetylowanej, odtłuszczonego mleka w proszku, sacharozy i/lub glikozydów stewiolowych, z dodatkiem kurkuminy jako barwnika oraz aromatu waniliowego. Ilość sacharozy zastępowana glikozydami stewiolowymi, z uwzględnieniem ich potencjału słodzącego, wynosiła w poszczególnych próbkach [%]: 0, 33,5, 66,5 oraz 100. Ocenę właściwości reologicznych deserów przeprowadzono poprzez wyznaczenie charakterystyki kleikowania, krzywych lepkości oraz spektrów mechanicznych. Stwierdzono, że desery na bazie skrobi acetylowanej cechowały się niższymi wartościami lepkości pozornej wyznaczonej w testach kleikowania i płynięcia oraz niższymi wartościami modułów zachowawczego i stratności w porównaniu z deserami sporządzonymi ze skrobi niemodyfikowanej. Wszystkie badane desery wykazywały właściwości płynów nienewtonowskich rozrzedzanych ścinaniem. Zastąpienie sacharozy glikozydami stewiolowymi w recepturach deserów skrobiowych prowadziło do otrzymania kleików i żeli o istotnie zmodyfikowanej charakterystyce reologicznej, przy czym kierunek wywołanych zmian zależał od rodzaju zastosowanej skrobi. W aspekcie właściwości reologicznych deseru na bazie skrobi sacharoza może odgrywać rolę zarówno środka zwiększającego lepkość, jak i czynnika utrudniającego pęcznienie ziaren skrobiowych oraz ograniczającego oddziaływanie pomiędzy polimerami skrobiowymi i innymi składnikami deseru.

Słowa kluczowe: desery, glikozydy stewiolowe, skrobia, właściwości reologiczne

Wprowadzenie

Desery są daniami o słodkim smaku, serwowanymi na zimno lub ciepło, podawanymi zazwyczaj na zakończenie głównych posiłków. Bogaty i różnorodny asortyment

Dr inż. D. Gałkowska, mgr inż. M. Południak, prof. dr hab. inż. L. Juszcza, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków. Kontakt: dorota.galkowska@urk.edu.pl

deserów obejmuje m.in. galaretki, kremy, kisiele, budynie, musy i lody, a także wyroby ciastkarskie. Ze względu na znaczną zawartość węglowodanów desery zazwyczaj kojarzone są z wysoką wartością energetyczną. Spożywane jednak w umiarze nie wpływają negatywnie na organizm zdrowego człowieka, natomiast dzięki zawartości różnych składników surowcowych mogą dostarczać wielu cennych substancji odżywczych i bioaktywnych [16].

Budynie, jako desery mleczne, przygotowuje się z mleka, składnika zagęszczającego, cukru (najczęściej sacharozy) oraz z dodatku smakowo-zapachowego, np. wanilii, kakao, kawy, bakalii. Uzupełniającymi komponentami budyniu mogą być masło oraz żółtka jaj. Zasadniczym czynnikiem strukturotwórczym w tego typu produktach jest skrobia naturalna (ziemniaczana, pszenna, ryżowa, kukurydziana) lub skrobia modyfikowana [11, 19]. Dodatkowymi substancjami zagęszczającymi mogą być hydrokoloidy nieskrobiowe [11, 22]. Spośród skrobi modyfikowanych, oprócz tzw. mączki budyniowej, którą stanowi skrobia utleniona (E 1404), zastosowanie w produkcji deserów znajduje skrobia acetylowana (E 1420), uzyskiwana w reakcji estryfikacji skrobi natywnej bezwodnikiem kwasu octowego [7]. Skrobia taka odznacza się obniżoną temperaturą kleikowania, a tworzone przez nią kleiki i żele charakteryzują się dużą stabilnością reologiczną i klarownością oraz małą podatnością na retrogradację [7, 30]. Składnikiem decydującym w dużej mierze o smakowości deserów jest sacharoza, będąca najpowszechniejszym środkiem słodzącym stosowanym w przetwórstwie żywności. Z uwagi na to, że nadmierne jej spożycie sprzyja rozwojowi m.in. nadwagi i otyłości, cukrzycy typu 2, a także próchnicy zębów, na przestrzeni ostatnich lat notuje się wzmożone zainteresowanie producentów i konsumentów żywnością o obniżonej zawartości cukru oraz żywnością bez jego dodatku. Tendencja ta dotyczy również deserów, które stanowią istotne źródło sacharozy w diecie człowieka [2, 21]. Jednakże sacharoza nie tylko nadaje produktom słodki smak, lecz także wykazuje właściwości strukturotwórcze, wiążące, wypełniające i konserwujące [2, 18], dlatego też zastąpienie sacharozy innymi substancjami słodzącymi z zachowaniem cech sensorycznych, w tym teksturalnych produktu nie jest zadaniem prostym. Operacja ta często wymaga zastosowania odpowiednich mieszanek substancji słodzących i wypełniających [2, 25]. W roli substytutów sacharozy technolodzy żywności często stosują niskoenergetyczne substancje intensywnie słodzące [2]. W odróżnieniu od sacharozy powyższe związki nie sprzyjają rozwojowi wspomnianych wcześniej chorób dietozależnych. Do substancji intensywnie słodzących dopuszczonych do spożycia na terenie Unii Europejskiej należy wiele związków syntetycznych, np. aspartam, acesulfam K, sukraloza [27], jednak bardzo często zawierające je produkty spożywcze nie znajdują akceptacji wśród konsumentów [32]. W związku z powyższym podejmowane są próby stosowania do produkcji żywności substancji intensywnie słodzących pochodzenia naturalnego. Do takich należą glikozydy stewiolowe (E 960) izolowane z liści rośliny *Stevia rebaudiana*.

na Bertonni [20]. Zostały one dopuszczone do stosowania na obszarze Unii Europejskiej rozporządzeniem Komisji (UE) nr 1131/2011 [28] z późniejszymi zmianami [26]. Potencjał słodzący glikozydów stewiolowych w porównaniu z sacharozą wynosi $(30 \div 450) : 1$ [3]. Dane literaturowe wskazują, że glikozydy stewiolowe mogą wykazywać działanie hipoglikemiczne, hipotensyjne i przeciwpróchnicze, a zatem mogą być rekomendowane osobom chorującym na cukrzycę typu 2 [3, 9, 29]. Ponadto omawiane substancje nie stanowią źródła fenyloalaniny, stąd mogą być przyjmowane przez osoby chore na fenyloketonurię [4]. Zaletą technologiczną glikozydów stewiolowych jest ich stabilność w warunkach wysokiej temperatury, dzięki czemu mogą być stosowane do produkcji żywności poddawanej pasteryzacji lub sterylizacji bądź też do wypieków [4, 15]. Korzystną ich cechą jest również rozpuszczalność w roztworach o charakterze kwaśnym, co umożliwia użycie tych substancji słodzących do produkcji gazowanych napojów bezalkoholowych [15]. Pomimo tego że ustawodawstwo europejskie już od ponad siedmiu lat zezwala na stosowanie glikozydów stewiolowych w wielu kategoriach artykułów spożywczych [26, 28], to na polskim rynku produktów żywnościowych występują one przede wszystkim w formie słodzików stołowych. Drugą pozycję na rynku produktów słodzonych glikozydami stewiolowymi zajmują napoje bezalkoholowe – gazowane lub niegazowane (np. herbaty mrożone). W 2012 r. firma Danone wprowadziła na polski rynek jogurty słodzone omawianymi słodzikami, przy czym w późniejszym czasie produkty te zostały wycofane ze sprzedaży. Oferta produktów zawierających glikozydy stewiolowe jest też poszerzana o słodczy (czekolady, cukierki), płatki śniadaniowe czy gumy do żucia, przy czym w większości artykuły te nie są wytwarzane przez polskich producentów. Warto dodać, że Kalicka i wsp. [14] przeprowadzili badania nad wpływem częściowego lub całkowitego zastąpienia sacharozy glikozydami stewiolowymi na cechy teksturalne i sensoryczne jogurtów przechowywanych w warunkach chłodniczych. W opinii cytowanych autorów jogurty zawierające stewię charakteryzowały się nieco mniejszą spójnością oraz większą twardością niż jogurt słodzony sacharozą, a przy tym ich słodkość była mniej intensywna, jednak bardziej uporczywa. Stwierdzono, że jogurty, w których maksymalnie 75 % sacharozy zostanie zastąpione glikozydami stewiolowymi będą akceptowalne sensorycznie dla konsumentów.

Z uwagi na istotny udział budyniów w rynku deserów, oferowanych zarówno w formie koncentratów deserów, jak i dań gotowych, oraz na potrzebę sprostania oczekiwaniom konsumentów propozycją rozszerzającą asortyment tego typu deserów może być budyń słodzony glikozydami stewiolowymi.

Zmniejszenie zawartości sacharozy i zastąpienie jej niewielką ilością substancji intensywnie słodzącej może jednak skutkować zmianami w charakterystyce reologicznej żywności, dlatego celem niniejszej pracy była ocena wpływu częściowej lub cał-

kowitej zamiany sacharozy glikozydami stewiolowymi na charakterystykę reologiczną deserów mleczno-skrobiowych.

Materiał i metody badań

Materiał badany stanowiły zarówno desery skrobiowo-mleczne, jak i zawiesiny skrobiowe, z których je otrzymywano, sporządzane na bazie skrobi ziemniaczanej Superior Standard (SZ) lub skrobi ziemniaczanej acetylowanej (SA) (WPPZ S.A. w Luboniu, Polska). Pozostałymi składnikami recepturowymi deserów były: odtłuszczone, granulowane mleko w proszku (S.M. Rovema, Gostyń, Polska), cukier biały (Diamant. Pfeifer & Langen S.A., Polska), glikozydy stewiolowe Pure ReB A 95 % (Stevija, Holandia), barwnik – kurkumina (E 100) (JAR – Jaskulski Aromaty, Warszawa) oraz aromat waniliowy do ciast, kremów i ponczu (Delecta – Rieber Foods S.A., Włocławek, Polska). Zawiesiny skrobiowe do badań przygotowywano w następujący sposób: do 100 ml mleka – przygotowanego z mleka w proszku zgodnie z instrukcją producenta – dodawano 9 g skrobi, 9 g cukru, 5 kropli aromatu i 3 krople barwnika. Całość intensywnie mieszano (uzyskane zawiesiny oznaczono jako SZ/S100 oraz SA/S100). W kolejnych próbkach: 33,5, 66,5 lub 100 % masy cukru stosowanej w wyżej opisanych zawiesinach zastępowano odpowiednią ilością glikozydów stewiolowych, przyjmując potencjał słodzący tych związków jako wynoszący 300 : 1 w stosunku do sacharozy. Powyższe próbki oznaczono odpowiednio w następujący sposób: SZ/S66,5 i SA/S66,5, SZ/S33,5 i SA/S33,5 oraz SZ/S0 i SA/S0. Wszystkie próbki sporządzono w trzech niezależnych powtórzeniach.

Charakterystykę kleikowania skrobi w deserach oznaczano z wykorzystaniem szybkiego analizatora lepkości RVA (Rapid Visco Analyser, TecMaster, Perten Instruments, Warriewood, Australia). Przygotowaną bezpośrednio przed pomiarem zawiesinę skrobiową w ilości 25 g przenoszono do naczynka aluminiowego i umieszczano w aparacie. Próbkę ogrzewano od 50 do 95 °C z szybkością 12 °C/min, przetrzymywano w temp. 95 °C przez 2,5 min, a następnie schładzano do 50 °C z szybkością 12 °C/min i przetrzymywano w tej temperaturze przez 2 min. W trakcie całego procesu próbka była mieszana z szybkością 160 rpm [24]. Na podstawie otrzymanych krzywych wyznaczano następujące parametry charakterystyki kleikowania: temperaturę kleikowania (PT, °C), lepkość maksymalną w fazie ogrzewania (PV, mPa·s), lepkość minimalną po fazie ogrzewania (HPV, mPa·s), zmniejszenie lepkości w fazie ogrzewania (BD = PV – HPV, mPa·s), lepkość końcową (FV, mPa·s) oraz zwiększenie lepkości w fazie chłodzenia (SB = FV – HPV, mPa·s).

Do wyznaczenia krzywych lepkości oraz określenia właściwości lepkością tych próbek deserów przygotowanych uprzednio w analizatorze lepkości RVA używano reometru MARS II (Thermo Haake, Niemcy), z układem pomiarowym płytka – stożek (średnica 35 mm, kąt 2°). Pomiary przeprowadzano w temp. 25 °C. Krzywe

lepkości wyznaczano przy wzrastającej szybkości ścinania w zakresie $1 \div 100 \text{ s}^{-1}$ i opisywano modelem potęgowym:

$$\eta_{ap} = K \cdot \dot{\gamma}^{n-1}$$

gdzie: η_{ap} – lepkość pozorna [$\text{Pa} \cdot \text{s}$], $\dot{\gamma}$ – szybkość ścinania [s^{-1}], K – współczynnik konsystencji [$\text{Pa} \cdot \text{s}^n$], n – wskaźnik płynięcia.

Spektra mechaniczne wyznaczano w zakresie prędkości kątowej $1 \div 100 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$, przy stałym odkształceniu wynoszącym 0,03, w zakresie liniowej lepkośćprężystości. Otrzymane krzywe opisywano równaniami potęgowymi [12]:

$$G' = K' \cdot \omega^{n'}$$

$$G'' = K'' \cdot \omega^{n''}$$

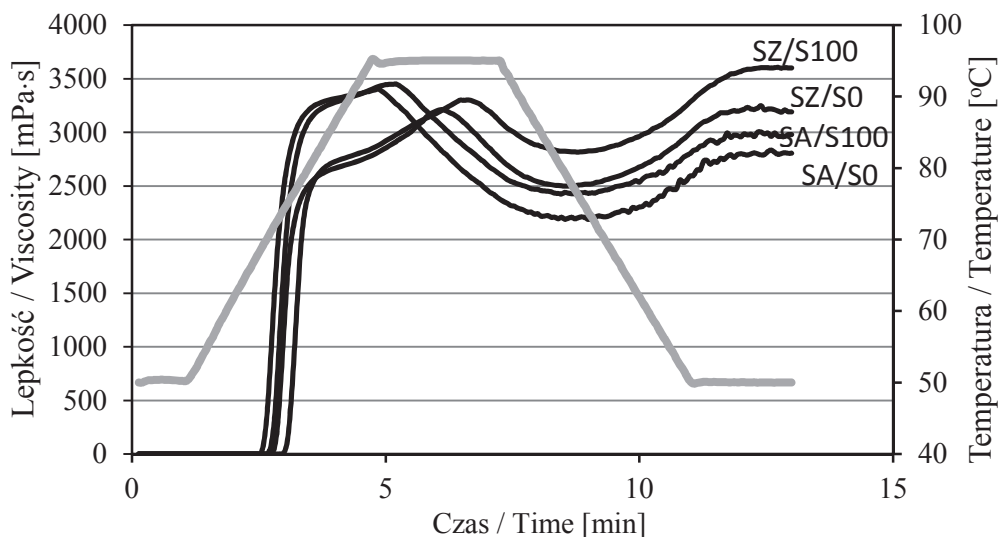
gdzie: G' – moduł zachowawczy [Pa], G'' – moduł stratności [Pa], ω – prędkość kątowa [rad/s], K' [$\text{Pa} \cdot \text{s}^{n'}$], K'' [$\text{Pa} \cdot \text{s}^{n''}$], n' , n'' – stałe.

Wyniki badań opracowano statystycznie. W celu oceny istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi oznaczanych parametrów przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji oraz test Fischera przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Lepkośćprężysta struktura deseru na bazie skrobi powstaje w rezultacie ogrzewania i chłodzenia mieszanki składników i/lub dodatków wchodzących w jego skład. Do decydujących czynników wpływających na strukturę finalną wyrobu oraz na postrzeganą przez konsumentów teksturę deseru należą: rodzaj i ilość skrobi w układzie, wzajemne oddziaływania pomiędzy skrobią a pozostałymi składnikami lub dodatkami, a także warunki obróbki termicznej. Jak wykazano, temperatura i czas ogrzewania zawiesin skrobiowych mają istotne znaczenie w kształtowaniu charakterystyki reologicznej kleików skrobiowych [13]. Krzywe kleikowania wybranych czterech deserów przedstawiono na rys. 1., natomiast wyznaczone wartości parametrów charakterystyki kleikowania wszystkich próbek zestawiono w tab. 1.

Kleikowanie skrobi w obecności nieskrobiowych składników badanych deserów obejmowało etapy: gwałtownie wzrastającej lepkości po przekroczeniu temperatury kleikowania, zmniejszającej się lepkości w okresie przetrzymywania próbki w temp. 95°C oraz ponownego jej wzrostu na etapie schładzania kleiku do 50°C . Cechą odróżniającą krzywe kleikowania badanych skrobi od typowych krzywych kleikowania skrobi niemodyfikowanych w wodzie [10, 24] jest intensywny wzrost lepkości układu w początkowej fazie ogrzewania z następującym po nim łagodnym zwiększaniem się lepkości aż do osiągnięcia jej maksymalnej wartości. Lepkość maksymalna układu skrobiowego o danym stężeniu odzwierciedla zdolność ziaren skrobiowych do swobodnego pęcznienia przed ich fizyczną dezintegracją [31]. Biorąc pod uwagę wysokie



Rys. 1. Krzywe kleikowania deserów na bazie skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej (SZ) i deserów na bazie skrobi ziemniaczanej acetylowanej (SA) słodzonych sacharozą (odpowiednio SZ/S100 i SA/S100) oraz słodzonych tylko glikozydami stewiolowymi (odpowiednio SZ/S0 i SA/S0)

Fig. 1. Pasting curves of native potato starch-based desserts (SZ) and acetylated potato starch-based desserts (SA), sweetened with sucrose (respectively, SZ/S100 and SA/S100) and with steviol glycosides only (respectively, SZ/S0 and SA/S0)

stężenie skrobi w analizowanych próbkach, można uznać, że zarejestrowane wartości lepkości maksymalnej (PV) były stosunkowo niskie [24]. Niniejsze obserwacje mogą zatem wskazywać na zaistniałe w układzie ograniczenia w pęcznieniu ziaren skrobiowych. Przyczyny tego zjawiska można upatrywać w stosunkowo dużym stężeniu skrobi, uwarunkowanym zazwyczaj stosowaną ilością tego polisacharydu w deserach mleczno-skrobiowych, a przez to w mniejszej ilości wody dostępnej dla pęczniejących ziaren. Można też przypuszczać, że obecność w badanych układach komponentów nieskrobiowych, przede wszystkim sacharozy i białek pochodzących z mleka, wpłynęła na ograniczenie dezintegracji spęczniałych ziaren skrobi zachodzącej w warunkach wysokiej temperatury i działania sił mechanicznych, czego objawem był omawiany wyżej kształt krzywej kleikowania. Wzajemne oddziaływania pomiędzy białkami mleka a skrobią mają istotny wpływ na charakterystykę reologiczną gotowego produktu. Wpływ ten jest zależny od wielu czynników, takich jak: stężenie białka, pH próbki, czas i warunki obróbki termicznej oraz obecność innych substancji w układzie [17]. Interesujące jest to, że białka kazeinowe oraz białka serwatkowe w odmienny sposób wpływają na właściwości reologiczne układów skrobiowych, a mianowicie cząsteczki kazeiny zdolne do tworzenia większych agregatów wykazują tendencję do fizycznej adsorpcji na powierzchni ziaren skrobiowych, natomiast białka serwatkowe lokują się głównie w fazie rozpraszającej [17].

Tabela 1. Parametry charakterystyki kleikowania deserów na bazie skrobi

Table 1. Parameters of pasting characteristic of starch-based desserts

Rodzaj próbki Type of sample	PT [°C]	PV [mPa·s]	HPV [mPa·s]	BD [mPa·s]	FV [mPa·s]	SB [mPa·s]
SZ/S100	73,4 ± 0,0	3389 ± 42	2815 ± 49	480 ± 38	3601 ± 72	786 ± 26
SZ/S66,5	73,2 ± 0,5	3305 ± 37	2771 ± 52	618 ± 11	3525 ± 61	754 ± 12
SZ/S33,5	72,4 ± 0,5	3310 ± 26	2628 ± 19	682 ± 24	3357 ± 45	729 ± 25
SZ/S0	70,8 ± 0,5	3215 ± 23	2498 ± 17	718 ± 12	3191 ± 32	694 ± 15
SA/S100	69,7 ± 0,4	3455 ± 28	2420 ± 31	1036 ± 8	2979 ± 53	559 ± 47
SA/S66,5	69,4 ± 0,1	3464 ± 23	2353 ± 6	1111 ± 22	2889 ± 24	536 ± 19
SA/S33,5	68,9 ± 0,5	3440 ± 6	2257 ± 25	1183 ± 29	2819 ± 21	561 ± 44
SA/S0	68,4 ± 0,6	3402 ± 21	2173 ± 13	1230 ± 28	2805 ± 42	632 ± 54
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	0,7	48	53	41	81	58

Objaśnienia / Explanatory notes:

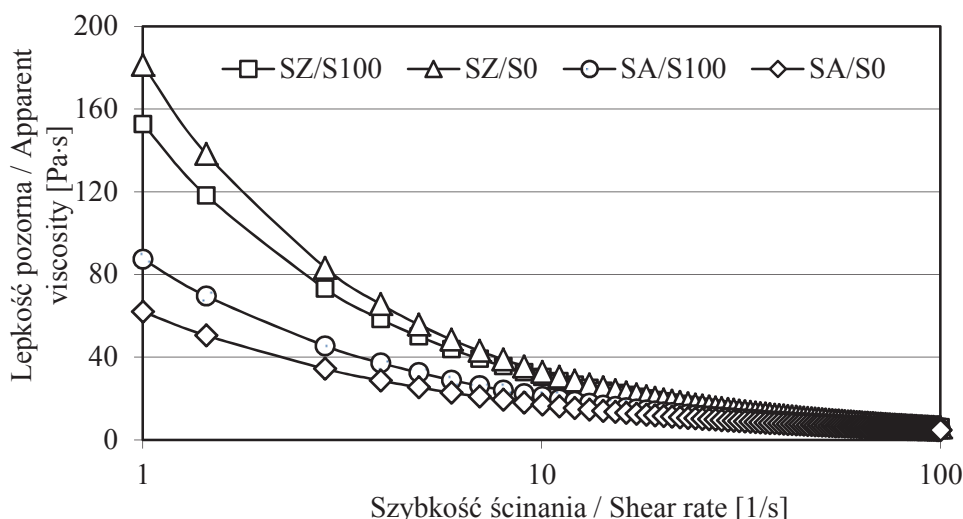
SZ/S100, SZ/S66,5, SZ/S33,5, SZ/S0 – próbki ze skrobią ziemniaczaną, w których odpowiednio 0, 33,5, 66,5 i 100 % sacharozy zastąpiono glikozydami stewiolowymi / samples with potato starch where, respectively, 0, 33.5, 66.5 and 100 % of sucrose were substituted with steviol glycosides; SA/S100, SA/S66,5, SA/S33,5, SA/S0 – próbki ze skrobią ziemniaczaną acetylowaną, w których odpowiednio 0, 33,5, 66,5 i 100 % sacharozy zastąpiono glikozydami stewiolowymi / samples with acetylated potato starch where, respectively, 0, 33.5, 66.5 and 100 % of sucrose were substituted with steviol glycosides;

PT – temperatura kleikowania / pasting temperature; PV – lepkość maksymalna w fazie ogrzewania / peak viscosity while heating; HPV – lepkość minimalna po fazie ogrzewania / hot paste viscosity; BD – obniżenie lepkości w fazie ogrzewania / breakdown in viscosity while heating; FV – lepkość końcowa / final viscosity; SB – zwiększenie lepkości w fazie chłodzenia / setback in viscosity while cooling; NIR_{0,05} – najmniejsza istotna różnica / LSD_{0,05} – least significant difference. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations.

Odmienne właściwości fizykochemiczne skrobi zastosowanych w badanych zawiesinach znalazły odzwierciedlenie w charakterystyce kleikowania tych polisacharydów w obecności składników nieskrobiowych. Skrobia ziemniaczana natywna w każdym z badanych układów kleikowała w wyższej temperaturze i osiągnęła mniejszą lepkość maksymalną, jak również tworzyła kleiki bardziej lepkie po ochłodzeniu do 50 °C niż skrobia ziemniaczana acetylowana w odpowiednich układach. Obecne w skrobi acetylowanej grupy funkcyjne stabilizują jej strukturę. Stanowiąc przeszkodę steryczną oraz osłabiając wewnątrzcząsteczkowe wiązania wodorowe, ograniczają oddziaływania pomiędzy łańcuchami polimerów skrobiowych, co skutkuje m.in. mniejszą lepkością tworzonych kleików w porównaniu ze skrobią niemodyfikowaną [7, 8]. Powyższe zjawisko mogło również wynikać z częściowej depolimeryzacji polimerów skrobiowych zachodzącej podczas modyfikacji [7].

Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 1., zmniejszenie ilości sacharozy w badanych zawiesinach skrobiowych wpłynęło na obniżenie temperatury kleikowania skrobi, czego przyczynę można upatrywać w zwiększonej ilości wody dostępnej dla skrobi, a przez to w szybszym pęcznieniu ziaren skrobiowych. Całkowite usunięcie

sacharozy z próbek spowodowało, że wartości lepkości maksymalnej (PV) oraz końcowej (FV) kleików obydwu badanych skrobi były zredukowane w porównaniu z wyznaczonymi dla próbek zawierających sacharozę (tab. 1). Powyższe obserwacje są zgodne z wynikami podawanymi przez innych autorów [1, 10], w pracach których stwierdzono podwyższenie temperatury kleikowania skrobi oraz zwiększenie lepkości kleików w obecności sacharozy. Wielkość obniżenia lepkości kleiku mleczno-skrobiowego w trakcie ogrzewania (BD) wzrastała wraz ze zwiększaniem ilości sacharozy eliminowanej z układu (tab. 1). Oznacza to, że struktura kleików stawała się mniej odporna na działanie sił ścinających oraz wysokiej temperatury. Warto zauważyć, że procentowa wielkość przyrostu lepkości układu po ochłodzeniu do 50 °C wyznaczana względem lepkości minimalnej pozostawała na niezmiennym poziomie w próbkach zawierających skrobię ziemniaczaną niemodyfikowaną, natomiast wartość tego parametru zwiększyła się w przypadku próbek ze skrobią ziemniaczaną acetylowaną, z których usunięto 66,5 i 100 % wyjściowej ilości sacharozy.



Rys. 2. Krzywe lepkości deserów na bazie skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej (SZ) i deserów na bazie skrobi ziemniaczanej acetylowanej (SA) słodzonych sacharozą (odpowiednio SZ/S100 i SA/S100) oraz słodzonych tylko glikozydami stewiolowymi (odpowiednio SZ/S0 i SA/S0)

Fig. 2. Viscosity curves of native potato starch-based desserts (SZ) and acetylated potato starch-based desserts (SA) sweetened with sucrose (respectively, SZ/S100 and SA/S100) and with steviol glycosides only (respectively, SZ/S0 and SA/S0)

Przedstawione na rys. 2. przykładowe krzywe lepkości analizowanych deserów mleczno-skrobiowych i opisujące je parametry modelu potęgowego (tab. 2) świadczą o istnieniu różnic między próbkami pod względem właściwości reologicznych związa-

nych z płynięciem. Wszystkie badane desery wykazywały właściwości płynów nieneutonowskich rozrzedzanych ścinaniem, co oznacza, że ich lepkość pozorna malała wraz ze wzrostem szybkości ścinania. Taki charakter reologiczny wieloskładnikowych układów skrobiowych potwierdza wcześniejsze doniesienia literaturowe [23, 34]. Zjawisko rozrzedzania ścinaniem kleików skrobiowych spowodowane jest procesem rozpadu sieci łączącej cząsteczki poliglukanów oraz ich orientacją zgodnie z kierunkiem przepływu. Prowadzi to w konsekwencji do obniżania odporności na odkształcenia i objawia się zmniejszaniem lepkości pozornej wraz ze wzrostem szybkości ścinania [5, 33].

Istotnie wyższymi wartościami lepkości pozornej w całym zakresie szybkości ścinania charakteryzowały się desery na bazie skrobi ziemniaczanej natywnej, co jest zgodne z wynikami pomiarów lepkości końcowej deserów badanych w analizatorze lepkości RVA (tab. 1). Wyeliminowanie sacharozy z deserów w odmienny sposób wpłynęło na ich lepkość pozorną: zwiększenie wartości tego parametru przy danej szybkości ścinania stwierdzono w przypadku próbek ze skrobią natywną, a zmniejszenie – w przypadku skrobi acetylowanej (rys. 2). Zjawiska te znajdują odzwierciedlenie w zmianach wartości współczynników konsystencji, które ulegały podwyższeniu lub obniżeniu, odpowiednio w próbkach ze skrobią SZ lub skrobią SA, wraz ze wzrastającą ilością sacharozy zastępowanej w deserach glikozydami stewiolowymi (tab. 2). Niniejsze obserwacje mogą oznaczać, że sacharoza pełniła funkcję czynnika ograniczającego pęcznienie ziaren skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej i w konsekwencji utrudniającego tworzenie się odpowiedniej struktury gotowego deseru, natomiast w układach ze skrobią modyfikowaną istotną rolę sacharozy było działanie zagęszczające, a przez to zwiększające ich lepkość. To ostatnie przypuszczenie jest zbieżne z wynikami badań Pietrzyka i wsp. [23], świadczących o zmniejszeniu lepkości pozornej żelu skrobi modyfikowanej na skutek zastąpienia zawartej w nim sacharozy sukralozą. Podobnie Abu-Jdayil i wsp. [1] stwierdzili, że obecność sacharozy w układach skrobia – mleko powoduje zwiększenie lepkości pozornej. Z kolei Yoo i Yoo [33] wykazali, że obecność sacharozy w ilości 10 ÷ 30 % w istotny sposób obniża lepkość pozorną 5-procentowych kleików skrobi ryżowej. Odmiennność wpływu sacharydów na charakterystykę reologiczną kleików skrobi natywnej i preparatów modyfikowanych stwierdziły Fortuna i Gałkowska [5]. Wymienione autorki wskazywały, że dodatek sacharydów do skrobi niemodyfikowanej powoduje istotne zwiększenie lepkości pozornej, a tym samym wartości współczynnika konsystencji, zaś w przypadku skrobi modyfikowanych (utlenionej i sieciowanej) następuje zmniejszenie lepkości pozornej kleiku.

Biorąc pod uwagę wyznaczone w niniejszych badaniach wartości wskaźnika płynięcia modelu opisującego krzywe lepkości należy zauważyć, że desery, w których część lub całą ilość sacharozy zastąpiono glikozydami stewiolowymi były mniej pseu-

doplastyczne niż desery słodzone cukrem (tab. 2). Zjawisko takie zostało również zaobserwowane przez Pietrzyka i wsp. [23], którzy zastępowali sacharozę w żelu skrobiowym trehalozą. Z kolei odmienne wyniki badań przedstawiły Rodriguez Furlán i Campderrós [25], które wykazały brak istotnych różnic pod względem wartości wskaźnika płynięcia ($0,20 < n < 0,27$) określonych dla deserów mlecznych na bazie skrobi zawierających stewię oraz sukralozę w porównaniu z deserem zawierającym sacharozę. Podobnie Yoo i Yoo [33] stwierdzili, że wartości parametru n krzywych płynięcia kleików skrobi ryżowej zwiększały się wraz ze wzrostem stężenia sacharozy w próbce.

Tabela 2. Parametry modelu potęgowego opisującego krzywe płynięcia deserów skrobiowych

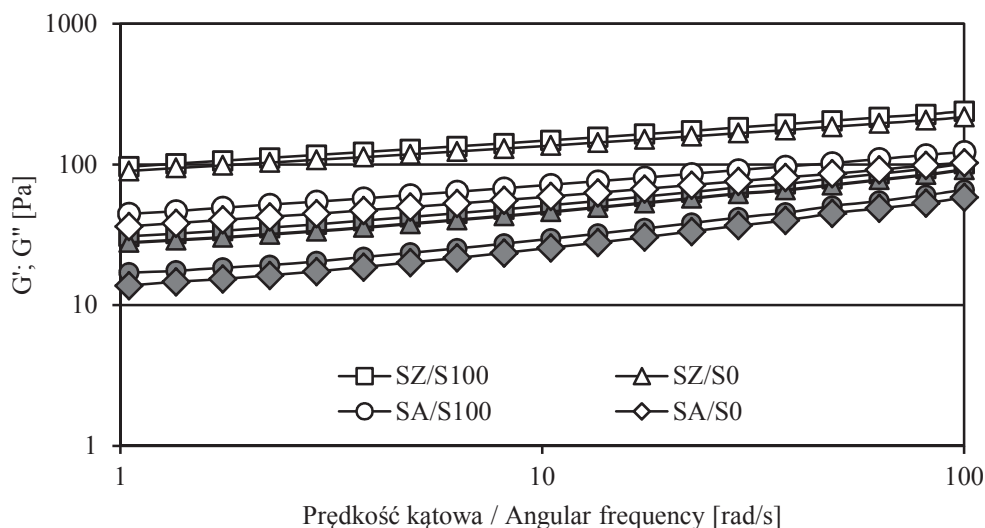
Table 2. Parameters of power law model describing the flow curves of starch desserts

Rodzaj próbki Type of sample	K [Pa·s ⁿ]	n [-]	R^2
SZ/S100	152,7 ± 6,9	0,20 ± 0,01	0,9781
SZ/S66,5	163,9 ± 6,0	0,29 ± 0,02	0,9767
SZ/S33,5	175,5 ± 8,3	0,27 ± 0,01	0,9835
SZ/S0	181,3 ± 1,1	0,26 ± 0,02	0,9781
SA/S100	87,3 ± 6,0	0,38 ± 0,02	0,9404
SA/S66,5	80,8 ± 1,9	0,39 ± 0,00	0,9462
SA/S33,5	73,6 ± 3,2	0,41 ± 0,00	0,9444
SA/S0	62,0 ± 7,1	0,44 ± 0,03	0,9450
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	7,73	0,03	-

Objaśnienia / Explanatory notes:

Objaśnienia symboli próbek jak pod tab. 1 / Meanings of samples symbols as in Tab. 1; K – współczynnik konsystencji / consistency coefficient; n – wskaźnik płynięcia / flow behaviour index. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation. NIR_{0,05} – najmniejsza istotna różnica / LSD_{0,05} – least significant difference.

Przy odpowiednim stężeniu skleikowana skrobia po ochłodzeniu tworzy gęsto upakowaną strukturę żelową z zamkniętymi w jej wnętrzu cząsteczkami wody. W przypadku bardziej złożonych układów, takich jak desery na bazie skrobi, w tworzeniu struktury żelowej, obok skrobi, biorą udział pozostałe składniki lub dodatki recepturowe, np. białka mleka i sacharoza. Spektra mechaniczne, tj. zależności modułu zachowawczego (G') oraz modułu stratności (G'') od prędkości kątowej badanych deserów wytworzonych ze skrobi ziemniaczanej natywnej lub acetylowanej przedstawiono na rys. 3. Wykreślone krzywe są charakterystyczne dla słabych żeli, z dominacją cech sprężystych nad lepkimi i wartościami tangensa kąta przesunięcia fazowego



Rys. 3. Spektre mechaniczne deserów na bazie skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej (SZ) i deserów na bazie skrobi ziemniaczanej acetylowanej (SA) słodzonych sacharozą (odpowiednio SZ/S100 i SA/S100) oraz słodzonych tylko glikozydami stewiolowymi (odpowiednio SZ/S0 i SA/S0); G' – markery puste; G'' – markery wypełnione

Fig. 3. Mechanical spectra of native potato starch-based desserts (SZ) and acetylated potato starch-based desserts (SA) sweetened with sucrose (respectively, SZ/S100 and SA/S100) and with steviol glycosides only (respectively, SZ/S0 and SA/S0); G' – empty markers; G'' – filled markers

($\tan \delta = G''/G'$) większymi od 0,1 [33]. Porównując wartości modułów zachowawczego i stratności w całym zakresie prędkości kątowej, wyznaczonych dla wszystkich deserów, można stwierdzić, że układy ze skrobią natywną wykazywały wyższe ich wartości w porównaniu z wynikami pomiarów próbek na bazie skrobi acetylowanej. Obserwacje te potwierdzają wcześniej sformułowane wnioski dotyczące lepkości pozornej układów mierzonych testem RVA oraz w reometrze testem płynięcia.

