



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 5 (78)

Kraków 2011

Rok 18

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość

Organ naukowy PTTŻ – dwumiesięcznik

Nr 5 (78)

Kraków 2011

Rok 18

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
ANETA KOPEĆ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ: Prozdrowotne właściwości resweratrolu.....	5
MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA: Produkty seropodobne, analogi serów topionych i dojrzewających.....	16
MAŁGORZATA WRONIAK, MAGDALENA MASZEWSKA: Oliwa z oliwek w diecie śródziemnomorskiej.....	26
AGNIESZKA KITA, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK, ANNA PEKSA, ELŻBIETA RYTEL, GRAŻYNA LISIŃSKA: Wpływ dodatku przeciwutleniaczy do oleju smażalniczego na zawartość akrylamidu w smażonych produktach ziemniaczanych.....	37
GRZEGORZ PIŃCZUK, AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA, HENRYK PUSTKOWIAK, TADEUSZ ZAJĄC: Porównanie zawartości i wydajności oleju w zależności od sposobu nawożenia oraz klasy wczesności i typu ziarna mieszańców kukurydzy.....	47
MAŁGORZATA TAŃSKA, DANIELA ROTKIEWICZ: Jakość tłuszczu nasion oleistych zastosowanych do produkcji wybranych rodzajów pieczywa.....	62
MAŁGORZATA KAŻMIERSKA, BARTOSZ KOSMAŁSKI, BOGDAN JAROSZ, MAGDALENA LIGOR, TADEUSZ TRZISZKA: Wpływ zróżnicowanego systemu chowu kur na zawartość luteiny w jajach.....	75
JOLANTA CALIK: Ocena jakości jaj sześciu rodów kur nieśnych w zależności od ich wieku.....	85
MARZANNA HEŚ, MARTYNA JEŻEWSKA, KRYSZYNA SZYMANDERA-BUSZKA, ANNA GRAMZA- MICHAŁOWSKA: Wpływ dodatków przeciwutleniających na wybrane wskaźniki wartości odżywczej mięsa suszonego.....	94
ANNA M. SALEJDA, GRAŻYNA KRASNOWSKA, URSZULA TRIL: Próba wykorzystania przeciwutleniających właściwości ekstraktu zielonej herbaty w produkcji modelowych przetworów mięsnych.....	107
GRZEGORZ TOKARCZYK, BARBARA SZYMCZAK, MARIUSZ SZYMCZAK, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI: Zmiany wybranych wskaźników chemicznych i mikrobiologicznych w procesie ciepłego wędzenia rozmrożonej siei (<i>Coregonis clupeaformis</i>).....	119
JOLANTA BARAN, WŁADYSŁAW PIECZONKA, MACIEJ POMPA-ROBORZYŃSKI: Składniki mineralne w serach i w serwatce otrzymanych z mleka owczego i koziego.....	132
EWA JANUŚ, DANUTA BORKOWSKA: Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czarno-białej oraz montbeliarde.....	141
ANNA CZUBASZEK, ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, MAGDALENA FUJARCZUK: Wpływ dodatku produktów z owsa na właściwości wypiekowe mieszanek żytnio-owsianych.....	150
JAN ICIEK, ILONA BŁASZCZYK, AGNIESZKA PAPIEWSKA, EDYTA CHMAL-FUDALI: Inaktywacja termiczna spor <i>Geobacillus stearothermophilus</i> w procesie sterylizacji.....	163
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: Jakość owoców w ocenie konsumenckiej.....	173
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interakcje składników żywności.....	188
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	190
ANNA FLOREK-PASZKOWSKA: Nowe książki.....	192
Technolog Żywności.....	195

Zamieszczone artykuły są recenzowane

*Czasopismo jest referowane przez: Chemical Abstracts Service, IFIS, Scopus,
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

FOOD. Science. Technology. Quality

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

No 5 (78)

Kraków 2011

Vol. 18

CONTENTS

From the Editor.....	3
ANETA KOPEĆ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ: Health stimulating properties of resveratrol.....	5
MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA: Cheese-like products, analogs of processed and ripened cheeses.....	16
MAŁGORZATA WRONIAK, MAGDALENA MASZEWSKA: Olive oil in mediterranean diet.....	26
AGNIESZKA KITA, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK, ANNA PEKSA, ELŻBIETA RYTEL, GRAŻYNA LISIŃSKA: Effect of antioxidants added to frying oil on content of acrylamide in fried potato products.....	37
GRZEGORZ PIŃCZUK, AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA, HENRYK PUSTKOWIAK, TADEUSZ ZAJĄC: Comparing content and yielding of oil in relation to fertilization method, class of early sowing, and grain type in corn hybrids.....	47
MAŁGORZATA TAŃSKA, DANIELA ROTKIEWICZ: Quality of fat from oilseeds used to produce selected kinds of bread.....	62
MAŁGORZATA KAŻMIERSKA, BARTOSZ KOSMAŁSKI, BOGDAN JAROSZ, MAGDALENA LIGOR, TADEUSZ TRZISZKA: Effect of diversified hen raising system on lutein content in eggs.....	75
JOLANTA CALIK: Assessing the quality of eggs produced by six breeds of egg-laying hens in relation to their age.....	85
MARZANNA HEŚ, MARTYNA JEŻEWSKA, KRYSZYNA SZYMANDERA-BUSZKA, ANNA GRAMZA- MICHAŁOWSKA: Effect of antioxidant additives on nutritive value of dried meat.....	94
ANNA M. SALEJDA, GRAŻYNA KRASNOWSKA, URSZULA TRIL: Attempt to utilize antioxidant properties of green tea extract in the production of model meat products.....	107
GRZEGORZ TOKARCZYK, BARBARA SZYMCZAK, MARIUSZ SZYMCZAK, ZDZISŁAW DOMISZEWSKI: Changes in selected chemical and microbiological indicators during warm smoking process of thawed whitefish (<i>Coregonis clupeaformis</i>).....	119
JOLANTA BARAN, WŁADYSŁAW PIECZONKA, MACIEJ POMPA-ROBORZYŃSKI: Mineral components in cheeses and whey made from ewe's and goat's milk.....	132
EWA JANUŚ, DANUTA BORKOWSKA: Effect of selected factors on milk energy value of cow's milk from phf bw and montbéliarde breeds.....	141
ANNA CZUBASZEK, ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, MAGDALENA FUJARCZUK: Effect of added oat products on baking characteristics of rye-oat blends.....	150
JAN ICIEK, ILONA BŁASZCZYK, AGNIESZKA PAPIEWSKA, EDYTA CHMAL-FUDALI: Thermal inactivation of <i>Geobacillus stearothermophilus</i> spores under sterilization process.....	163
EUGENIA CZERNYSZEWICZ: Fruit quality as assessed by consumers.....	173
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA: Interactions among food components.....	188
GRAŻYNA MORKIS: Food problems in Polish and EU legislation.....	190
ANNA FLOREK-PASZKOWSKA: Book reviews.....	192
The Food Technologist.....	195

Only reviewed papers are published

*Covered by: Chemical Abstracts Service, and IFIS, and Scopus,
Journal Citation Reports / Science Edition; Citation Index Expanded*

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora (jakość i bezpieczeństwo żywności, zarządzanie jakością, żywność pochodzenia zwierzęcego i towaroznawstwo żywności);
tel./fax. 12 293-50-54;
e-mail: sikorat@uek.krakow.pl

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 12 662-51-61; e-mail: wnpttz@wp.pl

Redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. Włodzimierz Grajek (biotechnologia), prof. dr hab. Grażyna Jaworska (żywność pochodzenia roślinnego), prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (mikrobiologia, bezpieczeństwo i higiena żywności), prof. dr hab. Bogusław Król (analiza i ocena żywności), prof. dr hab. Krzysztof Krygier (technologia tłuszczów, żywność funkcjonalna), prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński (technologia węglowodanów), prof. dr hab. Stefan Ziajka (mleczarstwo, zarządzanie jakością)

Redaktor statystyczny: dr Antoni Goryl

Stali współpracownicy: dr inż. Anna Florek-Paszkowska (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (przewodniczący), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (sekretarz), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Barylko-Pikielna, prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarniecki, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław Gwiazda, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Adolf Horubała, prof. dr hab. Jan Kiszka, prof. dr hab. Helena Oberman

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA), dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczka (Kanada), prof. dr Jan Pokorny (Czechy), prof. dr Roman Przybylski (Kanada), dr Andrzej Sośnicki (USA), dr Alina Sumacka-Szcześniak (USA), dr John Wojciak (Kanada)

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNÓŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994 - 1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2011
Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 600 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków
tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl
e-mail: wn@akapit.krakow.pl

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr **5(78)** naszego czasopisma, który zawiera różnorodne tematycznie artykuły naukowe, prezentujące dorobek kilku krajowych środowisk nauki o żywności. Jak zwykle w numerze stałe działy z interesującymi informacjami.

Nasz apel jest stale aktualny: **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych! Zwracajmy także większą uwagę na cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów w „Żywności”, w opracowaniach nadsyłanych do redakcji.

Cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów, wiążących się tematycznie z nadsyłanymi opracowaniami, będzie warunkiem przyjęcia pracy do druku.

Kraków, październik 2011 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**
Oddział Warszawski



oraz

WYDZIAŁ NAUK O ŻYWNOŚCI SGGW
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji

zapraszają na

VIII Konferencję Naukową

z cyklu:

JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCI

nt.:

Żywność przyszłości – czyli jaka?

Warszawa, 23 - 24 listopada 2011

Informacje:

**<http://kizop.sggw.pl/konferencjapttz/>
e-mail: konferencja_pttz@sggw.pl**

ANETA KOPEĆ, EWA PIĄTKOWSKA, TERESA LESZCZYŃSKA,
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ

PROZDROWOTNE WŁAŚCIWOŚCI RESWERATROLU

Streszczenie

Resweratrol (3,5,4'-trihydroksy-trans-stilben) jest naturalną fitoaleksyną, syntetyzowaną m.in. w skórkach winogron w odpowiedzi na infekcje grzybicze, stres oksydacyjny oraz promieniowanie UV. W wysokim stężeniu występuje również w winie, głównie czerwonym. Związek ten ma szeroki zakres aktywności biologicznej, m.in. właściwości przeciwzapalne, antyangiogenne, antyoksydacyjne oraz przeciwnowotworowe. Ponadto chroni organizm przed chorobami układu krążenia i neurodegeneracyjnymi, hamuje oksydację cholesterolu frakcji LDL, agregację płytek krwi i angiogenezę.

Słowa kluczowe: resweratrol, antyoksydanty, przewlekłe choroby niezakaźne

Wprowadzenie

Resweratrol należy do składników żywności charakteryzujących się aktywnością biologiczną. Związek ten występuje głównie w owocach i ich przetworach, zwłaszcza w winogronach i w dużych stężeniach w czerwonym winie. Zjawisko paradoksu francuskiego spotęgowało wzrost zainteresowania resweratrole. Związek ten ma szeroki zakres działania na organizm człowieka zarówno w zapobieganiu, jak i leczeniu różnych chorób. Resweratrol wywiera korzystny wpływ na układ krwionośny. Badania *in vitro* wykazały, że hamuje on rozwój procesów nowotworowych. Ponadto sugeruje się, że związek ten chroni przed chorobami neurodegeneracyjnymi, działa przeciwutleniająco, antyproliferacyjnie, przeciwzapalnie oraz antyangiogennie.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie najnowszych danych dotyczących resweratrolu, jednego z wielu obecnie badanych składników nieodżywczych o udowodnionych właściwościach prozdrowotnych.

Budowa resweratrolu

Resweratrol jest polifenolem zaliczanym do grupy flawonoidów, pochodzenia roślinnego, o budowie stilbenu (3,5,4'-trihydroksystilben). Struktura chemiczna tego związku podobna jest do syntetycznego dietylostilbestrolu estrogenowego (4,4'-dihydrokso-*trans*- α , β -dietylostilbenu), dlatego też zaliczany jest do fitoestrogenów – hormonów roślinnych, które mają działanie podobne do estrogenu [14, 19].

Resweratrol występuje w postaci dwóch form izomerycznych *cis*- i *trans*-. *Trans*-resweratrol jest stilbenem fenolowym występującym w wielu roślinach, m.in. winoroślach (*Vitaceae*), a w szczególności winorośli właściwej (*Vitis vinifera*) [1, 36]. Druga forma resweratrolu – *cis*-, powstaje wskutek izomeryzacji *trans*-resweratrolu i po rozpadzie cząsteczki polimerów resweratrolu podczas fermentacji skórek z winogron, w wyniku działania promieni UV oraz w warunkach wysokiego pH [14]. Forma *trans*-resweratrolu została dużo lepiej poznana niż forma *cis*-. W winie obie izomeryczne struktury resweratrolu znajdują się razem z kwasem galusowym i innymi przeciwutleniaczami, takimi jak katechiny i kwercetyna [30].

Synteza resweratrolu

Resweratrol syntetyzują rośliny w odpowiedzi na infekcje grzybicze lub pod wpływem silnego czynnika stresogennego (uszkodzenie tkanki, narażenie na promieniowanie UV i niedobór wody) [8, 14, 28]. W winorośli zainfekowanej szarą pleśnią (*Botrytis cinerea*), mączniakiem rzekomym (*Plasmopara viticola*) czy pospolitym rozłożkiem czerniejącym (*Rhizopus nigricans*) resweratrol powstaje w naskórku liści i skórce winogron [25, 33]. Poziom resweratrolu w roślinie jest najwyższy po około 24 h od momentu zadziałania czynnika szkodliwego i obniża się po 42-72 h. Stężenie resweratrolu zależy od wielkości uszkodzenia oraz odmiany winogron. Rośliny, które dojrzewają w chłodniejszym klimacie zawierają mniej resweratrolu w porównaniu z uprawianymi w wyższej temperaturze. W winach zwiększona zawartość tego związku jest związana z podwyższoną temperaturą przechowywania, wysokim poziomem bezwodnika kwasu siarkowego(IV) i/lub obniżonym pH [35].

Występowanie

Bogatym źródłem resweratrolu jest korzeń rdestowca ostrokończystego (*Polygonum cuspidatum*), uprawianego głównie w Chinach i Japonii. Orzeszki ziemne zawierają ten składnik w ilości 0,02 - 1,8 mg/g. Czarne odmiany winogron są najlepszym naturalnym źródłem resweratrolu, a czerwone zawierają go więcej niż zielone. W świeżych skórkach winogron występuje 50 - 100 mg tego związku na 1 g, co stanowi 5 - 10 % ich biomasy. Największą zawartością resweratrolu charakteryzują się czerwone winogrona odmiany Pinot noir [33, 35]. Resweratrol występuje także

w owocach jagodowych (morwa, żurawina, borówka czernica, borówka brusznica, niejadalna czarna jagoda, borówka amerykańska, czarna porzeczka, truskawki, maliny), w owocach chlebowca, jabłkach, jak również w orzechach, orzeszkach ziemnych oraz w niektórych ziołach [37]. Ponadto związek ten został zidentyfikowany w liściach i kwiatach następujących roślin: gniot, ciemnyca biała, orchidea, sosna zwyczajna i rzewień syn. rabarbar [8]. Resweratrol syntetyzowany jest również przez drzewa, takie jak eukaliptus, świerk [28]. Ponadto wykazano obecność tego związku w kakao, czekoladzie oraz w skórkach pomidorów [8, 24].

Średnia zawartość resweratrolu w winach czerwonych wynosi ok. 1,9 mg/dm³. Czerwone wina o największej zawartości resweratrolu to: Pinot Noir, St.Laurent, Marzemino, Merlot i Blaufränkisch, natomiast Agriogitiko jest gatunkiem o najmniejszej jego zawartości. Mniejsze stężenie tego związku jest w winach różowych, zaś w białych najmniejsze. Wynika to z procesu produkcji białych win, podczas którego wytloki są usuwane natychmiast po sprasowaniu i wyciśnięciu soku z winogron. Natomiast przy produkcji win czerwonych owoce są miażdżone i zostawiane razem z sokiem, by wyekstrahowane zostały związki nadające barwę i aromat. Dlatego też zawartość resweratrolu w tego rodzaju winie jest skorelowana m.in. z długością czasu trwania procesu fermentacji [8, 14, 33]. W konsekwencji na zawartość resweratrolu w winie ma wpływ wiele czynników, m.in.: różnice w procesie produkcji (szczególnie kontakt fazy płynnej ze stałymi częściami winogron), odmiana winogron, miejsce uprawy i rok winobrania oraz warunki atmosferyczne [1, 19].

Metabolizm resweratrolu

Resweratrol jest wchłaniany w organizmie człowieka w jelicie cienkim. Rodzaj posiłku nie ma istotnego wpływu na przyswajalność tego składnika. Badania z udziałem zwierząt i ludzi wykazały bardzo niską absorpcję resweratrolu ze względu na jego rozkład w świetle jelita i w wątrobie. Po wchłonięciu jest bardzo szybko metabolizowany w hepatocytach, a okres jego połowicznego rozpadu wynosi od 8 do 14 min. Badania *in vitro* wykazały, że w ludzkich hepatocytach resweratrol zostaje prawie całkowicie zmetabolizowany przy udziale cytochromu P450 i jest przekształcany do piceatannolu i tetrahydroksystilbenu M1 [29]. W badaniach z udziałem ludzi wykazano, że metabolitami są siarczanowe i glukuronowe formy trans-resweratrolu (3-O- i 4'-O-glukuronidów i 3-siarczan) Około 30 min od momentu pojawienia się w krwioobiegu jest zamieniany na siarczynowe pochodne ~ 30 min. Związki te krążą we krwi nawet do 9 h, następnie są one wydalane przez nerki oraz z kałem [11, 33].

Prozdrowotne właściwości resweratrolu

Rdestowiec ostrokończysty, zawierający resweratrol, od dawna używany był przez lekarzy w medycynie Dalekiego Wschodu w leczeniu schorzeń układu krążenia,

stanów zapalnych skóry oraz w hamowaniu procesów zapalnych. Lekarze nie wiedzieli wtedy, że to resweratrol odpowiada za efekt leczniczy. Dopiero kilka lat temu wzrosło zainteresowanie tym związkiem za sprawą paradoksu francuskiego. Stwierdzono, że w państwach położonych w basenie Morza Śródziemnego występuje niski wskaźnik śmiertelności w wyniku schorzeń sercowo-naczyniowych, pomimo że dieta bogata jest w tłuszcze nasycone. Zjawisko to powiązano z regularnym spożywaniem umiarkowanych ilości czerwonego wina. Sugerowano, że wino powoduje wzrost stężenia cholesterolu frakcji HDL, ze względu na zawarty w nim alkohol (spożywany w ilości 20 - 30 g, miał obniżać ryzyko zachorowania na chorobę niedokrwienną mięśnia serca o 40 %). Po przeprowadzonych doświadczeniach okazało się jednak, że zawartość cholesterolu frakcji HDL w surowicy ludności zamieszkującej Francję nie jest większa niż u ludzi innych narodowości. Zaczęto więc szukać kolejnej przyczyny paradoksu francuskiego. Dokładna analiza składników wina wykazała, że związkiem zmniejszającym ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia jest resweratrol [33, 27].