Zamieszczone na rys. 3. krzywe eksperymentalne opisano równaniami potęgowymi, a wartości parametrów tych równań zestawiono w tab. 3. Wartości stałych K' i K'' odzwierciedlają wartości odpowiednio modułu G' i modułu G'' przy prędkości kątowej wynoszącej 1 rad/s. Desery otrzymane ze skrobi ziemniaczanej natywnej charakteryzowały się znacznie większymi wartościami stałych K' i K'' niż odpowiednie desery zawierające skrobię acetylowaną. Częściowe lub całkowite usunięcie sacharozy z układu w różny sposób wpłynęło na charakterystykę lepkośćową deserów. W przypadku próbek na bazie skrobi niemodyfikowanej stwierdzono zwiększenie wartości modułów G' i G'' oraz wartości stałych K' i K'' modeli opisujących spektra mechaniczne układów SZ/S66,5 i SZ/S33,5 oraz brak ich zmian, gdy próbka nie zawierała

Tabela 3. Parametry modeli potęgowych opisujących właściwości lepkościowe deserów skrobiowych
 Table 3. Parameters of power law models describing the viscoelastic properties of starch desserts

Rodzaj próbki Type of sample	K' [Pa·s ^{n'}]	n' [-]	R^2	K'' [Pa·s ^{n''}]	n'' [-]	R^2
SZ/S100	94,47 ± 3,12	0,20 ± 0,00	0,9991	28,75 ± 0,98	0,26 ± 0,01	0,9943
SZ/S66,5	117,20 ± 5,01	0,18 ± 0,00	0,9992	33,16 ± 1,65	0,24 ± 0,01	0,9914
SZ/S33,5	122,39 ± 10,16	0,18 ± 0,01	0,9989	32,76 ± 1,64	0,24 ± 0,01	0,9908
SZ/S0	87,98 ± 3,27	0,19 ± 0,00	0,9988	25,69 ± 0,89	0,26 ± 0,01	0,9931
SA/S100	43,11 ± 1,15	0,22 ± 0,00	0,9986	15,15 ± 0,33	0,30 ± 0,01	0,9896
SA/S66,5	39,51 ± 1,11	0,23 ± 0,00	0,9981	13,78 ± 0,26	0,32 ± 0,01	0,9927
SA/S33,5	37,56 ± 1,59	0,23 ± 0,01	0,9990	12,93 ± 0,24	0,30 ± 0,00	0,9929
SA/S0	35,12 ± 2,10	0,23 ± 0,01	0,9984	12,55 ± 0,53	0,32 ± 0,00	0,9930
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	7,73	0,01	-	1,70	0,01	-

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

sacharozy – w porównaniu z wartościami tych parametrów próbki słodzonej tylko sacharozą. Odjęcie części sacharozy z układu skrobiowego może, z jednej strony, skutkować zwiększeniem dostępności wody do ziaren skrobi, ułatwiając przez to pęcznienie i stwarzając możliwość tworzenia przez kleik skrobiowy odpowiedniej struktury żelu, a z drugiej strony, wiązać się z wystąpieniem słabszego efektu zagęszczającego układ wywołwanego przez roztwór sacharozy. O tej pierwszej roli sacharozy w kształtowaniu właściwości reologicznych żeli skrobiowych mogą świadczyć wyniki badań przeprowadzonych przez Yoo i Yoo [33]. Cytowani autorzy stwierdzili zmniejszenie się wartości modułów G' i G'' wraz ze wzrastającym stężeniem sacharozy w żelach ze skrobi ryżowej. Właściwości lepkościowe deseru sporządzonego ze skrobi acetylowanej również zmieniły się w wyniku zastąpienia w jego recepturze sacharozy glikozydami stewiolowymi. Wartości modułów G' i G'' w całym zakresie prędkości kątowej malały wraz ze wzrostem ilości usuniętej z deseru sacharozy, przy czym statystycznie istotne zmniejszenie wartości stałych K' i K'' w porównaniu z próbką SA/S100 stwierdzono w przypadku próbki SA/S0. W literaturze przedmiotu przedstawiane są wyniki badań nad wpływem zastąpienia sacharozy w układach skrobiowych innymi substancjami słodzącymi na charakterystykę reologiczną i teksturalną tworzonych kleików i żeli, przy czym nie prowadzą one do jednoznacznych wniosków ze względu na różnorodność rodzajową i ilościową materiałów. Przykładowo, Pietrzyk i wsp. [23] zaobserwowali zmniejszenie twardości żeli skrobiowych w rezultacie zastąpienia w nich sacharozy sukralozą lub trehalozą, natomiast jej zwiększenie w przypadku użycia maltitolu. Z kolei Gustaw i wsp. [11] stwierdzili, że zastąpienie sacharo-

zy aspartamem w deserach na bazie skrobi woskowej i białek serwatkowych korzystnie wpłynęło na ich właściwości teksturalne – desery charakteryzowały się bowiem większą lepkością. Brak istotnych różnic pod względem wartości twardości oraz adhezyjności deserów mleczno-skrobiowych, w których sacharozę zastąpiono stewią i/lub sukralozą wykazały Rodriguez Furlán i Campderrós [25]. Podobnie w pracach traktujących o roli dodatku sacharozy w kształtowaniu cech reologicznych i teksturalnych żeli skrobiowych przedstawiane są zróżnicowane wyniki. Gałkowska i Fortuna [6] stwierdziły zmniejszenie twardości żeli na bazie skrobi ziemniaczanych modyfikowanych pod wpływem dodanej sacharozy, zaś zwiększenie wartości tego parametru w przypadku skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej. Jak wynika z wartości parametrów n' i n'' modeli reologicznych opisujących spektra mechaniczne badanych deserów mleczno-skrobiowych (tab. 3), różnice w zależnościach modułu G' i modułu G'' od prędkości kątowej określone pomiędzy próbkami były niewielkie. Podobne rezultaty badań opublikowali Nastaj i wsp. [21].

Wnioski

1. Zastąpienie sacharozy glikozydami stewiolowymi skutkowało modyfikacją charakterystyki reologicznej deserów mleczno-skrobiowych, a kierunek wywołanych zmian zależał od rodzaju zastosowanej skrobi.
2. Desery na bazie skrobi ziemniaczanej acetylowanej odznaczały się niższymi wartościami lepkości pozornej wyznaczonej w testach kleikowania i płynięcia oraz niższymi wartościami modułów G' i G'' związanymi z lepkością żeli w porównaniu z deserami na bazie skrobi ziemniaczanej natywnej.
3. W deserach na bazie skrobi sacharoza może pełnić funkcję zarówno czynnika zagęszczającego, jak i utrudniającego pęcznienie ziaren skrobiowych oraz ograniczającego zachodzenie interakcji pomiędzy polimerami skrobiowymi i innymi składnikami deseru.
4. Sporządzanie deserów mleczno-skrobiowych o obniżonej zawartości sacharozy wymaga doboru odpowiedniej skrobi w aspekcie jej wpływu na charakterystykę lepkościową tego typu produktów.

Badania zostały sfinansowane z projektu badawczego nr 5334/B/P01/2011/40 oraz z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową.

Literatura

- [1] Abu-Jdayil B., Mohameed H.A., Eassa A.: Rheology of wheat starch–milk–sugar systems: Effect of starch concentration, sugar type and concentration, and milk fat content. *J. Food Eng.*, 2004, 64, 207-212.

- [2] Błańska I., Jeżewska M., Kulczak M.: Koncentraty deserów instant z zamiennymi środkami słodzącymi. *Przem. Spoż.*, 2010, 64 (6), 28-31.
- [3] Bugaj B., Leszczyńska T., Pysz M., Kopeć A., Pacholarz J., Pysz-Izdebska K.: Charakterystyka i prozdrowotne właściwości *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2013, 3 (88), 27-38.
- [4] Carakostas M.C., Curry L.L., Boileau A.C., Brusick D.J.: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food Chem. Toxicol.*, 2008, 46, S1-S10.
- [5] Fortuna T., Gałkowska D.: Wpływ dodatku sacharydów na właściwości reologiczne skrobi modyfikowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 4 (49), 5-18.
- [6] Gałkowska D., Fortuna T.: Charakterystyka żeli sporządzonych ze skrobi ziemniaczanej z udziałem wybranych sacharydów. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2008, 1 (56), 41- 51.
- [7] Golachowski A., Zięba T., Kapelko-Żeberska M., Drożdż W., Gryszkin A., Grzechac M.: Current research addressing starch acetylation. *Food Chem.*, 2015, 176, 350-356.
- [8] González Z., Pérez E.: Effect of acetylation on some properties of rice starch. *Starch/Stärke*, 2002, 54 (3-4), 148-154.
- [9] Gregersen S., Jeppesen P.B., Holst J.J., Hermansen K.: Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabol.*, 2004, 53 (1), 73-76.
- [10] Gunaratne A., Ranaweera S., Corke H.: Thermal, pasting, and gelling properties of wheat and potato starches in the presence of sucrose, glucose, glycerol, and hydroxypropyl-cyclodextrin. *Carbohydr. Polym.*, 2007, 70, 112-122.
- [11] Gustaw W., Sołowiej B., Mleko S.: Otrzymywanie deserów mlecznych z białek serwatkowych z dodatkiem skrobi i karagenu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 4 (45) Supl., 100-108.
- [12] Juszcak L., Oczadły Z., Gałkowska D.: Effect of modified starches on rheological properties of ketchup. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, 6 (5), 1251-1260.
- [13] Juszcak L., Witczak M., Zięba T., Fortuna T.: Rheological behaviour of heated potato starch dispersions. *Int. Agrophys.*, 2012, 26, 381-386.
- [14] Kalicka D., Znamirska A., Buniowska M., Esteve Más M.J., Frigola Canoves A.: Effect of stevia addition on selected properties of yoghurt during refrigerated storage. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2017, 32 (2), 323-334.
- [15] Kobus-Moryson M., Gramza-Michałowska A.: Directions on the use of stevia leaves (*Stevia baudi-ana*) as an additive in food products. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2015, 14 (1), 5-13.
- [16] Kowalik J.: Desery mleczne – innowacje produktowe. *Przem. Spoż.*, 2013, 67 (10), 2-6.
- [17] Kumar L., Brennan M.A., Mason S.L., Zheng H., Brennan C.S.: Rheological, pasting and micro-structural studies of dairy protein–starch interactions and their application in extrusion-based products: A review. *Starch/Stärke*, 2016, 68, 1-11.
- [18] Kwemakhem M., Attia H., Ayadi M.A.: The effect of pH, sucrose, salt and hydrocolloid gums on the gelling properties and water holding capacity of egg white gel. *Food Hydrocoll.*, 2019, 87, 11-19.
- [19] Lewandowicz G., Wronkowska M., Sadowska J., Soral-Smietana M., Błaszczak W., Walkowski A.: Influence of potato starch oxidation on texture and rheological behaviour of some sweet desserts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, 12/53, 2, 31-36.
- [20] Mishra P.K., Singh R., Kumar U., Prakash V.: *Stevia rebaudiana* – a magical sweetener. *Global J. Biotechnol. Biochem.*, 2010, 5, 62-74.
- [21] Nastaj M., Gustaw W., Sołowiej B.: Właściwości reologiczne deserów otrzymanych z białek serwatkowych z dodatkiem różnych substancji słodzących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 5 (54), 283-291.
- [22] Nunes M.C., Batista P., Raymundo A., Alves M.M., Sousa I.: Vegetable proteins and milk puddings. *Colloid Surface B*, 2003, 31 (1-4), 21-29.

- [23] Pietrzyk S., Fortuna T., Bojdo-Tomasiak I., Płaczek D.: Wpływ zamienników sacharozy na właściwości fizyczno-chemiczne i sensoryczne wiśni w żelu skrobiowym. *Nauka – Przyroda -Technologie*, 2013, 7 (4), #64.
- [24] Pycia K., Juszczak L., Gałkowska D., Witczak M.: Physicochemical properties of starches obtained from Polish potato cultivars. *Starch/Stärke*, 2012, 64 (2), 105-114.
- [25] Rodriguez Furlán L.T., Campderros M.E.: The combined effects of Stevia and sucralose as sugar substitute and inulin as fat mimetic on the physicochemical properties of sugar-free reduced-fat dairy dessert. *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 2017, 10, 16-23.
- [26] Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/335 z dnia 27 lutego 2017 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 w odniesieniu do stosowania glikozydów stewiolowych (E 960) jako substancji słodzącej w niektórych wyrobach cukierniczych o obniżonej wartości energetycznej. *Dz. U. L 50*, ss. 15-17, z 28.02.2017.
- [27] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 poprzez ustanowienie unijnego wykazu dodatków do żywności. *Dz. U. L 295*, ss. 1-177, z 12.11.2011.
- [28] Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1131/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 w odniesieniu do glikozydów stewiolowych. *Dz. U. L 295*, ss. 205-211, z 12.11.2011.
- [29] Savita S.M., Sheela K., Sunanda S., Shankar A.G., Ramakrishna P.: *Stevia rebaudiana* – a functional component for food industry. *J. Hum. Ecol.*, 2004, 15, 261-264.
- [30] Singh J., Kaur L., Singh N.: Effect of acetylation on some properties of corn and potato starches. *Starch/Stärke*, 2004, 56, 586-601.
- [31] Singh N., Singh J., Kaur L., Sodhi N.S., Gill B.S.: Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem.*, 2007, 81, 219-231.
- [32] Staniewska K., Jakubowska D., Radzyńska M.: Wybrane socjodemograficzne determinanty postaw konsumentów wobec żywności o obniżonej zawartości cukru. *Zesz. Nauk. SGGW. Ekon. Org. Gosp. Żyw.*, 2016, 113, 145-157.
- [33] Yoo D., Yoo B.: Rheology of rice starch-sucrose composites. *Starch/Stärke*, 2005, 7 (6), 254-261.
- [34] Zander L., Zander Z., Haponiuk E.: Charakterystyki płynięcia deserów skrobiowych. *Inż. Apar. Chem.*, 2009, 1, 76-77.

EFFECT OF SUBSTITUTING SUCROSE WITH STEVIOL GLYCOSIDES ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STARCH-BASED DESSERTS

S u m m a r y

In 2011 the European Commission (EU) issued Regulation No 1131/2011 whereby it was allowed to use steviol glycosides obtained from leaves of a *Stevia rebaudiana* Bertoni plant that is a food additive. Therefore food technologists have gained new opportunities to use this sweetener in food products of many categories. The objective of the research study was to assess the effect of partially or completely substituting sucrose with steviol glycosides on rheological characteristics of milk- and starch-based desserts. The research materials were desserts made from a Superior Standard potato starch or from an acetylated potato starch, skimmed milk powder, sucrose and/or steviol glycosides, with the addition of curcumin as a colour additive and vanilla flavour. In the individual samples 0 %, 33.5 %, 66.5 % and 100 % of the sucrose amount were substituted with steviol glycosides the sweetening potential of which was taken into account. In order to assess rheological properties of the desserts, gelatinization characteristics, viscosity curves and mechanical spectra were determined. It was found that the desserts made from the acetylated

starch were characterized by lower values of apparent viscosity determined in the gelatinization and flow tests and by lower values of storage and loss moduli as compared to the desserts made from the unmodified starch. All the desserts exhibited properties of non-Newtonian, shear thinned fluids. Substituting sucrose with steviol glycosides in the recipes of starch desserts, pastes and gels were produced with significantly modified rheological characteristics, and the direction of the induced changes depended on the type of starch used. In terms of the rheological properties of starch-based dessert, sucrose may act as a viscosity enhancing agent as well as a factor to hinder swelling of starch granules and to limit interactions between starch polymers and other ingredients of the dessert.

Key words: desserts, steviol glycosides, starch, rheological properties 

MAŁGORZATA DŻUGAN, ANDŻELIKA RUSZEL, MONIKA TOMCZYK

JAKOŚĆ MIODÓW IMPORTOWANYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU PODKARPACKIM

Streszczenie

W ostatnich latach rynek miodów importowanych rozwija się intensywnie, a ze względu na atrakcyjną cenę produkty importowane stanowią konkurencję dla miodów krajowych. W niniejszej pracy przeprowadzono ocenę jakości miodów importowanych dostępnych w lokalnych supermarketach na podstawie parametrów jakości miodu określonych w obowiązujących przepisach. Ponadto zbadano ich właściwości przeciwutleniające w porównaniu z miodami krajowymi. Badaniem objęto miody: akacjowy (3), lipowy (4), gryczany (4), wielokwiatowy (5), spadziowy (4). W zakresie analizowanych parametrów fizykochemicznych odstępstwa od wymagań jakości handlowej miodów obowiązujących w odpowiednich przepisach stwierdzono wyłącznie w odniesieniu do zawartości wody, 5-hydroksymetylofurfuralu (HMF) i liczby diastazowej, odpowiednio w: 15, 35 i 45 % próbek. Zawartość związków polifenolowych była dodatnio skorelowana z aktywnością przeciwutleniającą miodów, mierzoną jako zdolność do redukcji jonów żelaza (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), zdolnością neutralizacji rodników DPPH (*Radical Scavenging Activity*) oraz barwą miodu (odpowiednio: $r = 0,847, 0,367$ oraz $0,975$). Badania wskazują, że miody importowane stanowią naturalny środek słodzący o znacznie niższej aktywności biologicznej w porównaniu z miodami produkowanymi na Podkarpaciu, które były przedmiotem wcześniejszych badań.

Słowa kluczowe: miód, import, jakość handlowa, aktywność biologiczna

Wprowadzenie

Miód to produkt o zróżnicowanym składzie chemicznym, który zależy głównie od rodzaju i gatunku rośliny, z jakiej pochodzi, jak również od warunków środowiskowych, klimatu, ingerencji pszczelarza w proces wytwarzania miodu w ulu oraz od sposobu jego pozyskiwania i przechowywania [24]. Właściwości sensoryczne i odżywcze miodu wynikają z dużej zawartości cukrów oraz obecności innych substancji, tj. przeciwutleniaczy, witamin, enzymów, biopierwiastków, czy hormonów pszczelich. Sub-

Dr hab. inż. M. Dżugan, prof. nadzw., mgr inż. A. Ruszel, dr inż. M. Tomczyk, Katedra Chemii i Toksykologii Żywności, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów. Kontakt: mdzugan@ur.edu.pl

stancje te występują w niewielkich stężeniach, ale kształtują aktywność biologiczną miodu i odpowiadają za jego działanie prozdrowotne [10, 24]. Miód wchłania się bezpośrednio przez błonę śluzową żołądka i dostarcza organizmowi energii, odżywiając mięśnie, w szczególności mięsień sercowy. Ze względu na obecność przeciwutleniaczy miód jest środkiem ograniczającym skutki stresu oksydacyjnego [5, 8, 24]. Zróżnicowana odmianowo aktywność antybiotyczna miodu odpowiada za jego zastosowanie w leczeniu infekcji bakteryjnych i grzybiczych [9]. Ponadto różnice w składzie chemicznym miodu, będące wynikiem jego pochodzenia botanicznego, nadają mu specyficzne narządowo właściwości lecznicze [10].

Szerokie spektrum działania prozdrowotnego miodu jest atrybutem miodów wysokiej jakości. W trakcie przechowywania miodu w nieodpowiednich warunkach obniża się aktywność enzymów oraz wzrasta zawartość 5-hydroksymetulofurfuralu (HMF), powstającego na skutek kwasowej hydrolizy fruktozy [23]. Intensywny wzrost zawartości HMF następuje w trakcie konfekcjonowania i przechowywania miodu, przy czym ważną rolę odgrywa tu czas i temperatura. Krytyczną operacją jest długotrwałe ogrzewanie w procesie dekrystalizacji miodów [23].

Miód pozyskany zgodnie z zasadami sztuki pszczelarskiej zazwyczaj charakteryzuje się dobrą jakością. W aspekcie handlowym pojęcie „jakość miodu” obejmuje właściwości fizykochemiczne produktu określone w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu [17]. Dla konsumenta ważne jest działanie prozdrowotne miodu, przejawiające się działaniem ochronnym w obecności substancji zagrażających zdrowiu ludzi (zanieczyszczenia chemiczne, skażenia promieniotwórcze i pozostałości leków weterynaryjnych) [15]. Podczas odbierania i konfekcjonowania miodu jego jakość i bezpieczeństwo zależą od właściwego postępowania pszczelarza. W celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności opracowano system HACCP do wdrożenia w procesie pozyskiwania miodu z wyznaczeniem dwóch krytycznych punktów kontroli: sprawdzenie dojrzałości miodu (podwyższona zawartość wody powoduje rozwój mikroorganizmów niebezpiecznych dla zdrowia) oraz wirowania miodu z plastrów (możliwość zanieczyszczenia miodu) [21].

Miód powinien spełniać wymagania sensoryczne pod względem smaku, zapachu barwy oraz konsystencji. Niedopuszczalna jest sztuczna zmiana kwasowości, jak również usuwanie pyłku lub innych specyficznych składników miodu, z wyjątkiem miodu filtrowanego [15, 17]. Kontrola jakości handlowej miodów dostępnych na rynku prowadzona przez wojewódzkie inspektoraty IJHARS wykazuje szereg nieprawidłowości dotyczących spełniania wymagań jakości handlowej, głównie niewłaściwego oznakowania, obniżenia wartości liczby diastazowej, podwyższenia zawartości HMF oraz przekroczenia wartości przewodności elektrycznej właściwej [13].

Wielkość rocznej konsumpcji miodu w głównej mierze warunkuje kultura i tradycja jego spożywania w danej społeczności. Wśród krajów europejskich Polska zaliczana jest do czołówki producentów miodu, w roku 2017 całkowita produkcja miodu wyniosła 15,2 mln ton [20]. Ze względu na niesprzyjające warunki pogodowo-pożytkowe i straty rodzin pszczelich było to o 40 % mniej w stosunku do roku 2016 [20]. Jednak pod względem spożycia na liście krajów wspólnoty Polska plasuje się bardzo daleko. Według GUS w roku 2017 spożycie miodu wynosiło 0,6 kg na osobę na rok. Miód krajowy konkuruje na rynku z miodem importowanym m.in. z Chin, Ukrainy, Argentyny i Meksyku [20]. W zakresie cech sensorycznych produkty te są wątpliwej jakości, sprzedawane po niższych cenach nie wykazują tak korzystnych cech jak miody krajowe [21]. Przedsiębiorcy nie mają obowiązku umieszczania na etykietach dokładnej informacji dotyczącej kraju pochodzenia, jeżeli produkt ten jest mieszanką miodów pochodzących z różnych krajów [4]. W przypadku gdy miód pochodzi z więcej niż jednego państwa członkowskiego UE lub państwa trzeciego, wskazanie to może być zastąpione sformułowaniem: „mieszanka miodów pochodzących z UE”, „mieszanka miodów pochodzących spoza UE” lub „mieszanka miodów pochodzących z UE i nie pochodzących z UE”.

Celem pracy była analiza i ocena jakości importowanych miodów dostępnych na rynku podkarpackim.

Material i metody badań

Material do badań stanowiło 20 próbek miodów importowanych, zakupionych w lokalnych supermarketach w listopadzie 2017 roku, wprowadzonych do obrotu przez 11 różnych producentów, w tym firmy: Huzar, Sądecki Bartnik, Królowa Pszczół, Apis, Pszczelarz Kozacki, Tesco. Miody odmianowe, w tym akacjowy (3), lipowy (4), gryczany (4), wielokwiatowy (5), spadziowy (4) według deklaracji na etykiecie były mieszankami miodów pochodzących z UE i nie pochodzących z UE. Zostały wyprodukowane w latach 2015 - 2017. Do czasu wykonania analiz miody przechowywano w ciemnym miejscu w temp. 20 - 22 °C.

Analiza obejmowała określenie zawartości wody metodą refraktometryczną (RHN1-ATC, refraktometr.eu, Czechy), kwasowości miareczkowej, pH (CP-401, Elmetron, Polska) i przewodności elektrycznej właściwej (CP-401, Elmetron, Polska) metodami opisanymi w rozporządzeniu dotyczącym analiz miodu [16]. Liczbę diastazową oznaczano metodą spektrofotometryczną (Biomate 3, Thermo, USA) z użyciem testu Phadebas Honey Diastase test (© Magle AB Lund, Sweden 2010), zgodnie z załączoną instrukcją. Zawartość cukrów redukujących oznaczano metodą spektrofotometryczną (Biomate 3, Thermo, USA) z wykorzystaniem odczynnika DNS (kwas 3,5-dinitrosalicylowy) według metody podanej przez Azonwade'a i wsp. [1]. Barwę miodu oznaczano spektrofotometrycznie, mierząc absorbancję (Abs) 50-procentowego

(m/v) wodnego roztworu miodu (homogenizowanego i wirowanego przy 14000 rpm przez 5 min) przy długości fali $\lambda = 635$ nm oraz przy użyciu spektrofotometru Biomate 3 (Thermo, USA). Intensywność barwy wyrażoną w skali Pfunda obliczano według Kaškoniene i wsp. [11]. Oznaczanie zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu (HMF) wykonywano metodą HPLC zgodnie z wytycznymi rozporządzenia MRiRW [16]. Analiza HPLC została wykonana w Laboratorium Biotechnologii Roślin "Aeropolis" z wykorzystaniem chromatografu Gilson (USA), wyposażonego w pompę binarną (Gilson 322), detektor DAD (Gilson 172), termostat kolumnowy (Knauer) oraz auto-sampler z kolektorem frakcji (GX-271 Liquid Handler). Rozdział prowadzono w kolumnie Knauer Eurosphere II RP-18H 100-5 (250 × 4,6 mm) z prekolumną (Gilson) w temp. 35 °C, z fazą ruchomą woda : metanol (90 : 10, v/v), przepływ izokratyczny wynosił 1 ml/min, czas analizy – 15 min, objętość nastrzyku – 20 µl, detekcja odbywała się przy długości fali $\lambda = 285$ nm. Kalibrację metody wykonano dla wzorca HMF (Sigma, USA) w przedziale 0,25 ÷ 6 µg ($y = 5123,8x$, $R^2 = 0,9989$). Analizy prowadzono w dwóch powtórzeniach.

Oznaczanie całkowitej zawartości polifenoli (TPC) wykonywano na podstawie barwnej reakcji polifenoli z odczynnikiem Folina-Ciocalteu, mierząc absorbancję powstałego kompleksu przy długości fali $\lambda = 735$ nm. Całkowitą zawartość polifenoli wyrażano w przeliczeniu na kwas galusowy, dla którego wykonano krzywą wzorcową w zakresie stężeń 0 ÷ 100 mg·dm⁻³ [28].

Aktywność przeciwutleniającą miodów mierzono jako zdolność do redukcji jonów żelaza Fe³⁺ (FRAP) wyznaczano w reakcji Fe-TPTZ z rozcieńczoną próbką miodu (0,1 g·cm⁻³). Po 10 min inkubacji w temp. 37 °C mierzono absorbancję przy długości fali $\lambda = 593$ nm [27]. Do kalibracji zastosowano 1 mM roztworu Troloksu.

Oznaczanie aktywności przeciwutleniającej wykonywano również wobec rodnika DPPH* [27]. Do próbek właściwych dodawano roztwór rodnika DPPH*, i po 30 min mierzono absorbancję (A) przy długości fali $\lambda = 517$ nm względem próby kontrolnej (A₀). Procent inhibicji [% A] rodników DPPH* obliczano z równania:

$$[\% A] = (A_0 - A) / A_0 \cdot 100 \%$$

Ze względu na różną liczbę analizowanych grup miodów oraz brak homogeniczności wariancji do oceny istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test nieparametryczny Kruskala-Wallisa z testem post hoc Tukeya (dla nierównych n). Współczynnik korelacji Spearmana między aktywnością przeciwutleniającą a zawartością polifenoli obliczano w programie Statistica 13,0.

Wyniki i dyskusja

Ocenę jakości handlowej analizowanych miodów przeprowadzono na podstawie oznaczonych parametrów fizykochemicznych (tab. 1). Zawartość wody w przebad-

nych próbkach miodów kształtowała się w granicach $16,7 \div 20,6$ %. W przypadku większości badanych miodów parametr mieścił się w granicach dopuszczonych w obowiązujących regulacjach prawnych (nie więcej niż 20 %, z wyjątkiem miodu wrzosowego – do 23 %). Pojedyncze próbki miodów gryczanych, lipowych oraz wielokwiatowych (łącznie 15 %) przekraczały wartości określone przez rozporządzenie [17], jednak były to przekroczenia statystycznie nieistotne. Podwyższona zawartość wody może być spowodowana niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi panującymi podczas pozyskiwania miodu przez pszczoły z nektaru i/lub spadzi bądź zbyt wczesnym odbieraniem miodu z ula [24].

Kwasowość czynna badanych miodów wynosiła $3,75 \div 4,68$. Najniższe pH zanotowano w przypadku miodów gryczanych (średnio 3,87), najwyższe zaś – w spadziowych (4,50). Wyższe wartości pH, jakimi charakteryzują się miody spadziowe i nektarowo-spadziowe, tłumaczy się większą zawartością związków mineralnych [15]. Wyniki kwasowości miareczkowej badanych miodów nie przekraczały dopuszczalnej wartości $50 \text{ mval} \cdot \text{kg}^{-1}$. Najwyższą kwasowość wykazano w miodach spadziowych, kolejno w: gryczanych, wielokwiatowych i lipowych, najniższą – w akacjowych. Uzyskane wyniki są zgodne z innymi wynikami badań miodów krajowych [7, 9, 14].

Przewodność elektryczna właściwa badanych miodów kształtowała się w zakresie od $0,23$ (lipowy) do $1,99 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ (spadziowy). Wartości te mieściły się w limitach obowiązujących dla miodów nektarowych ($0,2 \div 0,8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$) i spadziowych (powyżej $0,8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$). Parametr ten umożliwia odróżnienie miodów nektarowych od spadziowych, a przewodność poniżej $0,1 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ może świadczyć o zafałszowaniu miodu inwertem [25]. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach miodów krajowych [6, 15].

Zawartość cukrów redukujących w badanych próbkach miodu wahała się średnio w zakresie $65,26 \div 71,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ miodu (tab. 1). Większość badanych miodów spełniała wymagania określone w przepisach prawnych, gdyż suma glukozy i fruktozy nie była niższa niż $60 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ produktu. Żak i Wilczyńska [30] w badaniach, w których materiał doświadczalny stanowiły miody filtrowane wielokwiatowe importowane ze Stanów Zjednoczonych, wykazały, że zawartość cukrów redukujących waha się na poziomie $71,05 \div 74,93 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ [30]. Borowska i wsp. [3] przeprowadzili analizę zawartości cukrów redukujących w miodach lipowych, gryczanych, wielokwiatowych oraz spadziowych i wykazali ich średnio odpowiednio [$\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ miodu]: 77,7, 72,3, 75,9 i 67,6. Również Majewska i wsp. [14] w miodach nektarowych stwierdzili zawartość cukrów redukujących na podobnym poziomie.

Tabela 1. Parametry fizykochemiczne analizowanych miódów importowanych
Table 1. Physical-chemical parameters of tested imported honeys

Parametr Parameter	Miód / Honey					Wartość dopuszczalna Limit value *
	akacjowy acacia (n = 3)	lipowy tilia (n = 4)	gryczany buckwheat (n = 4)	wielokwiatowy multifloral (n = 5)	spadziowy honeydew (n = 3)	
Zawartość wody Moisture content [%]	$\bar{x} \pm SD$	18,10 ^a ± 0,80	19,59 ^a ± 0,73	19,11 ^a ± 1,48	18,83 ^a ± 1,13	< 20 %
	min - max	17,20 - 18,75	18,95 - 20,50	16,90 - 20,05	17,50 - 20,60	
pH	$\bar{x} \pm SD$	4,30 ^a ± 0,34	4,26 ^a ± 0,22	3,87 ^b ± 0,09	3,90 ^b ± 0,23	-
	min - max	3,99 - 4,65	3,93 - 4,42	3,82 - 4,01	3,75 - 4,30	
Kwasowość miareczkowa Free acidity [mval·kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	12,00 ^a ± 3,50	13,88 ^a ± 0,75	23,38 ^b ± 1,65	14,90 ^a ± 2,51	< 50 mval·kg ⁻¹
	min - max	9,50 - 16,00	13,00 - 14,50	21,50 - 25,50	10,50 - 16,50	
Przewodność elektryczna właściwa / Electrical con- ductivity [mS·cm ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	0,35 ^a ± 0,05	0,34 ^a ± 0,12	0,53 ^a ± 0,03	0,75 ^b ± 0,04	nektarowe / nectar < 0,8 mS·cm ⁻¹ , spadziowe / honeydew > 0,8 mS·cm ⁻¹
	min - max	0,31 - 0,40	0,23 - 0,46	0,49 - 0,56	0,70 - 0,79	
Cukry redukujące Reducing sugars [g·100 g ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	71,25 ^a ± 1,72	65,26 ^b ± 1,95	70,31 ^a ± 1,86	67,27 ^a ± 1,95	nektarowe / nectar > 60 g·100g ⁻¹ , spadziowe / honeydew > 45 g·100g ⁻¹
	min - max	69,94 - 73,20	65,22 - 70,43	68,48 - 72,72	65,22 - 70,43	
Barwa / Colour [mm Pfund]	$\bar{x} \pm SD$	26,29 ^a ± 3,24	38,83 ^a ± 12,46	292,12 ^b ± 20,86	97,67 ^c ± 24,80	
	min - max	22,58 - 28,52	30,38 - 57,12	276,24 - 321,18	62,69 - 129,17	
					288,12 ^b ± 52,58	
					227,96 - 325,26	

HMF [mg·kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	21,23 ^a ± 14,74	29,75 ^a ± 15,37	28,96 ^a ± 16,11	54,39 ^a ± 14,29	20,80 ^a ± 12,90	< 40 mg·kg ⁻¹
	min - max	5,82 - 35,20	19,33 - 52,61	6,40 - 44,42	42,56 - 73,92	11,78 - 35,58	
Liczba diastazowa Diastase number [DN]	$\bar{x} \pm SD$	4,70 ^a ± 3,12	5,23 ^a ± 1,86	13,00 ^b ± 2,91	5,04 ^a ± 2,27	14,47 ^b ± 1,90	> 8 DN
	min - max	2,70 - 8,30	4,10 - 8,00	10,30 - 16,70	2,70 - 8,30	12,50 - 16,30	

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ($\bar{x}$) ± odchylenia standardowe (SD) oraz wartości minimalne - maksymalne (min - max) / Table shows mean values ($\bar{x}$) ± standard deviations (SD) as well as minimum - maximum values (min - max); a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $p < 0,05$. *Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu / Regulation by the Minister of Agriculture and Rural Development of 29 May 2015 amending the regulation on specific requirements on commercial quality of honeys.

Wskaźnik barwy badanych próbek miodów w skali Pfunda mieścił się w granicach od 22,28 mm (akacjowy) do 325,26 mm (gryczany). Barwa miodu zależy przede wszystkim od obecności związków karotenoidowych, głównie β -karotenu, chlorofilu i jego pochodnych, flawonoidów oraz antocyjanów. Ponadto barwę miodu kształtują substancje koloidowe zbudowane z białek, biopierwiastków, wody oraz drobin wosku pszczelego [24]. W publikacji Rybak-Chmielewskiej i wsp. [18] dotyczącej kolorymetrycznej metody oznaczania barwy miodu określono wartości charakterystyczne w skali Pfunda dla miodów: akacjowego – $3 \div 40$ mm, lipowego – $8 \div 59$ mm, wielokwiatowego – $8 \div 89$ mm, gryczanego – $94 \div 114$ mm i ze spadzi iglastej – $74 \div 104$ mm. Analizowane miody importowane, oprócz akacjowych, nie mieściły się w skali wyznaczonej przez cytowanych autorów.

Przechowywanie oraz ogrzewanie miodów w trakcie ich upłynniania również wpływa na jakość i skład chemiczny miodu, gdyż zachodzą w nim reakcje pomiędzy cukrami, witaminą C oraz aminokwasami. Podczas ogrzewania dochodzi do wielu przemian fizykochemicznych: miody stają się ciemniejsze, zmienia się skład cukrów, maleje aktywność enzymatyczna oraz wzrasta zawartość 5-hydroksymetylufurfuralu [29]. Zawartość HMF w miodzie nie powinna przekraczać $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ [17]. Przekroczenia dopuszczalnej zawartości HMF dotyczyły 35 % analizowanych próbek miodów, w tym lipowego – 1, gryczanego – 1 oraz wielokwiatowego – 5. Sanz i wsp. [19] oznaczyli zawartość HMF w miodach pozyskanych bezpośrednio od pszczelarzy oraz zakupionych w marketach i wykazali, że średnia zawartość HMF w miodach świeżych była ponad 5-krotnie mniejsza niż w zakupionych w markecie. W badaniach miodów z rejonu Podlasia, przeprowadzonych przez Goldewską i Świsłocką [9], wykazano, że tamtejsze miody gryczane oraz wielokwiatowe zawierały HMF w ilości przekraczającej dopuszczalną zawartość, osiągając wartości odpowiednio: $59,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i $87,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Wzrost zawartości tego związku może świadczyć o długim okresie przechowywania w nieodpowiednich warunkach, zafałszowaniu syropem kukurydzianym czy też o długotrwałym ogrzewaniu [23].

Aktywność diastazy jest istotnym parametrem jakości miodu, stosowanym m.in. w celu wykrycia przegrzania lub zafałszowania. Wśród badanych miodów najwyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzował się miód spadziowy, najniższą – akacjowy. Badane miody akacjowe, lipowe oraz wielokwiatowe nie spełniały obowiązujących wymagań (liczba diastazowa nie niższa niż 8). Niska aktywność enzymatyczna może świadczyć o niewłaściwie przeprowadzonej dekrystalizacji analizowanych miodów bądź też o dodatku syropów cukrowych lub podkarmianiu nimi pszczół. Miody krajowe charakteryzują się liczbą diastazową znacznie przewyższającą obowiązujący limit [6, 26]. Skubida i wsp. [22] stwierdzili, że najwyższą aktywnością enzymatyczną charakteryzowały się miody gryczane ($61 \div 96,5$) oraz nektarowo-spadziove – średnio 53,45. W badaniach przeprowadzonych przez Wesołowską i Dżugan [26] dotyczących

aktywności i stabilności termicznej diastazy występującej w miodach podkarpackich największą jej zawartość odnotowano w miodach lipowych oraz spadziowych (odpowiednio: 31,47 i 27,92), najniższą natomiast stwierdzono w miodach rzepakowych (15,32). Dowiedziono także, że przechowywanie oraz ogrzewanie miodu powyżej 40 °C wpływa na obniżenie liczby diastazowej. Ponadto odnotowano, że miody jasne charakteryzowały się niższą aktywnością enzymatyczną niż miody ciemne, o czym świadczy współczynnik korelacji pomiędzy barwą miodu (A_{450nm}) a liczbą diastazową [26].

Występujące w miodach związki fenolowe pochodzą z pyłku kwiatowego i/lub ze spadzi. Przeprowadzone badania (tab. 2) wykazały zróżnicowaną zawartość związków fenolowych w zależności od gatunku miodu. Miody ciemne (gryczane i spadziowe) wykazywały większą zawartość tych związków niż miody jasne (akacjowe i lipowe).

Zawartość związków fenolowych była istotnie mniejsza (o 17 ÷ 55 %) niż stwierdzona we wcześniejszych badaniach w miodach podkarpackich [5, 6]. Podobnie w badaniach polskich miodów Wilczyńska [28] stwierdziła większą zawartość związków polifenolowych w porównaniu z analizowanymi miodami importowanymi. Największą zawartość związków fenolowych wykazała w miodzie gryczanym (1104,1 mg GAE·kg⁻¹), następnie – w kolejności malejącej – w spadziowym (645,9 mg GAE·kg⁻¹), lipowym (454,6 mg GAE·kg⁻¹) oraz akacjowym (405,5 mg GAE·kg⁻¹). Zawartość związków fenolowych w analizowanych miodach importowanych była zbliżona do wyników, jakie otrzymali Beretta i wsp. [2] w miodach różnego pochodzenia. Najwyższy poziom tych związków stwierdzono w miodzie gryczanym (średnio 482,2 mg·kg⁻¹), najniższy, analogicznie jak w analizowanych miodach, w miodzie akacjowym (średnio 55,2 mg·kg⁻¹).