Resweratrol a ryzyko przewlekłych chorób niezakaźnych

Choroby układu krążenia należą do najczęściej występujących schorzeń, są to m.in. miażdżyca, choroba wieńcowa i zawał mięśnia sercowego. Do czynników ryzyka zalicza się m.in. nadciśnienie, wysoki poziom cholesterolu, cukrzycę, palenie papierosów, nadużywanie alkoholu, brak aktywności fizycznej, nadwagę i otyłość. Resweratrol obniża ryzyko występowania wyżej wymienionych schorzeń, m.in. w wyniku hamowania procesu peroksydacji lipidów oraz zmniejszania wnikania utlenionych LDL w ściany naczyń krwionośnych [31].

Resweratrol hamuje utlenianie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Powoduje także redukcję syntezy tłuszczów w wątrobie szczurów, hamuje aktywność cyklooksygenazy - COX-1 (enzymu biorącego udział w przemianach fosfolipidów w błonie komórkowej) oraz tworzenie produktów działania lipooksygenazy i tromboksanu B₂. Prowadzi to do zahamowania syntezy tromboksanu A₂ w leukocytach szczurów (substancji biologicznie czynnej zaliczanej do eikozanoidów, która powoduje m.in. agregację płytek krwi [16]. Ponadto wykazano, że dodatek resweratrolu do hodowli ludzkich komórek raka wątroby HepG2 zahamował syntezę apolipoproteiny B, cholesterolu i triacylogliceroli [28, 33]. Fukao i wsp. [13] przeprowadzili badania z udziałem myszy apo E^{-/-} LDL (z wyciszonym genem odpowiedzialnym za produkcję apolipoproteiny E i receptora, lipoprotein o małej gęstości). Przez 8 tygodni podawano tym zwierzętom dietę eksperymentalną wysokotłuszczową z dodatkiem resweratrolu w ilości 9,6 mg/kg m.c. lub 96 mg/kg m.c. Po tym okresie stwierdzono, że stężenie cholesterolu całkowitego i triacylogliceroli nie zmieniło się w surowicy krwi zwierząt żadnej z grup. Natomiast w grupie, która otrzymywała 96 mg/kg m.c. resweratrolu

zaobserwowano znaczące (o ok. 30 %) zmniejszenie narastania zmian miażdżycowych w aorcie oraz w tętnicach (o ok. 25 %).

Buryanowsky i wsp. [5] stwierdzili, że resweratrol wpływa na metabolizm nukleotydów adenozynowych w śródbłonku naczyniowym. Kardioprotekcyjne działanie tego związku wynika z hamowania aktywności reduktazy chinonowej (QR-2) – enzymu, który katalizuje reakcje nukleotydów adenozynowych. Powoduje to zwiększenie aktywności komórkowych enzymów antyoksydacyjnych i zwiększenie odporności komórek na stres oksydacyjny. Narażenie kardiomiocytów na stres, a następnie poddanie ich działaniu resweratrolu, powoduje zmniejszenie stresu oksydacyjnego, wzrost aktywności enzymów zapobiegających powstawaniu wolnych rodników i nasilenie syntezy tlenku azotu (NO). Ma to ogromne znaczenie przy niedokrwieniu narządów i powoduje ich ochronę przed powikłaniami: arytmia, krótkotrwałą mechaniczną dysfunkcją i śmiercią komórek [6, 15, 37].

Inną przyczyną kardioprotekcyjnego działania resweratrolu jest wpływ na proces agregacji płytek krwi i metabolizm trombiny [16, 37]. Udowodniono, że już niewielka ilość czerwonego wina może zmniejszać zawartość wskaźników stanu zapalnego, agregację płytek krwi i tworzenie zakrzepów. Po wykonaniu badań porównawczych, z udziałem mężczyzn, dotyczących wpływu czerwonego wina i ginu stwierdzono, że spożywanie obu napojów alkoholowych ma korzystny wpływ na zmniejszenie stanu zapalnego, który łączy się z rozwojem miażdżycy i chorobami serca. We krwi obu grup mężczyzn stwierdzono obniżony poziom fibrynogenu, który powoduje krzepnięcie krwi i jest czynnikiem ryzyka zawału serca oraz mniejsze ilości interleukiny-1 (IL-1) – jednego z markerów stanu zapalnego. Jednak tylko u osób pijących czerwone wino zmniejszyło się stężenie białka ostrej fazy (CRP). Naukowcy uważają, że ochronę serca zapewnia resweratrol, który nie występuje w ginie [33].

Schorzeniem, powstającym w wyniku rozwoju zmian miażdżycowych w kapilarach naczyniowych oka jest uszkodzenie centralnej części siatkówki. Zwrodnienie plamki ocznej, związanej z wiekiem (age-related macular degeneration – AMD), jest przewlekłą, postępującą chorobą powodującą nieodwracalną utratę wzroku u ludzi powyżej 50. roku życia w krajach wysoko rozwiniętych. Obisesan i wsp. [26] stwierdzili, że resweratrol może ograniczać ryzyko rozwoju tej choroby. Na przykładzie ludzkich komórek nabłonka barwnikowego siatkówki zbadano przeciwutleniające i antyproliferacyjne właściwości resweratrolu. Wykazano, że wynikiem ekspozycji na niebieskie światło było odkładanie lipofuscyny w tych komórkach. Związek ten jako bardzo reaktywny czynnik spowodował stres oksydacyjny, czego konsekwencją była zmiana struktury DNA, wywołująca apoptozę. Udowodniono, że w takich warunkach resweratrol w dawce 100 $\mu\text{mol/l}$ redukuje powstały stres oksydacyjny i wychwytuje powstały tlen singletowy. Przyczynia się to do ograniczenia zasięgu uszkodzeń DNA oraz śmierci komórek nabłonka barwnikowego siatkówki.

Otyłość i cukrzyca, przede wszystkim typu drugiego, są schorzeniami bezpośrednio połączonymi z chorobami układu krwionośnego. Rivera i wsp. [32] wykazali, że resweratrol obniża ciśnienie krwi u otyłych myszy. Ponadto w warunkach sprzyjających powstawaniu otyłości, czyli stosowanie wysokokalorycznej i wysokotłuszczowej diety, resweratrol wpływa na regulację równowagi energetycznej, co może zapobiegać chorobom dietozależnym – otyłości i związanym z nią zaburzeniom metabolicznym. Spowodowane jest to aktywacją przez resweratrol białka SIRT1. Jest to enzym regulujący apetyt, należący do rodziny sirtuin – protein zdolnych do regulowania aktywności transkrypcyjnej niektórych genów. Prawdopodobnie białko SIRT1 pośredniczy w dostosowywaniu organizmu do ograniczania ilości pobieranej energii poprzez aktywację PGC-1- α (induktora glukogenezy w wątrobie) [20]. Ponadto wykazano, że resweratrol jest potencjalnym czynnikiem w leczeniu cukrzycy i hiperlipidemii, gdyż stymuluje działanie wątrobowej kinazy białkowej AMPK (kinaza białkowa aktywowana przez AMP) w kilku liniach komórkowych [33, 37].

Nowotwory są kolejną grupą powszechnie występujących chorób. Najczęściej występującymi nowotworami są: rak skóry, płuc, piersi, jelita grubego, prostaty i szyjki macicy. Resweratrol odgrywa ważną rolę nie tylko w prewencji chorób nowotworowych, ale także w ich terapii. Badania wskazują, że ma on zdolność do blokowania każdego etapu w procesie powstawania nowotworów, tj. inicjacji, promocji i progresji. Do dowodów na to, że resweratrol może blokować fazę inicjacji procesu nowotworzenia należą: jego zdolność usuwania wolnych rodników, przeciwmutagenna aktywność widoczna w bakteryjnym modelu mutagenezy oraz metabolizm detoksykacji czynników rakotwórczych w komórkach raka wątroby poprzez indukcję reduktazy chinonowej (QR-2) – enzymu II fazy uczestniczącego w unieszkodliwianiu substancji kancerogennych [14, 33]. W drugiej fazie karcenogenezy resweratrol zmniejsza aktywność związków z rodziny cytochromów P-450 (CYP) i hamuje ich transkrypcję. Cytochromy uczestniczą w wytwarzaniu wolnych rodników tlenowych oraz powodują zwiększoną aktywność czynników rakotwórczych. Związki te mogą inaktywować wiele leków, ograniczając czas ich działania. Berge i wsp. [4] wykazali, że resweratrol zmniejsza ekspresję i aktywność CYP1A1, CYP1A2 i CYP1B1, przez co chroni komórki przed działaniem różnych związków kancerogennych np. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. W ostatniej, trzeciej, fazie karcenogenezy resweratrol wycisza różne linie komórek raka, częściowo poprzez inhibicję polimerazy DNA (enzymu katalizującego syntezę DNA) i reduktazy rybonukleotydowej (enzymu potrzebnego do syntezy DNA w dzielących się komórkach). Ponadto jako antyoksydant, związek ten hamuje proliferację komórek nowotworowych poprzez zatrzymanie cyklu komórkowego w fazie G1/S. Faza G1 jest drugą fazą podziału cyklu komórkowego, w której następuje wzrost komórki i biosynteza substancji organicznych. W następującej po niej fazie S dochodzi do replikacji DNA. Zatrzymanie cyklu komórkowego po-

między tymi fazami powoduje indukcję apoptozy komórkowej, dzięki której usuwane są zużyte lub uszkodzone komórki [33, 37].

W badaniach *in vitro* wykazano, że resweratrol zwiększa również efektywność chemioterapii, poprzez inaktywację białka $\text{-NF-}\kappa\text{B}$ (czynnika transkrypcyjnego). Czynniki te tworzone są przez komórki nowotworowe i kontrolują ekspresję wielu genów. Obecność $\text{NF-}\kappa\text{B}$ uodpornia komórki nowotworowe na chemioterapię, jak również pozwala im się namnażać. Resweratrol blokując ten czynnik powoduje, że chemioterapeutyki działają w miejscu przeznaczenia [37].

Baatout i wsp. [3] stwierdzili, że resweratrol stosowany w dużych dawkach uwrażliwia komórki raka szyjki macicy, przewlekłej białaczki szpikowej i rumienia szpiczaka mnogiego na promieniowanie X. Wykazano również, że w komórkach nowotworowych trzustki, poddanych działaniu resweratrolu i jednocześnie narażonych na działanie promieniowania, obniżyła się produkcja wolnych rodników. W tych samych komórkach, poddanych jedynie działaniu resweratrolu (bez udziału promieniowania), zakłócona została praca mitochondriów. W innych badaniach wykazano, że w β -komórkach ostrej białaczki limfoblastycznej, odpornych na radioterapię, resweratrol wywołuje apoptozę poprzez depolaryzację potencjału błony mitochondriów [37, 33]. Ponadto, jako fitoestrogen związek ten reguluje ekspresję licznych genów związanych z rozwojem raka piersi [21].

Resweratrol a schorzenia układu nerwowego

Choroby układu nerwowego są powszechnie występującymi schorzeniami, mającymi zazwyczaj ciężki przebieg i upośledzającymi prawidłowe funkcjonowanie organizmu. Ochrona tego układu związana jest przede wszystkim z przeciwutleniającymi właściwościami resweratrolu. Wykazano, że resweratrol ma działanie neuroprotektyjne, ponieważ osłabia toksyczność β -amyloidu w komórkach hipokampu szczurów poprzez aktywację kinazy C. Aktywuje czynniki zapobiegające działaniu wolnych rodników, w tym glutation, co ochrania komórki mikrogleju. Obecnie prowadzone są badania nad rolą resweratrolu w terapii schorzeń neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera, Parkinsona czy Huntingtona [22, 34].

Choroba Alzheimera (AD) jest zespołem zaburzeń prowadzących do utraty pamięci oraz funkcji poznawczych. Przyczyną tej choroby jest m.in. odkładanie się w mózgu substancji białkowej zwanej β -amyloidem. Amyloid ten uniemożliwia pracę komórek nerwowych, utrudniając ich komunikację. Resweratrol ogranicza działanie protein β -amyloidu, stymulując ich rozpad poprzez mechanizm związany z działaniem proteasomu (kompleks multiproteinowy rozkładający proteiny do krótkich polipeptydów i aminokwasów). Wykazano także, że ograniczenie podaży kalorii w diecie myszy z objawami choroby Alzheimera spowalnia rozwój tego schorzenia [2, 33].

Degeneracyjne zmiany w chorobie Parkinsona powodowane są obumieraniem komórek w istocie szarej mózgu, pniu mózgu, jądrach nerwów czaszkowych i zanikiem kory mózgowej. Główną przyczyną tego schorzenia jest zmniejszenie lub zahamowanie produkcji dopaminy. Zaburza to równowagę pomiędzy cholinergicznymi i dopaminoergicznymi neuronami w pozapiramidalnym układzie mózgu. Karlsson i wsp. [18] wykazali, że resweratrol chroni mezenchymatyczne komórki zarodkowe myszy przed tert-butylo-nadtlenkiem wodoru (źródło rodników), poprzez usuwanie wolnych rodników. Hunter i wsp. [17] stwierdzili, że stan zapalny ma duże znaczenie w rozwoju choroby Parkinsona. Wykazali, że resweratrol wywiera działanie ochronne na komórki, gdyż hamuje cyklooksygenazę COX-2 (czynnik katalizujący reakcje związków zaangażowanych w proces zapalny). Związek ten obniża także aktywność czynnika martwicy nowotworów (TNF- α jednej z głównych cytokin biorących udział w odpowiedzi zapalnej).

Resweratrol a proces zapalny

Proces zapalny może zostać wywołany zarówno przez czynniki zewnętrzne, jak i wewnętrzne, chemiczne, fizyczne i biologiczne. Reakcja zapalna zachodzi wtedy, gdy gromadzą się komórki zdolne do usunięcia szkodliwego czynnika i naprawy powstałego uszkodzenia. Mechanizm przeciwzapalnego działania resweratrolu jest złożony. Działanie to potwierdzono już podczas leczenia nieswoistego zapalenia błony śluzowej jelit szczurów. Resweratrol podawany zwierzętom w ilości 5 - 10 mg/kg m.c. spowodował znaczące zmniejszenie nasilenia procesu zapalnego, nacieku neutrofilowego i aktywności cytokin [23]. Działając razem z kwercetyną, resweratrol blokował uwalnianie z ludzkich komórek nabłonka oddechowego mediatorów stanu zapalnego: interleukiny 8 (IL-8), która "przyciąga" komórki odpornościowe oraz czynnika stymulującego kolonie granulocytów i makrofagów (GM-CSF) [10, 13].

Naukowcy zbadali również wpływ resweratrolu na wirusy. Stwierdzono, że następstwem oddziaływania tego związku jest hamowanie replikacji wirusa cytomegalii (CMV) [12]. Ponadto Docherty i wsp. [9] wykazali, że dodatek resweratrolu do diety myszy zainfekowanych wirusem grypy zmniejsza o 60 % wskaźnik ich umieralności. Zastosowanie u tych zwierząt kremu z resweratrolem w ilości 12,5 i 25 % wykazało pozytywne skutki w leczeniu zakażenia wirusem opryszczki (HSV-1). Związek ten hamuje replikację wirusa we wczesnej fazie zakażenia.

Skutki uboczne działania resweratrolu

Pomimo licznych prozdrowotnych właściwości resweratrolu stwierdzono, że związek ten wykazuje skutki uboczne. Suplementacja diety zwierząt doświadczalnych resweratrolem w bardzo dużych ilościach (nierealnych do spożycia) w ilości 3 g/kg

m.c./dzień, przez 4 tygodnie, spowodowała utratę apetytu i spadek masy ciała. Innymi skutkami ubocznymi było zwiększone stężenie kreatyniny, fosfatazy alkalicznej, aminotransferazy alaninowej, bilirubiny całkowitej i albuminy w surowicy krwi. Ponadto stwierdzono także zmniejszenie stężenia hemoglobiny, hematokrytu i liczby erytrocytów oraz leukocytozę. Kolejnymi negatywnymi objawami przyjmowania nadmiernej dawki resweratrolu były histopatologiczne zmiany w nerkach i pęcherzyku żółciowym o charakterze hiperplazji. Podawanie średniej dawki 1 g/kg m.c./dzień przez 4 tygodnie powodowało jedynie zmniejszenie masy ciała u samic oraz leukocytozę u samców. Przyjmowanie małych dawek omawianego składnika, w ilości 0,3 g/kg m.c./dzień przez 4 tygodnie nie wywoływało żadnych skutków ubocznych [7].

Podsumowanie

W niniejszej pracy przedstawiono przegląd najnowszych doniesień na temat resweratrolu i jego prozdrowotnych właściwości. Resweratrol ma szeroki zakres działania biologicznego i wykazuje wiele prozdrowotnych właściwości. Należy do nich przede wszystkim działanie antyoksydacyjne i przeciwzapalne, mające duże znaczenie w zapobieganiu chorobom układu krążenia, nowotworowych i układu nerwowego. Pomimo licznych korzyści zdrowotnych odnotowano również skutki uboczne stosowania resweratrolu w dużych ilościach. Jednakże ten naturalny związek występujący w wielu powszechnie spożywanych produktach, jak owoce czy wino, powinien być składnikiem codziennego pożywienia.

Literatura

- [1] Abril M., Negueruela A.I., Pérez C., Juan T., Estopañán G.: Preliminary study of resveratrol content in Aragón red and rosé wines. *Food Chem.*, 2005, **4 (92)**, 729-736.
- [2] Anekonda T.S., Reddy P.H.: Neuronal protection by sirtuins in Alzheimer's disease. *J. Neurochem.*, 2006, **2 (96)**, 305-313.
- [3] Baatout S., Derradji H., Jacquet P., Ooms D., Michaux A., Mergeay M.: Enhanced radiation-induced apoptosis of cancer cell lines after treatment with resveratrol. *Int. J. Mol. Med.*, 2004, **6 (13)**, 895-902.
- [4] Berge G., Ovrebø S., Botnen I.V., Hewer A., Phillips D.H., Haugen A., Møllerup S.: Resveratrol inhibits benzo[*a*]pyrene-DNA adduct formation in human bronchial epithelial cells. *Br. J. Cancer.*, 2004, **19 (91)**, 333-338.
- [5] Buryanovskyy L., Fu Y., Boyd M., Ma Y., Hsich T.C., Wu J.M., Zhang Z.: Crystal structure of quinone reductase 2 in complex with resveratrol. *Biochemistry*, 2004, **36 (43)**, 11417-11426.
- [6] Cao Z., Li Y.: Potent induction of cellular antioxidants and phase 2 enzymes by resveratrol in cardiomyocytes: production against oxidative and electrophilic injury. *Eur. J. Pharmacol.*, 2004, **1-2 (489)**, 39-48.
- [7] Crowell J.A., Korytko P.J., Morrissey R.L., Booth T.D., Levine B.S.: Resveratrol - associated renal toxicity. *Toxicol. Sci.*, 2004, **2 (82)**, 614-619.

- [8] Dipak K.D., Maulik N.: Resveratrol in cardioprotection. A therapeutic promise of alternative medicine. *Molecular Interventions*, 2006, **1** (6), 36-47.
- [9] Docherty J.J., Smith J.S., Fu M.M., Stoner T., Booth T.: Effect of topically applied resveratrol on cutaneous herpes simplex virus infections in hairless mice. *Antiviral Res.*, 2004, **1** (61), 19-26.
- [10] Donnelly L.E., Newton R., Kennedy G.E., Fenwick P.S., Leung R.H., Ito K., Russell R.E., Barnes P.J.: Anti-inflammatory effects of resveratrol in lung epithelial cells: molecular mechanisms. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.*, 2004, **4** (287), 774-783.
- [11] Espiñ J. C., Garcí'a-Conesa M.T., Toma's-Barbera'n F.A Carlos J.E., Garcí'a-Conesa M.T., Francisco A.T.B.: Nutraceuticals: Facts and fiction. *Phytochemistry*, 2007, **22-24** (68), 2986-3008.
- [12] Evers D.L., Wang X., Huong S.M., Huang D.Y., Huang E.S.: 3,4',5-trihydroxy-trans-stilbene (resveratrol) inhibits human cytomegalovirus replication and virus-induced cellular signaling. *Antiviral Res.*, 2004, **2** (63), 85-95.
- [13] Fukao H., Ijiri Y., Miura M., Hashimoto M., Yamashita T., Fukunaga C., Oiwa K., Kawai Y., Suwa M., Yama-Moto J.: Effect of trans-resveratrol on the thrombogenicity and atherogenicity in apolipoprotein E-deficient and low-density lipoprotein receptor-deficient mice. *Blood Coagul. Fibrinolysis*, 2004, **6** (15), 441-446.
- [14] Gu X., Chu Q., O'Dwyer M., Zeece M.: Analysis of resveratrol in wine by capillary electrophoresis. *J. Chromatogr. A*, 2000, **1-2** (881), 471-481.
- [15] Hung L.M., Su M.J., Chen J.K.: Resveratrol protects myocardial ischemia-reperfusion injury through both NO-dependent and NO-independent mechanisms. *Free Radic. Biol. Med.*, 2004, **6** (36), 774-781.
- [16] Hung L.M., Chen J.K., Huang S.S., Lee R.S., Su M.J.: Cardioprotective effect of resveratrol, a natural antioxidant derived from grapes. *Cardiovasc. Res.*, 2000, **3** (47), 549-555.
- [17] Hunter R.L., Dragicevic N., Seifert K., Choi D.Y., Liu M., Kim H.C., Cass W.A., Sullivan P.G., Bing G.: Inflammation induces mitochondrial dysfunction and dopaminergic neurodegeneration in the nigrostriatal system. *J. Neurochem*, 2007, **5** (100), 1375-1386.
- [18] Karlsson J., Emgard M., Brundin P., Burkitt M.J.: Trans-resveratrol protects embryonic mesencephalic cells from tert-butyl hydroperoxide: electron paramagnetic resonance spin trapping evidence for a radical scavenging mechanism. *J. Neuroch.*, 2000, **1** (75), 141-150.
- [19] Kopp P.: Resveratrol, a phytoestrogen found in red wine. A possible explanation for the conundrum of the "French paradox"? *Eur. J Endocrinol.*, 1998, **6** (133), 619-620.
- [20] Lagouge M., Argmann C., Gerhart-Hines Z., Meziane H., Lerin C., Daussin F., Messadeq N., Milne J., Lambert P., Elliott P.: Resveratrol improves mitochondrial function and protects against metabolic disease by activating SIRT1 and PGC-1 α . *Cell*, 2006, **6** (127), 1-14.
- [21] Le Corre L., Fustier P., Chalabi N., Bignon Y.J., Bernard-Gallon D.: Effects of resveratrol on the expression of a panel of genes interacting with the BRCA1 oncosuppressor in human breast cell lines. *Clin. Chim. Acta*, 2004, **1-2** (344), 115-121.
- [22] Lorenz P., Roychowdhury S., Engelmann M., Wolf G., Horn T.F.: Oxyresveratrol and resveratrol are potent antioxidants and free radical scavengers: effect on nitrosative and oxidative stress derived from microglial cells. *Nitric Oxide*, 2003, **2** (9), 64-76.
- [23] Martin A.R., Villegas I., La Casa C., de la Lastra C.A.: Resveratrol, a polyphenol found in grapes, suppresses oxidative damage and stimulates apoptosis during early colonic inflammation in rats. *Biochem. Pharmacol.*, 2004, **7** (67), 1399-1410.
- [24] Medina-Bolivar F., Condori J., Rimando A.M., Hubstenberger J., Shelton K., O'Keefe S.F., Bennett S., Dolan M.C.: Production and secretion of resveratrol in hairy root cultures of peanut. *Phytochemistry*, 2007, **14** (68), 1992-2003.

- [25] Montero C., Cristescu S.M., Jiménez J.B., Orea J.M., te Lintel Hekkert S., Harren F.J.M., González Ureña A.: Trans-resveratrol and grape disease resistance. A dynamical study by high-resolution laser-based techniques. *Plant Physiology*, 2003, **1 (131)**, 129-138.
- [26] Obisesan T. O., Hirsch R., Kosoko O., Carlson L., Parrott M.: Moderate wine consumption is associated with decreased odds of developing age-related macular degeneration in NHANES-1. *J. Am. Geriat. Soc.*, 1998, **1 (46)**, 1-7.
- [27] Orallo F., Alvarez E., Camina M., Leiro J.M., Gomez E., Fernandez P.: The possible implication of trans-resveratrol in the cardioprotective effects of long-term moderate wine consumption. *Mol. Pharmacol.*, 2002, **2 (61)**, 294-302.
- [28] Pervaiz S.: Resveratrol: from grapevines to mammalian biology. *FASEB J.*, 2003, **17**, 1975-1985.
- [29] Piver B., Fer M., Vitrae X., Merillon J.M., Dreano Y., Berthou F., Lucas D.: Involvement of cytochrome P450 1A2 in the biotransformation of trans-resveratrol in human liver microsomes. *Biochem. Pharmacol.*, 2004, **4 (68)**, 773-782.
- [30] Prasongsidh B.C., Skurray G.R.: Capillary electrophoresis analysis of trans- and cis-resveratrol, quercetin, catechin and gallic acid in wine. *Food Chemistry*, 1998, **3 (62)**, 355-358.
- [31] Renaud S., de Lorgeril M.: Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet.*, 1992, **339 (8808)**, 1523-1526.
- [32] Rivera L., Moron R., Zaruzelo A., Galisteo M.: Long-term resveratrol administration reduces metabolic disturbances and lowers blood pressure in obese Zucker rats. *Biochem. Pharmacol.*, 2009, **6 (77)**, 1033-1063.
- [33] Saiko P., Szakmary A., Jaeger W., Szekeres T.: Resveratrol and its analogs: defense against cancer, coronary disease and neurodegenerative maladies or just a fad? *Mutat. Res.*, 2008, **1-2 (658)**, 68-94.
- [34] Savaskan E., Olivieri G., Meier F., Seifritz E., Wirz-Justice A., Muller-Spahn F.: Red wine ingredient resveratrol protects from beta-amyloid neurotoxicity. *Gerontology*, 2003, **6 (49)**, 380-383.
- [35] Stervbo U., Vang O., Bonnesen Ch.: A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. *Food Chem.*, 2007, **2 (101)**, 449-457.
- [36] Todaro A., Palmeri R., Barbagallo R.N., Pifferi P.G., Spagna G.: Increase of trans-resveratrol in typical Sicilian wine using β -glucosidase from various sources. *Food Chem.*, 2008, **4 (107)**, 1570-1575.
- [37] Zdrojewicz Z., Belowska-Bieñ K.: Resweratrol – działanie i znaczenie kliniczne. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 2005, **5 (14)**, 1051-1056.

HEALTH STIMULATING PROPERTIES OF RESVERATROL

S u m m a r y

Resveratrol (3,5,4'-trihydroxy-trans-stilbene) is a natural phytoalexin, synthesized, among other things, in grape skins as a response to fungal infection, oxidative stress, and UV irradiation. High concentration levels thereof are found in wine, mainly in red wine. This compound has a wide range of biological activities, for example: anti-inflammatory, anti-angiogenic, antioxidative, and anti-cancer effects. Additionally, it protects human organisms against cardiovascular and neurodegenerative diseases, inhibits the oxidation of LDL fraction of cholesterol, suppresses platelet aggregation in blood and angiogenesis.

Key words: resveratrol, antioxidants, chronic diseases ☒

MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA

PRODUKTY SEROPODOBNE, ANALOGI SERÓW TOPIONYCH I DOJRZEWAJĄCYCH

Streszczenie

Poszerza się asortyment produktów mleczarskich, w których dokonuje się substytucji naturalnych składników mleka znacznie tańszymi odpowiednikami roślinnymi. Składnikiem najczęściej poddawany substytucji jest tłuszcz mlekowy, co jest konsekwencją jego wysokiej ceny, a także tendencji do zmniejszania zawartości cholesterolu w diecie. Tłuszcz mlekowy zastępowany jest nie tylko tłuszczem roślinnym, ale także mieszaniną białek i węglowodanów. W dążeniu do maksymalizacji zysków zamiast białek mleka stosowane są znacznie tańsze białka roślinne. Jednak substytucję tę ograniczają trudności z uzyskaniem właściwego profilu sensorycznego serów.

Wyroby produkowane z odtłuszczonego mleka z tłuszczem roślinnym z/lub bez dodatku tłuszczu mlekowego definiowane są jako produkty seropodobne. Natomiast analogi serów topionych i dojrzewających wytwarzane są zarówno z substytutów białek mleka, jak i tłuszczu mlekowego oraz odpowiednich emulgatorów. Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi produkt, w składzie którego dokonano substytucji tłuszczu mlekowego tłuszczem roślinnym lub białek mleka białkami roślinnymi czy innymi składnikami nie może być określany nazwą zastrzeżoną dla oryginalnych produktów mleczarskich.

Słowa kluczowe: wyroby seropodobne, analogi serów topionych i dojrzewających

Wstęp

Konsekwencją ograniczania kosztów w zakładach mleczarskich jest produkcja wyrobów, w których naturalne składniki mleka zastępowane są tańszymi odpowiednikami, najczęściej pochodzenia roślinnego. Koszt produkcji 1 kg masła wynosi ok. 9 - 10 zł, podczas gdy wyprodukowanie 1 kg tłuszczu palmowego (frakcji oleinowej i stearynowej) wynosi około 1,80 zł. Koszt wyprodukowania 1 kg białek mleka wynosi ponad 22 zł, podczas gdy analogiczną ilość białek soi można wyprodukować za 6,40 zł [27].

Produkcję analogów serów rozpoczęto w latach 70. XX w. w USA [7]. Jednym z pierwszych tego typu wyrobów, produkowanych na skalę przemysłową, były sery wykorzystywane do produkcji pizzy [11]. Niższe ceny wyrobów seropodobnych i analogów sera skutkowały zwiększeniem zainteresowania osób o niższych dochodach. Wyroby seropodobne oraz analogi w niedługim czasie stały się również popularne w krajach, w których brakowało mleka. Czynnikiem decydującym o wzroście zainteresowania analogami serów oraz produktami seropodobnymi są także korzyści prozdrowotne wynikające ze zmniejszonej zawartości tłuszczu i cholesterolu w diecie [4].

Od kilkunastu lat również w Polsce prowadzone są badania nad zastosowaniem substytutów tłuszczu mlekowego i (lub) białka w produktach mleczarskich [16, 24, 25].

Substytucja tłuszczu mlekowego

Najczęściej zastępowanym składnikiem serów dojrzewających i topionych jest tłuszcz mlekowy. Wchodzi on w skład matrycy białkowej i stanowi „wypełniacz” kształtujący właściwości reologiczne, a jego zawartość w serach wynosi 10 - 60 % [8]. Odpowiedzialny jest również za kształtowanie innych cech sensorycznych, głównie smaku i zapachu. Wielu producentów stosuje znacznie tańsze oleje roślinne: palmowy, kokosowy, kukurydziany i bawełniany, chociaż przy substytucji należy uwzględnić różnice pomiędzy tłuszczami, które mogą wpłynąć na cechy sensoryczne, w tym reologiczne produktu [14].

W celu uzyskania obniżonej kaloryczności serów wprowadza się substytuty tłuszczu mlekowego, stanowiące mieszaninę białek i węglowodanów. Syntetyczne substytuty tłuszczu tj. Olestra i Prolesta nie znalazły zastosowania do produkcji wyrobów seropodobnych ze względu na niekorzystny wpływ na strukturę. Zastosowanie substytutu tłuszczu Dairy-LOTM (mieszanina białek serwatkowych, laktozy i tłuszczu), podobnie jak Alaco plusTM (81 % białka) wpływało na zwiększoną zawartość wody w seropodobnym wyrobie typu Cheddar. Jednak walory sensoryczne ww. produktu nie były akceptowane [9]. W wyniku dodatku do mleka serowarskiego 0,125 % preparatu NovagelTM NC200, o składzie: karagen, celuloza, guma guar, otrzymano wyrób seropodobny o akceptowanym smaku i zapachu, jednak cechujący się gorszą konsystencją w porównaniu z serami kontrolnymi [3].

Produkty, w których zastosowano substytuty tłuszczu o budowie węglowodanowej były lepiej akceptowane niż wyroby, w których zastosowano substytucję tłuszczu białkami [12]. W wyniku zastosowania preparatów Novelose 240 (natywna skrobia) i Novelose 330 (skrobia retrogradowana) otrzymano wyroby

o mniejszej zawartości tłuszczu oraz większej twardości i zwięzłości. Wyroby, w których zastosowano węglowodanowe zamienniki tłuszczu charakteryzowały się większą twardością w przeciwieństwie do tych, w których dokonano substytucji białka [17].

Głównym problemem przy stosowaniu substytutów tłuszczu jest uzyskanie właściwego profilu sensorycznego, ponieważ dodawane związki podlegają odmiennym procesom biochemicznym niż tłuszcz mlekowy. W celu minimalizacji niekorzystnych cech sensorycznych stosuje się dodatek niewielkiej ilości tłuszczu mlekowego lub też śmietanki poddanej częściowej lipolizie [9].

Substytucja białek mleka

Źródłem białka w wyrobach seropodobnych i analogach serowych jest głównie kazeina podpuszczkowa i kwasowa. Rozpuszczalność kazeiny można zwiększyć po zastosowaniu soli emulgujących. Stosowanie kazeiny podpuszczkowej zaleca się do produkcji serów półtwardych o dużej elastyczności i ciągliwości. Zastosowanie kazeinianu sodu zamiast kazeinianu wapnia skutkuje wzrostem pH podczas produkcji, mniejszą twardością, lepszymi właściwościami emulgującymi i wyższym stopniem dysocjacji kazeiny [5]. Jednak dodatek kazeinianów może być przyczyną „mączystości” produktu. Efekt ten minimalizuje się poprzez właściwy dobór soli emulgujących, co ma szczególne znaczenie przy produkcji serów stosowanych do wyrobu pizzy.

Zastąpienie części kazeiny kwasowej białkami serwatkowymi wpływa na zwiększenie twardości analogów serów topionych [24]. Zwięzłość analogów serów topionych na bazie kazeiny podpuszczkowej wzrasta proporcjonalnie do ilości suszonej serwatki zarówno o obniżonej zawartości laktozy, jak też serwatki zdemineralizowanej [16]. Zastosowanie w produkcji analogów serowych koncentratu białek mleka (MPC) (zamiast kazeiny kwasowej i podpuszczkowej) zapewnia odpowiedni smak i zapach. Jednak z uwagi na obecność białek serwatkowych wyroby charakteryzują się zmniejszoną sprężystością [2]. Przy dodatku do mleka serowarskiego białek serwatkowych o wielkości cząstek $<10 \mu\text{m}$ dochodzi do ich wbudowania w struktury kazeiny. Natomiast w przypadku cząstek powyżej $10 \mu\text{m}$ następuje destabilizacja struktury i zmniejszenia zwięzłości skrzepu podpuszczkowego.

W dążeniu do maksymalizacji zysków producenci coraz częściej zamiast białek mleka stosują znacznie tańsze białka soi, orzechów, grochu oraz zbóż. Niewielka 10 - 20 % substytucja białkami roślinnymi nie powoduje pogorszenia cech sensorycznych wyrobu. Możliwości zastosowania większych ilości białek roślinnych są jednak ograniczone. Ich dodatek podczas produkcji skutkuje większą twardością i zwięzłością, a także zmniejszeniem sprężystości i topliwości serów przeznaczonych do produkcji pizzy [2, 13, 18].

Zastosowanie skrobi jako zamiennika białek mleka wpływa na wzrost twardości i nadmierną kruchość analogów serów dojrzewających. Powyższe wady występują zwłaszcza przy substytucji białka skrobią o zwiększonej zawartości amylozy w stosunku do amylopektyny [11, 18]. W przeciwieństwie do analogów serów dojrzewających analogi serów topionych z niewielkim, 2,5 % dodatkiem skrobi ryżowej charakteryzowały się lepszą topliwością i teksturą [18].

Proces technologiczny

Tekstura wyrobów seropodobnych, a także analogów serów determinowana jest przede wszystkim składem chemicznym (zawartość wody, białka i tłuszczu). Wyroby seropodobne o wysokiej zawartości tłuszczu charakteryzują się bardziej miękką konsystencją [11]. Natomiast mniejsza zawartość wody i pH ok. 5,7 przyczynia się do wzrostu twardości i zwięzłości analogów serów topionych [21]. Istotne są także właściwości fizykochemiczne zastosowanego tłuszczu oraz dodatek innych funkcjonalnych składników. Zastosowanie izolatu białek serwatkowych powoduje zwiększenie twardości i lepkości analogów serów topionych na bazie kazeiny kwasowej i tłuszczu mlekowego [24].

Omawiane wyroby są produktami, których teksturę można kształtować w procesie technologicznym poprzez zróżnicowaną obróbkę termiczną i mechaniczną. Modelowania tekstury można dokonywać także dzięki zastosowaniu różnorodnych składników. Warunkiem stosowania olejów roślinnych w produkcji wyrobów seropodobnych oraz analogów serów topionych jest sporządzenie trwałej emulsji z białkami. Stabilność emulsji podczas schładzania i magazynowania produktu zapewnia się dzięki stosowaniu odpowiednich soli emulgujących [4].

Sole emulgujące

W produkcji analogów serów topionych i dojrzewających stosowane są różne sole emulgujące, m.in. cytrynian sodu, wodorooortofosforan sodu, polifosforan sodu i glinu, glukany, mleczany, sole amonowe, laktony. Różnią się one zdolnościami do hydratacji białka, kompleksowania wapnia, korekty pH, co wpływa na teksturę produktu finalnego [4, 10].