Wyniki badań całkowitej zdolności miodów do redukcji jonów żelaza przedstawiono w tab. 2. Najwyższą aktywność redukującą stwierdzono w miodach spadziowych i gryczanych, które średnio osiągnęły wartości odpowiednio: 1604,49 i 1191,35 μmol TE·kg⁻¹ miodu. Pozostałe próbki miodów nektarowych wykazały tę aktywność na znacznie niższym poziomie. Wahala się ona w granicach od 260,90 μmol TE·kg⁻¹ w przypadku miodów akacjowych, poprzez 419,23 μmol TE·kg⁻¹ w miodach wielokwiatowych do 555,2 μmol TE·kg⁻¹ miodu w przypadku miodów lipowych. Wyniki te były o 25 ÷ 73 % niższe w porównaniu z wartościami tego parametru w uprzednio przebadanych miodach podkarpackich [5, 6]. Aktywność przeciwutleniająca badanych miodów importowanych mierzona testem FRAP była również znacznie niższa niż miodów zagranicznych [8, 12].

Analogicznie najwyższą aktywność przeciwutleniającą wobec rodnika DPPH* wykazano w miodach spadziowych i gryczanych, odpowiednio: 46,63 i 38,12 %, najniższą – w miodzie akacjowym. Również w tym teście miody importowane charakteryzowały się istotnie słabszymi właściwościami przeciwrodnikowymi w porównaniu

Tabela 2. Zawartość związków fenolowych w badanych miodach importowanych i ich aktywność przeciwutleniająca mierzona testem FRAP i DPPH*
 Table 2. Content of phenolic compounds in imported honeys under research and their antioxidant activity measured by FRAP and DPPH* tests

Parametr Parameter		Miód / Honey				
		akacjowy acacia (n = 3)	lipowy tilia (n = 4)	gryczany buckwheat (n = 4)	wielokwiatowy multifloral (n = 5)	spadziowy honeydew (n = 3)
Zawartość związków fenolowych Phenolic content [mg GAE·kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	81,38 ^a ± 20,49	108,56 ^a ± 11,83	608,34 ^b ± 92,20	144,15 ^a ± 17,82	492,19 ^b ± 157,74
	min - max	58,56 - 98,20	98,20 - 125,23	516,22 - 715,32	117,12 - 161,26	310,81 - 597,30
	Próba kontrolna* Control sample*	-	223,59 ± 53,05 165,05 - 268,49	1353,66 ± 314,15 922,52 - 1876,58	199,79 ± 55,94 109,6 - 392,17	600,11 ± 161,52 372,97 - 1001,02
FRAP [μmol TE·kg ⁻¹]	$\bar{x} \pm SD$	260,90 ^a ± 56,73	555,29 ^a ± 183,82	1191,35 ^b ± 48,34	419,23 ^a ± 63,63	1604,49 ^b ± 290,08
	min - max	203,85 - 317,31	288,46 - 709,62	623,08 - 1792,31	334,62 - 513,46	1390,38 - 1934,62
	Próba kontrolna* Control sample*	-	965,96 ± 328,61 632,62 - 1289,63	3635,49 ± 1328,22 1973,08 - 5051,92	1562,67 ± 340,08 365,85 - 2254,57	2153,37 ± 663,92 1180,77 - 3701,92
DPPH* [% inhibicji]	$\bar{x} \pm SD$	10,41 ^a ± 1,35	17,86 ^a ± 0,61	38,12 ^a ± 3,83	14,63 ^a ± 1,02	54,81 ^b ± 36,61
	min - max	8,91 - 11,51	17,13 - 18,61	33,99 - 42,74	13,41 - 15,80	12,73 - 79,37
	Próba kontrolna* Control sample*	-	-	82,41 ± 4,59 76,42 - 89,03	39,89 ± 15,08 22,45 - 65,78	66,82 ± 11,21 51,39 - 85,29

Objaśnienia / Explanatory notes:

*[5, 6]; Pozostałe objaśnienia jak pod tab. 1. / Other explanatory notes as in Tab. 1.

z miodami podkarpackimi [5, 6]. Podobnie Wilczyńska [28] wykazała pod tym względem wyższą jakość miodów krajowych. Autorka uzyskała najwyższą aktywność w miodach spadziowych (77,22 %) oraz gryczanych (75,09 %), a najniższą – w miodzie akacjowym (29,54 %).

Aktywność przeciwutleniająca badanych miodów była dodatnio skorelowana z barwą miodu (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji rang Spearmana pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą a barwą miodu

Table 3. Spearman's rank correlation between antioxidant activity and the colour of honey

Analizowane parametry Parameters analyzed	DPPH*	FRAP	Związki fenolowe Phenolic compounds	Barwa Colour
DPPH	1	-	-	-
FRAP	0,782	1	-	-
Związki fenolowe Phenolic compounds	0,367	0,847	1	-
Barwa / Colour	0,545	0,931	0,975	1

Zawartość związków fenolowych w badanych miodach była dodatnio skorelowana z wynikami testu FRAP, ale słabiej z DPPH*, przy czym stwierdzono dodatnią zależność pomiędzy wynikami obu metod zastosowanych do badania aktywności przeciwutleniającej miodów.

Wnioski

1. Jakość miodów importowanych dostępnych na rynku podkarpackim była znacznie niższa niż miodów krajowych. Istotne przekroczenia wymagań wynikających z obowiązujących przepisów stwierdzono w odniesieniu do zawartości HMF oraz wartości liczby diastazowej i dotyczyło to odpowiednio 35 i 45 % próbek.
2. Barwa miodów lipowych, wielokwiatowych, gryczanych oraz spadziowych nie mieściła się w zakresie skali Pfunda określonej w literaturze przedmiotu.
3. Aktywność przeciwutleniająca i zawartość związków polifenolowych w analizowanych importowanych miodach nektarowych jednoodmianowych była 2- do 4-krotnie niższa w porównaniu z miodami krajowymi, w tym podkarpackimi badanymi wcześniej i opisanymi w literaturze. Mniejsze różnice obserwowano w przypadku miodów wielokwiatowych i spadziowych (odpowiednio o 20 i 50 % niższe).
4. Uzyskane wyniki badań miodów importowanych, dostępnych na rynku podkarpackim, mogą wskazywać na niewłaściwe postępowanie z miodem podczas jego przechowywania i konfekcjonowania.

Źródło finansowania – praca wykonana w ramach tematu PB/KChTŻ/2017

Literatura

- [1] Azonwade F.E., Parasio A., Dossa C.P.A., Dognon V.T., N'tcha C., Mousse W., Baba-Moussa L.: Physicochemical characteristics and microbiological quality of honey produced in Benin. *J. Food Quality*, 2018, #1896057, 1-13.
- [2] Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M.: Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometric. *Anal. Chim. Acta.*, 2005, 533, 185-190.
- [3] Borowska M., Arciuch L., Puścion-Jakubik A., Lewoc D.: Zawartość cukrów (fruktozy, glukozy, sacharozy) i proliny w różnych odmianach naturalnych miodów pszczelich. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96 (4), 816-820.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/63/UE z dnia 15 maja 2014 r. zmieniająca dyrektywę Rady 2001/110/WE odnoszącą się do miodu. *Dz. U. L* 164, ss. 1-5, z 3.06.2014.
- [5] Dżugan M., Tomczyk M., Sowa P., Grabek-Lejko D.: Antioxidant activity as biomarker of honey variety. *Molecules*, 2018, 23, #2069.
- [6] Dżugan M., Wesołowska M., Puchalski Cz., Zaguła G., Czernicka M., Kisała J., Kaczmarski M.: Rola interakcji międzypierwiastkowych w ograniczeniu biodostępności metali ciężkich w łańcuchu pokarmowym człowieka. *Wyd. UR, Rzeszów* 2015.
- [7] Dżugan M., Wesołowska M.: Jakość miodów produkowanych na Podkarpaciu. *Oficyna Wydawnicza Zimowit, Rzeszów* 2016.
- [8] Gheldof N., Engeseth N.J.: Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of *in vitro* lipoprotein oxidation in human serum samples. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50, 3050-3055.
- [9] Godlewska M., Świsłocka R.: Fizykochemiczne i przeciwdrobnoustrojowe właściwości miodów z rejonu Podlasia. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*, 2015, 2, 347-352.
- [10] Holderna-Kędzia E., Kędzia B.: Miody odmianowe i ich znaczenie lecznicze. *Wyd. Duszpasterskie Rolników, Włocławek* 2002.
- [11] Kaškonienė V., Maruška A., Kornysova O.: Quantitative and qualitative determination of phenolic compounds in honey. *Chemine Technologija*, 2009, 3, 74-80.
- [12] Kesić A., Zazalović M., Crnić A., Čatović B., Hadzidedić S., Dragosević G.: The influence of L-ascorbic acid content on antioxidant activity of bee-honey. *Eur. J. Sci. Res.*, 2009, 1 (32), 95-101.
- [13] Kontrole IJHARS: Kary dla producentów żywności na łączną kwotę 14 tys. zł. [on line]. Dostęp w Internecie [20.11.2018]: <http://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/kontrole-ijhars-kary-dla-producentow-zywnosci-na-laczna-kwote-14-tys-zl,146595.html>
- [14] Majewska E., Drużyńska B., Derewiaka D., Ciecierska M., Wołosiaś R.: Fizykochemiczne wyróżniki jakości wybranych miodów nektarowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2015, 3, 440-444.
- [15] Popek S.: Badanie współzależności fizykochemicznych parametrów charakteryzujących jakość miodów odmianowych. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, 2001, 572, 29-37.
- [16] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 stycznia 2009 r. w sprawie metod analiz związanych z dokonywaniem oceny miodu. *Dz. U.* 2009. Nr. 17, poz. 94.
- [17] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 maja 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu. *Dz. U.* z 2015, poz. 850.
- [18] Rybak-Chmielewska H., Kachaniuk K., Szczesna T., Waś E.: Opracowanie kolorymetrycznej metody oznaczania barwy miodu. [on line]. Dostęp w Internecie [19.11.2018]: http://www.inhort.pl/upload/filemanager/images/pszczoły/10/1_wdroz_2010psz.pdf
- [19] Sanz M.L., del Castillo M.D., Corzo N., Olano A.: 2-Furoylmethyl amino acids and hydroxymethyl-furfural as indicators of honey quality. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51, 4278-4283.

- [20] Semkiw P.: Sektor pszczelarski w Polsce w 2017 roku. Instytut Ogrodnictwa – Oddział Pszczelnictwa w Puławach, Puławy 2017.
- [21] Siemianowska E., Kucińska A., Wesołowski A., Kolankowska E., Anders A.: Prawne aspekty jakości i bezpieczeństwa miodu. Zesz. Nauk. WSES w Ostrołęce, 2016, 3 (22), 155-166.
- [22] Skubida P., Semkiw P., Teper D.: Ekologiczna gospodarka pasieczna. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2006, 51 (2), 164-170.
- [23] Śliwińska A., Przybylska A., Bazylak G.: Wpływ zmian temperatury przechowywania na zawartość 5-hydroksymetylofurfuralu w odmianowych i wielokwiatowych miodach pszczelich. Bromat. Chem. Toksykol., 2012, 3, 271-279.
- [24] Trzybiński S.: Wszystko o miodzie i jego pozyskiwaniu. Bee & Honey Sp. z o.o., Klecza Dolna 2018.
- [25] Waś E., Rybak-Chmielewska H., Szczęśna T., Kachaniuk K., Taper D.: Characteristic of Polish unifloral honeys. II. Lime honey (*Tilia* spp). J. Apic. Sci., 2011, 55, 121-126.
- [26] Wesołowska M., Dżugan M.: Aktywność i stabilność termiczna diastazy występującej w podkarpaczkich miodach odmianowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2017, 4 (113), 103-112.
- [27] Wilczyńska A.: Metody oznaczania aktywności antyoksydacyjnej miodów pszczelich. Bromat. Chem. Toksykol., 2009, 62 (3), 870-874.
- [28] Wilczyńska A.: Phenolic content and antioxidant activity of different types of polish honey – a short report. Pol. J. Food Nutr., 2010, 60 (4), 309-313.
- [29] Wilczyńska A.: Zmiany barwy oraz aktywności antyoksydacyjnej miodów podczas przechowywania. Bromat. Chem. Toksykol., 2011, 3, 945-950.
- [30] Żak N., Wilczyńska A.: Jakość zagranicznych miodów filtrowanych. Zesz. Nauk. AM w Gdyni, 2017, 99, 156-161.

QUALITY OF IMPORTED HONEYS OBTAINABLE ON THE MARKET IN THE PODKARPACIE REGION

S u m m a r y

In recent years the imported honey market has been dynamically growing and, owing to the attractive price, the imported products compete with the Polish honeys. In the research study the quality was assessed of the imported honeys available in local supermarkets; the assessment was based on the quality parameters of honeys as specified in applicable regulations. In addition, their antioxidant properties were analyzed and compared with those of the Polish honeys. The study included the following honeys: acacia (3), tilia (4), buckwheat (4), multifloral (5) and honeydew (4). As regards the analyzed physicochemical parameters, only the content of water, 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and diastase number were reported to deviate from the values of commercial quality of honey as required by the relevant regulations; the deviations were found in 15, 35 and 45 % of samples, respectively. The total content of phenolic compounds was positively correlated with the antioxidant activity of honeys measured as the ability to reduce iron ions (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), with the inhibition of DPPH radicals (*Radical Scavenging Activity*) and with the colour of honey ($r = 0.847, 0.367$ and 0.975 , respectively). The research study shows that the imported honeys constitute a natural sweetener with a significantly lower biological activity as compared to honeys produced in the Podkarpacie region, which were the subject of our previous research.

Key words: honey, import, commercial quality, biological activity 

KRZYSZTOF GODULA, IZABELA DMYTRÓW,
ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, ELŻBIETA MULAŁKA

STABILNOŚĆ PRZECHOWALNICZA TWAROGÓW TRADYCYJNYCH I BEZLAKTOZOWYCH

Streszczenie

Zaobserwowane trendy żywieniowe oraz brak wystarczających informacji w literaturze przedmiotu odnoszących się do stabilności przechowalniczej produktów bezlaktozowych były inspiracją do podjęcia badań dotyczących stabilności przechowalniczej bezlaktozowego sera twarogowego kwasowego. Celem pracy była ocena wybranych cech jakościowych serów twarogowych kwasowych: tradycyjnego i bezlaktozowego, zakupionych w handlu detalicznym na terenie Szczecina i przechowywanych w warunkach chłodniczych (5 ± 1 °C) bez dostępu światła przez 21 dni. W pracy założono, że twarogi pochodzące od tego samego producenta: tradycyjny (zawierający laktozę) oraz bez laktozy będą charakteryzowały się odmiennymi wybranymi cechami jakościowymi w czasie chłodniczego przechowywania. Analizowano cechy fizykochemiczne, reologiczne i sensoryczne serów bezpośrednio po zakupie oraz podczas chłodniczego przechowywania. W serach oznaczono: kwasowość czynną i miareczkową, zawartość wody i tłuszczu, aktywność wody, synerżę serwatki, twardość oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną. Badane sery twarogowe charakteryzowały się odpowiednią stabilnością przechowalniczą w ciągu 21 dni przechowywania w temp. 5 ± 1 °C. Czas przechowywania wpłynął istotnie na zmiany kwasowości, twardości, synerży serwatki i zawartości wody serów twarogowych kwasowych. Stwierdzono statystycznie istotny przyrost wymienionych wskaźników. Sery twarogowe kwasowe charakteryzowały się stabilną zawartością tłuszczu oraz stabilną aktywnością wody w całym cyklu badawczym. Twaróg bezlaktozowy odznaczał się większą kwasowością miareczkową i większą twardością oraz korzystniejszymi cechami sensorycznymi.

Słowa kluczowe: twaróg kwasowy, twaróg bezlaktozowy, wyróżniki fizykochemiczne, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Mleko jest źródłem wielu składników odżywczych, m.in. laktozy. Z powodu wrodzonego braku lub niedoboru laktazy część konsumentów przejawia nietolerancję

Mgr inż. K. Godula, dr hab. inż. I. Dmytrów, dr hab. inż. A. Mituniewicz-Malek, mgr inż. E. Mulałka, Zakład Technologii Mleczarskiej i Przechowalnictwa Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin. Kontakt: krzysztof.godula@zut.edu.pl

swoistego cukru mlekowego. Zjawisko hipolaktazji dotyczy ok. 70 % dorosłej populacji świata (ok. 4 mld osób) i jest najczęstszym niedoborem enzymatycznym spotykanym u ludzi [18]. Dla takich konsumentów, którzy mimo upośledzonego trawienia nie chcą rezygnować z przetworów mleczarskich, opracowano technologię produkcji wyrobów pozbawionych laktozy, wśród których wymienić można mleko, jogurty, czy też twarogi. Bednarski i wsp. [3] podają, że produkcję mleka bezlaktozowego rozpoczęto w Polsce ponad trzydzieści lat temu. Obecnie skład produktów niezawierających laktozy regulowany jest prawem unijnym, które określa dozwoloną jej zawartość [24, 27].

Trendy żywieniowe oraz brak wystarczających informacji w literaturze przedmiotu odnoszących się do stabilności przechowalniczej tego rodzaju produktów, w tym serów twarogowych: tradycyjnego i bezlaktozowego, były inspiracją do podjęcia badań z tego zakresu. W pracy założono, że twarogi pochodzące od tego samego producenta, tradycyjne (zawierające laktozę) lub bez laktozy w czasie chłodniczego przechowywania będą charakteryzowały się odmiennymi cechami jakościowymi, takimi jak: kwasowość czynna, kwasowość miareczkowa, aktywność wody, synereza, zawartość tłuszczu i wody, twardość oraz cechy sensoryczne.

Celem pracy była ocena wybranych cech jakościowych serów twarogowych: tradycyjnego i bezlaktozowego, przechowywanych w warunkach chłodniczych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były dwa warianty sera twarogowego kwasowego, tj. tradycyjny i bezlaktozowy, pochodzące od jednego producenta, zakupione w handlu detalicznym na terenie Szczecina w lutym 2018 r. Sery twarogowe bezpośrednio po zakupie przetransportowano w warunkach chłodniczych do laboratorium, gdzie poddano je chłodniczemu przechowywaniu (w temp. 5 ± 1 °C) przez 21 dni bez dostępu światła. Próbkę składowano w oryginalnych opakowaniach, którymi były pergamin i folia PA/PE.

Warianty doświadczalne stanowiły:

1. Ser twarogowy kwasowy półtłusty wyprodukowany zgodnie z tradycyjną technologią – oznaczony symbolem T.
2. Ser twarogowy kwasowy półtłusty niezawierający laktozy zgodnie z deklaracją producenta – oznaczony symbolem BL.

Przechowywaniu poddano łącznie 40 próbek serów. Analizy wykonywano w 4 powtórzeniach pięciokrotnie, tj. w dniu zakupu oraz po upływie 3, 7, 14 i 21 dni przechowywania. Fizykochemiczna analiza serów twarogowych obejmowała oznaczenia: aktywność wody za pomocą sondy pomiarowej HygroLab C1 (Rotronic AG, Szwajcaria) – odważano 5 g próbki, oznaczenie prowadzono w temp. 20 ± 1 °C, kwasowość miareczkowa w stopniach Soxhleta-Henkla [°SH] [21], kwasowość czynna (pH) przy użyciu pH-metru CP-411 (Elmetron, Polska) [21] – oznaczenie prowadzono

w emulsji przygotowanej z sera i wody w stosunku 1 : 1 [7], zdolność synerezy serwatki – każdorazowo twaróg ważono w opakowaniu oraz po jego rozpakowaniu. Z opakowania usuwano serwatkę i osuszano je papierowym ręcznikiem. Ilość serwatki ustalano na podstawie różnicy mas, tj. twarogu w opakowaniu, bez opakowania i samego opakowania [7]. Ocenę sensoryczną przeprowadzał przeszkolony zespół składający się z pięciu osób. Oceniano wygląd, smak, zapach i konsystencję napojów w skali 5-punktowej [7]. Dodatkowo trzykrotnie na początku, w środku i na końcu okresu przechowywania, w celu potwierdzenia stałości składu chemicznego, oznaczano w czterech powtórzeniach zawartość tłuszczu metodą butyrometryczną Gerbera [22] oraz zawartość wody metodą techniczną [21]. Na podstawie przeglądu literatury [6] w pracy ograniczono się do oznaczenia twardości jako głównego parametru tekstury. Pomiar wykonywano przy użyciu analizatora tekstury TA.XT plus (Stable Micro System, Anglia) z zestawem komputerowym. Próbkę twarogu penetrowano trzpieniem aluminiowym o średnicy 6 mm z szybkością $5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ i siłą nacisku 1 G na głębokość 20 mm.

Wyniki analiz fizykochemicznych opracowano statystycznie. Przeprowadzono test na istotność różnic między dwiema wartościami średnimi dla prób niezależnych i zależnych. Do oszacowania różnic między dwiema wartościami średnimi zależnymi i niezależnymi zastosowano testy t-Studenta i Cochran-Coxa przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie wyników uzyskanych podczas 21 dni chłodniczego przechowywania serów twarogowych kwasowych wykazano, że pH wszystkich próbek doświadczalnych mieściło się w zakresie $3,98 \div 4,33$ (tab. 1).

Po porównaniu kwasowości czynnej twarogów kwasowych stwierdzono, że zdecydowanie wyższym pH, już od dnia zakupu, charakteryzował się ser tradycyjny. Analiza wykonana w ostatnim dniu cyklu badawczego potwierdziła statystycznie istotny przyrost pH obu badanych próbek. Wyniki uzyskane podczas pomiaru pH znajdują potwierdzenie w danych literaturowych, zgodnie z którymi pH twarogów osiąga wartości zbliżone do punktu izoelektrycznego kazeiny, czyli $4,4 \div 4,6$. Jak podaje Dmytrów [7], kwasowość czynna twarogów zawierająca się w tym przedziale dowodzi poprawności procesu ukwaszania mleka do momentu, gdy zewnętrzny ładunek elektryczny miceli wynosi zero i tworzy się żel kazeinowy o odpowiedniej zwężłości. Niektórzy autorzy podają jednak, że składowanie twarogów w warunkach chłodniczych wiąże się z obniżeniem ich pH. Spostrzeżenia takie poczynili m.in. Pluta i wsp. [20], którzy analizowali wpływ systemu pakowania na jakość twarogu. Zaobserwowali niewielkie zmniejszenie kwasowości czynnej, które według nich zależało od systemu wytwarzania tego sera. Na tej podstawie można przypuszczać, że to właśnie różnice

Tabela 1. Wybrane cechy jakościowe serów twarogowych kwasowych

Table 1. Selected quality characteristics of acid curd cheeses (tvarogs)

Cecha Feature	T					BL				
	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]									
	1	3	7	14	21	1	3	7	14	21
pH	4,17 ^b ± 0,10	4,33 ^d ± 0,03	4,18 ^f ± 0,15	4,17 ^h ± 0,15	4,33 ^j ± 0,1	3,98 ^a ± 0,12	4,03 ^c ± 0,10	4,00 ^e ± 0,13	3,98 ^g ± 0,12	4,11 ⁱ ± 0,04
Kwasowość miareczkowa Titratable acidity [°SH]	68,00 ^a ± 1,25	72,50 ^c ± 1,00	73,00 ^e ± 0,50	72,25 ^g ± 0,75	72,00 ⁱ ± 1,5	73,75 ^b ± 0,60	78,25 ^d ± 1,4	75,50 ^f ± 0,6	73,00 ^h ± 0,80	75,50 ^j ± 0,25
Synereza serwatki Syneresis whey [%]	0,30 ^b ± 0,05	0,15 ^d ± 0,05	0,22 ^e ± 0,05	0,21 ^h ± 0,05	0,21 ^j ± 0,05	0,20 ^a ± 0,10	0,11 ^c ± 0,10	0,29 ^f ± 0,10	0,17 ^g ± 0,10	0,01 ⁱ ± 0,10
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	3,25 ± 0,06	-	3,25 ± 0,06	-	3,13 ± 0,02	3,70 ± 0,02	-	3,00 ± 0,00	-	3,00 ± 0,00
Zawartość wody Water content [%]	72,92 ± 0,14	-	75,74 ± 0,60	-	76,30 ± 0,19	70,60 ± 0,25	-	77,76 ± 0,18	-	75,52 ± 0,30
Aktywność wody Water activity	0,95 ± 0,00	0,95 ± 0,00	0,95 ± 0,00	0,95 ± 0,00	0,95 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,98 ± 0,00
Twardość Hardness [N]	2,05 ^a ± 0,25	1,89 ^c ± 0,15	2,19 ^f ± 0,30	1,63 ^g ± 0,15	2,21 ⁱ ± 0,23	2,10 ^b ± 0,18	1,97 ^d ± 0,24	1,94 ^e ± 0,23	1,89 ^h ± 0,14	2,29 ^j ± 0,24
Ocena sensoryczna [pkt] Sensory evaluation [scores]	4,67	4,67	4,67	4,67	4,67	5,00	5,00	5,00	4,33	4,33

Objaśnienia / Explanatory notes:

T – tradycyjny twaróg kwasowy półtłusty / traditional half-fat acid curd cheese; BL – ser twarogowy kwasowy półtłusty niezawierający laktozy / half-fat acid curd cheese without lactose;

a, b, ... – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

w procesie technologicznym wpłynęły na zróżnicowanie kwasowości czynnej serów twarogowych ocenianych w niniejszej pracy. W badaniach prowadzonych przez Dmytrów [7] dotyczących wybranych czynników technologicznych wpływających na stabilność serów twarogowych kwasowych stwierdzono, że istotnym elementem mogącym mieć wpływ na rozwój kultur starterowych, ograniczenie produkcji kwasu mlekowego, a tym samym na kwasowość czynną, jest środowisko, w którym te przemiany zachodzą. Zawartość wody w serach twarogowych kwasowych przyczynia się do zróżnicowania ich kwasowości, ponieważ w wodzie rozpuszcza się laktoza. Siemianowski i wsp. [23] analizowali wpływ zawartości suchej masy w mleku na skład twarogu kwasowego i zaobserwowali, że wzrost ilości składników suchej masy, a przede wszystkim białka i soli mineralnych, powodował zwiększenie pojemności buforowej, co wiąże się ze spowolnieniem wzrostu kwasowości czynnej. W badaniach własnych zaobserwowano, podobnie jak w pracy wymienionych autorów, mniejszą

kwasowość czynną twarogu bezlaktozowego. Według wymienionych autorów związane jest to z większą zawartością soli mineralnych w składzie produktu. Zgodnie z informacją podaną przez producenta także ser bezlaktozowy analizowany w niniejszej pracy cechował się większą zawartością NaCl niż ser tradycyjny. Sól wpływa także na wiązanie wody przez białka.

Cechą istotnie różnicującą sery doświadczalne była kwasowość miareczkowa [°SH] próbek. Wykazano, że istotnie wyższą kwasowością miareczkową od dnia zakupu do końca trwania chłodniczego przechowywania serów charakteryzował się twaróg bezlaktozowy (tab. 1). Według Siemianowskiego i wsp. [23] kwasowość twarogów kwasowych nie powinna przekraczać zakresu $80 \div 100$ °SH. Oba warianty próbek doświadczalnych charakteryzowały się niższymi wartościami kwasowości miareczkowej. W literaturze przedmiotu publikowane są informacje zarówno o wzroście, jak i o zmniejszeniu kwasowości miareczkowej w czasie chłodniczego przechowywania serów twarogowych. Dmytrów i wsp. [10] podają, że początkowy wzrost kwasowości twarogów i stopniowe jej obniżanie w trakcie przechowywania związane są z niezupełnym zahamowaniem aktywności paciorkowców mlekowych lub też z ich częściowym wymieraniem. Cytowani autorzy twierdzą ponadto, że po trzecim dniu chłodniczego przechowywania twarogów następuje, po wcześniejszym wzroście kwasowości, nagłe jej obniżenie, co tłumaczą peptonizacją kazeiny. Potwierdzeniem tej obserwacji są wyniki przeprowadzonych badań własnych. Zmiany kwasowości serów twarogowych opisywała także Dmytrów [7]. Autorka uważa, że jednymi z najważniejszych czynników wpływających na przemiany kwasowości serów twarogowych kwasowych w pierwszych dniach chłodniczego przechowywania są temperatura i czas, w jakim twarogi ulegają wychłodzeniu. W trzecim tygodniu chłodniczego przechowywania w badaniach własnych zaobserwowano nagły wzrost kwasowości miareczkowej w twarogu bezlaktozowym. Taki wzrost może być spowodowany proteolizą białek oraz powstawaniem zjonizowanych grup [9].

Istotnie większą synerezą w okresie badawczym, poza 7. dniem przechowywania, charakteryzował się twaróg tradycyjny. Największa różnica wycieku serwatki między wartościami początkową i końcową dotyczyła twarogu bezlaktozowego. Ilość serwatki gromadzącej się w opakowaniu analizowanych twarogów zmieniała się dość dynamicznie (tab. 1). Statystycznie potwierdzono istotność zaobserwowanych zmian. Zdaniem Karczewskiej i wsp. [14] pojawianie się serwatki w opakowaniu twarogu może być spowodowane zmianami, jakie zachodzą w układzie koloidalnym twarogu lub samoprasowaniem się masy. Mazur [16] podaje, że obniżenie ciśnienia w czasie pakowania twarogów nasila efekt uwalniania serwatki z przestrzeni międzyziarnowych twarogu. Dmytrów [6] w badaniach na temat wpływu probiotycznych bakterii kwasu mlekowego na stabilność przechowalniczą kwasowych serów twarogowych stwierdziła, że istniejące różnice w synerezie można tłumaczyć specyfiką bakterii znajdujących

się w zakwasie. Przyczyniają się one do różnicy w zakwaszeniu środowiska, rozkładając laktozę na kwas mlekowy. Tym samym przesądzają o kurczeniu się skrzepu kazeinowego i decydują o ilości wydzielonej serwatki. Dzwolak i wsp. [13] uważają, że zakwas ukierunkowuje proces fermentacyjny, co wpływa na szybkość synerезy serwatki z twarogu. Na tej podstawie można przypuszczać, że to właśnie brak laktozy wpłynął na różnice ilości wydzielonej serwatki w ocenianych w niniejszej pracy serach twarogowych.

Większą zawartością tłuszczu, z wyjątkiem pierwszego tygodnia badań, charakteryzował się twaróg tradycyjny (tab. 1). Jednakże w analizie statystycznej nie potwierdzono istotności zaobserwowanych różnic z powodu dużej powtarzalności wyników. Według informacji podanych przez producenta zawartość tłuszczu w badanych twarogach wynosiła 4 %, ale na podstawie analiz przeprowadzonych w dniu zakupu wykazano, że udział tłuszczu w próbkach doświadczalnych odbiegał od deklaracji producenta i wynosił w próbce BL 3,70 %, natomiast w próbce T – 3,25 %.

Wykazano wzrost zawartości wody w obu wariantach próbek doświadczalnych w czasie przechowywania. Wyniósł on w twarogu BL 7 %, natomiast w serze T – prawie 5 %. Zmiana wartości wskaźnika okazała się statystycznie istotna jedynie w przypadku twarogu tradycyjnego. Ostatecznie zawartość wody w twarogu bezlaktozowym wyniosła 75,50 %, a w serze tradycyjnym – 76,30 % (tab. 1). Dmytrów i wsp. [8] podają, że przechowywanie serów twarogowych w temperaturze poniżej 8 °C może powodować zatrzymanie wody w wyniku znacznego zaawansowania procesu fizycznego dojrzewania twarogów. Wymienieni autorzy tłumaczą to pęcznieniem białek i wchłanianiem wody wolnej, co znajduje odzwierciedlenie w strukturze i konsystencji sera, tzn. staje się ona bardziej jednolita i plastyczna. Z badań prowadzonych przez Dmytrów i wsp. [10] na temat fizykochemicznych i sensorycznych cech sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego jednoznacznie wynika, że wszystkie analizowane warianty sera cechował przyrost zawartości wody. Mazur [16] przeanalizował zmiany tekstury serów twarogowych kwasowych i dowiódł, że twarogi przechowywane w atmosferze o podwyższonej zawartości azotu cechują się większą zawartością wody w stosunku do serów przechowywanych w atmosferze naturalnej i o obniżonym ciśnieniu. Pluta i wsp. [20] w badaniach dotyczących systemu pakowania wykazali, że bez względu na zastosowaną technikę po trzech tygodniach przechowywania stwierdza się ubytek wody. Zmiany te tłumaczą wyciekaniem serwatki zbierającej się w opakowaniu. Badania własne nie potwierdziły zjawisk zaobserwowanych przez innych autorów. Stwierdzono natomiast wzrost zawartości wody, na który według Dmytrów i wsp. [12] może mieć wpływ również rodzaj materiału opakowaniowego. Opakowania cechują się różną przepuszczalnością pary wodnej, co prowadzi do zmian zawartości wody w produkcie.

Oznaczenie aktywności wody (a_w) przechowywanych chłodniczo twarogów kwasowych potwierdziło stabilizację tego parametru w całym okresie badawczym (tab. 1). Po porównaniu a_w twarogów kwasowych stwierdzono, że zdecydowanie niższą wartością tego wskaźnika, już od dnia zakupu, charakteryzował się ser tradycyjny. Jak podają Bonczar i wsp. [5], a_w w produktach spożywczych świadczy o stopniu związania cząsteczek wody z komponentami żywności. Jest wyznacznikiem dostępności wody dla mikroorganizmów, a tym samym szansy ich rozwoju, co przekłada się na jakość produktów i ich trwałość. Aktywność wody w serach świeżych kształtowana jest przede wszystkim poprzez zawartość wody i soli kuchennej, a także kwasowość [1]. Olchowski i wsp. [19] zwrócili uwagę na większą zawartość soli w produktach z wyższą a_w . Autorzy tłumaczą tę tendencję tym, że dodatek NaCl wpływa na uwodnienie białek mleka. Wyniki badań własnych pozwalają na poparcie zaobserwowanych zależności, ponieważ to właśnie ser z wyższą a_w cechował się większym udziałem soli w składzie deklarowanym przez producenta. Ser bezlaktozowy zawierał bowiem 0,10 g NaCl, natomiast twaróg tradycyjny – 0,05g.

Wykazano statystycznie istotny przyrost twardości obu badanych serów twarogowych kwasowych w czasie ich chłodniczego przechowywania. Największym przyrostem cechowała się próbka twarogu BL – o 9 % w stosunku do wartości początkowej, natomiast w przypadku próbki twarogu T zauważono wzrost o blisko 8 % (tab. 1). Stwierdzony przyrost twardości w obu badanych wariantach twarogów jest zgodny z wynikami innych autorów [4, 8, 29]. Przywołani autorzy tłumaczą to zjawisko krystalizacją tłuszczu, jaka ma miejsce w temperaturze poniżej 8 °C. Mazur [17] dokonał oceny korelacji wyznaczników profilowanej analizy tekstury kwasowych serów twarogowych i dowiódł, że w serach o mniejszej zawartości tłuszczu obserwuje się wyższą ich twardość. W toku przeprowadzonych analiz własnych wykazano, że twaróg bezlaktozowy cechował się mniejszą zawartością tłuszczu i wyższą twardością. Dmytrów i wsp. [11] wykazali, że twardość serów twarogowych jest parametrem uwarunkowanym ich podstawowym składem chemicznym, tj. zawartością białka i suchej masy, czego przykładem jest wzrost twardości serów wraz ze zwiększeniem zawartości białka. Z kolei Mazur [17] zauważył, że wraz ze wzrostem zawartości wody następuje zmniejszenie twardości. W badaniach własnych tendencję taką można zaobserwować w przypadku twarogu bezlaktozowego. Ponadto Dmytrów i wsp. [8] w swoich badaniach potwierdzili związek pomiędzy zawartością wody a twardością. Według Abd El-Salama [2] wraz ze wzrostem jej zawartości następuje zwiększenie twardości sera. Równie istotnym elementem wpływającym na cechy jakościowe twarogu, jak zauważyli Dmytrów i wsp. [9], jest opakowanie. W swoich badaniach odnotowali początkowo zmniejszenie twardości i jej wzrost w końcowym etapie przechowywania. Tłumaczyli to zwiększeniem się zawartości białka oraz równoległym zmniejszeniem zawartości wody. W badaniach własnych również zaobserwowano początkowe

zmniejszenie, a następnie wzrost twardości w ostatnim tygodniu badań, jednak analizy dotyczące zawartości wody przeczą teorii, jakoby ubytek jej ilości wpływał na wzrost twardości. Według Vasbinder i wsp. [28] przyczyną większej twardości twarogów kwasowych jest denaturacja białek serwatkowych i tworzenie ich połączeń z kazeiną, przez co skrzep przejawia małą podatność na synerezę. Z kolei Lucey [15] donosi, że wzrost zawartości kazeiny w mleku przejawia się zwiększeniem twardości i lepkości skrzepu kwasowego.

Niezależnie od obecności laktozy lub jej braku oraz czasu chłodniczego przechowywania badane sery twarogowe każdorazowo wykazywały jednolicie białą barwę. Podczas każdej oceny sensorycznej próbkom twarogu, zarówno BL, jak i T, przyznawano maksymalną liczbę punktów (5) za strukturę i konsystencję, którą opisywano jako „zwartą i bez grudek” (tab. 1). Cechą różnicującą próby doświadczalne był natomiast ich smak i zapach. Zmienność wymienionych wyróżników w czasie przechowywania mogła zależeć od zmian kwasowości i zawartości wody [7]. Śmietana i wsp. [26] podkreślają, że przechowywanie serów twarogowych kwasowych ma wpływ na wzrost intensywności smaku i zapachu kwaśnego. W badaniach własnych potwierdzono tę tendencję. Także Szwedziak i wsp. [25] stwierdzili, że w czasie przechowywania twarogów spośród ocenianych cech sensorycznych zmianie ulegają jedynie ich smak i zapach.