Podczas produkcji serów topionych i ich analogów najczęściej stosowanymi emulgatorami są fosforany i cytryniany, przy czym fosforany wykazują lepsze właściwości kompleksujące niż cytryniany [10]. Zdolności kompleksujące fosforanów ulegają zwiększeniu proporcjonalnie do liczby grup P_2O_5 (poli- > pyro- > ortofosforany). Sole charakteryzujące się dużymi zdolnościami do kompleksowania wapnia ułatwiają wytworzenie produktu o stabilnej strukturze, znacznej twardości oraz mniejszej topli-

wości. Wzrost koncentracji zastosowanych do produkcji polifosforanów skutkuje bardziej zwięzłą strukturą serów topionych [6]. Analog sera mozzarella i pizza wyprodukowany z zastosowaniem cytrynianu sodu >1 % oraz 2 % wodorofosforanu(V) sodu charakteryzuje się bardziej miękką konsystencją oraz lepszą topliwością [5].

Jedną z funkcji emulgatorów jest korekta kwasowości (pH) zależna od ilości zastosowanego topnika oraz od jego pojemności buforowej. Dawka emulgatora jest ściśle uzależniona od ilości i rodzaju tłuszczu, który został użyty do produkcji analogów serowych. Zalecana dawka mieści się w granicach 0 - 3 % i powinna maleć w następującej kolejności: $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \sim \text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \sim \text{Na}_5\text{O}_{10}\text{P}_3\text{xH}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{HPO}_4 > \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ [19]. Zastosowanie NaH_2PO_4 powoduje wzrost pH i kruchości produktu końcowego. Natomiast analogi serów, w których zastosowano dodatek Na_3PO_4 są bardziej plastyczne [5].

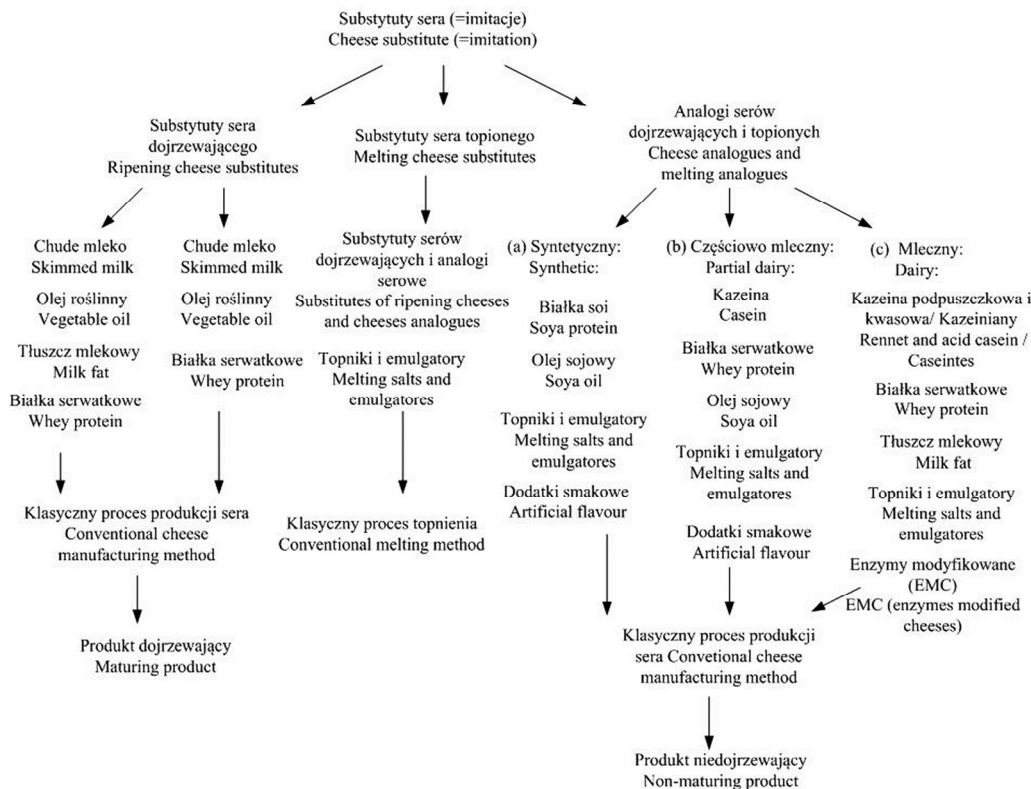
Zastosowanie cytrynianu jednosodowego podczas produkcji może przyczynić się do zniszczenia wytworzonej emulsji podczas obróbki termicznej. Natomiast zastosowanie cytrynianu dwusodowego może prowadzić do wydzielania wody podczas schładzania produktu [6]. Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie gotowych mieszanek handlowych, a pojedyncze sole traktować należy jako dodatkowy czynnik korygujący pH.

Produkty seropodobne

Produkty seropodobne otrzymuje się w wyniku częściowej lub całkowitej substytucji tłuszczu mlekowego znacznie tańszymi olejami roślinnymi (rys. 1). Na etapie przygotowania surowca do przerobu niezbędne jest sporządzenie emulsji tłuszczu roślinnego i białek. Ze względu na właściwości funkcjonalne najczęściej wykorzystywane są tzw. partykułowane białka serwatkowe. Technika partykulacji białek serwatkowych polega na ich denaturacji (otwiera się natywna struktura białek) oraz agregacji (zdenaturowane białka łączą się ze sobą, tworzą cząstki o wielkości mikrometrycznej). Partykulacja prowadzi do zwiększenia rozmiarów białek serwatkowych do zakresu mikrometrów [μm] pod wpływem temperatury i naprężenia ścinającego. Najbardziej pożądane jest uzyskanie agregatów o średniej wielkości 1 - 5 μm , ponieważ mniejsze cząstki wywołują w finalnym produkcie cechę określaną jako „smak pusty”, natomiast większe – wadę „mączystości” lub „piaszczystości” [25].

W pozyskiwaniu partykułowanych białek serwatkowych wykorzystuje się koncentrat białek serwatkowych o zawartości ok. 60% s.m. i zmniejszonej (w procesie ultrafiltracji serwatki) zawartości laktozy. Pozwala to na eliminację suszenia rozpyłowego. Jedyną modyfikacją linii technologicznej dotyczy zbiorników i dozowników olejów oraz homogenizatora. Proces technologiczny prowadzony jest w sposób tradycyjny, charakterystyczny dla danego typu sera z wykorzystaniem typowych linii tech-

nologicznych. Również proces solenia i dojrzewania prowadzony jest zgodnie z instrukcją technologiczną wyrobu oryginalnego.



Rys. 1. Różne sposoby wytwarzania analogów serów.
Fig. 1. Different procedures to manufacture cheese analogues.

W porównaniu z procesem topienia sera poszczególne parametry wyrobu analogów serów topionych wymagają zazwyczaj niewielkiej korekty. Wynika to z faktu, że w powszechnie stosowanych mieszankach tłuszczowych dochodzi niekiedy do szybszej krystalizacji niektórych frakcji w porównaniu z tłuszczem mlekowym. Innym równie ważnym czynnikiem jest wzajemny polimorfizm tłuszczu mlekowego i roślinnego. Produkcja analogów serów topionych umożliwia wykorzystanie różnych produktów ubocznych powstających w przetwórstwie mleczarskim. Do produkcji analogów serów dojrzewających wykorzystywane są również substytuty naturalnych składników mleka, najczęściej pochodzenia roślinnego (tłuszcz palmowy, białka soi). Zasadniczym problemem w produkcji analogów serów dojrzewających jest wytworzenie drobnoziarnistej struktury, która odpowiedzialna jest za teksturę produktu.

Dlatego też konieczny jest proces homogenizacji wszystkich składników [15]. Ze względu na brak dodatku kultur starterowych niezbędne jest stosowanie kwasów organicznych (mlekowy, fosforowy, cytrynowy, octowy). Pożądane cechy zapachowe tych produktów uzyskuje się poprzez dodatek odpowiednich aromatów [4].

Cechy smakowo-zapachowe analogów sera, podobnie jak ich struktura i konsystencja, uzależnione są w istotnym stopniu od uzyskania stabilnej emulsji tłuszczu roślinnego i białka. Tym samym, niezbędne jest zastosowanie w procesie produkcyjnym emulgatorów. Podczas dogrzewania gęstwy bez udziału emulgatora może bowiem dochodzić do rozdzielenia mieszanki na fazę woda-białko lub woda-tłuszcz.

Typowy skład wyrobów seropodobnych oraz analogów sera przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Przykładowy skład analogów i produktów seropodobnych.

Example of the composition of cheese analog and cheese-like products.

Analog sera Cheddar Cheddar cheese analog		Analog sera topionego Processed cheese analog		Wyrób seropodobny typu holenderskiego Dutch cheese-like product	
Składniki / Ingredients	[%]	Składniki / Ingredients	[%]	Składniki Ingredients	[%]
Kazeinian sodu Sodium caseinate	13,00	Kazeinian sodu Sodium caseinate	1,50	Mleko / Milk	86,01
Kazeinian wapnia Calcium caseinate	13,00	Mleko w proszku Milk powder	7,00	Podpuszczka Rennet	3,74
Tłuszcz roślinny Plant fat	25,00	Tłuszcz roślinny Plant fat	11,00	Tłuszcz roślinny Plant fat	2,60
Kwas mlekowy Lactic acid	1,00	Kwas mlekowy Lactic acid	1,00	Kultury starterowe DVS Starter cultures DVS	0,01
Stabilizatory/emulgatory Stabilisers/emulsifiers	1,00	Stabilizatory/emulgatory Stabilisers/emulsifiers	3,10	Chlorek wapnia Calcium chloride	0,02
Sól / Salt	1,50	Sól / Salt	0,50	Woda / Water	11,34
Związki smakowe Flavour	1,50	Skrobia modyfikowana Modified starch	2,50		
Woda / Water	34,00	Woda / Water	64,00		
Ser Cheddar Cheddar cheese	10,00	Tłuszcz utwardzany Hardened fat	11,00		

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4] / Source: the authors' own study based on [4]

Analogi serów topionych i dojrzewających

Sery topione (w tradycyjnym procesie produkcyjnym) otrzymuje się poprzez zmieszanie oraz odpowiednią obróbkę serów o różnym stopniu dojrzałości z dodatkiem soli emulgujących oraz ewentualnym dodatkiem twarogu, masła i wody. Analogi serów topionych otrzymywane są poprzez częściowe lub całkowite zastąpienie serów dojrzewających preparatami białkowymi (rys. 1), najczęściej kazeiną podpuszczkową [16] lub kwasową [24]. Produkcja analogów serów dojrzewających i topionych polega na przetworzeniu mieszaniny białka (kazeina, suszona serwatka, odtłuszczone mleko w proszku, koncentraty białek mleka), tłuszczu mlekowego i/lub roślinnego, emulgatorów (fosforanowe i polifosforanowe sole sodowe, cytryniany), barwników i substancji dodatkowych rozpuszczonych w wodzie [1, 4].

Zagadnienia prawne

Mleko i przetwory mleczarskie są chronione przepisami prawa unijnego. W rozporządzeniu Komisji (EWG) nr 1898/87 [22] stwierdzono, że „przetwory mleczne” oznaczają wyłącznie produkty uzyskiwane z mleka, chociaż do produktów tych można dodawać substancje dodatkowe niezbędne do ich wytworzenia, ale pod warunkiem, że nie stanowią one zamiennika części lub całości naturalnych składników mleka.

Ochronie oznaczeń podlega m.in. nazwa „ser”. Zakazane jest używanie etykiet, materiałów reklamowych czy też innych form prezentacji, które wskazywałyby, że produkt z substytucją tłuszczu mlekowego lub tłuszczu mlekowego i białek mleka, tłuszczem roślinnym i białkami roślinnymi jest produktem mleczarskim.

Europejski Trybunał Sprawiedliwości (ETS) na wniosek rządu niemieckiego wypowiedział się, co do zasadności nazywania serem produktów, w skład których oprócz naturalnych składników mleka wchodzi tłuszcz roślinny. W orzeczeniu ETS [28] jednoznacznie określono, że produkt, w którym doszło do zamiany składnika naturalnego nie może być nazywany serem, nawet wtedy, kiedy nazwie towarzyszy dodatkowy opis zawarty na opakowaniu produktu np. „ser dietetyczny”. Podobnie używanie nazw kojarzących się z serami dojrzewającymi np. Gouda jest nieprawidłowością i stanowi naruszenie obowiązujących przepisów [20, 26].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi produkt, w którym dokonano substytucji tłuszczu mlekowego tłuszczem roślinnym nie może być określany nazwą zastrzeżoną dla produktów mleczarskich. Powinien być nazywany wyrobem seropodobnym.

Podsumowanie

Aktualnie w ofercie rynkowej oprócz oryginalnych serów dojrzewających i topionych znajdują się również wyroby seropodobne oraz analogi serów. Produkty te nie

stanowią jednak znaczącej części segmentu rynku serów w Polsce i na świecie. Produkcja wyrobów seropodobnych i analogów serów odbywa się najczęściej poprzez substytucję naturalnych składników mleka znacznie tańszymi olejami i białkami roślinnymi.

Produkty seropodobne produkowane są z mleka przy częściowej lub całkowitej substytucji tłuszczu mlekowego znacznie tańszymi olejami roślinnymi. Analogi serów topionych otrzymywane są poprzez częściowe lub całkowite zastąpienie serów dojrzewających preparatami białkowymi, najczęściej kazeiną podpuszczkową lub kwasową. W produkcji analogów serów dojrzewających oprócz olejów roślinnych stosowane są także znacznie tańsze białka roślinne. Natomiast w technologii analogów o obniżonej kaloryczności stosowane są substytuty tłuszczu mlekowego stanowiące mieszaninę białek i węglowodanów. Substytucja ta jest jednak ograniczona z powodu problemów z uzyskaniem właściwego profilu sensorycznego wyrobu gotowego.

Literatura

- [1] Abou El-Nour A.: Physicochemical and rheological properties of processed cheese spreads in the Egyptian and German market. *Egypt. J. Dairy Sci.*, 2001, **29**, 119-126.
- [2] Ahmed N.S., Hassan F.A.M., Salama F.M.M., Enb A.K.M.: Utilization of plant proteins in the manufacture of cheese analogs. *Egypt. J. Food Sci.*, 1995, **23**, 37-45.
- [3] Arguani K. J., Zahur U.H.: Effect of commercial fat replacers on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2001, **36**, 169-177.
- [4] Bachmann H.P.: Cheese analogues: a review. *Int. Dairy J.*, 2001, **11(4-7)**, 505-515.
- [5] Cavalier-Salou C., Cheftel J.C.: Emulsifying salts influence on characteristics of cheese analogs from calcium caseinate. *J. Food Sci.*, 1991, **56 (6)**, 1542-1551.
- [6] Cichosz G.: *Technologia serów topionych*. Oficyna Wydawnicza „Hoża”, Warszawa 2000.
- [7] Davis J.G., Cheese. Vol. III. Churchill Livingstone, London 1976.
- [8] Desai N., Nolting J.: Microstructure studies of reduced fat cheeses containing fat substitute. In: *Chemistry of structure-function relationships in cheese*, Malin E.L., Tunick M.H., Eds., Plenum Press, New York 1994, pp. 295-303.
- [9] Fenelon M.A., Guinee T.P.: Primary proteolysis and textural changes during ripening in Cheddar cheeses manufactured to different fat contents. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 151-158.
- [10] Dimitreli G., Thomareis A.S.: Instrumental textural and viscoelastic properties of processed cheese as affected by emulsifying salts and in relation to its apparent viscosity. *Int. J. Food Prop.*, 2009, **12**, 261-275.
- [11] Guinee T.P., Feeney E.P., Auty M.A.E., Fox P.E.: Effect of pH and calcium concentration on some textural and functional properties of Mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 1655-1659.
- [12] Hennelly P.J., Dunne P.G., Sullivan M.O., O’Riordan E.D.: Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *J. Food Eng.*, 2006, **75**, 388-395.
- [13] Kaminarides S. Stachtiaris S.: Production of processed cheese using kasseri cheese and processed cheese analogues incorporating whey protein concentrate and soybean oil. *Int. J. Dairy Tech.*, 2000, **53(2)**, 69-74.
- [14] Liangping Yu.: The modification and use of high-oleic sunflower oil in the production of a ripened Swiss cheese-like product with good flavor quality Ph.D. thesis, Iowa State University, 1998.

- [15] MacGibbon A.K.H., Taylor M.W.: Composition and structure of bovine milk lipids in advanced dairy chemistry. Vol.II, In: Lipids. Fox P. McSweeney P.L.H., Aspen Publishers 2006, pp. 1-35.
- [16] Mleko S., Foegeding E.A.: Physical properties of rennet casein gels and processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwissenschaft*, 2000, **55**, 513-516.
- [17] Montesinos-Herrero C., Cottell D.C., O’Riordan E.D. O’Sullivan M.: Partial replacement of fat by functional fibre in imitation cheese: Effects on rheology and microstructure. *Int. Dairy J.*, 2006, **16**, 910-919.
- [18] Mounsey J.S., O’Riordan E.D.: Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocoll.*, 2008, **22**, 1160-1169.
- [19] Mounsey J.S., O’Riordan E.D.: Empirical and dynamic rheological data correlation to characterize melt characteristics of imitation cheese. *J. Food Sci.*, 1999, **64**, 701-703.
- [20] Muszelska E.: Nazewnictwo produktów na bazie przetworów mlecznych i tłuszczu roślinnego. *Przegl. Mlecz.*, 2006, **1**, 3.
- [21] Pereira R.B., Bennett R.J., Hemar Y.: Rheological and microstructural characteristics of model processed cheese analogues. *J. Texture. Stud.*, 2001, **32**, 349-373.
- [22] Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 1898/87 z dnia 2 lipca 1987 r. w sprawie ochrony oznaczeń stosowanych w obrocie mlekiem i przetworami mlecznymi.
- [23] Shaw M.: Cheese substitutes: threat and opportunity? *Int. J. Dairy Technol.*, 1984, **37**, 27-31.
- [24] Sołowiej B.: Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **5 (54)**, 292-300.
- [25] Szymański E., Szpendowski J.: Produkcja i zastosowanie koncentratów partykułowanych białek serwatkowych w technologii serowarskiej. *Przegl. Mlecz.*, 2009, **6**, 4-7.
- [26] Ustawa z dnia z 29 września 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych. Akt ujednolic., Dz.U. 2005 r. Nr 187, poz. 1577.
- [27] www.gieldaspozywca.pl
- [28] Wyrok Trybunału (szósta izba) z dnia 16 grudnia 1999 r. w sprawie: Union Deutsche Lebensmittelwerke GmbH przeciwko Schutzverband gegen Unwesen in der Wirtschaft eV. Wniosek o wydanie orzeczenia w trybie prejudycjalnym: Bundesgerichtshof – Niemcy. Rozporządzenie (EWG) nr 1898/87 – Dyrektywa 89/398/EWG. Sprawa C-101/98.