Wnioski

1. Analizowane sery twarogowe charakteryzowały się odpowiednią stabilnością przechowalniczą w ciągu 21 dni przechowywania w temp. 5 ± 1 °C.
2. Czas przechowywania serów twarogowych kwasowych wpływał istotnie na zmiany kwasowości, twardości, synerezy serwatki i zawartości wody. Stwierdzono istotny statystycznie przyrost wymienionych wskaźników.
3. Analiza statystyczna nie pozwoliła na oszacowanie różnic a_w i zawartości tłuszczu między analizowanymi wariantami próbek doświadczalnych.
4. Sery twarogowe kwasowe charakteryzowały się stabilną zawartością tłuszczu w całym cyklu badawczym.
5. Oznaczenie aktywności wody przechowywanych chłodniczo twarogów kwasowych potwierdziło stabilizację tego parametru w całym okresie badawczym.
6. W czasie przechowywania twaróg tradycyjny cechował się mniejszą kwasowością miareczkową, większym wyciekami serwatki oraz na ogół większą zawartością wody w porównaniu z serem bezlaktozowym.
7. Lepszymi cechami smakowo-zapachowymi w czasie przechowywania charakteryzował się twaróg bezlaktozowy.

Literatura

- [1] Aljewicz M., Cichosz G., Kowalska M.: Aktywność wody – parametr kształtujący jakość serów dojrzewających. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 2011, 2, 97-101.
- [2] Abd El-Salam B.A.: Effect of milk fat replacement with vegetable oil and/or whey protein concentrate on microstructure, texture and sensory characteristics of fresh soft cheese. *Int. J. Dairy Sci.*, 2015, 10 (3), 117-125.
- [3] Bednarski W., Zander Z., Kordala N.: Charakterystyka technologicznych uwarunkowań zmian cech organoleptycznych mleka bezlaktozowego. *Innowacyjne Mleczarstwo*, 2015, 1 (3), 10-13.
- [4] Bohdziewicz K.: Wpływ transglutaminazy na proces produkcji, wydatek oraz jakość twarogów. *Przegl. Mlecz.*, 2010, 2, 4-7.
- [5] Bonczar G., Wszolek M., Walczycka M., Żebrowska A., Maciejowski K.: Wpływ wybranych czynników na aktywność wody i jakość mikrobiologiczną miękkich serów z mleka owczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 3 (76), 98-108.
- [6] Dmytrów I.: Wpływ probiotycznych bakterii kwasu mlekowego na stabilność przechowalniczą kwasowych serów twarogowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 5 (102), 49-60.
- [7] Dmytrów I.: Wybrane czynniki technologiczne jako determinanty jakości sensorycznej i stabilności przechowalniczej serów twarogowych kwasowych. *Rozprawa habilitacyjna. ZUT, Szczecin* 2012.
- [8] Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K.: The effect of starter inoculation type on selected qualitative attributes of acid curd cheeses [tvarogs] stored under cooling conditions. *EJPAU*, 2007, 4 (10), 1-4.
- [9] Dmytrów I., Kryża K., Dmytrów K., Lisiecki S.: Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2007, 1 (50), 64-76.
- [10] Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K.: Fizykochemiczne i sensoryczne cechy sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 2 (69), 46-61.
- [11] Dmytrów I., Mituniewicz-Malek A., Dmytrów K.: Ocena wybranych wyróżników jakości serków twarogowych kwasowo-podpuszczkowych dostępnych w handlu detalicznym. *Chłodnictwo*, 2009, 44, 66-73.
- [12] Dmytrów I., Szczepanik G., Kryża K., Mituniewicz-Malek A., Lisiecki S.: Impact of polylactic acid packaging on the organoleptic and physicochemical properties of tvarog during storage. *Int. J. Dairy Technol.*, 2011, 4 (64), 569-577.
- [13] Dzwolak I., Przybylski R., Jankowski P., Żuraw J.: Wpływ stosowanego zakwasu roboczego na wydatek sera. *Przegl. Mlecz.*, 2006, 2, 8-10.
- [14] Karczewska D., Pikul J., Płuska H., Chudy S.: Zmiany wybranych cech fizykochemicznych tradycyjnie pakowanego twarogu w zależności od rodzaju użytego materiału opakowaniowego. *Chłodnictwo*, 2005, 10 (40), 46-51.
- [15] Lucey J.A.: Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties. *Int. J. Dairy Technol.*, 2004, 2/3 (57), 77-84.
- [16] Mazur J.: Zmiany tekstury w trakcie przechowywania w różnych warunkach serów twarogowych kwasowych otrzymanych metodą tradycyjną. *Inżynieria Rolnicza*, 2009, 13, 99-106.
- [17] Mazur J.: Próba normalizacji metodyki badań profilowej analizy tekstury serów. *Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin* 2013.
- [18] Mądry E., Kasińska B., Walkowiak J.: Hipolaktazja, zespół złego wchłaniania laktozy, nietolerancja laktozy. *Family Medicine and Primary Care Review*, 2011, 2, 334-336.
- [19] Olchowski M.A., Pluta A., Berthold-Pluta A., Wiska J.: Aktywność wody produktów mlecznych. *Cz. II. Przem. Spoż.*, 2012, 4 (66), 12-17.
- [20] Pluta A., Wnuk B., Ziarno M., Berthold A.: Wpływ systemu pakowania twarogu na jego jakość. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, 4(37) Supl., 330-340.
- [21] PN-A-86232:1973. Mleko i przetwory mleczne. Sery. Metody badań.
- [22] PN-ISO 11870:2016-07. Mleko i przetwory mleczne. Oznaczanie zawartości tłuszczu. Ogólne wytyczne dotyczące stosowania metod butyrometrycznych.

- [23] Siemianowski K., Szpendowski J., Bohdziewicz K., Kołakowski P., Pawlikowska K., Żylińska J., Bardowski J.K.: Wpływ zawartości suchej masy w mleku na skład oraz cechy sensoryczne twarogu kwasowego. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 2013, 25, 116-121.
- [24] Skryplonek K., Gomes D., Viegas J., Pereira C., Henriques M.: Lactose-free frozen yogurt: Production and characteristics. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 2017, 2 (16), 171-179.
- [25] Szwedziak K., Polańczyk E., Twardowska E.: Wpływ opakowań na cechy sensoryczne serów twarogowych. *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 2017, 2, 97-99.
- [26] Śmietana Z., Szpendowski J., Bohdziewicz K.: Charakterystyka tradycyjnego "polskiego twarogu" otrzymanego wg własnej nowoczesnej techniki i technologii. *Przegl. Mlecz.*, 2003, 4, 126-129.
- [27] Trani A., Gambacorta G., Loizzo P., Cassone A., Fasciano C., Zambrini A.V., Faccia M.: Comparison of HPLC-RI, LC/MS-MS and enzymatic assays for the analysis of residual lactose in lactose-free milk. *Food Chem.*, 2017, 233, 385-390.
- [28] Vasbinder A.J., Alting A.C., Visschers R.W., Kruif C.G.: Texture of acid milk gels: Formation of disulfide cross-links during acidification. *Int. Dairy J.*, 2003, 1 (13), 29-38.
- [29] Ziółkowski T., Panfil-Kuniewicz H., Staniewska K., Szpendowski J.: Durability of tvarogs produced with modified technology and packed with different methods. *Pol. J. Nat. Sci.*, 2004, 2, 163-170.

STORAGE STABILITY OF TRADITIONAL AND LACTOSE-FREE ACID CURD CHEESE (TVAROG)

S u m m a r y

Nutritional trends and the lack of sufficient information in the reference literature on the storage stability of lactose-free products were the inspiration to start research on the storage stability of a lactose-free acid curd cheese. The objective of the research study was to assess some selected quality characteristics of traditional and lactose-free acid curd cheese (tvarog) purchased in retail stores in Szczecin and stored for 21 days under the refrigeration conditions (5 ± 1 °C) and without light access. For the purpose of the research it was assumed that the traditional (containing lactose) and lactose-free tvarogs from the same manufacturer were characterized by the distinct selected qualitative characteristics during the refrigerated storage. The physicochemical, rheological and sensory characteristics of traditional and lactose-free tvarogs were analyzed immediately after purchase during the 3-week refrigerated storage (5 ± 1 °C). The following was determined in the cheeses: titratable acidity, pH, water and fat content, water activity, whey syneresis and hardness; also the cheeses studied were sensory assessed. The acid curd cheeses were characterized by the adequate storage stability during their storage. The duration of storage period significantly affected changes in the acidity, hardness, whey syneresis and water content. A statistically significant increase of those indicators was found. The acid curd cheeses were characterized by a stable fat content and a stable water activity throughout the research period. The lactose-free tvarog was characterized by a higher titratable acidity and a higher hardness as well as by better sensory characteristics.

Key words: acid curd cheese (tvarog), lactose-free tvarog, physico-chemical characteristics, hardness, sensory evaluation ☒

ADAM FLORKIEWICZ, MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ,
SŁAWOMIR PIETRZYK

JAKOŚĆ SENSORYCZNA WARZYW KAPUSTNYCH GOTOWANYCH METODĄ SOUS-VIDE ORAZ TRADYCYJNYMI TECHNIKAMI OBRÓBK HYDROTHERMICZNEJ

Streszczenie

Cechy sensoryczne warzyw kapustnych są znaczącym wyróżnikiem dla konsumentów. Charakterystyczny gorzki posmak tych warzyw wynika głównie z obecności glukozynolanów i jest uważany za podstawową przeszkodę w ich akceptacji. Wiadomo jednak, że sposób przygotowania warzyw do spożycia może w istotnym stopniu wpłynąć na ich cechy sensoryczne.

Celem pracy była ocena sensoryczna czterech gatunków warzyw kapustnych, takich jak: brokuły, kalafior o róży białej, kalafior typu Romanesco i kapusta brukselska, poddanych zróżnicowanej obróbce hydrotermicznej – gotowaniu tradycyjnemu, parowaniu i technice sous-vide. Bezpośrednio po obróbce termicznej warzywa były oceniane sensorycznie z zastosowaniem metod: skalowania (metody 5-punktowej i 9-stopniowej skali hedonicznej), szeregowania do ustalenia preferencji oraz opisowej profilowania sensorycznego z użyciem skali ustrukturuwanej. Dodatkowo przeprowadzono instrumentalny pomiar barwy warzyw. W ocenie przeprowadzonej metodą skalowania przy użyciu skali 5-punktowej nie wykazano istotnego zróżnicowania analizowanych cech sensorycznych w zależności od metody obróbki termicznej. Na podstawie wyników oceny sensorycznej według 9-stopniowej skali hedonicznej stwierdzono, że kalafior, brokuł oraz brukselka przygotowane do spożycia metodą parowania i gotowania metodą sous-vide charakteryzują się wyższą jakością sensoryczną niż tradycyjnie gotowane w wodzie. Ocena przeprowadzona metodą opisową profilowania sensorycznego z użyciem skali ustrukturuwanej umożliwiła wykazanie, że tekstura zarówno warzyw gotowanych metodą sous-vide, jak i parowanych była wyżej oceniana niż gotowanych tradycyjnie. Jak wykazano na podstawie instrumentalnego pomiaru barwy i obliczonej na tej podstawie wartości ΔE , barwa warzyw przygotowanych metodą sous-vide była najbardziej zbliżona do barwy warzyw surowych.

Słowa kluczowe: warzywa kapustne, sous-vide, parowanie, gotowanie w wodzie, jakość sensoryczna

*Dr inż. A. Florkiewicz, dr hab. inż. S. Pietrzyk, Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności, dr inż. M. Bączkiewicz, Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków.
Kontakt: adam.florkiewicz@urk.edu.pl*

Wprowadzenie

Warzywa odgrywają istotną rolę w żywieniu człowieka, są bogatym źródłem witamin, składników mineralnych, błonnika pokarmowego i związków fitochemicznych [28]. Spożywanie tych produktów korzystnie wpływa na zdrowie człowieka poprzez poprawę funkcjonowania układu pokarmowego czy zmniejszanie ryzyka chorób przewlekłych, takich jak choroby serca, cukrzyca i niektóre formy nowotworów.

Cechy sensoryczne warzyw kapustnych są znaczącym wyróżnikiem dla konsumentów [6]. Jest to szczególnie istotne w przypadku dzieci, które przede wszystkim kierują się preferencjami sensorycznymi przy wyborze żywności [1, 27] i nie są podatne na komunikaty zdrowotne [31]. U ludzi występuje wrodzona skłonność do wyboru produktów o smaku słodkim i niechęć – do gorzkich [30]. Warzywa kapustne, takie jak: kapusta, brokuły, kalafior, brukselka, jarmuż czy kapusta pekińska są bogatym źródłem glukozynolanów (GLS). Charakterystyczny gorzki smak tych warzyw jest związany głównie z obecnością GLS [5] i jest uważany za czynnik ograniczający ich akceptowalność [6, 7]. Równocześnie silne właściwości antykancerogenne produktów rozpadu GLS stanowią ważną przesłankę do większego spożycia warzyw kapustnych w kontekście profilaktyki chorób nowotworowych [8].

Warzywa często nie są spożywane w postaci surowej, ale są np. gotowane w wodzie, na parze lub smażone. Niekiedy łączy się je z innymi składnikami przed spożyciem. Sposób przygotowywania warzyw wpływa nie tylko na ich skład chemiczny, ale także na cechy sensoryczne. Warzywa, które są gotowane tradycyjnie, gotowane na parze lub poddawane działaniu mikrofal tracą składniki odżywcze, ponieważ ściany komórkowe ulegają uszkodzeniu w wyniku działania wysokiej temperatury, co przyczynia się do wypłukiwania składników odżywczych z komórek [2]. Metoda sous-vide staje się coraz bardziej popularną formą obróbki termicznej żywności. Pozwala ona na tworzenie potraw o unikatowych właściwościach sensorycznych, a ponadto ogranicza straty wielu składników odżywczych [9]. Metoda sous-vide korzystniej wpływa także na teksturę warzyw w porównaniu z gotowaniem tradycyjnym. Jak sugeruje Baldwin [2], wyższa retencja składników odżywczych może zintensyfikować smak, co w konsekwencji spowoduje, że stanie się on w przypadku niektórych warzyw zbyt wyraźny dla konsumentów. W dostępnej literaturze nieliczne prace dotyczą wpływu gotowania w niskiej temperaturze i w opakowaniu próżniowym na jakość sensoryczną różnych warzyw kapustnych.

Celem pracy była ocena sensoryczna czterech wybranych warzyw kapustnych (*Brassica*) poddanych obróbce sous-vide w porównaniu z warzywami gotowanymi tradycyjnie w wodzie lub na parze.

Materiał i metody badań

Badany materiał stanowiły cztery gatunki warzyw kapustnych: brokuły, kalafior o róży białej, kalafior typu Romanesco i kapusta brukselska. Warzywa (5 kg świeżej masy każdego) myto, osuszano i krojono na cztery lub osiem części (za wyjątkiem kapusty brukselskiej). Tak przygotowany materiał dzielono na trzy części i poddawano obróbce cieplnej: gotowaniu metodą sous-vide, gotowaniu tradycyjnemu i parowaniu. Bezpośrednio po obróbce termicznej warzywa były poddawane ocenie sensorycznej.

Warzywa przed gotowaniem metodą sous-vide zapakowano próżniowo (urządzenie do pakowania próżniowego VBN-4, RM Gastro, Czechy), a następnie gotowano w temp. 90 °C przez ok. 45 - 50 min metodą sous-vide (model 225 448, HENDI, Niemcy). Gotowanie tradycyjne w wodzie destylowanej przez ok. 10 - 15 min prowadzono na trzonie elektrycznym indukcyjnym przy zachowaniu proporcji surowca do wody 1 : 3 (m : v) (Kuchnia indukcyjna, HENDI, Niemcy). Parowanie warzyw prowadzono z wykorzystaniem pieca Combi-Steam (model 225 547, HENDI, Niemcy) w temp. 100 °C przez 7 min.

Analizę sensoryczną przeprowadzano w laboratorium sensorycznym, spełniającym standardy PN-EN ISO 8589:2010 [22]. W ocenie wziął udział 14-osobowy panel sprawdzony pod względem wrażliwości sensorycznej zgodnie z normą PN-ISO 3972:1998 [21] i przeszkolony do oceny badanych produktów. Każdą zakodowaną próbkę poddawano ocenie sensorycznej metodami:

- skalowania według PN-ISO 4121:1998 [23] – metodą 5-punktową;
Jako charakterystyczne i istotne dla jakości sensorycznej warzyw wybrano cechy, którym przypisano i zdefiniowano 5 poziomów jakości: 5 – jakość najwyższa, bardzo dobra do 1 – jakość najniższa, niedostateczna. Poszczególnym cechom jakościowym przyporządkowano współczynniki ważkości odpowiednio: wygląd ogólny – 0,1, barwa – 0,1, tekstura oceniana z użyciem sztućców (twardość – 0,1), tekstura oceniana w jamie ustnej (twardość – 0,05, kruchość – 0,05, spoistość – 0,05, wilgotność – 0,05), zapach – 0,2, smak – 0,2 i dodatkowo słoność – 0,1. Procedura postępowania podczas oceny cech była każdorazowo dołączana do karty ocen. Na podstawie spostrzeżeń i podanych określeń słownych oceniający oceniali każdy wyróżnik jakościowy warzywa w skali 1 - 5, następnie oceny te mnożono przez odpowiednie współczynniki ważkości, a oceny cząstkowe sumowano i uzyskiwano ocenę końcową jakości sensorycznej badanego produktu.
- skalowania – metodą 9-stopniowej skali hedonicznej [23];
Każdy produkt był oceniany według 9-stopniowej skali pożądalności (od 1 – bardzo nie lubię do 9 – bardzo lubię).
- szeregowania do ustalenia preferencji – zgodnie z ISO 8587:2006 [15];
W celu określenia preferencji z uwagi na sposób termicznej obróbki każdego z warzyw zastosowano metodę szeregowania. Zadaniem oceniających było uszerego-

wanie próbek każdego warzywa pod względem najkorzystniejszej (z uwagi na jakość sensoryczną) metody jego gotowania.

- opisową profilowania sensorycznego – z zastosowaniem skali ustrukturowanej według PN-EN ISO 13299:2016-05 [24].

W celu określenia profilu sensorycznego każdego z badanych warzyw, przed przystąpieniem do właściwej oceny, lider zespołu i oceniający dobrali metodą konsensusu charakterystyczne cechy, których natężenie określano w postaci skali trzy-, cztery- lub pięciostopniowej dwukierunkowej (np. słoność: niesłony, lekko za mało słony, w sam raz słony, lekko za słony, bardzo za słony). Wybrane cechy były zbieżne z cechami ocenianymi metodą 5-punktową. Oceniający poprzez zaznaczenie na skali wyrażali natężenie i stopień akceptacji każdej cechy.

Pomiar barwy prowadzono w systemie CIE $L^*a^*b^*$ za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-3600d (Minolta Corp., Ramsey, USA). Oznaczenie wykonywano w świetle odbitym, z użyciem obserwatora 10° i iluminantu D65. W celu oceny różnic barwy warzyw obliczano całkowitą różnicę barw (ΔE). Z każdej próby wykonano dziesięć pomiarów.

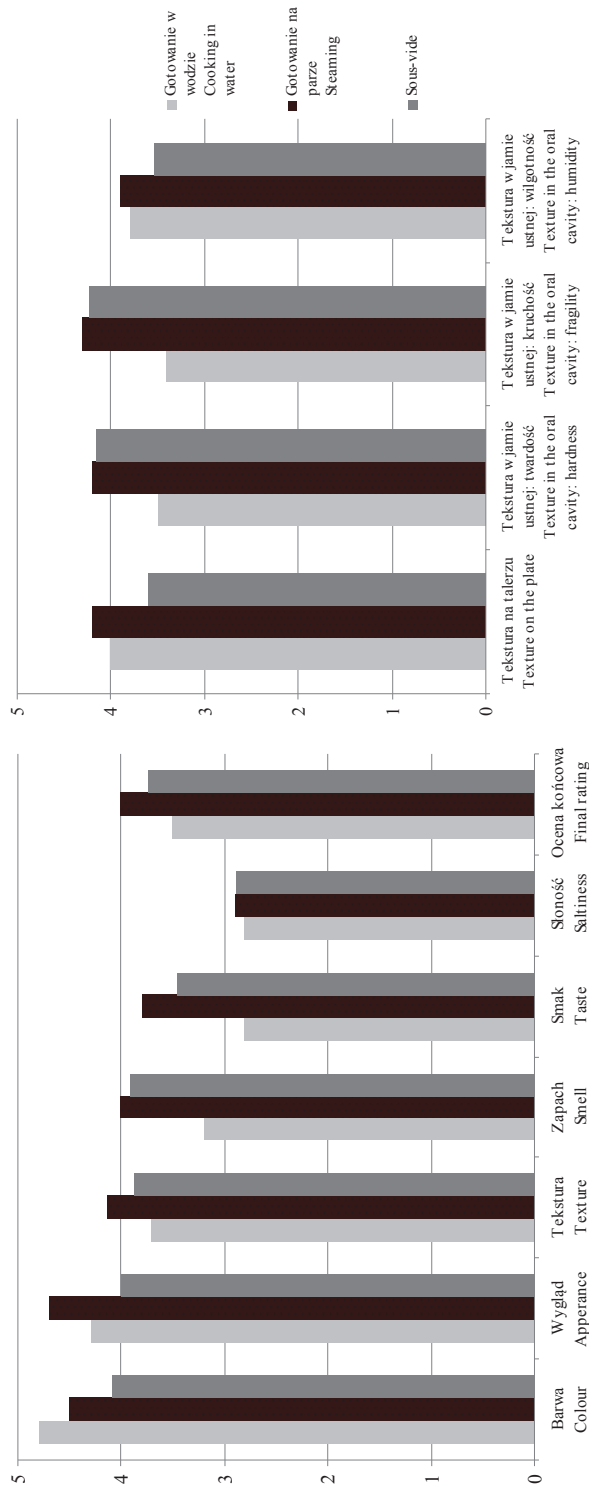
Analizę statystyczną skalowania 5-punktowego przeprowadzono uogólnionym testem Stuarta-Maxwella [3]. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu oprogramowania napisanego na potrzeby tej pracy w języku Python. Wszystkie obliczenia wykonano na poziomie istotności $p < 0,05$. Wyniki dotyczące pozostałych metod oceny sensorycznej oraz instrumentalnego pomiaru barwy poddano dwuczynnikowej analizie wariancji (czynnik pierwszy: gatunek warzyw, czynnik drugi: metoda obróbki). Hipotezę o normalności rozkładu wyników weryfikowano testem Shapiro-Wilka, a jednorodności wariancji – testem Lave'ne'a. Różnice pomiędzy wartościami średnimi oceniano za pomocą testu NIR Fishera ($p < 0,05$). Obliczenia wykonano za pomocą pakietu oprogramowania Statistica 10.1 (StatSoft Inc., USA).

Wyniki i dyskusja

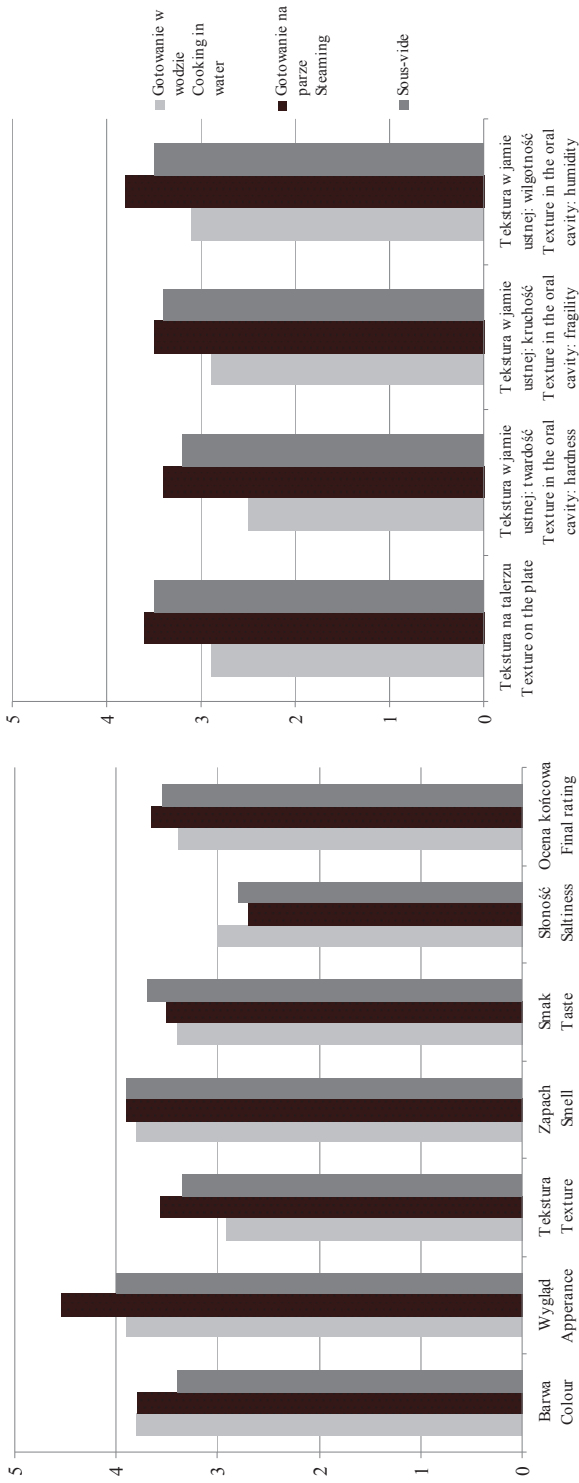
Jakość sensoryczna warzyw kapustnych w większym stopniu wpływa na ich konsumpcję niż wartość odżywcza [16]. W ocenie sensorycznej kalafiora o róży białej przeprowadzonej przy użyciu skali 5-punktowej oceniający przyznali wyższe noty warzywu parowanemu. Niższe oceny przyznano natomiast kalafiorowi gotowanemu w wodzie (rys. 1).

Po przeanalizowaniu wyników poszczególnych wyróżników jakościowych stwierdzono, że jedynie barwa kalafiora gotowanego w wodzie była nieznacznie wyżej oceniana niż parowanego czy przygotowanego metodą sous-vide ($p > 0,05$). Prawdopodobnie barwa kalafiora gotowanego była najbardziej zbliżona do warzywa surowego. Potwierdzają to wyniki instrumentalnego pomiaru barwy (najniższa wartość ΔE).

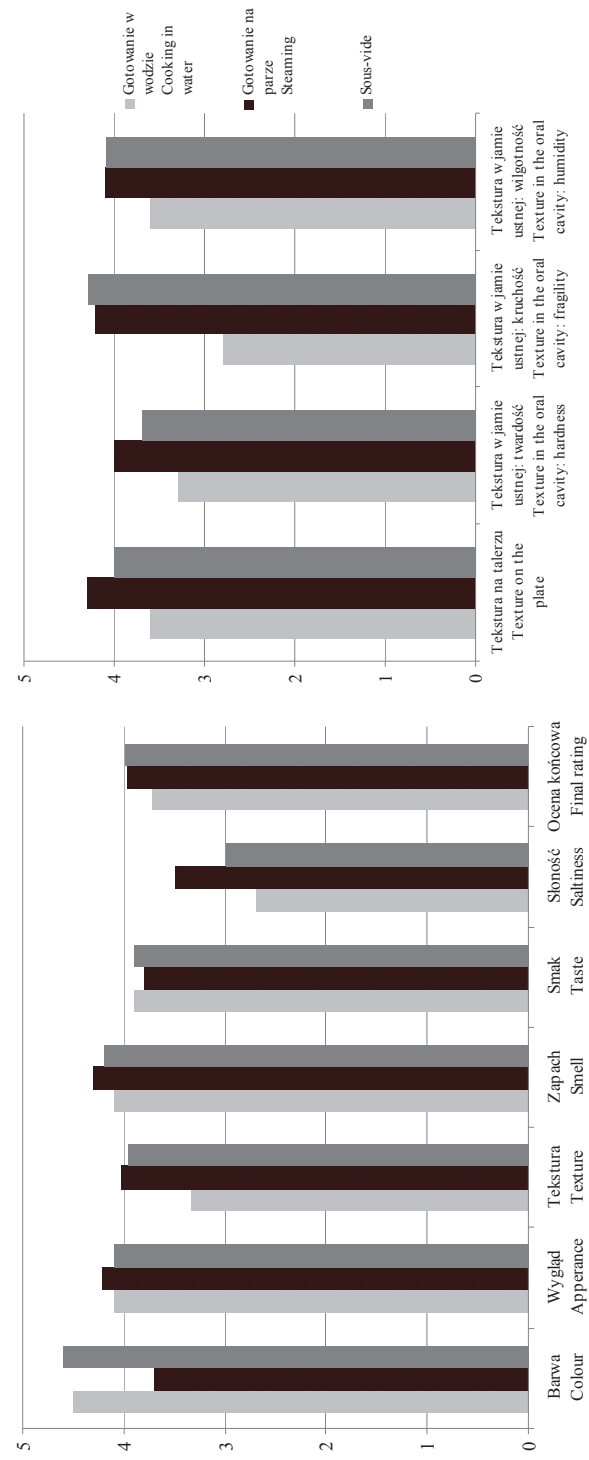
1A Kalafior biały / Cauliflower



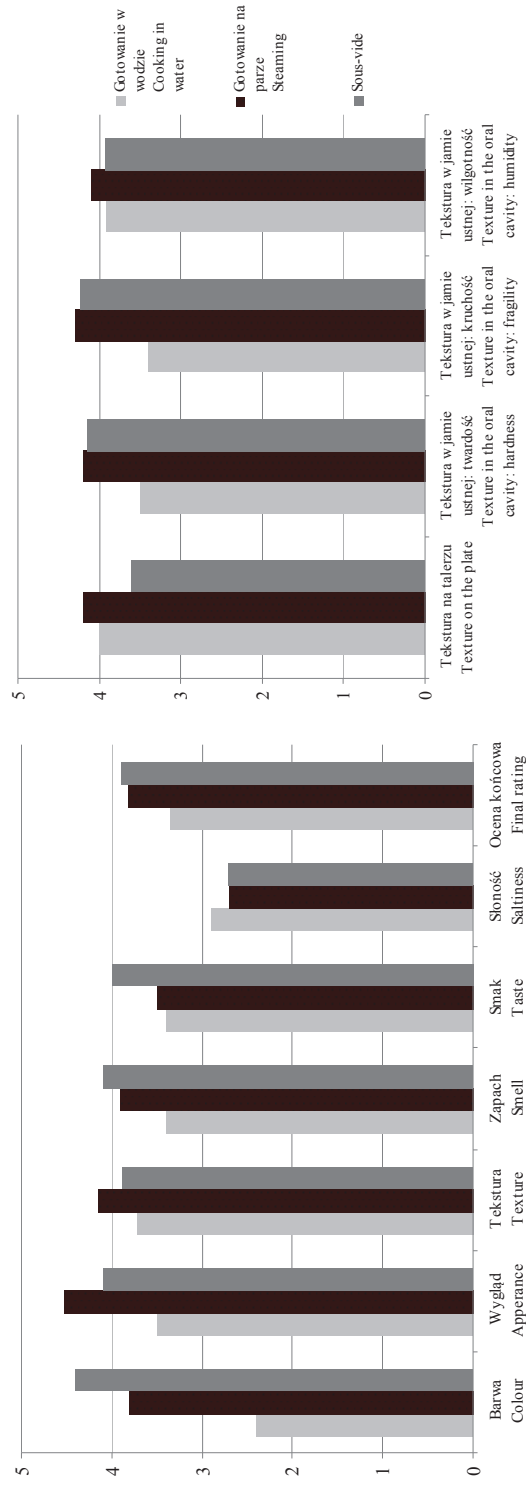
1B Brokuł / Broccoli



1C Kalafior typu Romanesco / Romanesco cauliflower



1D Brukselka / Brussels sprouts



Rys. 1. Wyniki oceny sensorycznej warzyw kapustnych przeprowadzonej metodą 5-punktową
Fig. 1. Results of sensory evaluation of cruciferous vegetables performed using 5-point scale

Kalafior gotowany w wodzie odznaczał się istotnie niższymi wartościami wskaźników L^* oraz a^* niż warzywo parowane czy gotowane sous-vide (tab. 3). Pod względem tekstury, zapachu, słoności kalafiora parowanego i przygotowywanego metodą sous-vide zaobserwowano, że wyniki tych wyróżników były bardzo zbliżone. Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku brokułu. W odniesieniu do tego warzywa należy zauważyć, że niższą ocenę za słoność przyznano warzywom gotowanym w wodzie niż parowanym. Z kolei smak brokułu oraz zapach wyżej oceniane były w przypadku warzywa gotowanego metodą sous-vide. Kalafior typu Romanesco i brukselka przygotowane tą metodą oceniono nieznacznie wyżej w stosunku do tych warzyw przygotowanych pozostałymi metodami kulinarnymi. Spośród ocenianych cech sensorycznych kalafior typu Romanesco gotowany metodą sous-vide odznaczał się lepszą teksturą (ocenianą w jamie ustnej) oraz słonością, a brukselka – barwą, zapachem i smakiem niż warzywa gotowane w wodzie. Zdaniem oceniających jakość sensoryczna kalafiora typu Romanesco parowanego oraz przetworzonego metodą sous-vide była zbliżona. Jednocześnie smak i barwa brukselki poddanej obróbce metodą sous-vide były nieznacznie wyżej ocenione, a wygląd zewnętrzny – niżej niż brukselki parowanej. Różnice obserwowane w ocenie przeprowadzonej metodą skalowania przy użyciu skali 5-punktowej nie były statystycznie istotne. Otrzymane wyniki charakteryzowały się wysoką jednorodnością w odniesieniu do poszczególnych cech sensorycznych. Rodzaj obróbki nie miał istotnego wpływu na cechy sensoryczne gotowego produktu ocenionego tą metodą.

Wyniki oceny z zastosowaniem 9-stopniowej skali hedonicznej potwierdziły, że przygotowywanie kalafiora, brokułu oraz brukselki poprzez ich parowanie i gotowanie metodą sous-vide pozwala na uzyskanie warzyw o wyższej jakości sensorycznej niż po ich tradycyjnym gotowaniu w wodzie (tab. 1).

Niezależnie od zastosowanej metody obróbki podobne oceny ($p > 0,05$) przyznano natomiast kalafiorowi typu Romanesco. Zbliżone wyniki w przypadku obróbki termicznej brokułu uzyskano metodą szeregowania. Zdaniem zespołu oceniającego zarówno parowanie, jak i gotowanie metodą sous-vide pozwala na uzyskanie produktu o zbliżonej jakości sensorycznej (tab. 2).

W przypadku pozostałych warzyw oceniający istotnie częściej wskazywali parowanie jako bardziej preferowaną formę obróbki termicznej niż metodę sous-vide. Jednocześnie, niezależnie od rodzaju warzywa, najmniej pożądanym sposobem ich przygotowania było tradycyjne gotowanie w wodzie ($p < 0,05$). Jakość sensoryczna warzyw była statystycznie istotnie zróżnicowana jedynie w zależności od zastosowanej metody, natomiast gatunek warzyw nie wpływał istotnie na preferencje. Wyniki badań własnych korespondują z rezultatami innych autorów wskazujących, że warzywa gotowane w wodzie w wyniku wypłukiwania rozpuszczalnych związków smakowo-zapachowych są mniej intensywne w smaku niż warzywa gotowane na parze lub „ba-

rierowo” [19, 29, 32]. Mogłoby to wyjaśniać przyznawanie wyższych ocen warzywom parowanym i gotowanym metodą sous-vide niż gotowanym tradycyjnie. Tę samą zależność w stosunku do kalafiora i brokułu wykazali także Mansour i wsp. [17].

Interesujących i szczegółowych wyników dotyczących oceny poszczególnych cech jakościowych dostarczyła metoda opisowa profilowania sensorycznego z wykorzystaniem skali ustrukturuwanej. Barwa kalafiora parowanego i gotowanego metodą sous-vide była właściwa według odpowiednio: 92,9 i 57,1 % oceniających (rys. 2). Pozostała część oceniających wskazała, że barwa warzyw poddanych ww. obróbce uległa niewielkim zmianom. Jednocześnie aż 85,7 % oceniających wskazało, że barwa kalafiora gotowanego tradycyjnie była nieznacznie zmieniona, a tylko według 7,1 % – była właściwa. Należy zauważyć, że wyniki te są odmienne od uzyskanych metodą skalowania z użyciem skali 5-punktowej, według której barwa kalafiora gotowanego tradycyjnie była wyżej oceniona od parowanego i przygotowanego metodą sous-vide. Tradycyjna metoda gotowania była natomiast korzystna w przypadku gotowania brukselki. Ponad połowa oceniających wskazała, że barwa warzywa tak przygotowanego jest właściwa. W ocenie barwy brukselki przygotowanej różnymi metodami można zauważyć, że równie korzystną formą obróbki była technika sous-vide. Według 46,2 % oceniających barwa ta była właściwa lub nieznacznie zmieniona. Jednocześnie parowanie brukselki wpłynęło najbardziej niekorzystnie na barwę warzywa. Ponad 20 % oceniających określiło ją jako mocno zmienioną. Parowanie z kolei dawało najlepsze

Tabela 1. Wyniki oceny pożądalności warzyw kapustnych w 9-stopniowej skali hedonicznej
Table 1. Results of desirability evaluation of cruciferous vegetables in 9-point hedonic scale

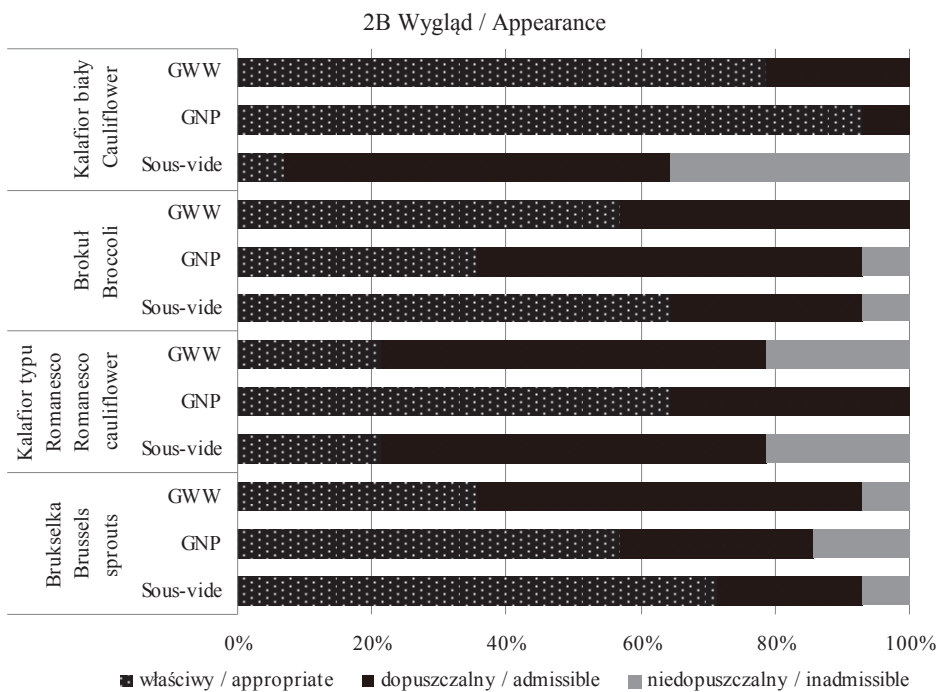
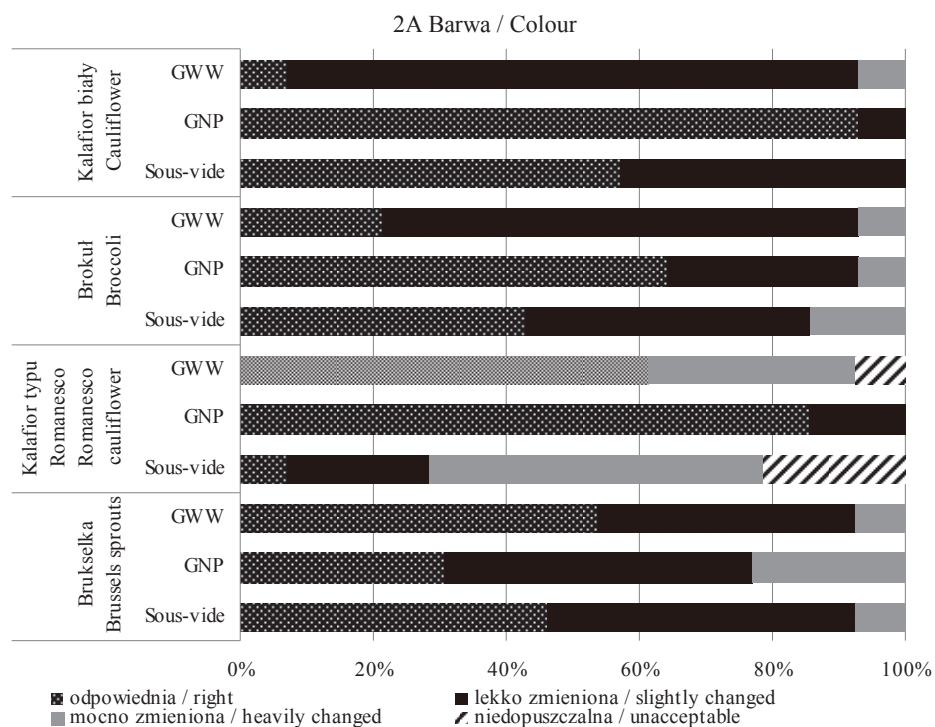
Warzywa (czynniki A) Vegetables (factor A)	Proces termiczny (czynniki B) Thermal process (factor B)						Wyniki analizy wariancji Results of variance analysis		
	Gotowanie w wodzie Cooking in water		Gotowanie na parze Steaming		Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking				
	Średnia Mean	Mediana Median	Średnia Mean	Mediana Median	Średnia Mean	Mediana Median	A	B	A×B
Kalafior biały Cauliflower	3,86 ^a	3	6,07 ^c	6	5,79 ^c	6	0,01	0,00	0,00
Brokuł / Broccoli	3,14 ^a	3	5,46 ^c	6	5,14 ^{bc}	6			
Kalafior typu Romanesco Romanesco cauliflower	5,36 ^c	6	5,71 ^c	6	6,21 ^c	7			
Brukselka Brussels sprouts	4,07 ^{ab}	4	6,07 ^c	6	5,29 ^{bc}	5			

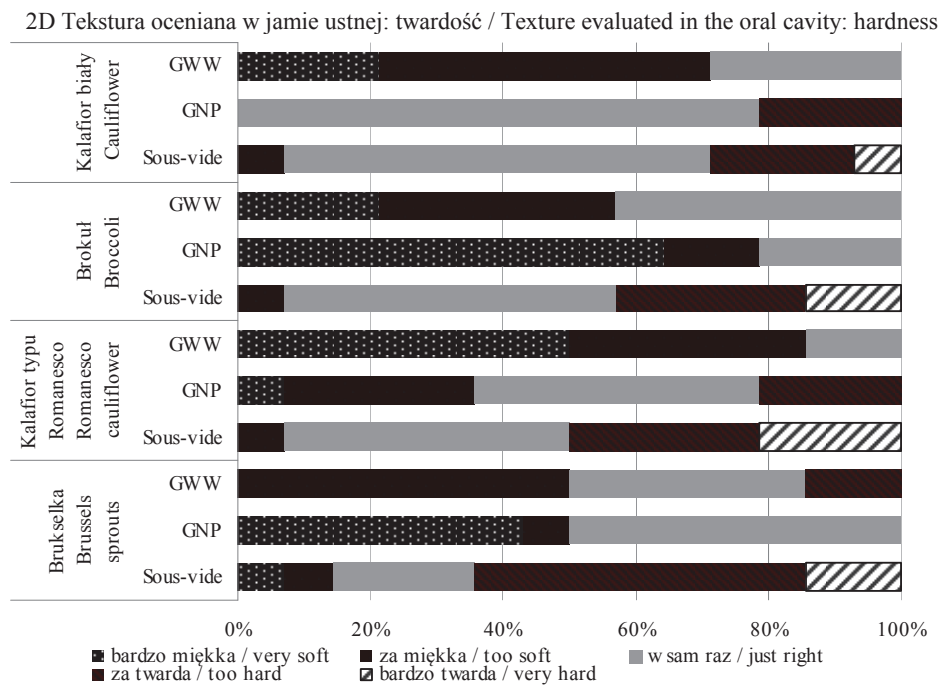
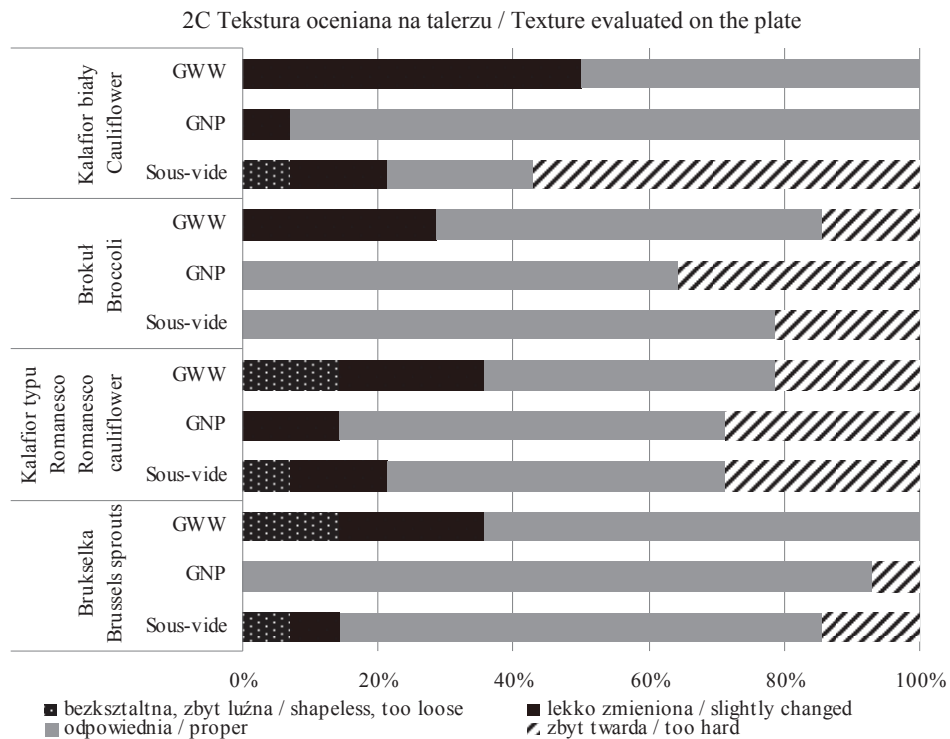
Objaśnienia / Explanatory notes:

a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

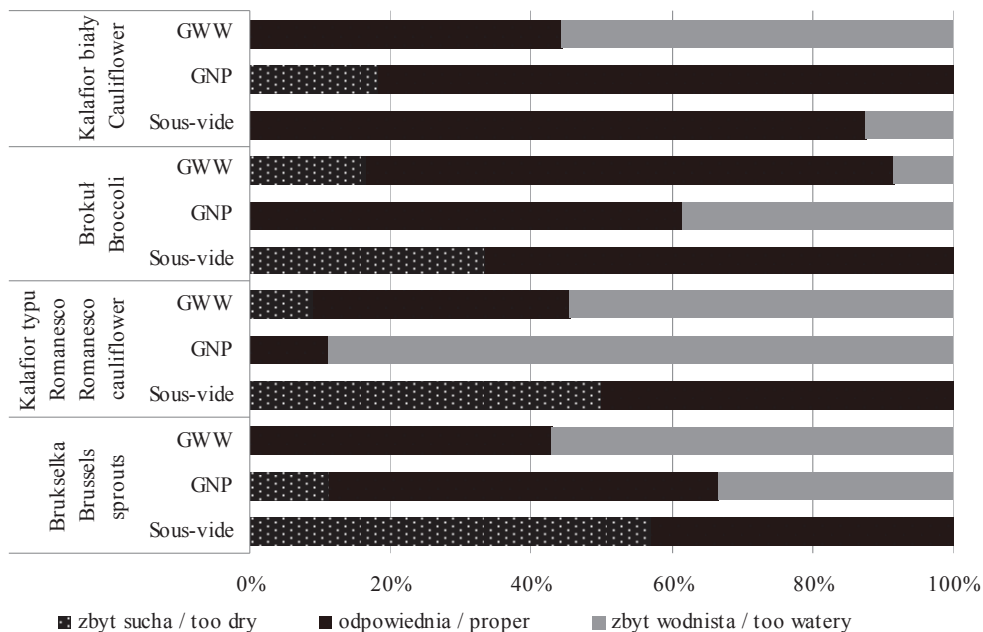
Tabela 2. Wyniki oceny preferencji w odniesieniu do warzyw kapustnych metodą szeregowania
Table 2. Results of preference rating-based evaluation with reference to cruciferous vegetables

Warzywa Vegetables	Proces termiczny Thermal process	Oceniający / Evaluator														Suma rang Total rank rating	Kolejność preferencji Order of preferences
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Kalafior biały Cauliflower	Gotowanie w wodzie Cooking in water	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	1	3	1	1	34	III
	Gotowanie na parze Steaming	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	3	2	21	I
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	2	2	1	2	1	3	1	2	2	3	3	2	2	3	29	II
Brokuł Broccoli	Gotowanie w wodzie Cooking in water	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	2	2	3	37	III
	Gotowanie na parze Steaming	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	3	1	2	23	I
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	1	1	1	2	1	1	2	3	2	3	2	1	3	1	24	II
Kalafior typu Romanesco Romanesco cauliflower	Gotowanie w wodzie Cooking in water	3	3	3	2	3	3	1	1	2	2	2	2	3	3	33	III
	Gotowanie na parze Steaming	1	1	2	3	1	3	2	3	1	3	1	1	1	1	24	I
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	2	2	1	1	2	1	3	2	3	1	3	3	2	2	28	II
Brukselka Brussels sprouts	Gotowanie w wodzie Cooking in water	2	3	1	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	32	III
	Gotowanie na parze Steaming	1	2	2	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	20	I
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	3	1	3	3	1	1	1	3	3	2	3	3	2	1	30	II

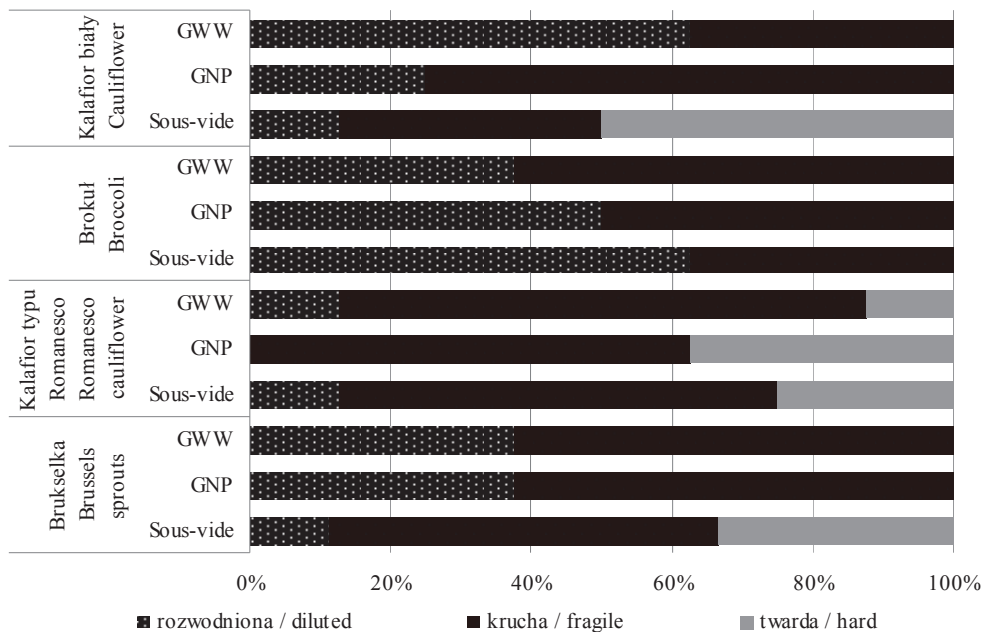


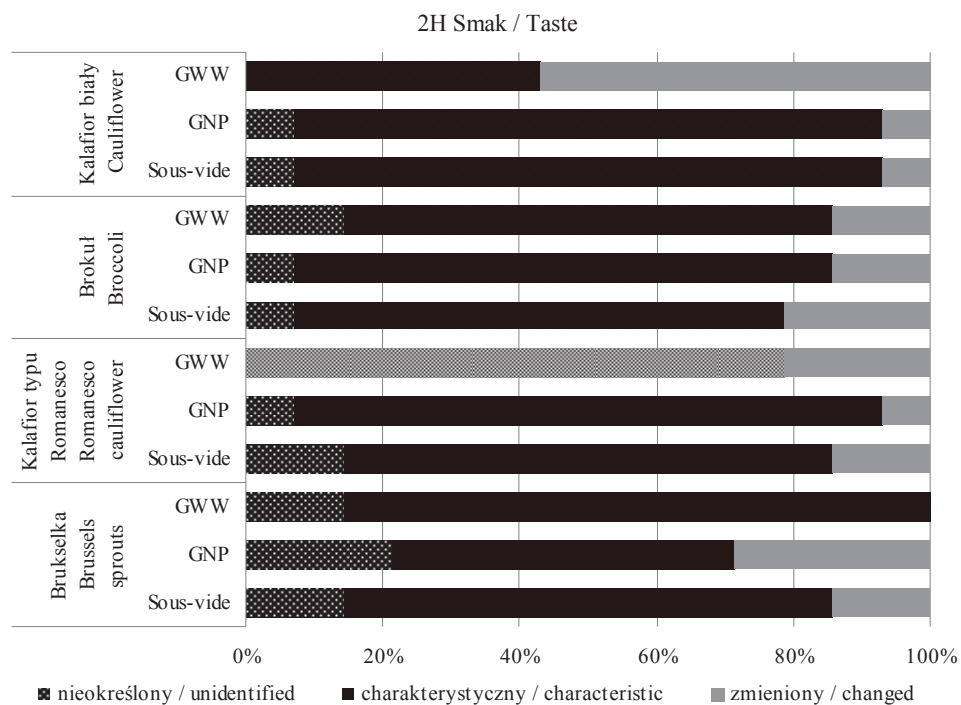
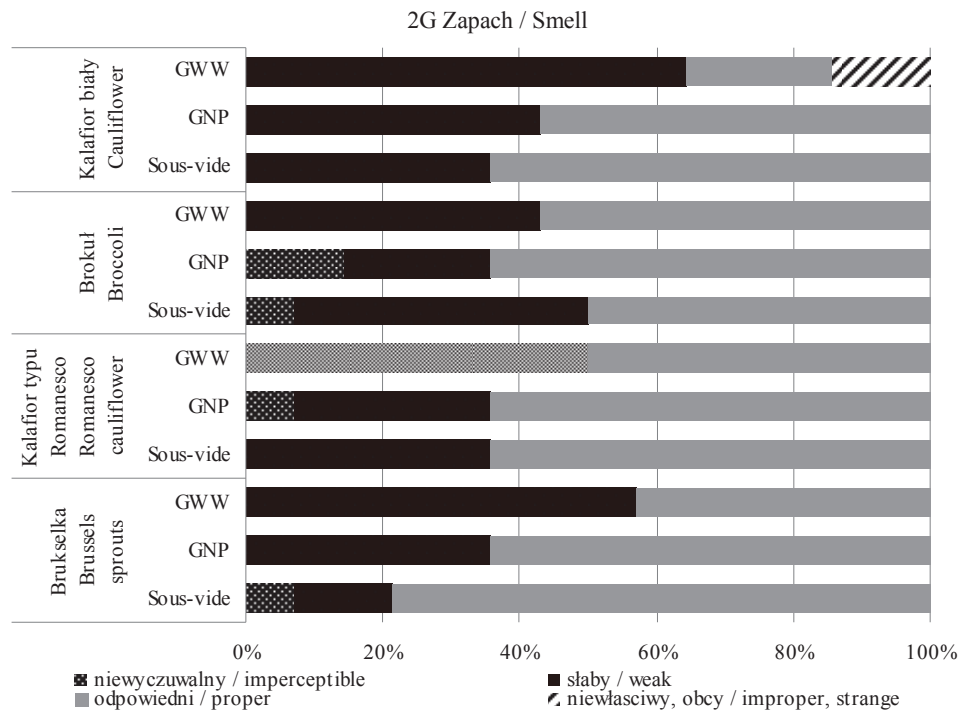


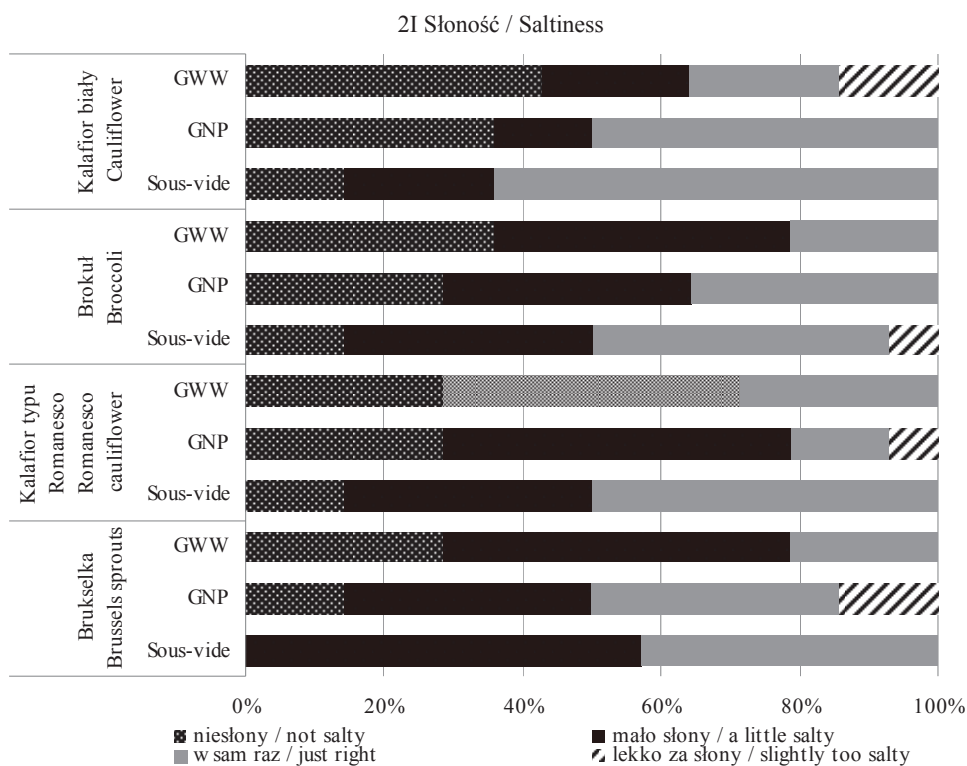
2E Tekstura oceniana w jamie ustnej: wilgotność / Texture evaluated in the oral cavity: humidity



2F Tekstura oceniana w jamie ustnej: kruchość / Texture evaluated in the oral cavity: fragility







Objaśnienia / Explanatory notes:

GWW – Gotowanie w wodzie / Cooking in water; GNP – Gotowanie na parze / Steaming

Rys. 2. Wyniki oceny opisowego profilowania sensorycznego warzyw kapustnych z wykorzystaniem skali ustrukturuwanej

Fig. 2. Evaluation results of descriptive sensory profiling of cruciferous vegetables using structured scale

rezultaty w przypadku brokułu. Zdaniem zdecydowanej większości ocenających barwa tak przygotowanego warzywa była właściwa. Po przeanalizowaniu wyników dotyczących oceny tej cechy jakościowej można zauważyć, że metoda sous-vide w sposób niekorzystny wpłynęła na barwę kalafiora typu Romanesco. Ponad jedna czwarta ocenających uznała, że była ona nie do zaakceptowania. Brukselka i brokuł przygotowane metodą sous-vide odznaczały się właściwym (odpowiednio: 71,4 i 64,3 %) lub dopuszczalnym wyglądem (21,4 i 28,6 %). W przypadku pozostałych technik oceny były niższe. Z kolei najkorzystniejszą pod względem wyglądu warzyw formą obróbki termicznej kalafiora typu Romanesco było parowanie (według 64,3 % ocenających), kalafiora o różę białej – parowanie lub gotowanie w wodzie (odpowiednio 92,9 i 78,6 %), a brokułu – sous-vide (64,3 %). Zmian barwy warzyw kapustnych, będących wynikiem obróbki hydrotermicznej, dowodzą wyniki uzyskane przez innych autorów

[18, 25, 33], przy czym nie można wskazać jednoznacznej tendencji zmian. Dla przykładu Martinez-Hernandez i wsp. [18] wykazali, że o ile gotowanie brokułu metodą sous-vide powoduje pojaśnienie barwy, to gotowanie tego warzywa w wodzie pozwala na zachowanie naturalnej zielonej barwy charakterystycznej dla warzywa świeżego. Utrata intensywności barwy zielonej związana jest z degradacją chlorofilu i powstawaniem feofityny w wyniku zastąpienia jonu Mg^{+} przez H^{+} w pierścieniu porfirynowym. Z kolei Zhong i wsp. [33] wykazali, że barwa brokułu gotowanego mikrofalowo w wodzie lub parowanego staje się bardziej żółta, podczas gdy tego zjawiska nie obserwuje się w czasie mikrofalowania brokułu zapakowanego w rękaw (*steamable bag*), co jest techniką zbliżoną do metody sous-vide.

Cechy sensoryczne, takie jak: barwa, zapach, wygląd, atrakcyjne opakowanie są pierwszymi atrybutami produktu, na które konsument zwraca uwagę podczas podejmowania decyzji o zakupie artykułu spożywczego. Ocena tekstury produktu następuje najczęściej dopiero w trakcie spożywania żywności, niemniej jednak odgrywa ona równie istotną rolę. Tekstura warzyw analizowanych na talerzu, zarówno parowanych, jak i gotowanych metodą sous-vide była wysoko oceniona, niższe oceny tego parametru przyznano warzywom gotowanym tradycyjnie ($p < 0,05$). Wyjątek stanowił kalafior, bowiem lepszą teksturą odznaczało się warzywo gotowane w wodzie niż przygotowane metodą sous-vide. Odmienne wyniki uzyskali Mansour i wsp. [17]. Autorzy ci wykazali, że tekstura kalafiora poddanego tradycyjnej obróbce hydrotermicznej była niżej oceniana niż na przykład przygotowanego z wykorzystaniem mikrofal. Jednocześnie badacze potwierdzili, że parowanie brokułu jest korzystną formą obróbki w kontekście nie tylko zachowania właściwego zapachu, ale także tekstury. Wysoka temperatura indukuje zmiękczenie tkanek, co w konsekwencji ułatwia żucie. Odpowiednia tekstura warzyw gotowanych istotna jest z uwagi na ich akceptację nie tylko przez osoby dorosłe, ale także, a może przede wszystkim, przez dzieci. Poelman i wsp. [26] w badaniach z udziałem dzieci w wieku 5 - 6 lat stwierdzili, że bardziej akceptowane przez nie są warzywa twardsze, chrupiące, dlatego też preferują one raczej te surowe niż gotowane. Analiza wyników dotyczących oceny poszczególnych parametrów tekstury, takich jak twardość i wilgotność pozwala zauważyć, że najwięcej ocen pozytywnych przyznano warzywom parowanym. W przypadku kruchości warzyw (z wyjątkiem kalafiora) najkorzystniejsze było natomiast ich tradycyjne gotowanie w wodzie. Gotowanie na parze wymaga najczęściej dłuższego czasu obróbki niż gotowanie tradycyjne w wodzie w celu uzyskania zbliżonej tekstury. Podobnie jest w przypadku przygotowania warzyw metodą sous-vide, ponieważ obniżenie temperatury powoduje automatycznie wydłużenie czasu obróbki [10, 20]. Jednocześnie należy podkreślić, że zastosowanie metody sous-vide, podobnie jak gotowanie pod zwiększonym ciśnieniem, skutkuje większą soczystością warzyw, czemu sprzyja wcześniejsze ich zapakowanie [18]. Guillen i wsp. [12] nie wykazali zróżnicowania twardości brokułu w zależności

od metody obróbki (gotowanie tradycyjne przez 12 min, gotowanie sous-vide przez 17 min).

Brukselka, kalafior typu Romanesco i kalafior o róży białej przygotowane metodą sous-vide odznaczały się właściwym zapachem, odpowiednio dla [%]: 78,6, 64,3, 64,3 oceniających. Niżej oceniono zapach warzyw gotowanych tradycyjnie. Ponadto w przypadku kalafiora o róży białej, zdaniem 14,1 % oceniających, warzywo gotowane tradycyjnie odznaczało się niewłaściwym lub obcym zapachem. Takiej sytuacji nie stwierdzono w przypadku pozostałych warzyw czy technik kulinarnych. Poelman i wsp. [26] wykazali, że zapach brokułu i kalafiora parowanego jest wyżej oceniany niż gotowanego tradycyjnie. Zdaniem Martinez-Hernandez i wsp. [18] gotowanie tradycyjne pozwala natomiast na uzyskanie istotnie lepszego zapachu brokułu niż ich parowanie. Jednocześnie autorzy nie wykazali istotnych różnic w ocenie tego parametru pomiędzy gotowaniem w wodzie a metodą sous-vide.

W przypadku smaku warzyw w zależności od formy obróbki termicznej nie wykazano jednoznacznych tendencji. Właściwa słoność to cecha sensoryczna najczęściej wskazywana w przypadku warzyw gotowanych w niższej temperaturze po zapakowaniu próżniowym (niezależnie od ich rodzaju) w porównaniu z warzywami poddawanymi innym technikom kulinarnym. Było to wynikiem ochronnego wpływu wcześniejszego pakowania, które zabezpieczało warzywa przed bezpośrednim kontaktem ze środowiskiem wodnym. Brak istotnych różnic smaku brokułów w zależności od metody obróbki stwierdzili Martinez-Hernandez i wsp. [18]. Taki sam wniosek sformułowali Mansour i wsp. [17] w odniesieniu do kalafiora. Iborra-Bernad i wsp. [14] z kolei wskazują, że technika sous-vide pozwala na uzyskanie lepszego smaku kapusty czerwonej w porównaniu z jej tradycyjnym gotowaniem.

Na podstawie instrumentalnego pomiaru barwy i obliczonej całkowitej różnicy barw (ΔE) wykazano, że barwa warzyw przygotowanych metodą sous-vide (za wyjątkiem kalafiora) była najbardziej zbliżona do barwy warzyw surowych (tab. 3).

Jednocześnie największą zmianę barwy (w stosunku do surowca) odnotowano w przypadku gotowania w wodzie brokułu, kalafiora typu Romanesco i brukselki, co było zapewne związane z niekorzystnymi przemianami chlorofilu. Jak wskazują Greve i wsp. [11] oraz Heaton i Marangoni [13], wysoka temperatura stosowana podczas obróbki hydrotermicznej warzyw zielonych powoduje degradację pigmentów chlorofilowych oraz deformację strukturalną tkanek roślinnych, co sprzyja stopniowemu pogarszaniu się konsystencji produktu. W przypadku kalafiora o róży białej i brokułu wszystkie zastosowane metody obróbki spowodowały w stosunku do surowca istotne obniżenie wartości parametru L^* . Wyniki te są zbieżne z rezultatami otrzymanymi przez dos Reisa i wsp. [4], którzy stwierdzili, że każdy rodzaj obróbki termicznej (gotowanie, parowanie, sous-vide, mikrofalowanie) kalafiora i brokułu powoduje istotne ($p < 0,05$) obniżenie wartości tego parametru.

Tabela 3. Wyniki pomiarów składowych barwy w systemie CIE L*a*b*

Table 3. Results of measured colour parameters in CIE L*a*b*system

Warzywa Vegetables	Proces termiczny Thermal process	L*	a*	b*	ΔE
Kalafior biały Cauliflower	Surowy / Raw	66,89 ^c ± 2,92	3,94 ^c ± 0,66	13,40 ^c ± 0,37	-
	Gotowanie w wodzie Cooking in water	41,36 ^a ± 1,89	0,18 ^a ± 0,39	11,17 ^a ± 0,92	16,13
	Gotowanie na parze Steaming	45,72 ^b ± 5,14	0,44 ^b ± 0,35	13,15 ^b ± 0,33	21,46
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	48,65 ^b ± 5,13	0,65 ^b ± 0,26	10,03 ^a ± 0,31	18,83
Brokuł Broccoli	Surowy / Raw	21,07 ^d ± 0,08	0,85 ^a ± 1,04	8,97 ^a ± 1,76	-
	Gotowanie w wodzie Cooking in water	13,00 ^a ± 1,05	1,42 ^{bc} ± 0,65	10,23 ^a ± 1,89	8,48
	Gotowanie na parze Steaming	18,89 ^c ± 0,99	1,21 ^b ± 1,24	14,40 ^b ± 0,84	5,86
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	16,86 ^b ± 0,81	2,32 ^c ± 0,08	10,03 ^a ± 1,27	4,58
Kalafior typu Romanesco Romanesco cauliflower	Surowy / Raw	31,72 ^b ± 6,34	-1,13 ^a ± 0,30	27,70 ^b ± 0,81	-
	Gotowanie w wodzie Cooking in water	19,59 ^a ± 1,71	-1,16 ^a ± 0,28	28,10 ^b ± 0,49	15,47
	Gotowanie na parze Steaming	32,11 ^b ± 0,86	1,67 ^c ± 0,38	22,25 ^a ± 0,21	11,39
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	30,91 ^b ± 1,06	0,64 ^b ± 0,14	29,60 ^b ± 0,49	9,55
Brukselka Brussels sprouts	Surowy / Raw	25,18 ^b ± 1,26	-5,02 ^a ± 1,07	16,71 ^c ± 0,06	-
	Gotowanie w wodzie Cooking in water	20,01 ^a ± 0,75	-4,59 ^a ± 0,56	11,00 ^a ± 0,83	16,21
	Gotowanie na parze Steaming	29,77 ^c ± 1,41	1,18 ^b ± 0,14	13,62 ^b ± 0,33	8,79
	Gotowanie sous-vide Sous-vide cooking	27,60 ^b ± 1,97	2,77 ^c ± 0,57	20,36 ^d ± 2,69	8,94

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation; a, b, c – wartości średnie oznaczone różnymi literami różną się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Wnioski

1. Na podstawie wyników uzyskanych metodą skalowania przy użyciu skali 5-punktowej nie wykazano istotnego różnicowania jakości sensorycznej warzyw w zależności od metody ich obróbki termicznej.
2. Rezultaty oceny jakości z wykorzystaniem 9-stopniowej skali hedonicznej są potwierdzeniem, że przygotowanie do spożycia kalafiora, brokuła oraz brukselki poprzez ich parowanie i gotowanie metodą sous-vide pozwala na uzyskanie warzyw o wyższej

dobne wyniki w przypadku obróbki termicznej brokułu uzyskano po zastosowaniu metody szeregowania.

3. Przeprowadzona ocena metodą opisową profilowania sensorycznego z wykorzystaniem skali ustrukturuwanej umożliwiła wykazanie, że tekstura zarówno warzyw gotowanych metodą sous-vide, jak i parowanych była wyżej oceniana niż gotowanych tradycyjnie.
4. Na podstawie instrumentalnego pomiaru barwy i obliczonej wartości ΔE wykazano, że barwa warzyw przygotowanych metodą sous-vide była najbardziej zbliżona do barwy warzyw surowych.
5. Zastosowane metody badawcze nie pozwoliły na jednoznaczną ocenę przydatności poszczególnych technik obróbki hydrotermicznej warzyw.

Literatura

- [1] Bere E., Klepp K.I.: Changes in accessibility and preferences predict children's future fruit and vegetable intake. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2005, 2 (1), #15.
- [2] Baldwin D.E.: Sous vide cooking: A review. *I. J. G. F. S.*, 2012, 1, 15-30.
- [3] Bi J.: Sensory discrimination tests and measurements statistical principles, procedures and tables. Blackwell Publishing Professional, Iowa, USA 2006.
- [4] Dos Reis L.C.R., de Oliveira V.R., Hagen M.E.K., Jablonski A., Flôres S.H., de Oliveira Rios A.: Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *LWT - Food Sci. Technol.*, 2015, 63, 177-183.
- [5] Drewnowski A., Gomez-Carneros C.: Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: A review. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, 72(6), 1424-1435.
- [6] Cox D.N., Melo L., Zabaras D., Delahunty C.M.: Acceptance of health-promoting *Brassica* vegetables: The influence of taste perception, information and attitudes. *Public Health Nutr.*, 2012, 15 (8), 1474-1482.
- [7] Engel E., Baty C., le Corre D., Souchon I., Martin N.: Flavor-active compounds potentially implicated in cooked cauliflower acceptance. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50 (22), 6459-6467.
- [8] Florkiewicz A., Ciska E., Filipiak-Florkiewicz A., Topolska K.: Comparison of sous-vide methods and traditional hydrothermal treatment on GLS content in *Brassica* vegetables. *Eur. Food Res. Technol.*, 2017, 243 (9), 1507-1517.
- [9] Florkiewicz A., Berski W.: Application of sous vide method as an alternative to traditional vegetable cooking to maximize the retention of minerals. *J. Food Process. Preserv.*, 2018, 42, #13508, 1-9.
- [10] Galgano F., Favati F., Caruso M., Pietrafesa A., Natella S.: The influence of processing and preservation on the retention of health-promoting compounds in broccoli. *J. Food Sci.*, 2007, 72 (2), S130-S135.
- [11] Greve L.C., Shackel K.A., Ahmadi H., McArdle R.N., Gohlke J.M., Labavitch, J.M.: Impact of heating on carrot firmness: Contribution of cellular Turgor. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, 42, 2896-2899.
- [12] Guillén S., Mir-Bel J., Oria R., Salvador M.L.: Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chem.*, 2017, 217, 209-216.

- [13] Heaton J.W., Marangoni A.G.: Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. *Trends Food Sci. Technol.*, 1996, 7, 8-15.
- [14] Iborra-Bernad C., Tárrega A., García-Segovia P., Martínez-Monzó J.: Advantages of sous-vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2014, 56, 2, 451-460.
- [15] ISO 8587:2006. Sensory analysis. Methodology. Ranking.
- [16] Kala A., Prakash J.: The comparative evaluation of the nutrient composition and sensory attributes of four vegetables cooked by different methods. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2006, 41, 163-171.
- [17] Mansour A.A., Elshimy N.M., Shekib L.A., Sharara M.S.: Effect of domestic processing methods on the chemical composition and organoleptic properties of broccoli and cauliflower. *Am. J. Food Nutr.*, 2015, 3 (5), 125-130.
- [18] Martínez-Hernández G.B., Artés-Hernández F., Colares-Souza F., Gómez P.A., García-Gómez P., Artés F.: Innovative cooking techniques for improving the overall quality of a kailan-hybrid broccoli. *Food Bioprocess. Technol.*, 2013, 6, 2135-2149.
- [19] Nunn M.D., Giraud D.W., Parkhurst A.M., Hamouz F.L., Driskell J.A.: Effects of cooking methods on sensory qualities and carotenoid retention in selected vegetables. *J. Food Quality*, 2006, 29, 445-457.
- [20] Pellegrini N., Chiavaro E., Gardana C., Mazzeo T., Contino D., Gallo M., Riso P., Fogliano V., Porrini M.: Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58(7), 4310-4321.
- [21] PN-ISO 3972:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej.
- [22] PN-EN ISO 8589:2010. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [23] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [24] PN-EN ISO 13299:2016-05. Analiza sensoryczna. Metodyka. Ogólne wytyczne ustalania profilu sensorycznego.
- [25] Poelman A.A.M., Delahunty C.M.: The effect of preparation method and typicality of colour on children's acceptance for vegetables. *Food Qual. Prefer.*, 2011, 22 (4), 355-364.
- [26] Poelman A.A.M., Delahunty C.M., de Graaf C.: Cooking time but not cooking method affects children's acceptance of *Brassica* vegetables. *Food Qual. Prefer.*, 2013, 28, 441-448.
- [27] Rasmussen M., Krølner R., Klepp K.-I., Lytle L., Brug J., Bere E., Due P.: Determinants of fruit and vegetable consumption among children and adolescents: A review of the literature. Part I: Quantitative studies. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2006, 3 (1), #22.
- [28] Silva D.J.: Nutritional quality and health benefits of vegetables: A review. *Food Nutr. Sci.*, 2012, 3, 1354-1374.
- [29] Song L., Thornalley P.J.: Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of *Brassica* vegetables. *Food Chem. Toxicol.*, 2007, 45 (2), 216-224.
- [30] Steiner J.E.: Human facial expressions in response to taste and smell stimulation. *Advances in Child Development and Behavior*, 1979, 13, 257-295.
- [31] Wardle J., Huon G.: An experimental investigation of the influence of health information on children's taste preferences. *Health Educ. Res.*, 2000, 15 (1), 39-44.
- [32] Yuan G., Sun B., Yuan J., Wang Q.: Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. *J. Zhejiang Univ. Sci. B*, 2009, 10 (8), 580-588.
- [33] Zhong X., Dolan K.D., Almenar E.: Effect of steamable bag microwaving versus traditional cooking methods on nutritional preservation and physical properties of frozen vegetables: A case study on broccoli (*Brassica oleracea*). *Innov. Food Sci. Emerg.*, 2015, 31, 116-122.