CHEESE-LIKE PRODUCTS, ANALOGS OF PROCESSED AND RIPENED CHEESES

S u m m a r y

The assortment of dairy products has been extended to include essentially less expensive plant components as substitutes for natural milk components. Milk fat is the most often substituted component owing to its high price and, also, because there is a tendency to lower the cholesterol content in the diet. Milk fat is substituted not only by plant fat but, also, by a mixture of proteins and carbohydrates. In order to maximize the profits, essentially less expensive plant proteins are used instead of milk proteins. However, this substitution procedure is delimited by a problem how to develop a proper sensory profile of cheeses.

The cheese products made of skimmed milk, with added plant fat, milk fat, or no milk fat added, are defined as “cheese-like” products. However, the analogs of processed and ripened cheeses are manufactured based on both the milk protein substitutes and the milk fat including suitable emulators. Pursuant to the Polish legal regulations in force, a product in which milk fat is substituted by plant fat and milk protein by plant protein or by any other components should not be labelled using any registered name that is provided exclusively for original dairy products.

Key words: cheese-like product, analog of processed and ripened cheeses ☒

MAŁGORZATA WRONIAK, MAGDALENA MASZEWSKA

OLIWA Z OLIVEK W DIECIE ŚRÓDZIEMNOMORSKIEJ

Streszczenie

Oliwa z oliwek jako cenny olej roślinny jest znana i używana na całym świecie. Wyniki badań naukowych potwierdzają korzystne oddziaływanie oliwy i diety śródziemnomorskiej na zdrowie, szczególnie ludności zamieszkującej tereny położone nad Morzem Śródziemnym. Na podstawie dokonanego przeglądu literatury stwierdzono, że najwartościwsza oliwa z oliwek, extra virgin, zawiera wiele korzystnych składników odżywczych, takich jak: kwas oleinowy w składzie kwasów tłuszczowych, a także związki fenolowe, β -sitosterol, α -tokoferol, skwalen, które chronią człowieka przed chorobami cywilizacyjnymi. Produkcja i konsumpcja oliwy z oliwek jest największa w krajach basenu Morza Śródziemnego. Dieta śródziemnomorska charakteryzuje się zbilansowanym składem produktów spożywczych, obejmującym na pierwszym miejscu produkty zbożowe, a następnie owoce, warzywa i rośliny strączkowe. Głównym źródłem tłuszczu w tej diecie jest oliwa z oliwek. Tylko pełna dieta połączona z aktywnością fizyczną i pićciem dużej ilości wody jest w stanie utrzymać organizm człowieka w odpowiedniej formie zdrowotnej.

Słowa kluczowe: oliwa z oliwek, dieta śródziemnomorska, kwas oleinowy

Wprowadzenie

W regionie basenu Morza Śródziemnego znajduje się ok. 98 % wszystkich drzew oliwnych uprawianych na świecie. Produkcja oliwy z oliwek, a zarazem jej konsumpcja jest największa w państwach basenu Morza Śródziemnego, tj. w: Hiszpanii, Włoszech, Grecji, Francji, Portugalii, a także: Turcji, Tunezji, Maroku, Algierii i Syrii. Kraje Unii Europejskiej są największymi producentami oliwy z oliwek – 75 % produkcji światowej, a wśród nich: Hiszpania, Włochy i Grecja stanowiące 97 % udziału w produkcji UE. Kolejne pod tym względem są kraje Bliskiego Wschodu (Turcja, Syria, Liban, Izrael) oraz Północnej Afryki (Tunezja, Algieria, Maroko, Libia, Egipt) [10, 16, 20]. Światowa produkcja oliwy z oliwek waha się od 2,5 do 3 mln ton/rok (tab. 1). Oliwa z oliwek jest jednym z czterech najbardziej popularnych w Europie olejów ja-

dalnych, po oleju rzepakowym, sojowym i słonecznikowym. Oliwa dziewicza – extra virgin jest najbardziej znanym olejem nierafinowanym.

Tabela 1

Produkcja oliwy z oliwek w Unii Europejskiej i na świecie [tys. ton], na podstawie International Olive Council.

Olive oil production in the European Union and in the world [thousand tonnes] on the basis of International Olive Council.

Kraj / Country	1997/98	2000/01	2003/04	2006/07	2009/10
Hiszpania / Spain	1 077	974	1 412	1 111	1 396
Grecja / Greece	375	430	308	370	320
Włochy / Italy	620	509	685	490	460
Portugalia / Portugal	42	25	31	48	59
Całkowita produkcja UE Total EU production	2 117	1 941	2 448	2 031	2 245
Maroko / Morocco	70	35	100	75	160
Syria / Syria	70	165	110	154	150
Tunezja / Tunisia	93	130	280	160	150
Turcja / Turkey	40	175	79	165	147
Całkowita produkcja na świecie Total production in the world	2 446	2 535	3 156	2 703	2 967

Źródło: / Source: [16]

Klasyfikacja oliwy dokonywana jest na podstawie oceny cech sensorycznych i zawartości wolnych kwasów tłuszczowych. International Olive Council (IOC) [15] i Codex Alimentarius (Codex Stan-33) [5] oraz rozporządzenie Komisji (EWG) nr 2568/91 [27], załącznik 1 (wersja skonsolidowana) ze względu na kwasowość wyróżniają kilka kategorii oliwy z oliwek. Najcenniejsza to dziewicza oliwa z oliwek (virgin olive oil), która jest definiowana jako oliwa otrzymana z owoców drzewa oliwnego wyłącznie z zastosowaniem mechanicznych lub innych środków fizycznych, w warunkach nieprowadzących do zmian w oliwie, która nie została poddana innej obróbce niż płukanie, dekantacja, odwirowanie lub filtrowanie, z wyłączeniem oliwy uzyskanej przy użyciu rozpuszczalników lub środków wspomagających o działaniu chemicznym czy biochemicznym albo w drodze procesu ponownej estryfikacji oraz mieszania z innymi olejami [5].

Charakterystyka składu chemicznego oliwy z oliwek

Triacyloglicerole stanowią około 98 - 99 % składu oliwy z oliwek, pozostałe 1 - 2 % to związki towarzyszące, w tym substancje niezmydlające się (SNZ), związki po-

chodne lipidów (fosfolipidy, woski) i związki niebędące lipidami pod względem chemicznym (fenole, barwniki, karotenoidy). Związki towarzyszące triacyloglicerolom w oliwie to około 230 różnych związków chemicznych m.in.: alifatyczne i triterpenowe alkohole, węglowodory (np. skwalen), sterole (głównie β -sitosterol), tokoferole (głównie α -tokoferol), barwniki, związki fenolowe i wiele aromatycznych związków lotnych [2, 20, 26]. Związki te nadają charakterystyczny smak oliwie oraz w sposób znaczący przyczyniają się do jej odżywczych właściwości. W oliwach rafinowanych większość tych związków zostaje usunięta.

Skład kwasów tłuszczowych oliwy z oliwek stanowi około 14 % kwasów nasyconych, 73% monoenowych i 14% polienowych [20]. Spośród kwasów tłuszczowych zidentyfikowanych w oliwie występuje głównie sześć podstawowych: oleinowy (55 - 83 %) i palmitooleinowy (0,3 - 3,5 %) – to kwasy monoenowe, palmitynowy (7,5 - 20 %) i stearynowy (0,5 - 5,0 %) – kwasy nasycone, linolowy (3,5 - 21 %) i linolenowy (0,9 - 1,5 %) – kwasy polienowe [5, 15]. Oliwa z oliwek jest klasyfikowana jako tłuszcz monoenowy, ze względu na dominujący w oliwie kwas oleinowy.

Tabela 2

Skład kwasów tłuszczowych [%] różnych kategorii oliwy z oliwek wg Codex Alimentarius.
Fatty acid composition [%] of different categories of olive oil according the 'Codex Alimentarius'.

Kwasy tłuszczowe / Fatty acids	Oliwa z oliwek extra virgin Extra virgin olive oil	Oliwa z oliwek Olive oil	Oliwa z oliwek z wycieków oliwnych Pomace olive oil
	[%]		
Mirystynowy / Miristic C14:0	0,0 - 0,5	0,0 - 0,5	0,0 - 0,5
Palmitynowy / Palmitic C16:0	7,5 - 20	7,5 - 20	7,5 - 20
Palmitooleinowy / Palmitoleic C16:1	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5	0,3 - 3,5
Heptadekanowy / Heptadecanoic C17:0	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3
Heptadekenowy / Heptadecenoic C17:1	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3
Stearynowy / Stearic C18:0	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0	0,5 - 5,0
Oleinowy / Oleic C18:1	55 - 83	55 - 83	55 - 83
Linolowy / Linoleic C18:2	3,5 - 21	3,5 - 21	3,5 - 21
Linolenowy / Linolenic C18:3	0,0 - 1,0	0,0 - 1,0	0,0 - 1,0
Arachidowy / Arachidic C20:0	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6	0,0 - 0,6
Eikozenowy / Eicosenoic C20:1	0,0 - 0,4	0,0 - 0,4	0,0 - 0,4
Behenowy / Behenic C22:0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,3
Lignocerynowy / Lignoceric C24:0	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2
Izomery <i>trans</i> / <i>trans</i> isomers C18:1	0,0 - 0,05	0,0 - 0,2	0,0 - 0,4
Izomery <i>trans</i> / <i>trans</i> isomers C18:2, C18:3	0,0 - 0,05	0,0 - 0,3	0,0 - 0,35

Opracowanie własne na podstawie [5, 15] / The authors' own study based on [5, 15].

Związki fenolowe reprezentują dużą i zróżnicowaną grupę, mogą występować m.in. w postaci: kwasów fenolowych, alkoholi, pochodnych oleuropeiny, lignanów oraz flawonoidów. Całkowita ich zawartość w oliwie z oliwek wynosi od 50 do 1 000 mg/kg (najczęściej od 100 do 300 mg/kg). Ich całkowita zawartość zależy od czynników agronomicznych, dojrzałości oliwek, przetwarzania, pakowania oraz przechowywania. Do głównych związków fenolowych obecnych w oliwie należą m.in. kwasy fenolowe (np. kwas galusowy, homowanilinowy i kawowy), alkohole (np. tyrosol i hydroksytyrosol), glikozydy (np. oleuropeina) oraz flawonoidy [2, 26]. Związki fenolowe mają wpływ na cechy sensoryczne oliwy, szczególnie jej charakterystyczny gorzki i piekący smak. Przede wszystkim jednak odgrywają ważną rolę jako antyutleniające. Decydują o stabilności oksydacyjnej oliwy extra virgin i odpowiedzialne są za korzyści zdrowotne, zarówno dotyczące profilaktyki chorób krążenia, jak i nowotworów. Wiele z nich jest rozpuszczalnych w wodzie i z tego powodu ilość związków fenolowych w oliwie z oliwek może zależeć od procesu jej wydobywania [10, 26, 33].

Fitosterole, zwane również sterolami roślinnymi, wykazują działanie obniżające całkowity poziom cholesterolu i frakcji LDL w organizmie człowieka. Poziom steroli w oliwie z oliwek na ogół wynosi 0,1 - 0,2 % i jest to raczej ilość niewielka. Stanowią ok. 15 % całej zawartości SNZ dziewiczej oliwy z oliwek. Do najważniejszych fitosteroli obecnych w oliwie z oliwek zalicza się: β -sitosterol >93 % sumy steroli, kampesterol, stigmasterol, Δ -5-avenasterol. Natomiast wśród fitosteroli występujących w mniejszej ilości wyróżnia się m.in.: cholesterol, brassikasterol, chlerosterol, ergosterol, sitostanol, kampestanol, Δ -7-chlerosterol [2]. Skład steroli jest typowy i charakterystyczny dla danego surowca, więc może być wykorzystywany do oceny autentyczności i identyfikacji pochodzenia olejów. Zawartość steroli w oliwie z oliwek może wahać się od 1800 do 4939 mg/kg [26]. Minimalna zawartość wszystkich steroli dziewiczej i rafinowanej oliwy z oliwek powinna być >1000 mg/kg, natomiast w oliwie z wyłoków oliwnych – olive pomace oil od 1600 do 1800 mg/kg [27].

Tokoferole stanowią o właściwościach antyoksydacyjnych oliwy z oliwek. Ich zawartość i skład może świadczyć o autentyczności oliwy. Alfa-tokoferol stanowi 90 % wszystkich tokoferoli i występuje w ilości najczęściej od 100 do 250 mg/kg, β -tokoferol, γ -tokoferol i δ -tokoferol są obecne, ale w niewielkich ilościach od 10 do 20 mg/kg. W oliwach z wyłoków zawartość tych związków jest większa niż w dziewiczych (np. w europejskich oliwach extra virgin α -tokoferol waha się od 38 do 412 mg/kg, a w pomace olive oil od 200 do 600 mg/kg). Tokotrienole nie są obecne w oliwie z oliwek [2, 13].

Skwalen jest głównym węglowodorem w oliwie, stanowi ponad 50 % substancji niezmydlającej się, a jego poziom waha się od 200 - 7500 mg/kg. Jednak jego zawartość może być znacznie większa. W próbkach oliwy z oliwek z Grecji wykazano za-

wartość skwalenu w granicach 5,1 - 9,6 g/l [2]. Podczas procesu rafinacji oliwy skwalen może ulegać częściowo izomeryzacji i odwodorowaniu [30].

Pośród wszystkich jadalnych tłuszczów roślinnych nierafinowanych oliwa z oliwek ma najwięcej barwników. Ich całkowita zawartość zależy od rodzaju drzewa oliwnego, stopnia dojrzałości oliwek, procesów wyłaczania, przechowywania, a także od technik agronomicznych i nawadniania drzew. Najważniejszymi barwnikami obecnymi w oliwie z oliwek są: karotenoidy ok. 10 mg/kg (luteina i β -karoten, ksantofile – odpowiedzialne za żółtą barwę) oraz chlorofile i ich pochodne (odpowiedzialne za zieloną barwę oliwy) [6]. Beta-karoten jest głównym prekursorem witaminy A i jego zawartość w oliwie z oliwek wynosi od 0,3 do 3,7 mg/kg. Ma on właściwości antyoksydacyjne, może korzystnie wpływać na funkcjonowanie wzroku i systemu immunologicznego.

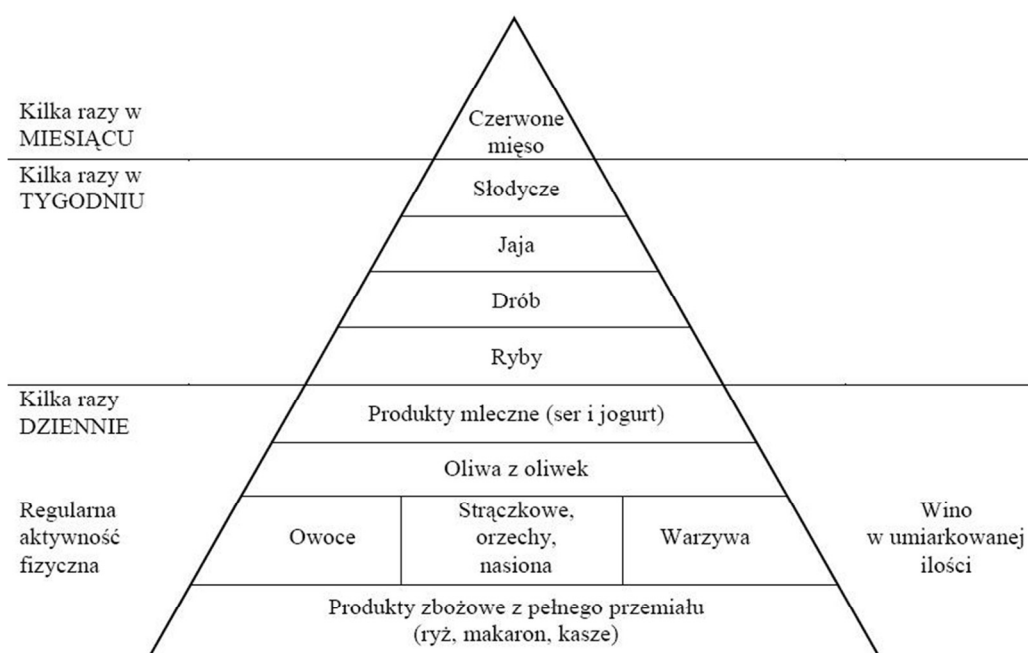
W oliwie występują również woski i fosfolipidy, pochodne lipidów. Zawartość fosfolipidów waha się od 40 do 135 mg/kg i mogą wykazywać właściwości wtórnych przeciwutleniaczy [13], jednak nie w każdym układzie te właściwości zostały stwierdzone.

Dieta śródziemnomorska

Zainteresowanie badaczy wpływem żywności, a szczególnie tłuszczów, na zdrowie człowieka wzrosło dzięki rezultatom pierwszych badań prowadzonych w latach 50. XX w., które opublikował w 1970 r. Keys [18]. Szczególnie korzystny okazał się sposób odżywiania na Krecie. Zbadał on odżywianie mężczyzn w siedmiu krajach: Ameryce, Finlandii, Holandii, Włoszech, Jugosławii, Japonii i Grecji. Badania wskazały, że na Krecie, gdzie spożycie oliwy z oliwek jest zwiększone, liczba przypadków chorób układu krążenia wśród 13 tys. mężczyzn w wieku 40 - 59 lat w przeciągu 15 lat była najmniejsza ze wszystkich krajów [21].

Tradycyjna dieta śródziemnomorska charakteryzuje się obfitością produktów pochodzenia roślinnego, m.in.: zbóż, owoców, warzyw, roślin strączkowych, ziemniaków, orzechów, nasion (rys. 1). Oliwa z oliwek jest podstawowym źródłem tłuszczu w tej diecie. Produkty mleczne są spożywane głównie w postaci jogurtów i serów. W umiarkowanej ilości spożywa się również ryby i drób. Czerwone mięso rzadziej występuje w diecie, zaledwie parę razy w miesiącu i w małych porcjach, natomiast wino pije się umiarkowanie, tylko do posiłków. Czosnek, cebula i zioła (m.in. oregano, mięta czy rozmaryn) są nieodłącznym składnikiem tej diety. Dieta pochodząca z basenu Morza Śródziemnego zawiera bardzo mało niekorzystnych lub niepożądanych substancji, takich jak nasycone kwasy tłuszczowe, kwasy tłuszczowe w pozycji *trans* czy cholesterol. Ma natomiast wiele składników, które są dla organizmu człowieka i jego zdrowia niezbędne: nienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy, minerały i mikroelementy [21]. Bogata jest w karotenoidy, flawonoidy, fitoestrogeny, polifenole, które są

ważne w prewencji chorób układu sercowo-naczyniowego i nowotworowych. Dieta śródziemnomorska jest modelem zdrowej diety. Liczne badania potwierdzają nierozdzielny związek pomiędzy tą dietą i jej korzystnym wpływem na obniżanie ryzyka zachorowań na chorobę niedokrwinną serca, miażdżycę, nadciśnienie, cukrzycę i otyłość [19, 31]. Ponadto są dowody na to, że dieta ta może odgrywać rolę w profilaktyce nowotworów [17, 21].



Rys. 1. Piramida diety śródziemnomorskiej.

Fig. 1. Mediterranean Diet Pyramid.

Opracowanie własne na podstawie [14, 34, 36] / The authors' own study based on [14, 34, 36].