SENSORY QUALITY OF *BRASSICA* VEGETABLES PROCESSED USING SOUS-VIDE AND TRADITIONAL HYDROTHERMAL TECHNIQUES

S u m m a r y

Sensory properties of cruciferous vegetables are a substantial determinant for consumers. The distinctive bitter flavour of those vegetables results mainly from the occurrence of glucosinolates therein and it is considered a major impediment to consumer acceptance. It is known however, that the method of preparing them for consumption can have a significant effect on their sensory properties.

The objective of the paper was the sensory evaluation of four common species of *Brassica* vegetables, such as broccoli, cauliflower with white rose, Romanesco cauliflower, Brussels sprouts, which underwent diverse hydrothermal treatments (traditional cooking, steaming, sous-vide technique). Immediately after the thermal treatment the vegetables were sensorily evaluated using the following methods: scaling (5-point method and 9-point hedonic scale), preference rating and descriptive sensory profiling with the use of a structured scale. Additionally an instrumental measurement of vegetables' colours was carried out. Based on the scaling evaluation results obtained using of a 5-point scale, no significant thermal treatment dependent variations were reported in the sensory properties under analysis. Based on the results of sensory evaluation with the use of 9-point hedonic scale, it was found that the steamed and sous-vide cooked cauliflower, broccoli and Brussels sprouts were characterized by a higher sensory quality than that of the traditionally water-cooked vegetables. The evaluation carried out using a descriptive sensory profiling with a structured scale showed that the texture of both the sous-vide cooked vegetables and the steamed vegetables was rated higher than that of the traditionally cooked vegetables. The results of the instrumental colour measurement and the value of ΔE computed on the basis thereof showed that the colour of vegetables prepared using the sous-vide method was as close as possible to the colour of raw vegetables.

Key words: cruciferous vegetables, sous-vide, steaming, cooking in water, sensory quality ☒

AGNIESZKA PALKA, MAGDA ŚNIEGOCKA-DWORAK,
ALEKSANDRA WILCZYŃSKA

**SPRZEDAŻ BEZPOŚREDNIA A BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOSCI
POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO NA PRZYKŁADZIE PRAKTYK
W POWIECIE TCZEWSKIM**

Streszczenie

Na rynku spożywczym dominują produkty wysoko przetworzone. Szeroka oferta produktów żywnościowych sprawia, że konsumenci są bardziej wymagający i dokonują zakupów z większą świadomością. Poszukują żywności atrakcyjnej sensorycznie, o sprawdzonym źródle pochodzenia, spełniającej wymagania dotyczące bezpieczeństwa, w tym stosowanych substancji dodatkowych oraz ich dozwolonych ilości, poziomów substancji zanieczyszczających, pozostałości pestycydów, warunków napromieniania żywności, po działania podejmowane w trakcie produkcji czy obrotu żywnością, których celem jest przede wszystkim zapewnienie, aby żywność była bezpieczna dla ludzkiego zdrowia i życia. Wymagania te powinna również spełniać

Wprowadzenie

Rynek spożywczy, zarówno krajowy, jak i zagraniczny jest zdominowany przez produkty wysoko przetworzone. Do tej kategorii produktów należą m.in. wysoko przetworzone wędliny, dania gotowe, dania do szybkiego przygotowania. Produkty często wytwarzane są z półproduktów, zawierają substancje konserwujące, barwniki oraz innego rodzaju dodatki do żywności. Stanowią asortyment produktów o niższej jakości. Konsumenci coraz częściej podążają za modą na bycie w dobrej formie fizycznej oraz wyznają zasady zdrowego odżywiania się, dlatego poszukują żywności wysokiej jakości, w jak najmniejszym stopniu przetworzonej, o sprawdzonym źródle pochodzenia. Ży

Sprzedaż bezpośrednia żywności występuje wówczas, gdy żywność ta jest wyprodukowana z surowców własnych podmiotu prowadzącego działalność wytwórczą. Ustawodawstwo krajowe definiuje sprzedaż bezpośrednią na podstawie art. 1 Rozporządzenia 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych [6]. Na tej podstawie ustanowiono poszczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego, działalności w zakresie bezpośrednich dostaw dokonywanych przez producenta do konsumentów końcowych lub lokalnego zakładu detalicznego zaopatrującego bezpośrednio odbiorców końcowych. Dotyczy to również dostaw bezpośrednich małych ilości mięsa z drobiu lub zajęczaków, poddanych ubojowi w gospodarstwie rolnym, dokonywanych przez producenta do konsumenta końcowego lub lokalnego zakładu detalicznego, bezpośrednio dostarcz

Przepisy określone w ustawach i rozporządzeniach dotyczących sprzedaży bezpośredniej precyzyjnie wskazują na procedury i sposoby postępowania w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności. Postępowanie producentów zgodnie z wymaganiami oraz nadzór nad podmiotami ze strony organów do tego powołanych pozwala możliwie najpełniej gwarantować bezpieczeństwo wprowadzonych do obrotu produktów w ramach sprzedaży bezpośredniej.

Urzędowym organem właściwym do nadzoru i kontroli działań związanych z produkcją oraz dystrybucją produktów pochodzenia zwierzęcego bez względu na formę handlu jest Powiatowy Inspektorat Weterynarii [15]. Ze względu na tę formę producenci muszą spełniać

- określenie rodzaju działalności oraz jej zakres, z wymienieniem produktów pochodzenia zwierzęcego produkowanych przez wnioskodawcę,
- określenie miejsca prowadzenia działalności.

Po uzyskaniu decyzji o wpisie do rejestru oraz nadaniu numeru identyfikacyjnego podmiot jest uprawniony do rozpoczęcia produkcji oraz sprzedaży. Decyzja zawiera potwierdzenie deklarowanego przez wnioskodawcę zakresu działalności oraz ilości sprzedawanych produktów [16].

Celem niniejszego opracowania była ocena, czy obowiązujący system prawny gwarantuje w pełni bezpieczeństwo żywności sprzedawanej bezpośrednio. Cel ten realizowano, przeprowadzając dwutorowe badanie polegające na ocenie działań Inspe

Wyniki i dyskusja

Zakres działań Inspekcji Weterynaryjnej na przykładzie inspektoratu w Tczewie

W powiecie tczewskim działalność w zakresie sprzedaży bezpośredniej prowadzi 29 podmiotów. Numer identyfikacyjny nadawany jest zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 grudnia 2016 roku w sprawie sposobu ustalania weterynaryjnego numeru identyfikacyjnego [12]. Zgodnie z rozporządzeniem pierwsze dwie cyfry oznaczają symbol województwa, dwie kolejne to symbol powiatu, cyfry pią

- czystości wody pochodzącej z własnego ujęcia (kontrola co najmniej raz w roku),
- przestrzegania zasad higieny w procesie produkcyjnym oraz sprzedaży,
- posiadania przez personel mający styczność z produktami pochodzenia zwierzęcego zaświadczeń lekarskich do celów sanitarno-epidemiologicznych,
- przeprowadzonych badań żywności zgodnie z harmonogramem przedstawionym powiatowemu lekarzowi weterynarii.

Dokumenty dotyczące produkcji, dystrybucji oraz działań samokontrolnych zgodnie z ww. rozporządzeniem [11] należy przechowywać przez jeden rok od zakończenia poprzedniego okresu rocznego. Natomiast potwierdzenie odbioru ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego należy przechowywać do celów kontrolnych co najmniej przez dwa lata.

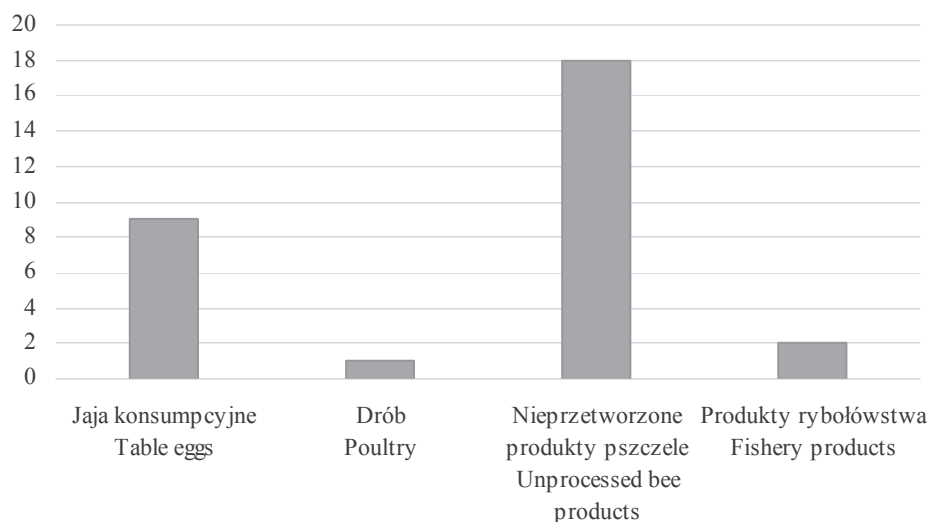
Urzędowe kontrole produktów pochodzenia zwierzęcego przeprowadza powiatowy lekarz weterynarii zgodnie z ustawą o produktach pochodzenia zwierzęcego [16]. Kontrola odbywa się zgodnie z wytycznymi powiatowego lekarza weterynarii co najmniej raz na dwa lata. Inspektor przeprowadzający kontrolę prowadzi dyskusję z podmiotem prowadzącym działalność i sporządza z niej protokół. Przed kontrolą należy podmiot pouczyć o jego prawach i obowiązkach oraz o możliwościach wniesienia zastrzeżeń do protokołu w ciągu 7 dni od zakończenia kontroli. Przedmiotem kontroli są przede wszystkim: stan faktyczny gospodarstwa, warunki sanitarno-higieniczne, dokumentacja. W razie stwierdzenia uchybień wpisanych do protokołu zostaje wszczęte postępowanie administracyjne. Wydanie decyzji administracyjnej nakazującej usunięcie uchybień następuje po 14 dniach od wszczęcia postępowania. Termin do usunięcia niezgodności wynosi 7 dni. Po wyznaczonym terminie przeprowadzana jest rekontrola, czyli kontrola sprawdzająca. Gdy kontrola sprawdzająca nie wykaże uchybień, kolejna zostaje wyznaczona za 2 lata. Kiedy jednak organ inspekcyjny będzie miał uzasadnione wątpliwości co do prawidłowego funkcjonowania gospodarstwa, kontrole mogą odbywać się kilka razy w roku.

Ocena działania podmiotów prowadzących działalność w ramach sprzedaży bezpośredniej

Zgodnie z deklaracją podaną w Głównym Inspektoracie Weterynarii [18] w ramach sprzedaży bezpośredniej w powiecie tczewskim 9 podmiotów oferuje jaja konsumpcyjne, jeden z nich również drób. Największą grupę stanowią podmioty, które sprzedają nieprzetworzone produkty pszczele – 18 podmiotów. Dwa podmioty zajmują się sprzedażą produktów rybołówstwa (rys. 2).

Z badań ankietowych wynika, że respondenci zajmują się bezpośrednią sprzedażą miodu, jaj i drobiu zgodnie z podaną deklaracją. Jeden respondent wskazał inny pro-

dukt przeznaczony do sprzedaży niż ten, który został zgłoszony we wniosku rejestracyjnym (mleko).



Rys. 2. Podmioty działające w ramach sprzedaży bezpośredniej w powiecie tczewskim

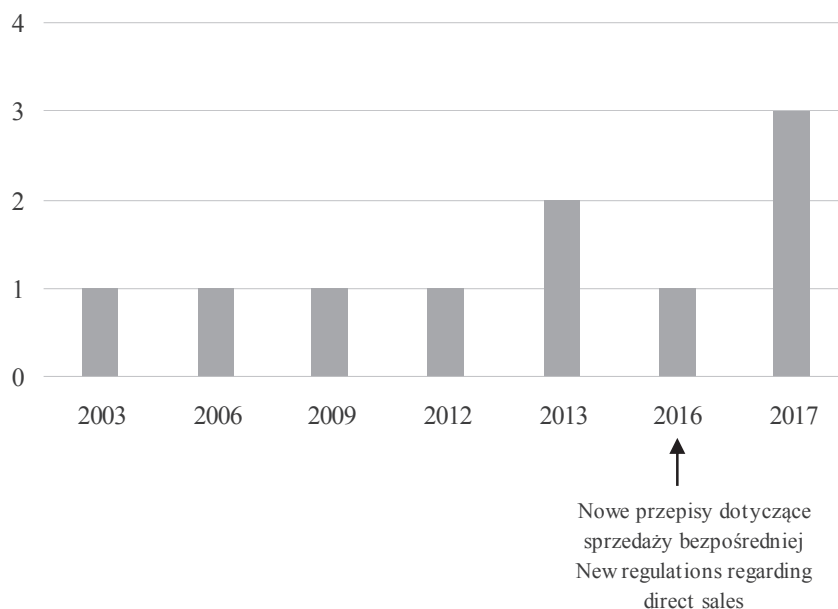
Fig. 2. Entities operating within direct sales in Tczew Poviát

Źródło / Source: opracowanie własne / the author's own study

Pierwsze pytanie kwestionariusza dotyczyło daty rejestracji działalności sprzedaży bezpośredniej. Po zmianie w 2016 r. przepisów dotyczących sprzedaży bezpośredniej 4 podmioty zdecydowały się zarejestrować działalność. W 2013 roku działalność zarejestrowały 2 podmioty, jeden w 2012, a pozostali – przed 2010 rokiem. Tylko jeden respondent wskazał datę dzienną, pozostali podawali jedynie rok (rys. 3).

Wpływy ze sprzedaży bezpośredniej u połowy respondentów stanowią główne źródło dochodu, co związane jest z roczną wielkością sprzedaży, która wynosi od jednej do pięciu ton miodu oraz ok. 90 tys. jaj i ok. 1000 sztuk drobiu rocznie. U pozostałych 50 % respondentów sprzedaż bezpośrednia jest działalnością poboczną, a wielkość sprzedaży nie przekracza 18 tys. litrów mleka, 250 litrów miodu rocznie i 250 sztuk jaj dziennie.

Zdecydowana większość podmiotów sprzedaje swoje produkty w miejscu ich wytwarzania. Drugim powszechnym miejscem dystrybucji produktów są bazy i targowiska. Uczestnictwo w festynach zadeklarowały tylko dwa podmioty. Jeden podmiot wskazał, że ma stałego odbiorcę, który odkupuje od niego całość towaru. Innym sposobem zbycia produktów, wskazanym przez jednego producenta, jest sprzedawanie ich w sklepie związkowym.



Rys. 3. Data rejestracji działalności podmiotów sprzedaży bezpośredniej

Fig. 3 Registration date of activities run by entities within direct sales

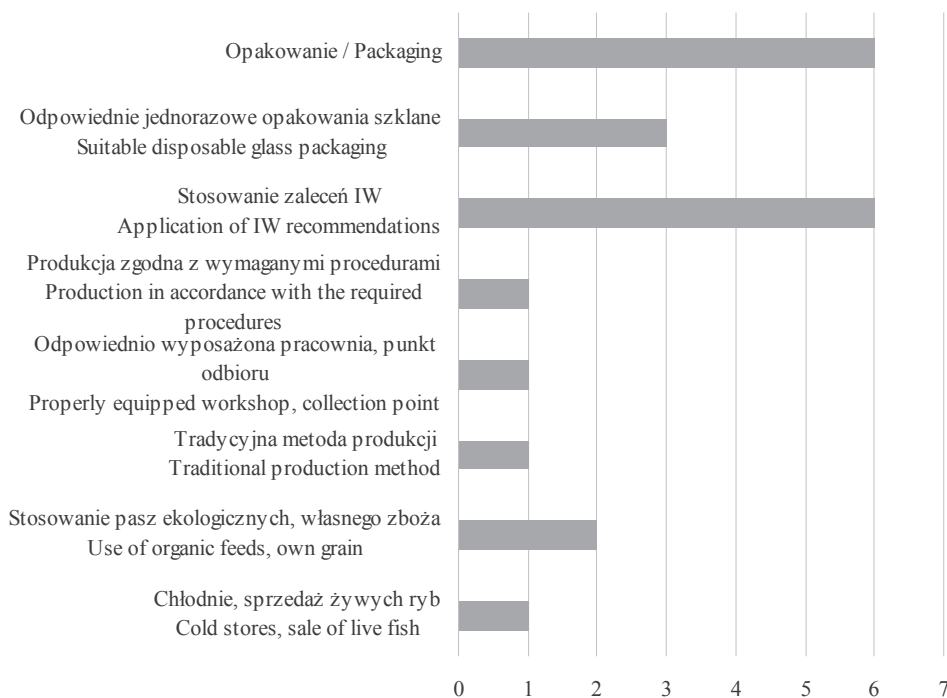
Źródło / Source: opracowanie własne / the author's own study

Producenci odpowiadają za bezpieczeństwo zdrowotne żywności, jednak wszystkie organizacje rządowe i pozarządowe powinny ponosić odpowiedzialność za skuteczne i sprawne koordynowanie zapewnienia jakości zdrowotnej żywności. Zadaniem technologów żywności jest oszacowanie ryzyka związanego ze spożyciem różnego rodzaju żywności. Zadanie to jest o tyle trudne, że żywność jest bardzo różnorodna, więc zagrożenia z nią związane zmieniają się w zależności od rodzaju produktu spożywczego [4].

Wszyscy ankietowani zgodnie oświadczyli, że ich produkty spełniają wymagania stawiane tego rodzaju produktom. Zapewniali też, że są to produkty bezpieczne oraz wysokiej jakości. Producenci zadeklarowali, że zapewniają bezpieczeństwo wytwarzanym produktom bez względu na to, jakie to są produkty, przede wszystkim poprzez stosowanie jednorazowych opakowań, a także poprzez zastosowanie się do wymagań oraz zaleceń Inspekcji Weterynaryjnej (rys. 4).

Respondenci podkreślali, że najważniejszym sposobem zapewnienia wysokiej jakości produktu podczas konfekcjonowania miodu jest zastosowanie jednorazowych szklanych opakowań, jak i odpowiednio wyposażona pracownia. Zagwarantowanie jakości oraz bezpieczeństwa jaj uzyskiwane jest nie tylko poprzez stosowanie opako-

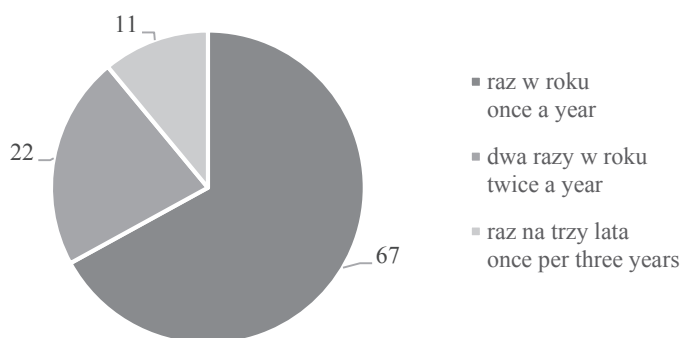
wań, ale również przez zastosowanie odpowiedniego pokarmu dla ptactwa. Producenci stosują pasze ekologiczne lub zboże własnej produkcji.



Rys. 4. Sposoby zapewnienia bezpieczeństwa wytwarzanym produktom

Fig. 4. Methods to ensure safety of manufactured products

Źródło / Source: opracowanie własne / the author's own study



Rys. 5. Częstotliwość kontroli Inspekcji Weterynaryjnej [%]

Fig. 5. Frequency of controls by Veterinary Inspection [%]

Źródło / Source: opracowanie własne / the author's own study

Optymalny dla konsumentów termin przydatności do spożycia, jako gwarancja wygody użytkowania, mogą zapewnić naturalne metody utrwalania żywności, takie jak mrożenie oraz odpowiednie opakowanie [1]. Jako sposób zapewnienia bezpieczeństwa ankietowani wskazywali również zastosowanie się do wytycznych i zaleceń pokontrolnych Inspektorów Weterynarii. U 67 % badanych taka kontrola odbywa się raz w roku (rys. 5), u 22 % respondentów – dwa razy w roku, a u pozostałych 11 % wizytacja odbywa się raz na trzy lata. Najczęściej kontrole odbywają się u producentów jaj i u producentów miodu, których działalność jest głównym źródłem dochodu.

Wnioski

1. Przepisy dotyczące podmiotów prowadzących produkcję we własnych gospodarstwach i sprzedaż bezpośrednią wytworzonej żywności wydają się być bardzo korzystne dla rolników chcących rozwijać działalność w tym zakresie.
2. Wykazano, że w przypadku żywności pochodzenia zwierzęcego zarówno służby odpowiedzialne za bezpieczeństwo żywności, jak i jej producenci stosują się do zaleceń zawartych w aktach prawnych.
3. Sprzedaż bezpośrednia może stanowić główne źródło dochodu, ale bywa również działalnością poboczną.
4. Według deklaracji producentów żywność wytworzona w ich gospodarstwach jest bezpieczna, spełnia wymagania stawiane tego rodzaju produktom oraz jest wysokiej jakości.
5. Najczęściej produkty te sprzedawane są w miejscu ich wytwarzania. Miejscami, gdzie konsument może poznać i zakupić taką żywność są również bazy, targowiska i festyny.
6. Producenci żywności pochodzenia zwierzęcego są regularnie kontrolowani przez Inspektorów Weterynarii i stosują się do zaleceń pokontrolnych.
7. Odpowiednio skonstruowany system prawny, system kontroli oraz postępowanie producentów powinny zapewnić bezpieczeństwo żywności pochodzenia zwierzęcego sprzedawanej w systemie bezpośrednim.

Literatura

- [1] Gutkowska K., Żakowska-Biemans S., Sajdakowska M.: Preferencje konsumentów w zakresie możliwych do zastosowania innowacji w produktach tradycyjnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 3 (64), 115-125.
- [2] Kapała A., Kalinowski J., Minta S.: Sprzedaż bezpośrednia w Polsce na przykładzie produktów pochodzenia zwierzęcego. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2015, XVII (4), 116-122.
- [3] Kołożyn-Krajewska D.: Bezpieczeństwo zdrowotne produktów tradycyjnych. W: *Tradycyjne i regionalne technologie oraz produkty w żywieniu człowieka*. Red. Z.J. Dolatowski i D. Kołożyn-Krajewska. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2008, ss. 59-72.

- [4] Kołożyn-Krajewska D., Sikora T.: Ocena ryzyka zdrowotnego żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, 3 (28) Supl., 150-161.
- [5] Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. *Dz. U. L* 31, ss. 1-24, z 01.02.2002.
- [6] Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych. *Dz. U. L* 139, ss. 1-54, z 30.04.2004.
- [7] 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, ss. 55-205, z 30.04.2004.
- [8] Rozporządzenie (WE) nr 854/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące organizacji urzędowych kontroli w odniesieniu do produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do spożycia przez ludzi. *Dz. U. L* 139, ss. 206-320, z 30.04.2004.
- [9] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 6 czerwca 2007 r. w sprawie dostaw bezpośrednich środków spożywczych. *Dz. U.* 2007 r. Nr 112, poz. 774.
- [10] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 931/2011 z dnia 19 września 2011 r. w sprawie wymogów dotyczących możliwości śledzenia ustanowionych Rozporządzeniem (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. *Dz. U. L* 242, ss. 2-3, z 20.09.2011.
- [11] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 30 września 2015 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do sprzedaży bezpośredniej. *Dz. U.* 2015 r., poz. 1703.
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 grudnia 2016 r. w sprawie sposobu ustalania weterynaryjnego numeru identyfikacyjnego. *Dz. U.* 2016 r., poz. 2161.
- [13] Sieczko A., Sieczko L., Parzonko A.J.: Regionalne zróżnicowanie sprzedaży bezpośredniej produktów pochodzenia zwierzęcego w Polsce. *Rocz. Nauk. SERiA*, 2016, 103 (4), 69-77.
- [14] Surówka K., Rzepka M., Maciejaszek I., Tesarowicz I., Zawislak A., Banaś J.: Jakość i bezpieczeństwo serków wędzonych wytwarzanych w regionie Podhala. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 4 (107), 102-114.
- [15] Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. o Inspekcji Weterynaryjnej – tekst jednolity. *Dz. U.* 2018 r., poz. 1557.
- [16] Ustawa z dnia 16 grudnia 2005 r. o produktach pochodzenia zwierzęcego – tekst jednolity. *Dz. U.* 2017 r., poz. 242.
- [17] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia – tekst jednolity. *Dz. U.* 2018 r., poz. 1541.
- [18] Wykaz zakładów prowadzących sprzedaż bezpośrednią. [online]. Główny Inspektorat Weterynarii. Dostęp w Internecie [3.07.2018r]: <https://pasze.wetgiw.gov.pl/spi/demosb/index.php>

DIRECT SALES AND FOOD SAFETY OF ANIMAL ORIGIN EXEMPLIFIED BY PRACTICES IN TCZEW POVIAT

S u m m a r y

In the food market highly processed products predominate. The wide range of food products causes the consumers to be more demanding and to make purchases with better awareness. They seek sensory

attractive food from a verified source and food products, which meet safety requirements, including those referring to additional substances and flavours used, their permitted amounts, levels of contaminants, pesticide residues, food irradiation conditions and actions taken during manufacturing or food marketing the purpose of which is primarily to ensure that foods are safe for human health and life. Those requirements should also be met by foods sold in a direct sales system. According to the definition, such foods are made from raw materials owned by an entity manufacturing products intended for direct sale. The objective of the paper was to analyze formal requirements concerning direct sales of food products in order to determine whether or not the current legal system ensures the safety of directly sold foods. An employee with the Powiat Veterinary Inspectorate in Tczew was interviewed and a group of 10 producers from the Tczew Powiat were surveyed; the survey was a pilot one and the respondents were selected on purpose. The respondents accounted for 34 % of the manufacturers of food of animal origin that was sold directly. The questionnaire consisted of questions about the registration date of manufacturing activities, methods of ensuring safety of products being manufactured and the frequency of controls run by the Veterinary Inspection. It was shown that both the legal system, the manufacturing method and the control system guaranteed the safety of this type of food in the group surveyed. The conclusions from the pilot survey will be used to perform similar surveys on a larger, representative group of respondents.

Key words: : direct sales, ensuring food safety, control, Veterinary Inspection ☒

ORCID IP

Agnieszka Palka 0000-0002-5557-9983

Aleksandra Wilczyńska 0000-0003-4434-0819

DOMINIK ZIMON

WPŁYW IMPLEMENTACJI ZNORMALIZOWANYCH SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA NA FUNKCJONOWANIE ŁAŃCUCHÓW DOSTAW ŻYWNOSCI

Streszczenie

W pracy podjęto próbę określenia wpływu implementacji wymagań znormalizowanych systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem żywności na doskonalenie wybranych procesów realizowanych w łańcuchach dostaw. Główną inspiracją podjęcia problematyki badawczej jest m.in. brak w literaturze przedmiotu (zwłaszcza krajowej) badań i opracowań z wymienionego zakresu. Badania zostały przeprowadzone na przełomie listopada i grudnia 2015 roku na grupie 38 organizacji współtworzących łańcuchy dostaw żywności. Każda z badanych organizacji utrzymywała wdrożony system zarządzania jakością według normy ISO 9001, dziesięć organizacji wdrożyło również system zarządzania bezpieczeństwem żywności ISO 22000. Narzędziem badawczym był anonimowy kwestionariusz ankietowy składający się z 12 pytań ułożonych w logicznej kolejności, zarówno otwartych, jak i zamkniętych. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że znormalizowane systemy zarządzania wspomagają zapewnienie bezpieczeństwa żywności w łańcuchu dostaw, ponadto mogą znacząco wspierać procesy w nim realizowane. Uzyskane wyniki pozwoliły również na stwierdzenie, że znormalizowane systemy zarządzania mają największy wpływ na realizację procesów związanych z organizacją dostaw oraz określeniem strategii spójnej dla całego łańcucha dostaw. Najmniejszy wpływ wywierają zaś na elastyczność i szybkość realizacji procesów logistycznych.

Słowa kluczowe: jakość, bezpieczeństwo żywności, łańcuch dostaw, ISO 9001, ISO 22000

Wprowadzenie

Zarządzanie łańcuchem dostaw żywności ulega ciągłym zmianom i wymusza na przedsiębiorstwach wdrażanie rozwiązań usprawniających procesy projektowania, dystrybucji, monitorowania i zapewniania bezpieczeństwa żywności. Wynika to z rygorystycznych regulacji, których nadrzędnym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa, satysfakcji oraz optymalnej jakości produktów oferowanych konsumentom [1, 4]. Cel ten jest możliwy do zrealizowania tylko wtedy, gdy poszczególne procesy zachodzące

Dr D. Zimon, Katedra Systemów Zarządzania i Logistyki, Wydz. Zarządzania, Politechnika Rzeszowska, al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów. Kontakt: zdomin@prz.edu.pl

w łańcuchu dostaw zarządzane są w sposób przemysłowy, innowacyjny oraz zintegrowany [10]. Należy ponadto zaznaczyć, że nadrzędnym celem zarządzania łańcuchem dostaw żywności jest zaspokajanie obecnych i przewidywanych potrzeb klientów. Według Tarczyńskiej [16] wiąże się to ściśle z innowacyjnymi rozwiązaniami wprowadzanymi w sferach: organizacji przedsiębiorstwa, doskonalenia wyrobów istniejących i projektowania nowych artykułów spożywczych. Podobnego zdania jest Szymanowski [15], który podkreśla, że obecnie dla nabywców priorytetowe znaczenie ma jakość i bezpieczeństwo żywności, a łańcuchy dostaw żywności muszą ewoluować, aby sprostać tym wymaganiom. Ten sam autor zaznacza, że w ostatnich latach zmieniły się tendencje występujące na rynkach żywności w obszarze ekonomiki, demografii oraz środowiska naturalnego. Przykładem tego są zjawiska mające znaczny wpływ na proces zarządzania łańcuchem dostaw żywności, m.in. [2, 9]:

- wzmocnienie orientacji na klienta,
- określenie rozwiązań przychodowo-kosztowych w zakresie systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem żywności,
- zmiany modelu konsumpcji (wzrost popytu na żywność ekologiczną, funkcjonalną, wygodną, egzotyczną itp.),
- wzrastająca świadomość konsumentów na temat zależności pomiędzy zdrowiem a żywnością,
- zmiany klimatyczne,
- konsolidacja łańcuchów dostaw,
- niepewność popytu,
- nacisk na zrównoważone zarządzanie łańcuchami dostaw.

Zjawiska te wymuszają na ogniwach współtworzących łańcuchy dostaw poszukiwanie koncepcji, które mogą wpłynąć na poprawę jakości i bezpieczeństwa żywności oraz usprawnienie form jej pozyskiwania, przetwarzania i dystrybucji w łańcuchu dostaw [14, 17]. Oznacza to, że tradycyjne praktyki stosowane w ramach zarządzania łańcuchem dostaw muszą zostać zmodyfikowane, rozwinięte i poprawione [19]. Jednym ze sposobów doskonalenia łańcuchów dostaw żywności może być wdrażanie wymagań znormalizowanych systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem żywności. Wiśniewska i Malinowska [18] zauważają, że jakość i bezpieczeństwo żywności jest wartością zbiorczą. Znaczny wpływ na nią ma szereg procesów realizowanych w łańcuchu dostaw (standardy i metody produkcji, przechowywania, kontrolowania, pakowania, dystrybucji, zaopatrzenia itp.). Procesy te regulowane są przez międzynarodowe normy, kodeksy i praktyki, wśród których szczególną funkcję przypisuje się normie ISO 9001, stanowiącej punkt odniesienia przy opracowaniu innych pokrewnych standardów. Podobne poglądy przedstawiają Popović i wsp. [11], którzy podkreślają, że wdrażanie wymagań m.in. normy ISO 9001 oraz ISO 22000 może mieć pozytywny wpływ na zapewnienie satysfakcji klienta w łańcuchu dostaw żywności.

Celem pracy było określenie wpływu implementacji znormalizowanych systemów zarządzania jakością i bezpieczeństwem żywności na doskonalenie wybranych procesów realizowanych w ramach łańcuchów dostaw żywności.

Material i metody badań

Jako nadrzędne przesłanki do podjęcia problematyki badawczej przyjęto, że:

- prawidłowe funkcjonowanie łańcucha dostaw żywności ma znaczy wpływ na bezpieczeństwo żywności oraz zadowolenie konsumentów,
- prawidłowe wdrożenie oraz integracja znormalizowanych systemów zarządzania z zarządzaniem logistycznym może przynieść efekty synergiczne.

W pracy podjęto się weryfikacji hipotezy badawczej, że wdrożenie wytycznych znormalizowanych systemów zarządzania ma relatywnie duży wpływ na doskonalenie łańcuchów dostaw żywności.

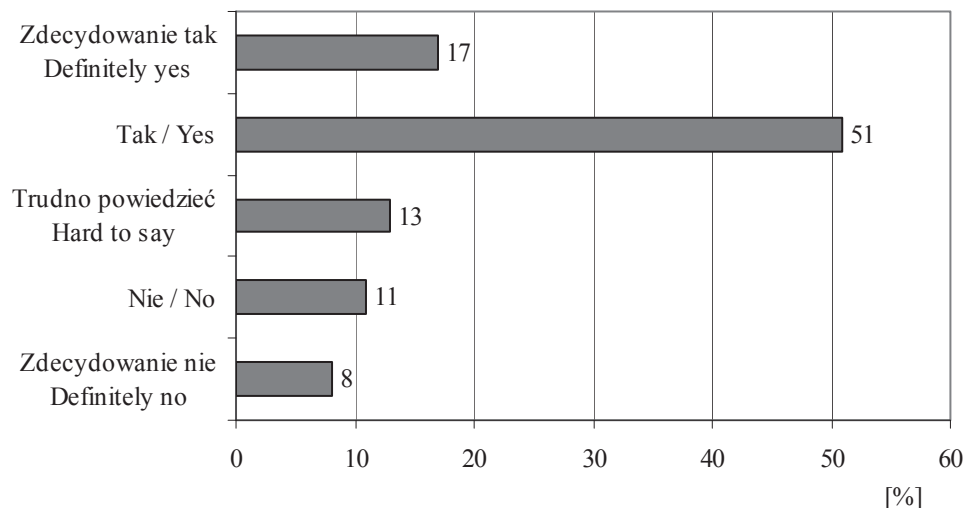
Wyjaśnienie tak ogólnie zarysowanego problemu badawczego oraz uszczegółowienie problematyki badawczej skłoniły autora do sformułowania następujących pytań badawczych:

- W jakim stopniu znormalizowane systemy zarządzania wpływają na zapewnienie bezpieczeństwa żywności w łańcuchach dostaw?
- Czy okres funkcjonowania znormalizowanych systemów zarządzania ma wpływ na ich ocenę w badanym kontekście?
- W jakim stopniu znormalizowane systemy zarządzania wpływają na doskonalenie wybranych aspektów funkcjonowania łańcuchów dostaw?

Badania przeprowadzono na przełomie listopada i grudnia 2015 roku na grupie 38 organizacji współtworzących łańcuchy dostaw żywności. Każda z badanych organizacji miała wdrożony system zarządzania jakością według normy ISO 9001, dziesięć organizacji wdrożyło i certyfikowało system zarządzanie bezpieczeństwem żywności ISO 22000. Narzędziem badawczym był anonimowy kwestionariusz ankietowy składający się z 12 pytań ułożonych w logicznej kolejności, zawierający pytania zarówno otwarte, jak i zamknięte. Kwestionariusze zostały przesłane do przedstawicieli najwyższego kierownictwa badanych organizacji.

Wyniki i dyskusja

Celem pierwszego pytania było określenie wpływu wdrożenia znormalizowanych systemów zarządzania na utrzymanie oraz poprawę bezpieczeństwa żywności w ramach jej przetwarzania i dystrybucji w łańcuchu dostaw. Uzyskane wyniki przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Wpływ znormalizowanych systemów zarządzania na zapewnienie bezpieczeństwa żywności w ramach łańcucha dostaw

Fig. 1. Impact of standardized management systems on ensuring food safety within the supply chain

Analiza rozkładu odpowiedzi przedstawionych na rys. 1. pozwala stwierdzić, że według 68 % respondentów implementacja wytycznych znormalizowanych systemów zarządzania ma pozytywne przełożenie na zapewnienie bezpieczeństwa żywności w łańcuchu dostaw. Jest to niezwykle ważna informacja, gdyż zdaniem Maruckiej i wsp. [8] organizacje łańcuchów dostaw powinny wdrażać rozwiązania poprawiające bezpieczeństwo produktów i procesów ze względu na zagrożenia o charakterze zarówno wewnętrznym, jak i zewnętrznym. Z kolei 19 % badanych organizacji nie zauważyło pozytywnych związków w badanym aspekcie.