Należy jednak pamiętać, że istnieje wiele wariantów diety śródziemnomorskiej. W poszczególnych krajach basenu Morza Śródziemnego mieszkańcy mają zróżnicowane diety. Diety te różnią się jakością i ilością spożywanego tłuszczu ogółem, w tym oliwy z oliwek, rodzajem mięsa, wina, mleka, serów, owoców i warzyw. Mniejsze ryzyko wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego i nowotworowych, niższa śmiertelność i wyższa średnia długość życia, miały miejsce tylko w Grecji i dotyczyły tradycyjnej diety na Krecie przed rokiem 1960. Na podstawie analizy struktury diety na Krecie (świeże owoce, warzywa, orzechy, owoce morza i czerwone wino) stwierdzono, że zawiera ona wiele bioaktywnych substancji ochronnych [28]. Wśród nich można wymienić selen, glutation, likopen, zrównoważony stosunek n-6/n-3 (2:1) nie-

zbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (szczególnie n-3 z owoców morza i warzyw), duże ilości błonnika, antyoksydantów (zwłaszcza resweratrolu z wina i polifenoli z oliwy z oliwek), witaminy E i C, β -karotenu, fitoestrogenów. Niektóre z tych związków okazały się silnie związane z niższym ryzykiem zachorowania na raka, w tym raka piersi. Badania epidemiologiczne oraz doświadczenia na zwierzętach wskazują, że kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 wywierają działanie ochronne przed występowaniem niektórych nowotworów złośliwych, zwłaszcza raka piersi, okrężnicy i prostaty [17, 28].

Rola oliwy z oliwek w diecie śródziemnomorskiej

Zainteresowanie dietą śródziemnomorską zaowocowało badaniami nad prozdrowotną rolą składników oliwy z oliwek, która jest dominującym tłuszczem w tej diecie. Badania epidemiologiczne wykazały istotny związek między spożywaniem oliwy z oliwek a niską zapadalnością na choroby cywilizacyjne [13, 14, 32]. Jej korzystny wpływ jest związany z dużą zawartością kwasu oleinowego (55 – 83 %) i antyoksydantów. Oliwa zapewnia również podaż NNKT (n-6) (4 – 20 %), bez nadmiernego dostarczenia nasyconych kwasów tłuszczowych (8 – 14 %). Spożywanie oliwy z oliwek powoduje zmniejszenie stężenia: cholesterolu całkowitego i frakcji LDL w surowicy krwi, markerów zapalenia, substancji zwiększających krzepliwość krwi oraz wzrost stężenia cholesterolu frakcji HDL [8, 12, 13, 33, 35]. Naturalne antyoksydanty występujące w oliwie z oliwek, takie jak: fenole, sterole, karotenoidy, skwalen i tokoferol, chronią organizm przed niekorzystnymi skutkami powodowanymi przez wolne rodniki. Akumulacja wolnych rodników w organizmie (zachodząca w wyniku procesów oksydacyjnych) może powodować poważne problemy zdrowotne [11]. Wolne rodniki niszczą w szczególności polienowe kwasy tłuszczowe obecne w błonach komórkowych, a także uszkadzają DNA, białka i lipidy. Dlatego też produkty utleniania są odpowiedzialne za wiele chorób, takich jak rak, choroby serca, zaćma, neuropatie oraz choroby enzymatyczne. Co więcej wolne rodniki przyspieszają procesy starzenia się komórek. Dzięki zawartości antyoksydantów, frakcja LDL cholesterolu jest chroniona przed oksydacją, co zapobiega rozwijaniu się miażdżycy. Wspomniane działanie hipolipemizujące, przeciwzapalne, przeciwkrzepliwe i antyoksydacyjne składa się na szeroko pojęty efekt przeciwmiażdżycowy. Ponadto spożywanie oliwy obniża ciśnienie tętnicze [23, 25], ułatwia redukcję masy ciała oraz zmniejsza ryzyko cukrzycy, obniżając oporność tkanek na insulinę [8, 24].

Witamina E i polifenole (występujące tylko w oliwie extra virgin) jako antyoksydanty hamują produkcję wolnych rodników, które poprzez uszkodzenie materiału genetycznego komórek mogą inicjować procesy tworzenia nowotworów. Badania epidemiologiczne wskazują na niższą zapadalność na raka różnych narządów, głównie jelita

grubego, u osób stosujących dietę śródziemnomorską, której istotną składową stanowi oliwa z oliwek [17, 25, 29].

Związki zawarte w oliwie z oliwek są łatwo przyswajalne oraz wywierają działanie ochronne na błonę śluzową żołądka i jelit. Oliwa zalecana jest u chorych z zaburzeniami trawienia oraz w celu poprawy funkcjonowania wątroby i pęcherzyka żółciowego [22]. Duża zawartość kwasów tłuszczowych trudno utleniających się i antyoksydantów w oliwie extra virgin spowalnia procesy degeneracji i starzenia układu nerwowego (m.in. zmniejsza ryzyko demencji) oraz zapobiega zaburzeniom poznawczym, jak w chorobie Alzheimera i chorobie Parkinsona, wydłuża trwanie życia [1, 13].

Działanie prozdrowotne oliwy z oliwek znane jest od wieków. Dotychczas najwięcej badań dotyczyło wpływu oliwy na choroby układu sercowo-naczyniowego. Dzisiaj ten wpływ wydaje się już oczywisty, bada się raczej właściwości prozdrowotne składników towarzyszących, ich biodostępność i właściwości przeciwutleniające. Szczególnie badania skupiają się nad relacjami pomiędzy spożyciem oliwy a występowaniem chorób nowotworowych, cukrzycy i spadku zdolności poznawczych [13].

Niestety nie wszystkie dotychczasowe wyniki badań nad wpływem spożycia oliwy z oliwek a występowaniem najczęstszych chorób cywilizacyjnych są jednoznaczne, wiele z nich wymaga kontynuacji [7]. Jednak niepodważalne pozostaje stwierdzenie, że oliwa wywiera pozytywny wpływ na zdrowie człowieka. Oliwa z oliwek jest nierozdzielnie związana z dietą śródziemnomorską, która jest bogata w inne, równie wartościowe produkty spożywcze, zawierające szereg składników aktywnych, które razem ze składnikami oliwy mogą pozytywnie oddziaływać na organizm człowieka. Jak dotychczas pojawiło się tylko jedno oficjalne oświadczenie żywieniowe dotyczące oliwy z oliwek w Food and Drug Administration USA [9], ale nie jest ono jednoznaczne i dotyczy tylko kwasu oleinowego: „Nieliczne badania naukowe sugerują, że spożywanie codziennie ok. 2 łyżek (23 g) oliwy z oliwek może zredukować ryzyko zachorowania na chorobę niedokrwienną serca, dzięki obecności monoenoowego kwasu tłuszczowego. Aby to było możliwe, oliwa z oliwek powinna zastąpić podobną ilość tłuszczu nasyconego w diecie i nie zwiększać sumarycznej ilości spożywanych kalorii”.

Popularyzacja greckiego modelu diety śródziemnomorskiej może wpłynąć na poprawę zwyczajów żywieniowych w Polsce i przyczynić się do zmniejszenia częstotliwości występowania choroby niedokrwiennej serca i zawałów serca [4]. W ostatnich 20 latach nastąpiły korzystne zmiany w zwyczajach żywieniowych w Polsce, znacznie zmniejszyło się spożycie produktów bogatych w nasycone kwasy tłuszczowe, sprzyjające rozwojowi miażdżycy, zwiększyło się natomiast spożycie produktów wykazujących działanie przeciwmiażdżycowe (m.in. olejów, owoców). W Polsce od kilku lat dieta śródziemnomorska jest popularyzowana m.in. w ramach Narodowego Programu Profilaktyki Cholesterolowej realizowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie [3].

Podsumowanie

Najcenniejszą wśród oliw jest oliwa z oliwek extra virgin, nierafinowana. Ma ona najwięcej korzystnych składników odżywczych oraz najwyższą jakość, wydobywana jest jedynie mechanicznie poprzez tłoczenie lub odwirowanie. Charakteryzuje się lekko zielonkawym zabarwieniem, delikatnym zapachem i bardzo specyficznym smakiem.

Oliwa z oliwek extra virgin zawdzięcza korzystne właściwości żywieniowe wysokiej zawartości kwasu oleinowego i obecności związków fenolowych. Kwas oleinowy należy do monoenowych kwasów tłuszczowych i stanowi około 75 % wszystkich kwasów tłuszczowych występujących w oliwie, jest niezbędny w profilaktyce chorób układu krążenia oraz wpływa na stabilność oliwy. Związki fenolowe oraz tokoferole, sterole i skwalen mają właściwości przeciwutleniające i przyczyniają się tym samym do hamowania utleniania frakcji LDL we krwi, chronią przed wolnymi rodnikami oraz chronią organizm przed chorobami cywilizacyjnymi.

Dieta śródziemnomorska wpływa pozytywnie na ogólny stan zdrowia ludzi zamieszkałych na terenie basenu Morza Śródziemnego. Najważniejszy w diecie śródziemnomorskiej jest zbilansowany skład produktów, obejmujący na pierwszym miejscu produkty zbożowe, spożywane w największej ilości, następnie owoce i warzywa oraz rośliny strączkowe. Głównym źródłem tłuszczu w diecie jest oliwa z oliwek, zastępująca nawet masło lub margarynę, spożywana codziennie do różnych potraw. Produkty mleczne, jaja, mięso oraz wino są spożywane w ograniczonych ilościach. Picie dużej ilości wody oraz aktywność fizyczna są podstawą piramidy zdrowego życia.

Oliwa z oliwek występuje w grupie produktów wykazujących działanie prozdrowotne. Zawierając kwas oleinowy, związki fenolowe oraz inne składniki może obniżać ryzyko wystąpienia niektórych schorzeń, takich jak: choroby układu krążenia i choroby serca a prawdopodobnie również choroby nowotworowe. Błędem jednak byłoby przypisywanie tych wszystkich zasług jedynie oliwie. Tylko pełna dieta śródziemnomorska, szereg jej cennych składników w odpowiednich proporcjach, jest w stanie utrzymać organizm człowieka w odpowiedniej formie zdrowotnej.

Literatura

- [1] Bettino M., Ferreiro M. S.: Ageing and the Mediterranean diet, a review of the role of dietary fats. *Public Health Nutr.*, 2004, **7**, 953-958.
- [2] Boskou D.: Olive oil: minor constituents and health. CRC Press. Boca Raton, 2009, pp. 1-4, 21-24, 45-52.
- [3] Cichocka A.: Adaptacja diety śródziemnomorskiej do warunków polskich. *Przem. Spoż.*, 2004, **3**, 48-50.
- [4] Cichocka A.: Grecka dieta śródziemnomorska w praktyce. *Przem. Spoż.*, 2004, **1**, 38-39.
- [5] Codex Alimentarius FAO/WHO. Codex standard for olive oils and olive-pomace oils. Codex Stan 33-1981 (Rev.2-2003), pp. 1-9.

- [6] Criado N. M., Romero P. M., Motilva J. M.: Effect of the technological and agronomical factors on pigment transfer during olive oil extraction. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, **55**, 5681-5688.
- [7] Dubois V., Bretonb S., Lindera M., Fannia J., Parmentiera M.: Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, **109**, 710-732.
- [8] Esposito K., Marfella R., Ciotola M., Di Palo C., Giugliano F., Giugliano G., D'Armiento M., D'Andrea F., Giugliano D.: Effect of Mediterranean – style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: a randomized trial. *JAMA*, 2004, **292**, 1490-1492.
- [9] FDA: Food and Drug Administration - Allows Qualified health Claim to Decrease Risk Of Coronary Heart Disease. www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.htm. 2004
- [10] Firestone D.: Olive oil in: Bailey's industrial oil and fat products. ed. Shahidi F., John Wiley and Sons, Wiley-Interscience Public., 2005, **6**, pp. 303-329.
- [11] Fitó M., de la Torre R., Covas M.: Olive oil and oxidative stress. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2007, **51**, 1215-1224
- [12] Foster R., Williamson C.S., Lunn J.: Culinary oils and their health effects. *Nutrition Bulletin*, 2009, **34**, 4-47.
- [13] García-González D. L., Aparicio-Ruiz R., Aparicio R.: Virgin olive oil - Chemical implications on quality and health. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2008, **110**, 602-607.
- [14] Harwood J. L., Yaqoob P.: Nutritional and health aspects of olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 685-697.
- [15] International Olive Council: Trade Standard Applying to Olive Oils and Olive pomace Oils; COI/T.15/NC no.3/ Rev.2; 24 November 2006.
- [16] International Olive Council: World olive oil figures. Production. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>, November 2010.
- [17] Itsiopoulos C., Hodge A., Kaimakamis M. : Can the Mediterranean diet prevent prostate cancer? *Mol. Nutr. Food Res.*, 2009, **53**, 227-239.
- [18] Keys A.: Mediterranean diet and public health: personal reflections. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, **61**, 1321S-1323S.
- [19] Lairon D.: Intervention studies on Mediterranean diet and cardiovascular risk. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2007, **51**, 1209-1214.
- [20] Luchetti F.: Importance and future of olive oil in the world market – an introduction to olive oil, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 559-564.
- [21] Massaro M., Saoditti E., Carluccio M.A., De Caterina R.: Epidemiology of Olive Oil and Cardiovascular Disease in Olive Oil and Health., Ed. Quiles J.L., Ramirez-Tortosa C.M., Yaqoob P., CAB International London, 2006, pp. 152-168.
- [22] Newmark H. L.: Squalene, olive oil, and cancer risk: a review and hypothesis. *Cancer Epidem. Biomar.*, 1997, **6**, 1101-1103.
- [23] Perona J.S., Cañizares J., Montero E, Sánchez-Domínguez J., Catalá A., Ruiz-Gutiérrez V.: Virgin olive oil reduces blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, **12**, 1113-1121.
- [24] Pérez-Jiménez F., Ruano J, Perez-Martinez P., Lopez-Segura F, Lopez-Miranda J.: The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2007, **51**, 1199-1208.
- [25] Psaltopoulou T., Naska A., Orfanos P., Trichopoulos D., Moutokalakis T., Trichopoulou A.: Olive oil, the Mediterranean diet and arterial blood pressure: the Greek European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, **80**, 1012-1018.
- [26] Ramirez-Tortosa M.C., Granados S., Quiles J.L.: Chemical Composition, Types and Characteristics of Olive Oil. In: *Olive Oil and Health*. Ed. Quiles J.L., Ramirez-Tortosa C.M., Yaqoob P., CAB International London 2006, pp. 45-61.


- [27] Rozporządzenie Komisji (EWG) nr 2568/91 z dnia 11 lipca 1991r. w sprawie właściwości oliwy z oliwek i oliwy z wycłoczyn oraz w sprawie odpowiednich metod analizy. Dz. U. 248 z 5.9.1991, str. 1, zał. 1. Właściwości oliwy z oliwek, 9-10 (wersja skonsolidowana).
- [28] Simopoulos A. P.: The traditional diet of Greece and cancer. *Eur. J. Cancer Prev.*, 2004, **13**, 219-230.
- [29] Schwartz B., Birk Y., Raz A., Madar Z.: Nutritional-pharmacological combination – a novel approach to reducing colon cancer incidence. *Eur. J. Nutr.*, 2004, **43** (4), 221-229.
- [30] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4** (41) Supl., 5-28.
- [31] Trichopoulou A., Corella D., Martínez-González M.A., Soriguer F., Ordovas J.M.: The Mediterranean diet and cardiovascular epidemiology. *Nutr. Rev.*, 2006, **64**, (II)S13-S19.
- [32] Visioli F., Caruso D., Grande S., Bosisio R., Villa M., Galli G., Sirtori C., Galli C.: Virgin olive oil study (VOLOS): vasoprotective potential of extra virgin olive oil in mildly dyslipidemic patients. *Eur. J. Nutr.*, 2005, **44**, 121-127.
- [33] Visioli F., Grande S., Bogani P., Galli C.: Antioxidant Properties of Olive Oil Phenolics. In: *Olive Oil and Health*. Ed. Quiles J.L., Ramirez-Tortosa C.M., Yaqoob P., CAB International, London 2006, pp. 109-118.
- [34] Wahzburg U., Kratz M., Cullen P.: Mediterranean diet, olive oil and health. *Eur. J.Sci. Technol.*, 2002, **104**, 698-705.
- [35] Weinbrenner T., Fitó M., de la Torre R., Guillermo T. Saez G. T., Rijken P., Tormos C., Coolen S., Albaladejo M. F., Abanades, S. Schroder H., Marrugat J., Covas M. I.: Olive oil high in phenolic compounds modulate oxidative/antioxidative status in men. *Eur. J. Nutr.*, 2004, **134**, 2314-2321.
- [36] Willett W.C., Sacks F., Trichopoulou A., Drescher G., Ferro-Luzzi A., Helsing E., Trichopoulos D.: Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1995, **61**, 1402S-1406S.

OLIVE OIL IN MEDITERRANEAN DIET

Summary

Olive oil is known as a valuable vegetable oil and, as such, used throughout the world. Scientific research results confirm the beneficial effect of olive oil and Mediterranean diet on health, especially on the health of people living in areas situated along the Mediterranean Sea.

Based on the literature review, it was found that the most valuable olive oil, the extra virgin oil, contains many beneficial nutrients, such as: oleic acid, the one of fatty acids, as well as phenolic compounds, β -sitosterol, α -tocopherol, and squalene that protect people against lifestyle diseases. The highest production and consumption of olive oil is in the Mediterranean Basin countries. The Mediterranean diet is characterized by a balanced composition of food products and includes, in the first instance, cereal products, and, next, fruits, vegetables, and legumes. Olive oil is the main source of fat in this diet. Only a complete diet combined with physical activity and with drinking plenty of water is able to keep the human body in a proper state of health.

Key words: olive oil, extra virgin, Mediterranean diet, oleic acid 

AGNIESZKA KITA, AGNIESZKA TAJNER-CZOPEK, ANNA PĘKSA,
ELŻBIETA RYTEL, GRAŻYNA LISIŃSKA

WPŁYW DODATKU PRZECIWUTLENIACZY DO OLEJU SMAŻALNICZEGO NA ZAWARTOŚĆ AKRYLAMIDU W SMAŻONYCH PRODUKTACH ZIEMNIACZANYCH

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu dodatku przeciwutleniaczy do tłuszczu smaźalniczego oraz degradacji medium smaźalniczego na zawartość akrylamidu w smażonych produktach ziemniaczanych. Materiałem użytym do badań było pięć olejów smaźalniczych zawierających olej palmowy. Jako przeciwutleniacze zastosowano butylohydroksychinon (TBHQ) oraz kwas cytrynowy w różnych proporcjach. W świeżych olejach ogrzanych do temperatury 180 °C smażono frytki ziemniaczane i chrupki – z gotowych półproduktów (peletów). W olejach o różnym stopniu degradacji (po 3, 5, 7 i 10 h) smażono frytki ziemniaczane. W otrzymanych smażonych produktach oznaczono zawartość akrylamidu – metodą chromatografii z zastosowaniem MS/MS/HPLC. W olejach smaźalniczych oznaczono zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, liczbę anizydynową oraz skład kwasów tłuszczowych.