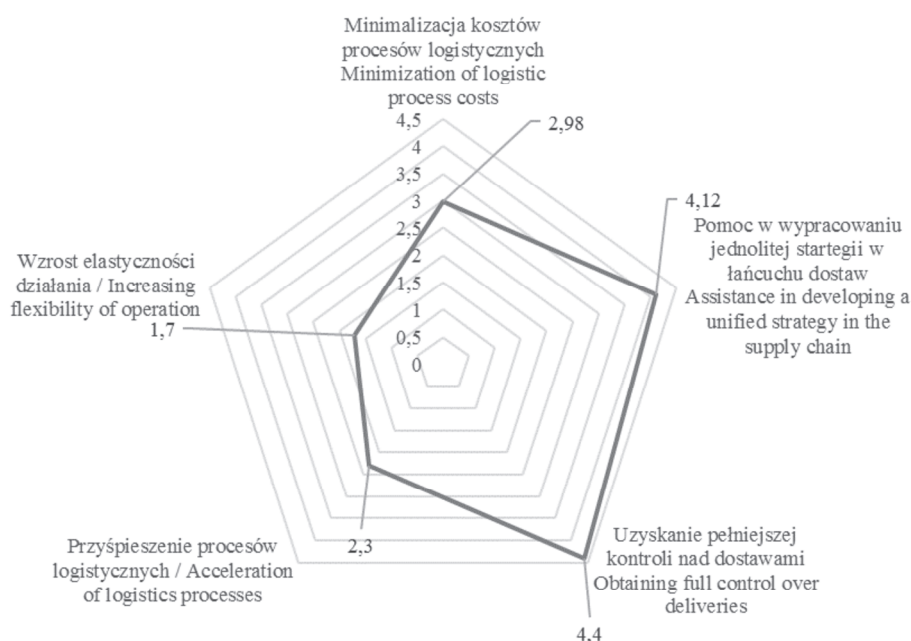
W celu pogłębienia analizy respondenci zostali poproszeni (w pytaniu otwartym) o uzasadnienie swojego wyboru. Wśród organizacji, które pozytywnie oceniały wpływ znormalizowanych systemów zarządzania na zapewnienie bezpieczeństwa żywności w łańcuchu dostaw dominowały odpowiedzi:

- znormalizowane systemy zarządzania obligują do opracowania dokumentacji systemowych oraz procedur, które znacząco ograniczają ryzyko wystąpienia nieprawidłowości. Teza ta znajduje potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez Schröder i McEachern [12],
- systemy ułatwiają procesy komunikacji w łańcuchach dostaw, co pozwala na podejmowanie szybkich działań naprawczych w razie zaistnienia ewentualnych zagrożeń.

Przedstawiciele organizacji, które krytycznie oceniały znormalizowane systemy zarządzania w analizowanym obszarze, swój wybór uzasadniali tym, że pojedyncze

systemy zarządzania nie mają zauważalnego wpływu na bezpieczeństwo żywności w całym łańcuchu dostaw. Aby ten cel zrealizować, konieczna jest integracja kilku systemów i objęcie nimi wszystkich (lub większości) ogniw w łańcuchu dostaw. Procesy te są złożone i wymagają kompleksowego podejścia do zarządzania łańcuchem dostaw.

Dalsze badania ukierunkowane były na określenie wpływu implementacji wymagań znormalizowanych systemów zarządzania na funkcjonowanie wybranych procesów w łańcuchach dostaw żywności. Respondenci oceniali stopień wpływu każdego badanego aspektu w pięciostopniowej skali od 1 – brak wpływu do 5 – bardzo znaczący wpływ. Uzyskane odpowiedzi przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Wpływ znormalizowanych systemów zarządzania na doskonalenie wybranych procesów w łańcuchu dostaw

Fig. 2. Impact of standardized management systems on the improvement of selected processes in the supply chain

Na podstawie analizy danych przedstawionych na rys. 2. można stwierdzić, że oceny znacząco różnią się w zależności od badanych aspektów. Najwyższe noty przyznano następującym obszarom:

- uzyskanie pełniejszej kontroli nad dostawami (4,40): znormalizowane systemy zarządzania zawierają cały szereg wymogów ukierunkowanych na realizację pro-

cesów kontroli, ponadto podkreślają znaczenie współpracy i trwałego partnerstwa z dostawcami [5]. Na podstawie ocen respondentów można powiedzieć, że wymagania te mają faktyczne przełożenie na prawidłową realizację procesów zaopatrzenia;

- pomoc w wypracowaniu jednolitej strategii w łańcuchu dostaw (4,12): wdrożenie systemów zarządzania obliguje przedstawicieli najwyższego kierownictwa do określenia celów oraz kierunków rozwoju przedsiębiorstwa. Dokumenty te mogą być podstawą do wypracowania wspólnych założeń dla organizacji współtworzących łańcuch dostaw żywności. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Huang i wsp. [6], realizacja jednej strategii w łańcuchach dostaw znacząco wpływa na wzrost jego efektywności i skuteczności.

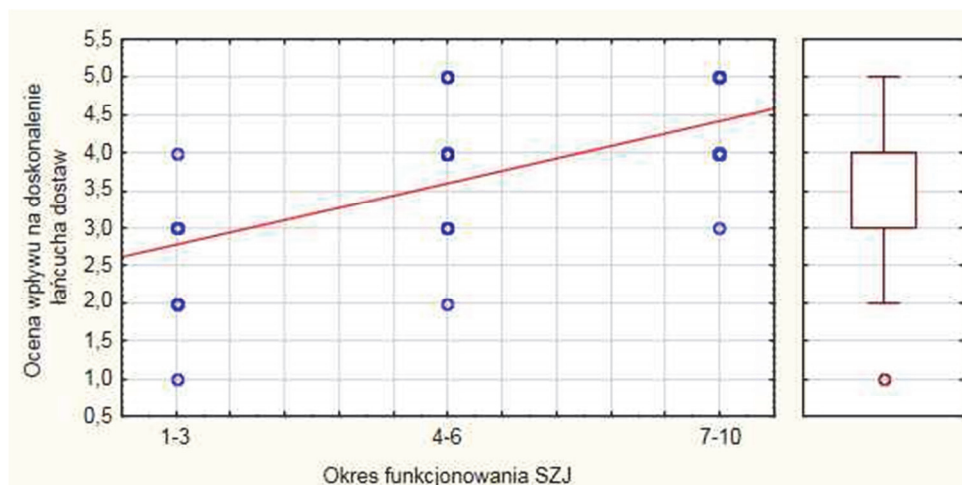
Na podstawie dalszej analizy rozkładu odpowiedzi zauważono, że znormalizowane systemy zarządzania wywierają średni wpływ na minimalizację kosztów procesów logistycznych (2,98). Może to wynikać z tego, że systemy zarządzania z jednej strony obligują przedsiębiorców do zwiększania nakładów na infrastrukturę niezbędną do spełnienia wymagań klienta [3], z drugiej zaś poprzez standaryzację działań prowadzą do minimalizacji błędów i pomyłek, co nie jest bez znaczenia w kontekście minimalizacji kosztów. Ponadto ocena wpływu w tym obszarze mogła wynikać z roli, jaką pełni badana organizacja w łańcuchu dostaw. Kafetzopoulos i Gotzamani [7] dowiedli, że skuteczne wdrożenie wymagań normy ISO 9001 ma pozytywne przełożenie na wyniki osiągane przez organizacje w greckim przemyśle spożywczym.

Zdaniem respondentów systemy wywierają najmniej zauważalny wpływ na przyspieszenie procesów logistycznych (2,30) oraz wzrost elastyczności działania (1,70). Niska ocena wymienionych aspektów wynika zapewne z tego, że znormalizowane systemy zarządzania ograniczają swobodę działania poprzez wymóg ścisłego przestrzegania procedur oraz podejmowania decyzji na podstawie faktów. Może to wpłynąć na ograniczenie szybkości i elastyczności realizacji procesów w łańcuchu dostaw, ale jednocześnie chroni organizacje współtworzące łańcuchy dostaw przed ryzykowymi działaniami, co jest szczególnie ważne w przypadku produktów spożywczych.

Ostatnim etapem badań było określenie relacji pomiędzy czasem funkcjonowania znormalizowanych systemów w badanych organizacjach (wyrażonych latami) a oceną ich wpływu na doskonalenie łańcucha dostaw żywności (wyrażoną w skali od 1 – bardzo zła do 5 – bardzo dobra). Wyniki przedstawiono na rys. 3.

Według respondentów wraz z upływem czasu systemy zarządzania wywierają bardziej pozytywny wpływ na doskonalenie łańcucha dostaw. Na tej podstawie można stwierdzić, że wdrożenie i stałe doskonalenie systemów zarządzania w dłuższym czasie w sposób zauważalny wspiera funkcjonowanie łańcuchów dostaw. Podobnie Sroufe i Curkovic [13] twierdzą, że samo wdrożenie standardów zarządzania nie wpływa na

usprawnienie łańcuchów dostaw, ale ich długofalowy rozwój może być katalizatorem pozytywnych zmian.



Objaśnienia / Explanatory notes: Ocena wpływu na doskonalenie łańcucha dostaw / Assessing effect on improving supply chain; Okres funkcjonowania SZJ / Period of QMS functioning

Rys. 3. Zależność pomiędzy czasem funkcjonowania znormalizowanych systemów w badanych organizacjach (wyrażonym latami) a oceną ich wpływu na doskonalenie łańcucha dostaw żywności

Fig. 3. Relationship between duration of standardized systems functioning in the surveyed organizations (expressed in years) and the assessment of their effect on improving food supply chain

Wnioski

1. Znormalizowane systemy zarządzania wspomagają zarządzanie bezpieczeństwem żywności w łańcuchu dostaw, ponadto mogą znacząco wspierać kluczowe procesy w nim realizowane.
2. Stwierdzono, że systemy zarządzania mają największy wpływ na realizację procesów związanych z organizacją dostaw oraz określeniem strategii spójnej dla całego łańcucha dostaw. Najmniejszy wpływ wywierają zaś na elastyczność i szybkość realizacji procesów logistycznych.
3. Wraz z upływem czasu wdrożone systemy wywierają bardziej pozytywny wpływ na doskonalenie łańcuchów dostaw.
4. Istnieje konieczność prowadzenia dalszych badań nad określeniem wpływu znormalizowanych systemów zarządzania na funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności. Badania powinny obejmować większą grupę organizacji oraz mieć charakter międzynarodowy.

Literatura

- [1] Ahumada O., Villalobos J.R.: Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *Eur. J. Oper. Res.*, 2009, 196 (1), 1-20.
- [2] Balon U., Dziadkowiec J., Sikora T.: Rzetelność narzędzia FRL (Food Related Lifestyles) w polskim środowisku kulturowym. *Żywność: Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 2 (99), 182-196.
- [3] Escanciano C., Santos-Vijande M.L.: Reasons and constraints to implementing an ISO 22000 food safety management system: Evidence from Spain. *Food Control*, 2014, 40, 50-57.
- [4] Filina-Dawidowicz L., Gajewska T.: Examination of importance and range of comprehensive service for refrigerated containers in seaports. *Int. J. Appl. Manag. Sci.*, 2018, 10 (1), 26-43.
- [5] Fonseca L.M., Domingues J.P.: Empirical research of the ISO 9001:2015 transition process in Portugal: Motivations, benefits, and success factors. *Qual. Inn. Prosp.*, 2018, 22 (2), 16-46.
- [6] Huang H., He Y., Li D.: Pricing and inventory decisions in the food supply chain with production disruption and controllable deterioration. *J. Cleaner Production*, 2018, 180, 280-296.
- [7] Kafetzopoulos D.P., Gotzamani K.D.: Critical factors, food quality management and organizational performance. *Food Control*, 2014, 40, 1-11.
- [8] Marucheck A., Greis N., Mena C., Cai L.: Product safety and security in the global supply chain: Issues, challenges and research opportunities. *J. Oper. Manag.*, 2011, 29 (7-8), 707-720.
- [9] Ozimek I., Przeździecka-Czyżewska N.: Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne w regulacjach prawnych i opinii konsumentów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2017, 1 (110), 5-17.
- [10] Peano C., Girgenti V., Baudino C., Giuggioli N.R.: Blueberry supply chain in Italy: Management, innovation and sustainability. *Sustainability*, 2017, 9 (2), 261-270.
- [11] Popović V., Vuković P., Ćosić M.: Food safety and quality policy in the Republic of Serbia. *Economics of Agriculture*, 2017, 64 (4), 1607-1617.
- [12] Schröder M.J., McEachern M.G.: ISO 9001 as an audit frame for integrated quality management in meat supply chains: The example of Scottish beef. *Manag. Auditing J.*, 2002, 17 (1-2), 79-85.
- [13] Sroufe R., Curkovic S.: An examination of ISO 9000: 2000 and supply chain quality assurance. *J. Oper. Manag.*, 2008, 26 (4), 503-520.
- [14] Stock J.R., Boyer S.L., Harmon T.: Research opportunities in supply chain management. *J. Acad. Marketing Sci.*, 2010, 38 (1), 32-41.
- [15] Szymanowski W.: Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce: kierunki zmian. Difin, Warszawa 2008, ss. 123-145.
- [16] Tarczyńska A.S.: Projektowanie żywności wygodnej z wykorzystaniem metody QFD. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 3 (88), 187-199.
- [17] Verghese K., Lewis H., Lockrey S., Williams H.: Packaging's role in minimizing food loss and waste across the supply chain. *Packaging Technol. Sci.*, 2015, 28 (7), 603-620.
- [18] Wiśniewska M., Malinowska E.: Zarządzanie jakością żywności: systemy, koncepcje, instrumenty. Difin, Warszawa 2011, ss. 50-51.
- [19] Zimon D.: The impact of quality managements systems on the effectiveness of food supply chains. *TEM J.*, 2017, 6 (4), 693-698.

**EFFECT OF IMPLEMENTING STANDARDIZED MANAGEMENT SYSTEMS ON
FUNCTIONING OF FOOD SUPPLY CHAINS****S u m m a r y**

The paper is an attempt to determine the effect of implementing the requirements of standardized quality and food safety management systems on improving some selected processes performed in supply chains. The main inspiration to begin research studies in this domain is, among other things, the fact that the reference literature (particularly the Polish literature) lacks research and studies on the issues in this area. The survey was carried out at the turn of November and December 2015 and included a group of 38 organizations, which co-created food supply chains. Each of the surveyed organizations had an implemented quality management system according to ISO 9001 Standard; ten organizations implemented also a certified food safety management system ISO 22000. The research tool was an anonymous questionnaire consisting of 12 open or closed questions arranged in a logical order. Based on the survey results obtained, it was found that the standardized management systems supported food safety in the supply chain and in addition they could significantly support key processes implemented therein. The results obtained showed that the standardized management systems had the greatest effect on the execution of processes relating to the organization of deliveries and on the defining of coherent strategy for the entire supply chain. They had the lowest effect on the flexibility and speed of logistics processes.

Key words: quality, food safety, supply chain, ISO 9001, ISO 22000 

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 31 listopada 2018 r.

Polskie akty prawne

1. Ustawa z dn. 4 października 2018 r. o zmianie ustawy o produktach pochodzenia zwierzęcego oraz ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. 2018 r., poz. 2136).

Wprowadzone zmiany w ustawie z dnia 16 grudnia 2005 r. o produktach pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2017 r., poz. 242 i 471 oraz 2018 r., poz. 650) to kolejna liberalizacja przepisów odnośnie wymagań weterynaryjnych.

Od 1 stycznia 2019 r. zniesiono dla następnej grupy producentów produktów pochodzenia zwierzęcego obowiązki:

- sporządzania projektu technologicznego zakładu i przesłanie go wraz z wnioskiem o zatwierdzenie tego projektu powiatowemu lekarzowi weterynarii właściwemu ze względu na planowane miejsce prowadzenia tej działalności przed uzyskaniem pozwolenia na budowę,
- powiadamiania na piśmie powiatowego lekarza weterynarii o zakresie i wielkości produkcji oraz rodzaju produktów pochodzenia zwierzęcego, które mają być produkowane w tym zakładzie.

Ta grupa producentów produktów pochodzenia zwierzęcego to:

- statki rybackie, w tym statki przetwórcze i statki zamrażalnicze,
- gospodarstwa, na których terenie dokonuje się uboju zwierząt w celu pozyskania mięsa na użytek własny,

- podmioty zamierzające prowadzić działalność w zakresie transportu lub produkcji podstawowej lub rolniczego handlu detalicznego produktami pochodzenia zwierzęcego, lub żywnością, o której mowa w art. 6 ust. 1 pkt 2 lit. b, lub sprzedaży bezpośredniej, lub działalność marginalną, lokalną i ograniczoną, o której mowa w art. 1 ust. 5 lit. b (ii) rozporządzenia nr 853/2004.

Zmiany w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. z 2018 r. poz. 1541 i 1669) obejmują podmioty działające na rynku spożywczym przygotowujące żywność w pomieszczeniach używanych głównie jako prywatne domy mieszkalne, ale gdzie regularnie przygotowuje się żywność w celu wprowadzenia do obrotu, o których mowa w rozdziale III załącznika II do rozporządzenia nr 852/2004. Powyższe podmioty mogą prowadzić działalność gospodarczą w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego bez zatwierdzenia przez inspekcję weterynaryjną.

2. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 14 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o Inspekcji Handlowej (Dz. U. 2018 r., poz. 1930).

Załącznik do niniejszego obwieszczenia zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 15 grudnia 2000 r. o Inspekcji Handlowej. Inspekcja Handlowa jest wyspecjalizowanym organem kontroli powołanym do ochrony interesów i praw konsumentów oraz interesów gospodarczych państwa. Ustawa reguluje zadania i organizację Inspekcji, prawa i obowiązki przedsiębiorców, zasady postępowania organów Inspekcji oraz prawa i obowiązki pracowników Inspekcji.

3. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 14 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt (Dz. U. 2018 r., poz. 1967).

Załącznik do niniejszego obwieszczenia zawiera jednolity tekst ustawy z dn. 11 marca 2004 r. o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt. Niniejsza ustawa określa:

- wymagania weterynaryjne dotyczące podejmowania i prowadzenia działalności w zakresie: zarobkowego transportu zwierząt lub transportu zwierząt wykonywanego w związku z prowadzeniem innej działalności gospodarczej; organizowania targów, wystaw, pokazów lub konkursów zwierząt; obrotu zwierzętami, z wyjątkiem obrotu prowadzonego w ramach działalności rolniczej w rozumieniu przepisów prawa działalności gospodarczej, pośrednictwa w tym obrocie lub skupu zwierząt; prowadzenia miejsc lub stacji kwarantanny, miejsc odpoczynku lub przeładunku zwierząt albo miejsc wymiany wody przy transporcie zwierząt akwakultury; prowadzenia miejsc gromadzenia zwierząt; zarobkowego wytwarzania, pozyskiwania, konserwacji, obróbki, przechowywania, prowadzenia obrotu lub wykorzystywania materiału biologicznego; pro-

- wadzenia punktu kopulacyjnego; prowadzenia zakładu drobiu, prowadzenia przedsiębiorstwa produkcyjnego sektora akwakultury oraz zakładu przetwórczego przetwarzającego lub poddającego ubojowi zwierzęta akwakultury w ramach zwalczania chorób zakaźnych tych zwierząt; prowadzenia schronisk dla zwierząt; chowu lub hodowli zwierząt dzikich utrzymywanych przez człowieka jako zwierzęta gospodarskie; utrzymywania lub hodowli zwierząt na potrzeby pokazów zwierząt, ochrony i zachowania gatunków zwierząt; utrzymywania zwierząt gospodarskich w celu umieszczenia na rynku tych zwierząt lub produktów pochodzących z tych zwierząt lub od tych zwierząt,
- wymagania weterynaryjne dotyczące przywozu zwierząt i niejadalnych produktów pochodzenia zwierzęcego oraz tranzytu zwierząt; umieszczania na rynku, w tym handlu, zwierząt i niejadalnych produktów pochodzenia zwierzęcego oraz przemieszczania koniowatych; przywozu, tranzytu oraz umieszczania na rynku, w tym handlu, produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego;
 - zasady zwalczania chorób zakaźnych zwierząt, w tym chorób odzwierzęcych; stosowania substancji o działaniu hormonalnym, tyreostatycznym i beta-agonistycznym; monitorowania chorób odzwierzęcych i odzwierzęcych czynników chorobotwórczych oraz związanej z nimi oporności na środki przeciwdrobnoustrojowe u zwierząt, w produktach pochodzenia zwierzęcego i środkach żywienia zwierząt; wprowadzania do obrotu i używania wyrobów do diagnostyki *in vitro* stosowanych w medycynie weterynaryjnej.
4. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 25 października 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych (Dz. U. 2018 r., poz. 2164).
Załącznik do niniejszego obwieszczenia 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 oraz organizację i zasady działania Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych.
5. Obwieszczenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dn. 25 września 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie (Dz. U. 2018 r., poz. 2003).
Załącznik do niniejszego obwieszczenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej zawiera jednolity tekst rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 listopada 2001 r. w sprawie połowu ryb oraz warunków chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie.
Rozporządzenie określa szczegółowe warunki uprawiania amatorskiego połowu ryb; organizację społeczną uprawnioną do przeprowadzania egzaminów w zakresie

ochrony i połowu ryb; wzór karty wędkarskiej i karty łowiectwa podwodnego oraz wysokość opłaty pobieranej za ich wydanie; szczegółowe warunki ochrony i połowu ryb, rybackie narzędzia i urządzenia połowowe, zasady ustanawiania obwodów rybackich, obrębów hodowlanych i ochronnych, oznakowania obrębów i sprzętu pływającego służącego do połowu ryb oraz rejestracji tego sprzętu; warunki chowu, hodowli i połowu innych organizmów żyjących w wodzie.

6. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 12 października 2018 r. w sprawie zapotrzebowań oraz wydawania z apteki produktów leczniczych, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego i wyrobów medycznych (Dz. U. 2018 r., poz. 2008).

Rozporządzenie określa m.in. sposób wydawania z apteki produktów leczniczych, środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego lub wyrobów medycznych.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (UE) 2018/1246 z dn. 18 września 2018 r. zmieniające załącznik I do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1334/2008 w celu wpisania destylatu drzewnego do unijnego wykazu środków aromatyzujących (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz. Urz. L 2018 r., 235, s. 3).

W części E załącznika I do rozporządzenia (WE) nr 1334/2008 wprowadzono zmiany, zgodnie z załącznikiem do niniejszego rozporządzenia, zezwalające na stosowanie produktu – destylatu drzewnego [FL nr 21.001] w tradycyjnych napojach spirytusowych tuzemák i tuzemský z zastrzeżeniem ograniczeń stosowania określonych w załączniku do niniejszego rozporządzenia.

Niniejsze rozporządzenie stosuje się od dn. 23 kwietnia 2018 r. do dn. 19 września 2023 r.

2. Decyzja Komisji (UE) 2018/1701 z dn. 7 listopada 2018 r. w sprawie proponowanej inicjatywy obywatelskiej „Obowiązkowe znakowanie środków spożywczych jako niewegetariańskie/wegetariańskie/wegańskie” (notyfikowana jako dokument nr C(2018) 7300) (Jedynie tekst w języku angielskim jest autentyczny) (Dz. Urz. UE L 2018 r., 285, s. 80).

Zarejestrowano proponowaną inicjatywę obywatelską „Obowiązkowe znakowanie środków spożywczych jako niewegetariańskie/wegetariańskie/wegańskie”. ☒

NOWE KSIĄŻKI

Functional and Medicinal Beverages

[Napoje funkcjonalne i medyczne]

Alexandru Grumezescu, Alina Maria Holban (Eds.)

Wydawnictwo: Academic Press, 2019, ISBN 978-0-128-16397-9, liczba stron 562, cena 204 USD

Zamówienia: <https://www.elsevier.com>

W opracowaniu przedstawiono jeden z najszybciej rozwijających się sektorów branży spożywczej – produkcję napojów funkcjonalnych i leczniczych. Rozwój tej branży jest odpowiedzią na wzrastające zainteresowanie konsumentów tego typu produktami. W książce scharakteryzowano składniki odżywcze i lecznicze oraz metody analityczne służące identyfikacji substancji korzystnych dla zdrowia. Zamieszczono szczegółowe informacje na temat otrzymywania i przetwarzania nowych składników w celu uzyskania produktów korzystnie wpływających na zdrowie człowieka. Opisano alternatywne składniki soków, mieszanek warzywnych, napojów na bazie mleka oraz alternatywnych produktów z udziałem probiotyków i prebiotyków. Scharakteryzowano także ekstrakty ziołowe jako składniki napojów funkcjonalnych i leczniczych, bioaktywne, w tym przeciwutleniające, związki wprowadzane do napojów funkcjonalnych i ich znaczenie w prewencji chorób. W sposób szczegółowy omówiono napoje mleczne wzbogacone roślinnymi sterolami, napoje ziołowe i na bazie zbóż oraz kombucę – napój funkcjonalny uzyskiwany ze słodzonej herbaty poddanej fermentacji przez tzw. grzybka herbacianego.

Bioactive Molecules in Food

[Bioaktywne cząsteczki w żywności]

Jean-Michel Mérillon, Kishan Gopal Ramawat (Eds.)

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-319-78029-0, liczba stron 2370, cena 675,99 EUR

Zamówienia: <https://www.springer.com>

Koncepcja żywności funkcjonalnej jest stosunkowo nowa, jednak spożywanie wyselekcjonowanej żywności w celu osiągnięcia określonego efektu zdrowotnego stosowa-

no już w okresie starożytnych cywilizacji, m.in. w Chinach i Indiach. W opracowaniu podano kompleksowe i najnowsze informacje na temat bioaktywnych cząsteczek w żywności. Omówiono przykłady żywności funkcjonalnej mające szczególne znaczenie dla badaczy i przemysłu. Przedstawiono także przegląd metod analitycznych wykorzystywanych w badaniach bioaktywnych składników żywności i oceny ich wpływu na organizm człowieka. Na bazie fitochemii i biotechnologii dostarczono wyczerpujących informacji na temat cząsteczek biologicznie aktywnych w codziennym pożywieniu i ich wpływu na stan fizyczny i psychiczny organizmu człowieka. W książce wyczerpująco opisano bioaktywne cząsteczki obecne w codziennym pożywieniu, takie jak: węglowodany, białka, lipidy, izoflawonoidy, karotenoidy, witamina C, polifenole oraz wiele innych. Opisano również w odpowiednich studiach przypadku koncepcje, takie jak: francuski paradoks, dieta śródziemnomorska, zdrowa dieta na bazie owoców i warzyw, dieta wegańska i wegetariańska oraz żywność funkcjonalna.

The Maillard Reaction in Food Chemistry

[Reakcje Maillarda w chemii żywności]

Donglian Ruan, Hui Wang, Faliang Cheng

Wydawnictwo: Springer Nature, 2019, ISBN 978-3-030-04776-4, liczba stron 84, cena 44,02 EUR

Zamówienia: <https://www.springer.com>

Książka poświęcona jest charakterystyce produktów reakcji Maillarda z zastosowaniem technologii bazujących na spektrometrii masowej (MS). Reakcje Maillarda są dobrze znanymi i najważniejszymi nieenzymatycznymi reakcjami pomiędzy cukrami redukującymi i białkami. W opracowaniu przedstawiono systematyczny model stosowany w badaniach reakcji Maillarda z udziałem aminokwasów, peptydów i białek. Publikacja umożliwia pogłębienie wiedzy i zrozumienie mechanizmu reakcji Maillarda w przetwarzaniu żywności. Omówione zostały także różne techniki spektrometrii mas do systematycznej analizy reakcji Maillarda. Na podstawie układów modelowych aminokwasy/peptydy – cukry, przedstawiono również wpływ reagentów, temperatury i czasu na przebieg reakcji Maillarda.

Alcoholic Beverages

[Napoje alkoholowe]

Alexandru Grumezescu, Alina Maria Holban

Wydawnictwo: Woodhead Publishing, 2019, ISBN 978-0-128-15269-0, liczba stron 562, cena 204 USD

Zamówienia: <https://www.elsevier.com>

Publikacja stanowi multidyscyplinarne źródło informacji obejmujące obszerną wiedzę na temat napojów alkoholowych: technologii i wpływu na skład napojów, jakość, cechy sensoryczne i wartość odżywczą. W książce omówiono główne napoje alkoholowe, w tym wina. Przeanalizowano je pod względem produkcji, zrównoważonego rozwoju i perspektyw na przyszłość. Przedstawiono także przykłady nowych trendów oraz najnowsze technologie i rozwiązania w branży napojów alkoholowych. Ponadto omówiono możliwość identyfikacji zafałszowań i zanieczyszczeń w napojach alkoholowych oraz przykłady metod analitycznych możliwych do zastosowania w ocenie ich jakości. Opisano także zastosowanie różnych produktów, takich jak piwo, wino i napoje spirytusowe, w tym nowych napojów, jak np. mescal i sotol. Wskazano również wino jako napój funkcjonalny.

Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw

Beata Przygoda, Hanna Kunachowicz, Irena Nadolna, Krystyna Iwanow

Wydawnictwo: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2019; ISBN 978-83-200-5586-3, liczba stron: 220, cena: 53,82 zł

Zamówienia: <https://pzwl.pl>

Zapotrzebowanie człowieka na składniki odżywcze i energetyczne jest zróżnicowane i zależy od wielu czynników, takich jak: płeć, wiek, stan fizjologiczny czy rodzaj wykonywanej pracy. Prawidłowo zbilansowana i urozmaicona dieta składająca się z różnorodnych produktów spożywczych jest warunkiem zachowania dobrego stanu zdrowia, a nieprawidłowy pod względem jakościowym i ilościowym sposób żywienia może być przyczyną wielu chorób dietozależnych. Tabele składu i wartości odżywczej zawierają szczegółowe zestawienia o wartości energetycznej oraz zawartości białka, tłuszczu, węglowodanów, błonnika pokarmowego, składników mineralnych i witamin w różnych produktach lub potrawach. Stanowi to niezbędną wiedzę przy prawidłowym planowaniu poszczególnych dań i całodziennych jadłospisów. Książka została przygotowana we współpracy z Instytutem Żywności i Żywienia w Warszawie.

Opracował: Lesław Juszcak



Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie,
Zarząd Główny PTTŻ oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN

zapraszają na:

IV SYMPOZJUM NAUKOWE

z cyklu

Bezpieczeństwo Żywnościowe i Żywności

Kiry k. Zakopanego, 8 - 10 kwietnia 2019 r.

Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska, tel. 22-593-70-75;
e-mail: symposium_bezpieczenstwo@sggw.pl



Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności SGGW w Warszawie
oraz
Zarząd Główny PTTŻ

zapraszają na:

KROKUSOWE X JUBILEUSZOWE SYMPOZJUM NAUKOWE

„Probiotyki w żywności“

Kiry k. Zakopanego, 10 - 12 kwietnia 2019 r.

Kontakt: dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska; tel. 22-593-70-67;
e-mail: symposiumprobiotyki@gmail.com



Politechnika Łódzka



Komitety Nauk o Żywności i Żywieniu Polskiej Akademii Nauk,
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej,
Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Łódzki

zapraszają na:

XLIV Sesję Naukową Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN
„Nauka, technologia i innowacje w żywności i żywieniu”

Łódź, 3 - 4 lipca 2019 r.

Informacje: <http://pan.binoz.p.lodz.pl/>

Kontakt: dr inż. Joanna Oracz - sekretarz; tel. 42 631-34-62;

e-mail: pan.binoz@info.p.lodz.pl

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 28 Nr 4

grudzień 2018

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 10 grudnia 2018 r. w Warszawie odbyło się ostatnie Zebranie Zarządu Głównego PTTŻ X kadencji. Po otwarciu spotkania i przyjęciu jego porządku zatwierdzono sprawozdanie z zebrania ZG, które odbyło się 24.09.2018 r. W dalszej kolejności przedstawiono i przyjęto sprawozdania z działalności Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji PTTŻ w roku 2018 oraz opinię Komisji Rewizyjnej. Następnie przedstawiono i przedyskutowano wnioski o przyznanie Złotych Odznak PTTŻ oraz zaopiniowano kandydatury na członków honorowych Towarzystwa. W dalszej części zebrania omówiono sytuację Wydawnictwa Naukowego PTTŻ, podjęto uchwałę o zakończeniu kadencji Rady Naukowej kwartalnika Żywność. Nauka. Technologia. Jakość oraz powołano nową Radę Naukową na kadencję 2019 - 2021. Na koniec spotkania omówiono sprawy związane z organizacją Walnego Zgromadzenia Delegatów.

Walne Zebranie Delegatów PTTŻ

W dniu 11 grudnia 2018 r. w Warszawie odbyło się Walne Zebranie Delegatów Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. Po otwarciu zebrania Pani Prezes – prof. dr hab. Agnieszka Kita przypomniała, że w trakcie upływającej kadencji odeszli od nas: prof. dr dr h.c. multi Antoni Rutkowski, nestor polskiej nauki o żywności, inicjator powołania i pierwszy prezes Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, a także prof. prof.: Mieczysław Pałasiński, Henryk Kostyra i Bronisław Drozdowski. Delegaci uczcili ich pamięć minutą ciszy. Następnie Pani Prezes ogłosiła przyznanie Złotej Odznaki PTTŻ Panu mgr Stanisławowi Wroniakowi – wieloletniemu księgowemu Towarzystwa.

W dalszej części zebrania delegaci jednomyślnie przyjęli uchwałę w sprawie przyjęcia protokołów z poprzedniego Walnego Zebrania Delegatów IX Kadencji z dnia 9 grudnia 2015 roku oraz z Nadzwyczajnego Walnego Zebrania Delegatów X Kadencji z dnia 22 września 2016 r.

Następnie prof. Agnieszka Kita przedstawiła sprawozdanie z merytorycznej i finansowej działalności Towarzystwa w latach 2016 - 2018. Na wstępie przypomniała cele działalności Towarzystwa, skład Zarządu Głównego, Komisji Rewizyjnej i Sądu Koleżeńskiego, następnie

przybliżyła najbardziej istotne aspekty działalności Zarządu i całego Towarzystwa. W dalszej kolejności sprawozdanie Głównej Komisji Rewizyjnej przedstawił jej przewodniczący prof. Krzysztof Surówka, a w imieniu Sądu Koleżeńskiego informacje przedstawiła dr hab. Małgorzata Krzywonos, prof. nadzw. Po przeprowadzeniu tajnego głosowania Walne Zebranie Delegatów PTTŻ podjęło uchwałę w sprawie udzielenia absolutorium Zarządowi Głównemu X Kadencji. Ustępująca Prezes, prof. Agnieszka Kita, podziękowała Delegatom za pozytywne przyjęcie sprawozdania z działalności Zarządu i udzielenie mu absolutorium.

W dalszej kolejności przeprowadzono tajne głosowanie, w którym prof. Agnieszka Kita została jednomyślnie wybrana Prezesem PTTŻ XI Kadencji. Pani Prezes podziękowała za ponowny wybór i okazane zaufanie. Następnie wybrano członków Zarządu Głównego, którymi zostali: prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (SGGW, Warszawa), dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska (UP, Poznań), dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk (PŁ, Łódź), dr hab. Ewa Jakubczyk, prof. nadzw. (SGGW, Warszawa), dr hab. Magdalena Montowska (UP, Poznań), prof. dr hab. Lesław Juszczak (UR, Kraków), dr hab. Aleksandra Wilczyńska, prof. nadzw. (UM, Gdynia), dr hab. Mariusz Witczak (UR, Kraków), dr hab. Małgorzata Dżugan, prof. nadzw. (UR, Rzeszów), dr hab. Małgorzata Karwowska, prof. nadzw. (UP, Lublin), dr hab. Małgorzata Gumienna (UP, Poznań), dr hab. Iwona Konopka, prof. nadzw. (UWM, Olsztyn), dr hab. Joanna Kawa-Rygielska, prof. nadzw. (UP, Wrocław).

Następnie wybrano członków Głównej Komisji Rewizyjnej: prof. dr hab. Krzysztof Surówka (UR, Kraków), dr hab. Wanda Kudelka, prof. nadzw. (UE, Kraków), prof. dr hab. Maria Śmiechowska (UM, Gdynia), dr hab. Joanna Leszczyńska, prof. nadzw. (PŁ, Łódź), dr hab. Paweł Glibowski, prof. nadzw. (UP, Lublin) oraz Sądu Koleżeńskiego: dr hab. Małgorzata Krzywonos, prof. nadzw. (UE, Wrocław), dr hab. inż. Magdalena Rudzińska, prof. nadzw. (UP, Poznań), dr hab. Janusz Kapuśniak, prof. nadzw. (UJD, Częstochowa), dr hab. Hanna Staroszczyk, prof. nadzw. (PG, Gdańsk), dr inż. Janusz Pomianowski (UWM, Olsztyn), dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak (SGGW, Warszawa).

W dalszej części zebrania podjęto uchwały w sprawie nadania członkostwa honorowego PTTŻ: prof. dr hab. Antoniemu Golachowskiemu, prof. dr hab. Krzysztofowi Krygierowi oraz prof. dr hab. Edwardowi Pospiechowi.

Następnie prof. Agnieszka Kita przedstawiła korekty Statutu PTTŻ wynikające ze zmian w obowiązujących przepisach prawa, a Walne Zebranie Delegatów jednomyślnie przyjęło uchwałę potwierdzającą zmiany w Statucie Towarzystwa.