Stwierdzono, że rodzaj oleju smaźalniczego oraz stopień jego degradacji wpływały na zawartość akrylamidu w smażonych produktach. Mniejszą zawartością akrylamidu charakteryzowały się produkty smażone w olejach palmowych stabilizowanych jednym przeciwutleniaczem bądź bez dodatku przeciwutleniacza. Smażenie w olejach zdegradowanych zwiększało zawartość akrylamidu we frytkach ziemniaczanych.

Słowa kluczowe: akrylamid, frytki, chrupki, olej smaźalniczy, przeciwutleniacze

Wprowadzenie

Smażone produkty ziemniaczane są od lat bardzo popularne. Należą do nich zarówno typowe przekąski (czipsy ziemniaczane, różnego rodzaju chrupki) jak i produkty stanowiące dodatek do dań głównych (frytki ziemniaczane, talarki, krokiety itp.).

Niezależnie od wielkości i kształtu, produkty te podczas smażenia zyskują pożądane cechy sensoryczne, takie jak: charakterystyczna złocisto-żółta barwa, typowy smak i zapach oraz chrupka i delikatna konsystencja części zewnętrznej [8].

W procesie smażenia dochodzi również do tworzenia niepożądanego składnika gotowych produktów – akrylamidu. Związek ten, zaliczany do grupy substancji potencjalnie kancerogennych dla człowieka (Grupa 2A), powstaje jako jeden z produktów reakcji Maillarda. Jego prekursorami są cukry redukujące (glukoza, fruktoza) oraz aminokwas – asparagina. W większości produktów węglowodanowych cukry redukujące znajdujące się w surowcu są głównym karbonylowym składnikiem reagującym z wolną asparaginą [4]. Jednak składniki karbonylowe mogą również powstawać w wyniku utleniania tłuszczów, szczególnie w procesach termicznych. Produkty utleniania tłuszczu stanowią dużą grupę niestabilnych składników, które mogą ulegać dalszym przekształceniom, w wyniku czego powstaje mieszanina związków różniących się ciężarem właściwym, właściwościami zapachowymi i znaczeniem biologicznym. Należą do nich: aldehydy, ketony, alkohole, epoksydy i węglowodory. Chociaż chemiczna struktura lipidów i węglowodanów jest całkowicie odmienna, zarówno produkty reakcji utleniania tłuszczów, jak i reakcji Maillarda, zawierają składniki karbonylowe. Stąd też niektóre produkty utleniania tłuszczów mogą reagować z wolną asparaginą tworząc akrylamid [3].

Tłuszcz smażalniczy odgrywa w procesie smażenia dwojaką rolę: jest nośnikiem ciepła oraz staje się nowym składnikiem smażonej żywności, w której częściowo zastępuje usuniętą w wyniku parowania wodę. Kontakt z tlenem atmosferycznym, wodą oraz innymi składnikami znajdującymi się w smażonym produkcie, a także wysoka temperatura procesu (średnio 160 - 180 °C) sprawia, że tłuszcz smażalniczy ulega degradacji [7]. Tempo degradacji uzależnione jest również od właściwości tłuszczu smażalniczego, a szczególnie zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, których ilość powinna być jak najmniejsza. Stąd też od kilku lat preferowanymi tłuszczami smażalniczymi są oleje palmowe, a w szczególności ich frakcja płynna – oleina palmowa [9]. Tłuszcze te charakteryzują się dużą zawartością kwasów nasyconych (ok. 50 %) oraz małą wielonienasyconych (poniżej 10 %) co sprawia, że wyróżniają się dobrą stabilnością termooksydacyjną.

Czynnikiem, który dodatkowo może zwiększyć stabilność tłuszczu w procesie smażenia jest dodatek substancji o działaniu przeciwutleniającym. Substancje te działają przerywając reakcję łańcuchową przez konwersję rodników do bardziej stabilnych związków (przeciwutleniacze pierwotne) bądź opóźniając utlenianie lipidów w wyniku procesów innych niż przerywanie łańcucha autooksydacji (przeciwutleniacze wtórne). Do przeciwutleniaczy najczęściej stosowanych w tłuszczach smażalniczych, spośród związków syntetycznych, należą: trzyczlorowy butylohydroksychinon (TBHQ), dietylbutylohydroksytoluenu (BHT), mono-tert-butylohydroksyanizol (BHA), estry kwa-

su galusowego, a spośród naturalnych preparaty z owsa bogate w $\Delta 5$ -awenasterol, sezamol lub γ -oryzanol [14]. Ich skuteczność uzależniona jest zarówno od ilości, jak i aktywności danego związku. Stąd też oleje smaźalnicze często stabilizuje się mieszaniną substancji o właściwościach przeciwutleniających. Choć wpływ różnego rodzaju substancji o właściwościach przeciwutleniających na stabilność termooksydacyjną tłuszczów smaźalniczych jest szeroko dyskutowany, sprzeczne informacje pojawiają się odnośnie ich wpływu na powstawanie akrylamidu.

Celem badań było określenie wpływu dodatku przeciwutleniaczy do tłuszczu smaźalniczego oraz degradacji medium smaźalniczego na zawartość akrylamidu w smażonych produktach ziemniaczanych.

Material i metody badań

Materiałem użytym do badań były mrożone frytki ziemniaczane po pierwszym stopniu smażenia (o zawartości tłuszczu 3,5 %) zakupione w lokalnym hipermarkecie oraz pelety ziemniaczane w kształcie „duszków” otrzymane z zakładu produkującego produkty przekąskowe. Jako media smaźalnicze użyto pięć rodzajów tłuszczów palmowych: olej palmowy z dodatkiem kwasu cytrynowego (E330) w ilości 50 ppm (PO-E330), olej palmowy z dodatkiem trzeciorzędowego butylohydroksychinonu (TBHQ) w ilości 1000 ppm (PO-TBHQ-1000), olej palmowy z dodatkiem TBHQ w ilości 200 ppm (PO-TBHQ-200), olej palmowy z dodatkiem kwasu cytrynowego (200 ppm) i TBHQ (1000 ppm) (PO-E330-TBHQ), mieszanina oleju palmowego z olejem rzepakowym (PO-RO). Tłuszcze pochodziły od jednego z krajowych producentów tłuszczów smaźalniczych.

Zamrożone frytki ziemniaczane (porcje 100 g) i pelety (porcje 25 g) smażono w pięciu rodzajach olejów w smaźalnikach typu Beckers o pojemności 4 dm³. Smażenia przeprowadzano w olejach ogrzanych do temp. 180 °C. W celu uzyskania różnych stopni degradacji oleju smażenie frytek prowadzono w cyklach 20-minutowych (3 min smażenia i 17 min ogrzewania oleju). Całkowity czas ogrzewania i smażenia wyniósł 10 h. Do analiz pobierano frytki po 0, 3, 5, 7 i 10 h procesu oraz chrupki smażone w olejach świeżych (0 h). Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych.

W produktach smażonych (frytki i chrupki) oznaczano zawartość akrylamidu – metodą chromatografii przy użyciu aparatu HPLC/MS/MS, opracowaną przez Hoenicke i wsp. [6], Rosen i Hellenäs [12], a zmodyfikowaną w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu [15]. W tłuszczach smaźalniczych oznaczano skład kwasów tłuszczowych (w próbach wyjściowych) – metodą chromatografii gazowej, liczbę kwasową oraz liczbę anizydynową [1, 7].

Uzyskane wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu Statistica v. 8.0. Przeprowadzono jednokierunkową analizę wariancji i wyzna-

czono grupy homogeniczne za pomocą testu Duncana (na poziomie istotności $p \leq 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Tłuszcze smaźalnicze charakteryzowały się typowym składem kwasów tłuszczowych (tab. 1). W tłuszczach palmowych (PO) dominował kwas palmitynowy, stanowiąc około 50 % wszystkich kwasów tłuszczowych, a udział kwasu oleinowego wynosił ponad 30 %. Jedynie olej będący mieszaniną oleju palmowego i rzepakowego (PO-RO) zawierał znacznie większe ilości kwasu oleinowego – 48,1 %. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) oraz produktów utleniania tłuszczu, wyrażonych jako liczba anizydynowa, kształtowała się na prawidłowym niskim poziomie. W kolejnych okresach smażenia we wszystkich olejach pojawiały się produkty degradacji tłuszczu (tab. 2). Największe tempo przemian zaobserwowano w oleju niestabilizowanym dodatkiem przeciwutleniaczy – mieszaninie oleju palmowego i rzepakowego (PO-RO). Spośród olejów palmowych najmniejsze zmiany nastąpiły w oleju PO-E330 a największe w oleju PO-TBHQ-E330.

Tabela 1

Charakterystyka olejów palmowych użytych jako media smaźalnicze.
Profile of fresh palm oils used as frying media.

Olej smaźalniczy Frying medium	Przeciwutleniacz Antioxidant [ppm]	$C_{16} - C_{18}$ kwasy tłuszczowe $C_{16} - C_{18}$ fatty acids [%]					Liczba anizydynowa Anisidine Value	WKT FFA [%]
		16:0	18:0	18:1	18:2	18:3		
PO-E330	50	45,92	4,35	37,76	8,41	0,1	2	0,08
PO-TBHQ-1000	1000							
PO-TBHQ-200	200							
PO-TBHQ-E330	200 + 50							
PO-RO	–	25,72	2,72	48,02	13,93	4,46	3	0,05

Objaśnienia: / Explanatory notes:

PO – olej palmowy / palm oil; RO – olej rzepakowy / rapeseed oil.

W tłuszczach ogrzanych do temp. 180 °C wysmażono chrupki (z gotowych półproduktów – peletów) oraz frytki ziemniaczane (używając frytki mrożone po pierwszym stopniu smażenia). W tak otrzymanych produktach oznaczono zawartość akrylamidu (rys. 1 i 2). Niezależnie od rodzaju użytego oleju smaźalniczego większą zawartością akrylamidu charakteryzowały się chrupki, co związane było z innym składem surowcowym, mniejszą wilgotnością początkową oraz wyższym stopniem odwodnie-

nia gotowego produktu. Porównując wpływ oleju smaźalniczego, największą zawartością akrylamidu charakteryzowały się produkty smaźone w mieszaninie oleju palmowego i rzepakowego (PO-RO) (chrupki – 836 ppm, frytki – 580 ppm) a najmniejszą w oleju palmowym z dodatkiem TBHQ (PO-TBHQ-1000) (odpowiednio 409 i 232 ppm). Spośród olejów palmowych stabilizowanych przeciwutleniaczami największe ilości akrylamidu tworzyły się w produktach smaźonych w oleju, który zawierał zarówno TBHQ, jak i kwas cytrynowy (PO-TBHQ-E330). Różnice pod względem ilości tworzącego się w smaźonych produktach akrylamidu w zależności od rodzaju użytego oleju były statystycznie istotne, co sugeruje, że dodatek przeciwutleniaczy wpłynął na tempo syntezy tego niepożądanego związku.

Tabela 2

Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) i produktów utleniania tłuszczów w olejach smaźalniczych po 5 i 10 h ogrzewania i smaźenia frytek.

Content of free fatty acids (FFA) and fat oxidation products in frying oils 5 and 10 hours after heating and frying French fries.

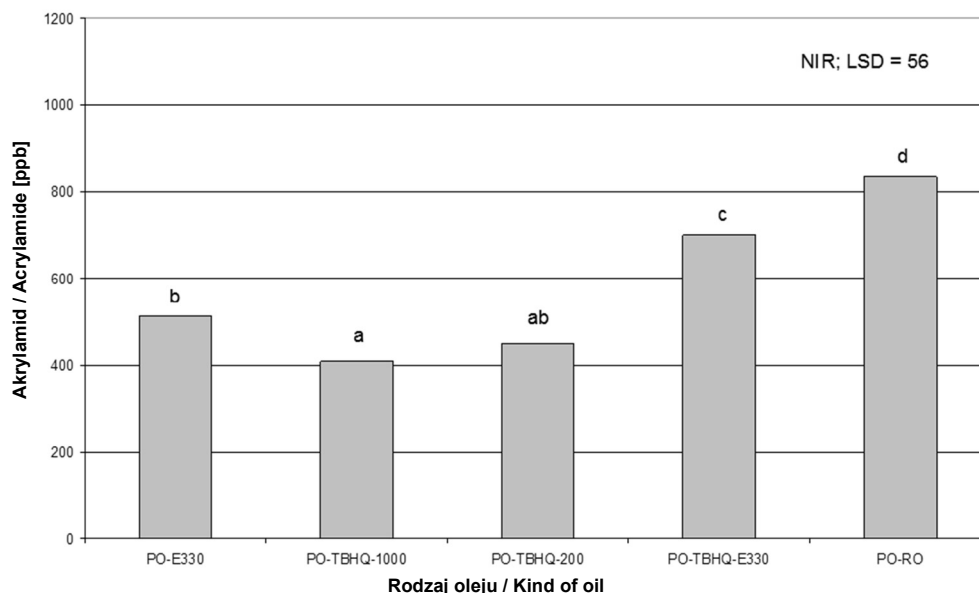
Olej smaźalniczy Frying medium	WKT / FFA [%]		Liczba anizydynowa Anisidine Value	
	5 h	10 h	5 h	10 h
PO-E330	0,25 ± 0,03	0,40 ± 0,03	17 ± 1,5	18 ± 0,8
PO-TBHQ-1000	0,16 ± 0,02	0,30 ± 0,03	15 ± 1,3	12 ± 1,2
PO-TBHQ-200	0,18 ± 0,02	0,27 ± 0,02	31 ± 2,1	42 ± 1,9
PO-TBHQ-E330	0,31 ± 0,05	0,53 ± 0,04	30 ± 1,8	51 ± 1,7
PO-RO	0,32 ± 0,04	0,63 ± 0,05	24 ± 0,9	55 ± 2,2

Objaśnienie:/ Explanatory note:

$\bar{X} \pm SD$ – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation

Podobne wyniki, sugerujące pozytywny wpływ przeciwutleniaczy, uzyskali również inni badacze. Napolitano i wsp. [11] wykazali, że chipsy ziemniaczane smaźone w oliwie z oliwek o największej zawartości naturalnych związków fenolowych zawierały do 20 % mniej akrylamidu niż chipsy smaźone w oliwie o najmniejszej ich zawartości. Z kolei Zhang i wsp. [18] wykazali pozytywne działanie przeciwutleniaczy pozyskiwanych z liści bambusa zastosowanych do moczenia plasterków ziemniaczanych przed smaźeniem chipsów. Natomiast Rydberg i wsp. [13] nie stwierdzili żadnego wpływu dodatku zarówno przeciwutleniaczy (palmitynianu askorbylu i askorbinianu sodu), jak i substancji działających prooksydatywnie (nadtlenek benzoilu i nadtlenek wodoru) na ilość tworzącego się akrylamidu. Z kolei Vattem i Shetty [16] zaobserwowali, że potraktowanie plasterków ziemniaczanych działaniu fenolowych przeciwutle-

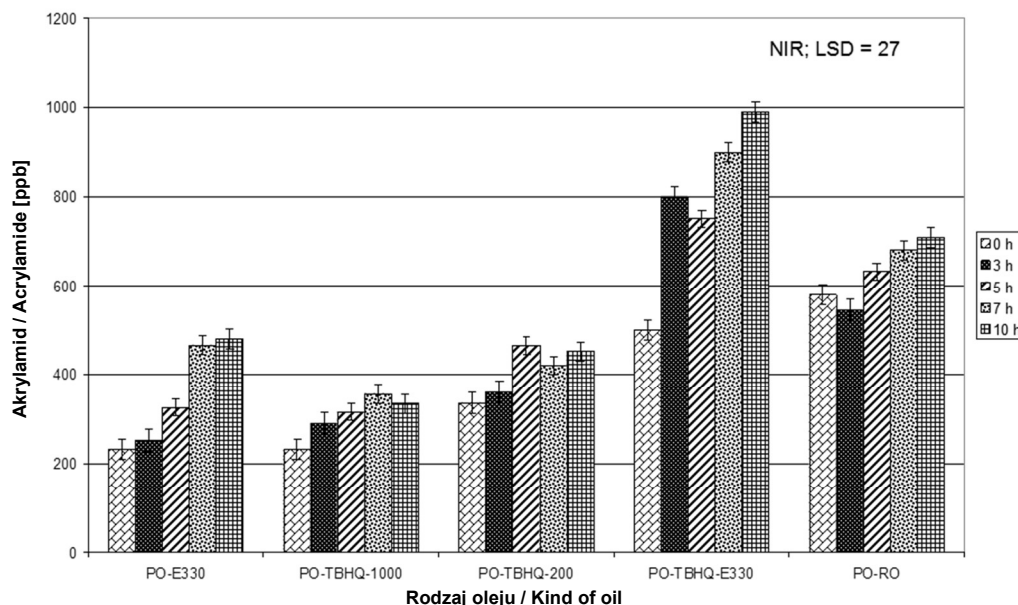
niaczy uzyskiwanych z żurawiny i oregano powodowało zwiększenie ilości tworzącego się w procesie smażenia akrylamidu.



Rys. 1. Zawartość akrylamidu w chrupkach ziemniaczanych smażonych w pięciu rodzajach olejów palmowych z różnym dodatkiem przeciwutleniaczy.

Fig. 1. Content of acrylamide in potato snacks fried in five kinds of palm oils with varying amounts of antioxidants added.