WAŻNIEJSZE KRAJOWE I ZAGRANICZNE KONFERENCJE NAUKOWE

W 2019 ROKU

Luty - Marzec

- 28 - 2 LONDON, UK = 22nd Euro-Global Summit on Food and Beverages “Next gen of food innovation”
Organizator: Conferenceseries LLC Ltd

Informacje: <https://europe.foodtechconferences.org>
Kontakt: eurofood@foodtechconferences.com; tel. 0805-080048 (France),
0-800-014-8923 (UK), 1-213-233-9462, 1-888-843-8169 (America)

Marzec

- 9 - 10 PRAGUE, Czech Republic = 2nd Global Conference “Food, heritage and community”
Organizator: Progressive Connexions
Informacje: <http://www.progressiveconnexions.net/interdisciplinary-projects/food-and-drink/food-and-drink-in-the-21st-century/conferences>
Kontakt: dr Elisa Ascione, e-mail: eascione@umbra.org
- 14 - 15 BRATISLAVA, Slovenská republika, XXVI vedecká konferencia „Cudzorodé látky v potravinách a dysbalance vo výžive”
Organizator: Faculta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenska technicka univerzita v Bratislave, Slovenská spoločnosť pre výživu, Potravinárska sekcia SSPPLV pri SAV, Úrad verejného zdravotníctva SR, Štátna veterinárna a potravinová správa SR, Ústav potravinárstva a výživy FCHPT STU
Kontakt: Ing. Ladislav Staruch, PhD; e-mail: ladislav.staruch@stuba.sk
tel. +421 903 834 126
- 24 - 28 LEIDEN, The Netherlands = 1st GHI World Congress on Food Safety and Security
Organizator: Global Harmonization Initiative (GHI)
Informacje: <https://ghiworldcongress.org>
Kontakt: GHI2019@congressbydesign.com; tel. +31 88 089 8101
- 28 - 29 PIEŠŤANY, Slovakia = XVI Scientific Conference with International Participation “Food safety and control”
Organizatorzy: Department of Food Hygiene and Safety, Faculty of Biotechnology and Food Sciences of the Slovak University of Agriculture in Nitra; National Contact Point for Scientific and Technical Cooperation with EFSA – Ministry of Agriculture and Rural Development, Bratislava
Informacje: www.bezpecnostpotravin.sk
Kontakt: prof. ing. Jozef Golian; e-mail: Jozef.Golian@uniag.sk
tel. +42137/6414 325

Kwiecień

- 2 - 4 GRANADA, Spain = 6th International Conference on Food Digestion
Organizator: Infogest
Informacje: <http://www.infogestgranada2019.com>
Kontakt: info@infogestgranada2019.com; tel. 0034 902 430 960

- 8 - 10 BARCELONA, Spain = 6th International Conference on Food Security and Nutrition (ICFSN 2019)
Informacje: <http://www.icfsn.org>
Kontakt: Lydia Liu; e-mail: icfsn@cbees.net; tel. +852-3500-0137 (Hong Kong), +1-206-456-6022 (USA), +86-28-86528465 (China)
- 8 - 10 BARCELONA, Spain = 10th International Conference on Biotechnology and Food Science (ICBFS 2019)
Informacje: <http://www.icbfs.org>
Kontakt: Dana Huang; e-mail: icbfs@cbees.org; tel. +852-3500-0137 (Hong Kong), +1-206-456-6022 (USA), +86-28-86528465 (China)
- 8 - 10 **KIRY k. ZAKOPANEGO = IV Sympozjum Naukowe z cyklu “Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie, Zarząd Główny PTTŻ oraz Sekcja Bezpieczeństwa Żywności KNoŻiŻ PAN
Kontakt: dr inż. Marzena Tomaszewska; tel. (22) 593-70-75;
e-mail: symposium_bezpieczenstwo@sggw.pl
- 10 - 12 **KIRY k. ZAKOPANEGO = Krokusowe X Jubileuszowe Sympozjum Naukowe nt. “Probiotyki w żywności”**
Organizatorzy: Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie oraz Zarząd Główny PTTŻ
Kontakt: dr inż. Katarzyna Neffe-Skocińska; tel. (22) 593-70-67;
e-mail: symposiumprobiotyki@gmail.com
- 15 - 17 PARIS, France = 3rd International Conference on Food and Nutritional Sciences “Empowerment of food & nutritional science in a challenging world”
Informacje: <http://www.foodscienceconference.org>
Kontakt: Andrea Doris; e-mail: contact@foodscienceconference.org; tel. +1 563 447-3392
- 22 - 24 ATHENS, Greece = 3rd EuroSciCon Conference on Food Technology “Advancing the biotechniques and scientific research into food technology”
Organizator: EuroSciCon Ltd
Informacje: <https://food-technology.euroscicon.com>
Kontakt: foodtechnology@eurosciconmeet.com; tel. +44-2033182512 (UK), 1-800-841-6480 (USA/Canada)

Maj

- 7 - 10 SLIEMA, Malta = 5th International Symposium on Bee Products
Organizatorzy: International Honey Commission (IHC), APIMONDIA
Informacje: <https://msdec.gov.mt/en/beeCongress/Pages/default.aspx>
- 9 - 10 **KROSNO = VI Konferencja pt. „Rośliny zielarskie, kosmetyki naturalne i żywność funkcjonalna. Medycyna komplementarna w zapobieganiu i leczeniu chorób cywilizacyjnych”**
Organizatorzy: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Stanisława Pigonia w Krośnie, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polskie Towarzystwo Zielarzy i Fitoterapeutów
Informacje: <https://konferencje.pwsz.krosno.pl>
Kontakt: Instytut Gospodarki i Polityki Społecznej, Krosno
e-mail: zielarstwo2019@pwsz.krosno.pl ; tel. (13) 437-55-80, (13) 437-55-25
- 14 - 15 AMSTERDAM, The Netherlands = 21st International Conference on Food Science and Health (ICFSH)
Organizator: World Academy of Science, Engineering and Technology
Informacje: <https://waset.org/conference/2019/05/amsterdam/ICFSH>
- 23 - 24 **OLSZTYN = XXIV Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt. „Żywność – wczoraj, dziś i na zdrowe jutro”**
Organizatorzy: Oddział Olsztyński PTTŻ, Wydział Nauki o Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie, Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Sekcja Chemii Żywności Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Oddział Olsztyński Polskiego Towarzystwa Magnezologicznego
Informacje: <http://www.uwm.edu.pl/kpichsr/smkn2019.html>
Kontakt: dr inż. Lucyna Kłębukowska; e-mail: smkn_2019@go2.pl
- 23 - 24 PARIS, France = 2nd International Conference on Food Processing, Safety & Packaging “Let food be our medicine for healthy living”
Organizator: Conferenceseries LLC Ltd
Informacje: <https://foodcongress.conferenceseries.com>
Kontakt: foodsafety@europemeet.com; tel. +44 203-936-3178
- 30 - 31 **KRAKÓW = International Conference on „Trends in animal products processing. From field to fork”**
Organizatorzy: Department of Animal Products Technology, Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Kraków; The Committee of Food and Nutrition Science, Division II Biological and Agricultural Sciences, Polish Academy of Sciences; Polish Society of Food Technologists – Małopolska Branch; Polish Academy of Arts and Sciences – Commission on Agricultural, Forests and Veterinary Sciences

Kontakt: prof. dr hab. inż. Władysław Migdał; e-mail: w.migdal@ur.krakow.pl; w.migdal@bochnia.pl; tel. (12) 662-47-85; +48 502-731-885

30 - 31 ŁÓDŹ = XII Konferencja Technologów Przetwórstwa Owoców i Warzyw pt. „Warzywa, grzyby, owoce – znaczenie w naszej epoce”

Organizatorzy: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej, PTTŻ - Oddział Łódzki

Informacje: <http://owoceiwarzywa.p.lodz.pl>

Kontakt: dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk; tel. (42) 631-27-77

e-mail: owoceiwarzywa@info.p.lodz.pl

Czerwiec

12 - 13 POZNAŃ = Konferencja Naukowa pt. „Oleje jadalne - Od surowca do zdrowia konsumenta”

Organizatorzy: PTTŻ - Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Informacje: <http://www.scitt.up.poznan.pl/konferencja2019>

Kontakt: dr hab. Dominik Kmiecik, tel. 691-371-625

e-mail: dominik.kmiecik@up.poznan.pl

13 - 14 BARCELONA, Spain = 4th International Conference on Food and Beverage Packaging “Optimizing food packaging with the help of recent technologies”

Organizator: Conferenceseries LLC Ltd

Informacje: <https://foodpackaging.foodtechconferences.org>

Kontakt: foodpackaging@foodtechconferences.com; tel. 0805-080048 (France),

0-800-014-8923 (UK), 1-213-233-9462, 1-888-843-8169 (America)

27 - 28 POZNAŃ = XXVII Ogólnopolski Sympozjum Bromatologiczne „Żywność i żywienie w profilaktyce i leczeniu chorób dietozależnych”

Organizatorzy: Katedra i Zakład Bromatologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, Ogólnopolska Sekcja Bromatologiczna Polskiego Towarzystwa Farmaceutycznego, Zespół Higieny Żywności i Żywienia Człowieka Komitetu Nauki o Żywności i Żywieniu PAN, Zespół Analityki Żywności Komitetu Chemii Analitycznej PAN

Informacje: <http://www.bromatologia2019.bok-ump.pl>

Kontakt: Biuro Organizacji Konferencji e-mail: konferencje@ump.edu.pl

tel. (61) 854-73-84

Lipiec

- 3 - 4** **ŁÓDŹ = XLIV Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności i Żywieniu PAN nt. „Nauka, technologia i innowacje w żywności i żywieniu”**
Organizatorzy: Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, PTTŻ - Oddział Łódzki
Informacje: <http://pan.binoz.p.lodz.pl/>
Kontakt: dr inż. Joanna Oracz - sekretarz; tel. (42) 631-34-62;
e-mail: pan.binoz@info.p.lodz.pl
- 7 - 10** PORTO, Portugal = 8th International Symposium on “Delivery of functionality in complex food systems”
Organizator: Centre of Biological Engineering, University of Minho
Informacje: <https://www.dof2019.org>
Kontakt: scientificmail@skyros-congressos.com
- 15 - 17** ROME, Italy = World Congress on Food Science and Technology “Exploring the recent advances in food science and technology”
Organizator: Inovine Conferences
Informacje: <https://foodtechnology.inovineconferences.com>
Kontakt: contact@inovineconferences.org; tel. +1-408-648-2233
- 26 - 27** VANCOUVER, Canada = Food Processing, Safety and Technology “Rejuvenating innovations and advanced technologies in food processing industries”
Organizator: Conferenceseries LLC Ltd
Informacje: <https://foodprocessing.global-summit.com>
Kontakt: foodprocessingconference@gmail.com; tel. 0805-080048 (France), 0-800-014-8923 (UK), 1-213-233-9462, 1-888-843-8169 (America)

Wrzesień

- 19 - 20** **ŁÓDŹ = 3rd International Conference „Biologically Active Compounds in Food – BACIF 2019”**
Organizatorzy: Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, Instytut Technologii i Analizy Żywności Politechniki Łódzkiej, PTTŻ - Oddział Łódzki, PTTŻ - Sekcja Owoców i Warzyw
Informacje: <http://bacif2019.p.lodz.pl>
Kontakt: dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk; tel. (42) 631-27-77
e-mail: bacif2019@info.p.lodz.pl

Październik

- 5 - 9** COLOGNE, Germany = Innovation Food Conference
Organizator: Koelnmesse GmbH Business International
Informacje: <https://10times.com/innovation-food-conference>

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSTCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, HORTIMEX Plus Spółka komandytowa Konin.**

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 adresie internetowym Wydawnictwa – e-mail: **redakcja@pttz.org**

SPIS TREŚCI
CZASOPISMA „ŻYWNOŚĆ”
NR 114–117

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 114

Od Redakcji	3
BARTŁOMIEJ ZIENIUK, AGATA FABISZEWSKA: Ryby oraz odpady rybne jako źródło składników bioaktywnych oraz surowiec dla przemysłu energetycznego.....	5
MARTA DUDA, BARBARA SOKOŁOWSKA: Metody dezynfekcji marchwi i innych warzyw korzeniowych	17
HALINA GAMBUŚ, GABRIELA ZIEĆ, DOROTA LITWINEK, MONIKA DRUŻKOWSKA, FLORIAN GAMBUŚ, BARBARA MICKOWSKA: Porównanie wartości wypiekowej mąki z pszenicy orkiszowej z mąką z pszenicy zwyczajnej	30
DOROTA LITWINEK, HALINA GAMBUŚ, KRZYSZTOF BUKSA, MAŁGORZATA MAKAREWICZ, GABRIELA ZIEĆ, FLORIAN GAMBUŚ, MAGDALENA KOWALCZYK, JAKUB BORECZEK: Jakość i proces starzenia się chlebów z razowych mąk pszennych: z pszenicy zwyczajnej i orkisz oraz z żyta	50
ANNA BANAŚ, ANNA KORUS: Wpływ surowców roślinnych na właściwości przeciwutleniające niskosłodzonych dżemów wiśniowych	73
MONIKA TRZĄSKOWSKA, ANITA TRZCIŃSKA, ŻANETA KAPICA: Jakość sensoryczna i przeżywalność potencjalnie probiotycznych szczepów <i>Lactobacillus</i> w fermentowanym napoju miodowym	87
MARIOŁA KOZŁOWSKA, MAŁGORZATA ZIARNO, MAGDALENA RUDZIŃSKA, KATARZYNA TARNOWSKA, EWA MAJEWSKA, DOROTA KOWALSKA: Skład chemiczny olejku eterycznego z kolendry i jego wpływ na wzrost wybranych szczepów bakterii kwasu mlekowego	97
BARBARA WÓJCIK-STOPCZYŃSKA, BARBARA JAKUBOWSKA: Ocena <i>in vitro</i> aktywności przeciwrzybowej niektórych suszonych przypraw ziołowych	112
AGATA ZNAMIROWSKA, PRZEMYSŁAW ROŻEK, MAGDALENA BUNIEWSKA, DOROTA KALICKA, PIOTR KUŹNIAR: Zastosowanie czosnku niedźwiedziego (<i>Allium ursinum</i> L.) do produkcji mleka fermentowanego przez <i>Bifidobacterium animalis</i> ssp. <i>lactis</i> BB-12	126
MICHAŁ HALAGARDA, JOANNA PTASIŃSKA-MARCINKIEWICZ, KAMIL FIJOREK: Porównanie zawartości związków mineralnych w mleku konwencjonalnym i ekologicznym z południowej Polski	137
ANNA AUGUSTYŃSKA-PREJSNAR, ZOFIA SOKOŁOWICZ: Wpływ rasy i obróbki termicznej na jakość mięśni piersiowych kur z chowu ekologicznego po pierwszym roku użytkowania nieśnego	151
EWA BIAŁECKA-FLORJAŃCZYK, NATALIA SOBOROWSKA, ANNA KUNDYS: Barwniki spożywcze w produktach dla dzieci na podstawie deklaracji producentów	163
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	177

LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	180
Technolog Żywności.....	184

Nr 115

Od Redakcji	3
Z żałobnej karty: Prof. Dr dr h.c. mult. Antoni Rutkowski 1920 – 2018	5
HALINA MAKALA: Modyfikacja wartości żywieniowej mięsa i przetworów mięsnych poprzez zmiany ilości i składu tłuszczów oraz ograniczanie zawartości soli	9
ANNA KRZEPILKO, ROMAN PRAŻAK, BARBARA SKWARYŁO-BEDNARZ, AGATA ŚWIĘCIŁO: Pąki, liście i nasiona porzeczki czarnej – źródło substancji bioaktywnych o prozdrowotnych właściwościach	24
WIESŁAW PRZYBYLSKI, KATARZYNA KAJAK-SIEMASZKO, DANUTA JAWORSKA, EWELINA SZYMCHYK, PIOTR SAŁEK: Zastosowanie błonnika pokarmowego o zróżnicowanej długości włókien do podwyższenia jakości wędlin wyprodukowanych z mięsa wadliwego	34
JOLANTA CALIK, JÓZEFA KRAWCZYK, JOANNA OBRZUT: Fizykochemiczne i sensoryczne cechy mięsa kogutów i kapłonów Sussex rodu S-66	48
KRZYSZTOF WÓJCICKI: Zastosowanie spektroskopii w bliskiej podczerwieni do oceny jakości odżywek białkowych dostępnych na polskim rynku	59
AGATA ZNAMIROWSKA, DOROTA KALICKA, MAGDALENA BUNIEWSKA, PRZEMYSŁAW ROŻEK: Wpływ dodatku suszu z wyłoków jabłkowych na właściwości fizykochemiczne i sensoryczne jogurtów	71
RENATA KAZIMIERCZAK, EWELINA HALLMANN, MARIANNA SUŁEK: Zawartość karotenoidów w wybranych sokach marchwiowych pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej przeznaczonych do spożycia dla niemowląt i dorosłych	81
HANNA MOJSKA, IWONA GIELECINŚKA: Trendy zmian zawartości akryloamidu w produktach ziemniaczanych w Polsce w latach 2004 - 2016	93
ROBERT SOCHA, CELINA HABRYKA, LESŁAW JUSZCZAK: Wpływ dodatku pierzgi na zawartość wybranych związków polifenolowych oraz aktywność przeciwutleniającą miodu	108
DOMINIKA PLUST, EWELINA MARCINIĄK, BARBARA CZERNIEJEWSKA-SURMA, ORINA SURMA, PIOTR ZAPLETAL: Ocena aktywności przeciwutleniającej miodów pitnych dwójniak i zmiany tej aktywności w wyniku przechowywania	120
JUSTYNA LIBERA, KATARZYNA BANACH, AGNIESZKA LATOCH: Ocena wartości odżywczej przedszkolnych racji pokarmowych na podstawie jadłospisów z okresu zimowego	128
IWONA MENTEL, EWA CIEŚLIK, IWONA CIEŚLIK, IWONA KÖNIG: Ocena spożycia owoców i warzyw przez dzieci uczęszczające do żłobków na terenie Zakopanego	139
MARLENA PIELAK, JOANNA TRAFIAŁEK, EWA CZARNIECKA-SKUBINA: Ocena różnorodności oferty gastronomicznej w wybranej miejscowości turystycznej w Tajlandii	152
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	164
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	169
X Jubileuszowa Konferencja Naukowa „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie”	172
XI Ogólnopolska Konferencja Technologów Przetwórstwa Owoców I Warzyw	175
XXIII Sesja Naukowa Sekcji Młodej Kadry Naukowej „Żywność – tradycja i nowoczesność”	178
Technolog Żywności.....	181

Nr 116

Od Redakcji	3
PIOTR KOŁODZIEJCZYK, JAN MICHNIEWICZ: Ziarno zbóż i produkty zbożowe jako źródła błonnika pokarmowego	5

MAŁGORZATA DULA, JAN MATRAS, EUGENIUSZ R. GRELA, IGNACY NIEDZIÓŁKA: Przeciwutleniające i inne prozdrowotne właściwości ziół.....	23
MONIKA MICHAŁAK-MAJEWSKA, PIOTR STANIKOWSKI, WALDEMAR GUSTAW, ANETA SŁAWIŃSKA, WOJCIECH RADZKI, KATARZYNA SKRZYPCZAK, EWA JABŁOŃSKA-RYŚ: Technologia sous-vide – innowacyjny sposób obróbki cieplnej żywności.....	34
ADAM FLORKIEWICZ: Metoda sous-vide jako alternatywa dla tradycyjnych metod gotowania warzyw kapustnych w kontekście ograniczania strat zawartości składników odżywczych i błonnika pokarmowego	45
ROBERT DULIŃSKI, ŁUKASZ BYCZYŃSKI, ADRIAN KARBOWSKI: Określenie zawartości wybranych kwasów fenolowych i witamin z grupy B w pieczywie żytnim wzbogaconym w algi oraz oszacowanie biodostępności tych związków <i>in vitro</i>	58
ANETA OCIECZEK, MILLENA RUSZKOWSKA: Porównanie właściwości sorpcyjnych ziarna wybranych odmian komosy ryżowej (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	71
ZUZANNA MAŁYSZEK, JACEK LEWANDOWICZ: Wpływ stopnia podstawienia skrobi E1422 na właściwości reologiczne w układach zawierających chlorek sodu	89
ANNA BANAŚ, ANNA KORUS, JAROSŁAW KORUS: Wpływ warunków przechowywania na parametry tekstury i jakość sensoryczną dżemów wiśniowych z różnymi dodatkami roślinnymi	100
MARTIN KRÁL, MAREK ŠNIRC, BOHUSLAVA TREMLOVÁ: Różnice pomiędzy parametrami technologicznymi i teksturalnymi mięsa jeleni (<i>Cervus elaphus</i>) hodowlanych i dziko żyjących określone metodą składowych głównych	116
HALINA MAKALA: Jakość i wartość żywieniowa modelowych konserw typu szynka blokowa wyprodukowanych z mięsa brojlerów kurzych żywionych paszą bez dodatku oleju lnianego i z jego udziałem.....	126
JÓZEFA KRAWCZYK, JOLANTA CALIK: Ocena jakości jaj kur objętych programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt	140
AGATA WITCZAK, JACEK CYBULSKI, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, IZABELA DMYTRÓW: Zmiany zawartości PCB w mleku pochodzącym z mlekomatów w okresie trzyletnim – próba oceny stopnia narażenia konsumentów	151
AGNIESZKA CHOLEWA-WÓJCIK, AGNIESZKA KAWECKA, TADEUSZ SIKORA: Wymagania prawne dotyczące materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością	163
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	172
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	177
JACEK SŁUPSKI: XIII Konferencja Naukowa z Cyklu: Żywność XXI wieku	181
Technolog Żywności.....	187

Nr 117

Od Redakcji	3
IWONA WRZEŚNIEWSKA-WAL: Bezpieczeństwo upraw GMO i żywności GM na podstawie nowych regulacji prawnych na poziomie międzynarodowym i krajowym	5
KATARZYNA KOSIOR: Potencjał technologii Blockchain w zapewnianiu bezpieczeństwa i jakości żywności	18
ELENA HORSKÁ, PETER ŠEDÍK, JAKUB BERČÍK, ANDRZEJ KRASNODEBSKI, MARIUSZ WITCZAK, AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ: Aromakologia w sektorze żywności – aspekty wyboru produktów żywnościowych przez konsumentów	33
JERZY OSOWSKI: Innowacyjność i optymalizacja w ochronie upraw ziemniaka	42
AGNIESZKA NEMŠ, ANNA PĘKSA, AGNIESZKA KITA, JOANNA MIEDZIANKA, ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK: Jakość suszy i chrupek z ziemniaków odmian o fioletowej i czerwonej barwie mięszu	56
PIOTR KOŁODZIEJCZYK, JAN MICHNIEWICZ: Wartość żywieniowa oraz strawność i zdolność do fermentacji przy udziale mikroflory jelitowej człowieka <i>in vitro</i> wysokobłonnikowych produktów żytnich.....	72

ANNA OSTROWSKA, MAGDALENA KOZŁOWSKA, DANUTA RACHWAŁ, PIOTR WNUKOWSKI, EWA NEBESNY, JUSTYNA ROSICKA-KACZMAREK: Koncentrat białkowo-błonnikowy z rzepaku – skład chemiczny i właściwości funkcjonalne	86
KATARZYNA MARCINIAK-LUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA: Wpływ dodatku białek grochu oraz transglutaminazy na zmniejszenie zawartości tłuszczu w smażonym makaronie instant	100
DOROTA GAŁKOWSKA, MONIKA POŁUDNIAK, LESŁAW JUSZCZAK: Wpływ zastąpienia sacharozy glikozydami stewiolowymi na charakterystykę reologiczną deserów na bazie skrobi	111
MAŁGORZATA DŽUGAN, ANDŻELIKA RUSZEL, MONIKA TOMCZYK: Jakość miodów importowanych dostępnych na rynku podkarpackim	127
KRZYSZTOF GODULA, IZABELA DMYTRÓW, ANNA MITUNIEWICZ-MAŁEK, ELŻBIETA MULAŁKA: Stabilność przechowalnicza twarogów tradycyjnych i bezlaktozowych	140
ADAM FLORKIEWICZ, MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ, SŁAWOMIR PIETRZYK: Jakość sensoryczna warzyw kapustnych gotowanych metodą sous-vide oraz tradycyjnymi technikami obróbki hydrotermicznej	150
AGNIESZKA PAŁKA, MAGDA ŚNIEGOCKA-DWORAK, ALEKSANDRA WILCZYŃSKA: Sprzedaż bezpośrednia a bezpieczeństwo żywności pochodzenia zwierzęcego na przykładzie praktyk w powiecie tczewskim	172
DOMINIK ZIMON: Wpływ implementacji znormalizowanych systemów zarządzania na funkcjonowanie łańcuchów dostaw żywności	185
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym	194
LESŁAW JUSZCZAK: Nowe książki	198
Technolog Żywności	203
Spis treści czasopisma „Żywność” Nr 114 - 117	211
Wykaz nazwisk Autorów w 2018 roku	215
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2018 roku	217

WYKAZ AUTORÓW W 2018 ROKU

- Augustyńska-Prejsnar A. 114/151
Banach K. 115/128
Banaś A. 114/73, 116/100
Bączkiewicz M. 117/150
Berčík J. 117/33
Bialecka-Florjańczyk E. 114/163
Boreczek J. 114/50
Buksa K. 114/50
Buniowska M. 114/126, 115/71
Byczyński Ł. 116/58
Calik J. 115/48, 116/140
Cholewa-Wójcik A. 116/163
Cieślik E. 115/139
Cieślik I. 115/139
Cybulski J. 116/151
Czarniecka-Skubina E. 115/152
Czerniejewska-Surma B. 115/120
Dmytrów I. 116/151, 117/140
Drużkowska M. 114/30
Duda M. 114/17
Dula M. 116/23
Duliński R. 116/58
Dżugan M. 117/127
Fabiszewska A. 114/5
Fijorek K. 114/137
Filipiak-Florkiewicz A. 117/33
Florkiewicz A. 116/45, 117/150
Gałkowska D. 117/111
Gambuś F. 114/30, 114/50
Gambuś H. 114/30, 114/50
Gielecińska I. 115/93
Godula K. 117/140
Grela E.R. 116/23
Gustaw W. 116/34
Habryka C. 115/108
Halagarda M. 114/137
Hallmann E. 115/81
Horská E. 117/33
Jabłońska-Ryś E. 116/34
Jakubowska B. 114/112
Jaworska D. 115/34
Juszczak L. 114/180, 115/108, 115/169, 116/177, 117/111, 117/198
Kajak-Siemaszkó K. 115/34
Kalicka D. 114/126, 115/71
Kapica Ż. 114/87
Karbowski A. 116/58
Kawecka A. 116/163
Kazimierczak R. 115/81
Kita A. 117/56
Kołodziejczyk P. 116/5, 117/72
König I. 115/139
Korus A. 114/73, 116/100
Korus J. 116/100
Kosior K. 117/18
Kowalczyk M. 114/50
Kowalska D. 114/97
Kozłowska M. 114/97, 117/86
Král M. 116/116
Krasnodębski A. 117/33
Krawczyk J. 115/48, 116/140
Krzepiło A. 115/24
Kundys A. 114/163
Kuźniar P. 114/126
Latoch A. 115/128
Lewandowicz J. 116/89
Libera J. 115/128
Litwinek D. 114/30, 114/50
Majewska E. 114/97
Makala H. 115/9, 116/126
Makarewicz M. 114/50
Małyśzek Z. 116/89
Marciniak E. 115/120
Marciniak-Łukasiak K. 117/100
Matras J. 116/23
Mentel I. 115/139
Michalak-Majewska M. 116/34
Michniewicz J. 116/5, 117/72
Mickowska B. 114/30
Miedzianka J. 117/56
Mituniewicz-Malek A. 116/151, 117/140
Mojska H. 115/93
Morkis G. 114/177, 115/164, 116/172, 117/194
Mulawka E. 117/140
Nebesny E. 117/86
Nemś A. 117/56
Niedziółka I. 116/23
Obrzut J. 115/48
Ociecek A. 116/71
Osowski J. 117/42

- Ostrowska A.* 117/86
Palka A. 117/172
Pęksa A. 117/56
Pielak M. 115/152
Pietrzyk S. 117/150
Plust D. 115/120
Południak M. 117/111
Prażak R. 115/24
Przybylski W. 115/34
Ptasńska-Marcinkiewicz J. 114/137
Rachwał D. 117/86
Radzki W. 116/34
Rosicka-Kaczmarek J. 117/86
Rożek P. 114/126, 115/71
Rudzińska M. 114/97
Ruszel A. 117/127
Ruszkowska M. 116/71
Rytel E. 117/56
Salek P. 115/34
Sedik P. 117/33
Sikora T. 116/163
Skrzypczak K. 116/34
Skwaryło-Bednarz B. 115/24
Sławińska A. 116/34
Słupski J. 116/181
Śnirc M. 116/116
Soborowska N. 1 14/163
Socha R. 115/108
Sokołowicz Z. 114/151
Sokołowska B. 114/17
Stanikowski P. 116/34
Sulek M. 115/81
Surma O. 115/120
Szymczyk E. 115/34
Śniegocka-Dworak M. 117/172
Święcilo A. 115/24
Tajner-Czopek A. 117/56
Tarnowska K. 114/97
Tomczyk M. 117/127
Trafiłek J. 115/152
Tremlová B. 116/116
Trzaskowska M. 114/87
Trzcińska A. 114/87
Wilczyńska A. 117/172
Witczak A. 116/151
Witczak M. 117/33
Wnukowski P. 117/86
Wójcicki K. 115/59
Wójcik-Stopczyńska B. 114/112
Wrześniewska-Wal I. 117/5
Zapletal P. 115/120
Ziarno M. 114/97
Zieniuk B. 114/5
Zięć G. 114/30, 114/50
Zimon D. 117/185
Znamiorska A. 114/126, 115/71
Żbikowska A. 117/100

WYKAZ RECENZENTÓW W 2018 ROKU

Zamykamy 25. rok wydawania czasopisma „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość”. Redakcja przekazuje wyrazy wdzięczności PT Recenzentom za opiniotwórczą i społeczną pracę na rzecz naszego kwartalnika. Dziękujemy Państwu za wspieranie naszych wysiłków nad doskonaleniem poziomu naukowego publikowanych artykułów.

1. Prof. dr hab. inż. Ewa Babicz-Zielińska, Wyższa Szkoła Zdrowia w Gdańsku
2. Prof. dr hab. Barbara Baraniak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
3. Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Bednarski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
4. Dr hab. inż. Grażyna Bortnowska, prof. nadzw., Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
5. Dr hab. inż. Aneta Cegielka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
6. Prof. dr hab. inż. Alicja Ceglińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
7. Prof. dr hab. inż. Ewa Cieślik, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
8. Prof. dr hab. inż. Katarzyna Czaczyk, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
9. Dr hab. inż. Ewa Czarniecka-Skubina, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
10. Dr hab. inż. Anna Czubaszek, prof. nadzw., Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
11. Dr hab. inż. Barbara Danyluk, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
12. Dr hab. inż. Anna Diowks, Politechnika Łódzka w Łodzi
13. Dr hab. inż. Izabela Dmytrów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
14. Prof. dr hab. Zbigniew Dolatowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
15. Dr hab. inż. Krzysztof Dwiecki, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
16. Dr hab. Joanna Dziadkowiec, Uniwersytet Ekonomiczny W Krakowie
17. Dr hab. inż. Małgorzata Dżugan, prof. nadzw., Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
18. Prof. dr hab. inż. Teresa Fortuna, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
19. Prof. dr hab. inż. Halina Gambuś, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
20. Prof. dr hab. Jan Gawęcki, Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy
21. Dr hab. inż. Piotr Gębczyński, prof. nadzw., Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
22. Prof. dr hab. Małgorzata Gniewosz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

23. Prof. dr hab. inż. Antoni Golachowski, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
24. Prof. dr hab. inż. Jan Grajewski, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
25. Dr hab. Renata Grochowska, prof. nadzw., Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie
26. Prof. dr hab. Joanna Gromadzka-Ostrowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
27. Dr hab. inż. Artur Gryszkin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
28. Dr hab. inż. Dorota Gumul, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
29. Prof. dr hab. inż. Waldemar Gustaw, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
30. Dr hab. Monika Janowicz, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
31. Prof. dr hab. inż. Grażyna Jaworska, Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
32. Prof. dr hab. inż. Lesław Juszczak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
33. Dr hab. Janusz Kapuśniak, prof. nadzw., Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Częstochowie
34. Dr hab. Joanna Kawa-Rygielska, prof. nadzw., Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
35. Dr hab. Karen Khachatryan, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
36. Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
37. Dr hab. inż. Elżbieta Klewicka, prof. nadzw., Politechnika Łódzka w Łodzi
38. Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
39. Prof. dr hab. inż. Wiesław Kopeć, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
40. Prof. dr hab. Józef Korczak, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
41. Dr hab. Małgorzata Kowalska, prof. nadzw., Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu
42. Dr inż. Agnieszka Koziróg, Politechnika Łódzka w Łodzi
43. Dr Karol Krajewski, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyśle
44. Dr hab. inż. Wanda Kudelka, prof. nadzw., Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
45. Dr hab. Ewa Lange, prof. nadzw., Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
46. Prof. dr hab. inż. Andrzej Lenart, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
47. Prof. dr hab. inż. Tomasz Lesiów, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
48. Prof. dr hab. inż. Teresa Leszczyńska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
49. Prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, Politechnika Łódzka w Łodzi
50. Prof. dr hab. Anna Litwińczuk, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
51. Prof. dr hab. inż. Katarzyna Majewska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
52. Prof. dr hab. Maria Małecka, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
53. Dr hab. inż. Agata Marzec, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

54. Dr Anna Michalska, IRZiBŻ, Oddział Nauki o Żywności PAN w Olsztynie
55. Prof. dr hab. inż. Władysław Migdał, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
56. Dr inż. Beata Mikuta, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy w Częstochowie
57. Prof. dr hab. Marta Mitek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
58. Dr hab. inż. Wacław Mozolewski, prof. nadzw., Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
59. Prof. dr hab. inż. Ewa Nebesny, Politechnika Łódzka w Łodzi
60. Prof. dr hab. Wiktor Obuchowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
61. Prof. dr hab. inż. Jan Oszmiański, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
62. Prof. dr hab. Irena Ozimek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
63. Prof. dr hab. Irena Perucka, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
64. Prof. dr hab. inż. Piotr Palich, Uniwersytet Morski w Gdyni
65. Dr hab. Dorota Piasecka-Kwiatkowska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
66. Dr hab. inż. Stanisław Popek, prof. nadzw., Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
67. Prof. dr hab. Wiesław Przybylski, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
68. Dr hab. Jarosława Rutkowska, prof. nadzw., Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
69. Prof. dr hab. Elżbieta Sikora, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
70. Prof. dr hab. inż. Marek Sikora, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
71. Prof. dr hab. Tadeusz Sikora, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
72. Prof. dr hab. Elżbieta Skrzypek, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
73. Prof. dr hab. Mirosław Słowiński, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
74. Dr hab. inż. Jacek Słupski, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
75. Prof. dr hab. inż. Stefan Smoczyński, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
76. Dr hab. inż. Zofia Sokołowicz, prof. nadzw., Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie
77. Dr hab. inż. Anna Sokół-Lętowska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
78. Prof. dr hab. Ewa Solarska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
79. Dr hab. inż. Joanna Stadnik, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
80. Dr hab. inż. Hanna Staroszczyk, prof. nadzw., Politechnika Gdańska w Gdańsku
81. Prof. dr hab. Izabela Steinka, Uniwersytet Morski w Gdyni
82. Dr inż. Tomasz Szablewski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
83. Prof. dr hab. Tadeusz Szmańko, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
84. Dr hab. inż. Anna S. Tarczyńska, prof. nadzw., Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
85. Dr hab. inż. Dorota Walkowiak-Tomczak, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
86. Dr hab. Ewelina Węsierska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
87. Dr hab. inż. Mariusz Witczak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

-
88. Dr hab. inż. Teresa Witczak, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
 89. Dr hab. inż. Joanna Wyka, prof. nadzw., Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
 90. Dr hab. inż. Anna Zadernowska, prof. nadzw., Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
 91. Dr hab. Małgorzata Ziarno, prof. nadzw., Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
 92. Prof. dr hab. inż. Kazimiera Zgórska, Politechnika Koszalińska w Koszalinie
 93. Dr hab. Anna Żbikowska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
 94. Dr hab. inż. Joanna Żochowska-Kujawska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

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

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. inż. Agnieszka Kita Prezes PTTŻ	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 62; e-mail: agnieszka.kita@upwr.edu.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Sekretarz PTTŻ	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 42 631 27 77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Aleksandra Wilczyńska, Oddział Gdański	UM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 58 690 15 62; e-mail: a.wilczynska@wpit.umg.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Małgorzata Karwowska Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN; Tel.: 81 462 33 41; e-mail: malgorzata.karwowska@up.lublin.pl
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Oddział Łódzki	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 42 631 27 77; e-mail: krzysztof.kolodziejczyk@p.lodz.pl
Dr hab. inż. Mariusz Witczak Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel.: 12 662 48 35; e-mail: rrwitcza@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Iwona Konopka Oddział Olsztyński	UWM, Pl. Cieszyński 1, 10-957 OLSZTYN Tel.: 89 523 36 25; e-mail: iwona.konopka@uwm.edu.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Małgorzata Dżugan Oddział Podkarpacki	UR w Rzeszowie, ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 RZESZÓW Tel.: 17 872 16 19; e-mail: mdzugan@ur.edu.pl
Dr hab. Izabela Dmytrów Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 507 104 101; e-mail: izabela.dmytrow@gmail.com
Dr hab. inż., prof. nadzw. Ewa Jakubczyk Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 22 593 75 62; e-mail: ewa_jakubczyk@sggw.pl
Dr hab. Małgorzata Gumienna Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 73 47; e-mail: gumienna@up.poznan.pl
Dr hab. inż., prof. nadzw. Joanna Kawa-Rygielska Oddział Wrocławski	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 54 77; e-mail: pttz_ow@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	Politechnika Koszalińska, ul. Kwiatkowskiego 6e, 75-343 KOSZALIN Tel.: 609 807 618; e-mail: janjasienczyk@poczta.onet.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Technologii Mięsa	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 4, 71-550 SZCZECIN Tel.: 91 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr hab. inż. Magdalena Rudzińska Chemii i Technologii Tłuszczów	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 72 76; e-mail: magdar@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Antoni Golachowski Technologii Węglowodanów	UP, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 WROCŁAW Tel.: 71 320 77 68; e-mail: antoni.golachowski@upwr.edu.pl
Dr hab. inż. Dorota Walkowiak-Tomczak Chemii i Technologii Owoców i Warzyw	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 846 60 43; e-mail: dorota.walkowiak@up.poznan.pl
Dr inż. Monika Przeor Młodej Kadry Naukowej	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 61 848 73 30; e-mail: monika.przeor@up.poznan.pl