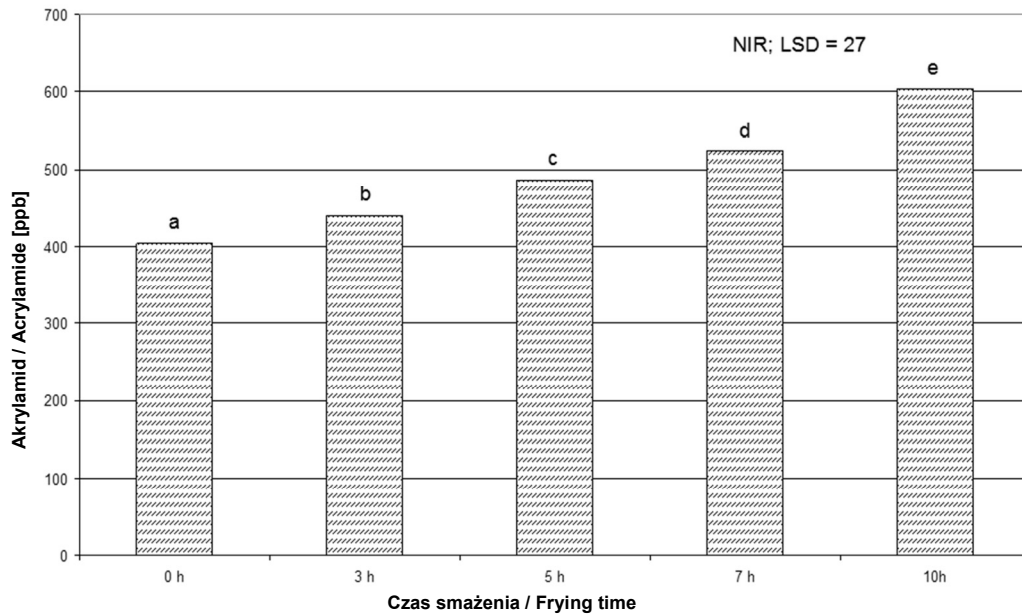
W przeprowadzonym doświadczeniu obserwowano również wpływ stopnia degradacji medium smażalniczego na zawartość akrylamidu we frytkach ziemniaczanych (rys. 2). Niezależnie od rodzaju tłuszczu smażalniczego w kolejnych okresach smażenia obserwowano stopniowe zwiększanie ilości powstającego akrylamidu. We frytkach smażonych w świeżych olejach średnia zawartość akrylamidu wynosiła 404 ppm, a w olejach po 10 h trwania procesu 604 ppm (rys. 3). Spośród analizowanych olejów najmniejsze zmiany w zakresie ilości tworzącego się akrylamidu stwierdzono w oleju PO-TBHQ-1000, a największe w PO-TBHQ-E330. Zastosowanie dodatku mieszaniny związków o działaniu przeciwutleniającym stwarzało najlepsze warunki do tworzenia akrylamidu. Związane mogło to być z nieznacznym efektem ochronnym, o czym świadczą wyniki analiz chemicznych oleju. Podobnym tempem degradacji oleju charakteryzowała się również mieszanina oleju palmowego z rzepakowym (PO-RO), a smażone w niej frytki zawierały także znacznie większe ilości akrylamidu niż produkty smażone w pozostałych trzech olejach palmowych.



Rys. 2. Zawartość akrylamidu we frytkach ziemniaczanych smażonych w pięciu rodzajach olejów palmowych z dodatkiem przeciwutleniaczy i o różnym stopniu degradacji olejów.

Fig. 2. Content of acrylamide in French fries fried in five kinds of palm oils with antioxidants added and with varying degree of oil degradation.

Wpływ stopnia degradacji oleju na ilość tworzącego się akrylamidu był przedmiotem badań. Mestdagh i wsp. [10] porównywali ilość tworzącego się akrylamidu w układzie modelowym oraz we frytkach ziemniaczanych smażonych w olejach o różnym stopniu nienasycenia i degradacji. Nie wykazali jednak żadnej zależności pomiędzy stopniem degradacji oleju a zawartością akrylamidu. Natomiast Arribas-Lorenzo i wsp. [2] stwierdzili, że produkty otrzymane z zastosowaniem termooksydowanych olejów charakteryzowały się znacznie większą zawartością akrylamidu. Niejednoznaczne wyniki wynikają ze złożoności procesu degradacji tłuszczu i powstających produktów. Zamora i Hidalgo [17] wykazali, że ilość tworzącego się akrylamidu uzależniona jest od obecności związków lotnych powstających podczas utleniania tłuszczu – między innymi 2,4-dekadienu, któremu przypisuje się rolę promotora w syntezie akrylamidu. Stąd też, pomimo że istnieją pewne zależności pomiędzy stopniem degradacji medium smażalniczego a ilością powstającego akrylamidu, zagadnienie to jeszcze nie do końca zostało wyjaśnione.



Rys. 3. Zawartość akrylamidu we frytkach ziemniaczanych smażonych w pięciu rodzajach olejów palmowych z dodatkiem przeciwutleniaczy i o różnym stopniu degradacji (wartości średnie dla rodzaju oleju).

Fig. 3. Content of acrylamide in French fries fried in five kinds of palm oils with antioxidants added and with varying degree of oil degradation (mean values for each kind of oil).

Wnioski

1. Rodzaj oleju smaźalniczego oraz stopień jego degradacji wpływały na zawartość akrylamidu w smażonych produktach.
2. Większą zawartością akrylamidu (średnio o 50 %), niezależnie od rodzaju medium smaźalniczego, charakteryzowały się chrupki ziemniaczane w porównaniu z frytkami.
3. Mniejszą zawartością akrylamidu charakteryzowały się produkty smażone w olejach palmowych stabilizowanych jednym przeciwutleniaczem bądź bez dodatku przeciwutleniacza.
4. Smażenie w olejach zdegradowanych zwiększało zawartość akrylamidu we frytkach ziemniaczanych.

Literatura

- [1] AOAC 1995. Official methods of analytical chemistry. 5th Ed. Association of Official Analytical Chemistry: 1-4.
- [2] Arribas-Lorenzo G., Fogliano V., Morales F.J.: Acrylamide formation in cookie system as influenced by the oil phenol profile and degree of oxidation. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, **229**, 63-72.
- [3] Capuano E., Oliviero T., Açar Ö.Ç., Gökmen V., Fogliano V.: Lipid oxidation promotes acrylamide formation in fat-rich model systems. *Food Res. Int.*, 2010, **43**, 1021-1026.
- [4] Friedman M., Levin C.: Review of methods for the reduction of dietary content and toxicity of acrylamide. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, **56**, 6113-6140.
- [5] Gertz C., Klostermann S.: Analysis of acrylamide and mechanism of its formation in deep-fried products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 762-771.
- [6] Hoenicke K., Gaterman R., Herde W., Hartig L.: Analysis of acrylamide In different foodstuffs using liquid chromatography-tandem mass spectrometry and gas chromatography – tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, 2004, **504**, 207-215.
- [7] Kita A., Lisińska G., Powolny M.: The influence of frying medium degradation on fat uptake and texture of French fries. *J. Sci. Food Agric.*, 2005, **85** (7), 1113-1118.
- [8] Kita A., Lisińska G., Tajner-Czopek A., Pęksa A., Rytel E.: The properties of potato snacks influenced by the frying medium. In: Yee N., Bussel W. (Eds) *Potato IV. Food 3 (Special Issue 2)*, 2009, pp. 93-98.
- [9] Matthäus B.: Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, **109**, 400-409.
- [10] Mestdagh F., De Meulenaer B., Van Peteghem C.: Influence of oil degradation on the amounts of acrylamide generated In a model system and in French fries. *Food Chem.*, 2007, **100**, 1153-1159.
- [11] Napolitano A., Morales F., Sacchi R., Fogliano V.: Relationship between virgin olive oil phenolic compounds and acrylamide formation in fried crisps. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, **56** (6), 2034-2040.
- [12] Rosen J., Hellenäs K-E.: Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. *The Analyst.*, 2002, **121** (7), 880-882.
- [13] Rydberg P., Ericsson S., Tarek E., Karlsson P., Ehrenberg L., Tornqvist M.: Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 7012-7018.
- [14] Szukalska E.: Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, 42-58.
- [15] Tajner-Czopek A., Kita A., Aniołowski k., Lisińska G.: Determination of the acrylamide content in fried potato products. In: Trziszka T., Oziembłowski M. (Eds). *New concepts in food evaluations: nutraceuticals-analyses-consumer*. Wyd. UP we Wrocławiu, Wrocław 2009, pp.281-289.
- [16] Vattem D.A., Shetty K.: Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction. *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2003, **4**, 331-338.
- [17] Zamora R., Hidalgo F.J.: Contribution of lipid oxidation products to acrylamide formation in model systems. *J. Agric. Food Chem.*, 2008, **56** (15),6075-6080.
- [18] Zhang Y., Chen J., Zhang X., Wu X., Zhang Y.: Addition of antioxidant of bamboo leaves (AOB) effectively reduces acrylamide formation in potato crisps and French fries. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, **55** (2), 523-528.

**EFFECT OF ANTIOXIDANTS ADDED TO FRYING OIL ON CONTENT OF ACRYLAMIDE
IN FRIED POTATO PRODUCTS****S u m m a r y**

The object of the research study was to determine the effect of different antioxidants added to a frying oil and the degradation degree of frying medium on the content of acrylamide in fried potato products. The material used in the research study consisted of five frying oils containing a palm oil. As antioxidants, a tert-Butylhydroquinone (TBHQ) and a citric acid were applied in varying proportions. French fries and potato snacks in the form of ready-to-cook, semi-processed products (pellets) were fried in new oils heated to 180°C. The French fries were fried in oils showing varying degradation degrees (after 3, 5, 7 and 10 h). In the fried products made, the content of acrylamide was determined using a chromatography method including MS/MS/HPLC. In the frying oils, the following was determined: content of free fatty acids, anisidine value, and composition of fatty acids.

It was found that the kind of frying oil and the degree of its degradation impacted the content of acrylamide in the fried products. The products fried in palm oils, which were stabilized using one antioxidant or contained no antioxidant added, were characterized by a lower content of acrylamide. French fries fried in degraded frying oils had an increased content of acrylamide.

Key words: acrylamide, French fries, snacks, frying oil, antioxidants ☒

GRZEGORZ PIŃCZUK, AGNIESZKA KLIMEK-KOPYRA,
HENRYK PUSTKOWIAK, TADEUSZ ZAJĄC

PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI I WYDAJNOŚCI OLEJU W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU NAWOŻENIA ORAZ KLASY WCZESNOŚCI I TYPU ZIARNA MIESZAŃCÓW KUKURYDZY

Streszczenie

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2008 i 2009 w Stacji Doświadczalnej PWSZ w Sanoku, zlokalizowanej w Nowosielcach. Materiałem badawczym było ziarno 4 mieszańców kukurydzy różniących się wczesnością (sw – średnio wczesne i sp – średnio późne) oraz typem ziarna (flint: 'Ravello', 'Arobase' i dent: 'Oldham', 'Nekta'). Porównywanymi czynnikami agrotechnicznymi był sposób nawożenia mineralnego, klasa wczesności mieszańców – średniowczesne i średniopóźne, a także typ ziarna 'flint' i 'dent'. W próbach dużych (n>100) zebranego ziarna, oszacowano masę ziarna i zarodka. W zarodkach kukurydzy oznaczono zawartość tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych oleju kukurydzianego. Stwierdzono, że zwiększenie masy ziarniaka badanych odmian, bez względu na typ, było wysoce istotnie i dodatnio skorelowane z masą zarodka. Wzrost masy ziarniaka i masy zarodka determinował zwiększenie plonu oleju z jednostki powierzchni. Stwierdzono, że olej z zarodków kukurydzy charakteryzował się wysokim udziałem kwasu linolowego w profilu kwasów tłuszczowych.

Słowa kluczowe: ziarno kukurydzy, zarodek, zawartość oleju, profil kwasów tłuszczowych, plon tłuszczu

Wprowadzenie

Zainteresowanie wykorzystaniem ziarna kukurydzy w znacznej mierze decyduje o powierzchni jej uprawy w świecie (150 mln ha), UE-27 (9 mln ha) oraz w Polsce (340 tys. ha) [10]. Wynika to z opłacalności uprawy kukurydzy na ziarno, co determinowane jest wysokim plonowaniem, jak również dobrymi i unikatowymi cechami użytkowymi ziarna, dzięki czemu jest wykorzystywane do celów żywieniowych i paszowych. Wyniki produkcyjne wskazują, że większy potencjał plonowania mają mieszańce trójliniowe, przy założeniu odpowiednich warunków agrotechnicznych i śro-

Mgr G. Pińczuk, Instytut Rolnictwa, Wyższa Szkoła Zawodowa w Sanoku, ul. Mickiewicza 21, 38-500 Sanok, dr inż. A. Klimek-Kopyra, prof. dr hab. T. Zajęc, Instytut Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, 30-120 Kraków, mgr inż. H. Pustkowiak, Katedra Hodowli Bydła, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

dowiskowych. Rolnicy dążą do zwiększenia plonowania poprzez wprowadzanie do uprawy nowych odmian mieszańcowych kukurydzy, co wynika ze wzrostu popytu na ziarno. Systematyczny wzrost zapotrzebowania na ziarno kukurydzy wynika z przeznaczenia jego części do produkcji oleju kukurydzianego z zarodków [2], a także skrobi z bielma [18]. Ponadto duża część produkowanego ziarna kukurydzy służy do produkcji etanolu [18].

Olej kukurydziany jest mało poznanym produktem tłuszczowym w Polsce, pomimo że stanowi produkt uboczny przerobu ziarna kukurydzy na skrobię lub mąkę. Wynika to głównie ze specyfiki naszego przemysłu tłuszczowego, w którym największe znaczenie ma produkcja oleju rzepakowego, a także słonecznikowego i lnianego [14]. Natomiast w USA zużycie oleju kukurydzianego corocznie wzrasta, z uwagi na wzrost zapotrzebowania na syrop kukurydziany, który jest głównym produktem przerobu skrobi kukurydzianej. Zwiększenie potrzeb żywnościowych (olej, syrop kukurydziany) w USA, wpłynęło na proces selekcji jakościowej, prowadzonej w twórczej hodowli kukurydzy. W wyniku prac podjętych w ostatnim 10-leciu, uzyskano istotny wzrost (z 4 do 8 %) zawartości oleju w odmianach kukurydzy [20]. Jednak, jak wskazują Rooney i wsp.[21], prowadzona selekcja jakościowa nakierowana wyłącznie na wzrost zawartości tłuszczu w zarodkach istotnie pogorszyła inne cechy użytkowe ziarna kukurydzy.

Olej kukurydziany traktowany jest jako wartościowy produkt spożywczy z uwagi na walory sensoryczne i wartość biologiczną. Jednak z uwagi na jego wysoką cenę, dotychczasowe wykorzystanie oleju kukurydzianego w przemyśle margarynowym i paszowym jest ograniczone [19]. Na świecie olej kukurydziany zyskał dużą popularność wśród konsumentów jako bogate źródło wielonienasyconych niezbędnych kwasów tłuszczowych [19, 26], które odgrywają główną rolę w utrzymaniu wewnętrznej homeostazy organizmu [27]. Olej kukurydziany jest bogatym źródłem tokoferolu i karotenu, które wpływają na obniżenie cholesterolu oraz stresu oksydacyjnego w komórkach [11]. Właściwości fizyczne i biologiczne lipidów kukurydzy zależą nie tylko od typu ziarniaka, ale również od rejonu uprawy [7, 29]. Kukurydza reprezentowana jest przez największą liczbę odmian ze wszystkich roślin zbożowych, jednak nie przeprowadzono dotychczas badań porównawczych, odnoszących się do udziału zarodków jako źródła oleju, a także jego zawartości, co może determinować wysokość plonu tłuszczu z 1 ha w krajowych warunkach.

Celem badań było ilościowe i jakościowe porównanie oleju czterech odmian mieszańcowych kukurydzy. Dodatkowo w celu pogłębienia wiedzy wiążącej się z kukurydzą jako surowcem olejarskim, oceniono ziarno poprzez oszacowanie w nim udziału masy zarodka, co odnosi się do mieszańców dominujących obecnie w uprawie, a zróżnicowanych pod względem klasy wczesności i typu ziarna. Analizowano dwa sposoby

nawożenia mineralnego – powierzchniowy i rzędowy, jako czynniki determinujące plon ziarna i wydajność oleju z jednostki powierzchni.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły cztery mieszańcowe odmiany kukurydzy firmy Syngenta®, różniące się wczesnością, zdefiniowaną jako drugi czynnik badawczy (sw – średnio wczesne i sp – średnio późne) oraz typem ziarna – trzeci czynnik (flint: odm. ‘Ravello’, ‘Arobase’ i dent: odm. ‘Oldham’, ‘Nekta’). Typ ziarna określony jako flint (szklisty) jest właściwy dla podgatunku kukurydzy szklistej, zwanej także twardą lub krzemienną, a dent (zębokształtny) jest właściwy dla podgatunku koński ząb, czyli kukurydza pastewna. Pierwszy czynnik uwzględniany w doświadczeniu, to rzędowy sposób nawożenia, polegający na aplikacji N i P w formie fosforanu amonu, jednocześnie z siewem ziaren kukurydzy, natomiast K był stosowany powierzchniowo w formie 57 % soli potasowej. Powierzchniowy sposób nawożenia polegał na przedsięwziętym zastosowaniu całej dawki NPK. Łączna dawka NPK, niezależnie od sposobu aplikacji, wyniosła 450 kg ha⁻¹. Do siewu nasion kukurydzy wykorzystano siewnik punktowy firmy Monosem (czterorzędowy). Doświadczenie polowe prowadzono w latach 2008 i 2009, w czterech powtórzeniach, a wielkość poletka do zbioru wynosiła 45 m². Zbioru ziarna kukurydzy dokonano w terminie optymalnym dla regionu Dołów Jasielsko-Sanockich, który przypadł na koniec października każdego roku. Bezpośrednio po zbiorze oznaczano wilgotność ziarna, które suszono w temp. 75 °C. Suche ziarna, z każdego obiektu, posłużyły do wyodrębnienia zarodków (n > 100), a analizy chemiczne związane z zawartością i jakością oleju prowadzono na zbiorczych próbach z poletek.

Tłuszcz ekstrahowano z ziarna metodą Folcha [cyt. za 23]. Określenie składu i zawartości kwasów tłuszczowych w ziarnie kukurydzy prowadzono w chromatografii gazowej (gaz nośny hel) typu Trace GC Ultra z detektorem FID w temp. 250 °C. Stosowano kolumnę Supelcowax 10, utrzymując jej temperaturę w zakresie 160 - 210 °C. Identyfikację składu kwasów tłuszczowych prowadzono za pomocą chromatografii gazowej (analiza GC) przy użyciu ich estrów metylowych jako substancji wzorcowych.

Wyniki opracowano statystycznie stosując 3-czynnikową analizę wariancji. Różnice uznawano za statystycznie istotne na poziomie p<0,05 i p<0,01. W celu porównania średnich obiektowych zastosowano standaryzowany test t-Studenta. W celu wydzielenia grup jednorodnych posłużono się procedurą porównań wielokrotnych, stosując test parametryczny Newmana-Keulsa. Wszystkie obliczenia prowadzono z wykorzystaniem programu Statistica® 9.0. W przypadku plonu: ziarna, oleju z zarodków oraz zawartości oleju w zarodku liczba powtórzeń wynosiła cztery. Natomiast udział

masy zarodka w masie ziarniaka corocznie szacowano w próbach liczących 100 ziarniaków z danej kombinacji (A-H).

Tabela 1

Obiekty kukurydzy porównywane w doświadczeniu polowym.

Objects with maize compared during the field experiment.

Obiekt Object with maize	I czynnik / Factor I	II czynnik / Factor II	III czynnik / Factor III
	Sposób nawożenia Fertilization Method	Wczesność odmian Early sowing term for maize species	Typ ziarna Grain type
A	N+P rzędowo/ in row	Sw*	flint
B	N+P rzędowo/ in row	Sw	dent
C	N+P rzędowo/ in row	Sp	flint
D	N+P rzędowo/ in row	Sp	dent
E	N+P powierzchniowo/ on surface	Sw	flint
F	N+P powierzchniowo/ on surface	Sw	dent
G	N+P powierzchniowo/ on surface	Sp	flint
H	N+P powierzchniowo/ on surface	Sp	dent

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*sw – średnio wczesna / medium early sowing; sp – średnio późna /medium late sowing.

Wyniki i dyskusja

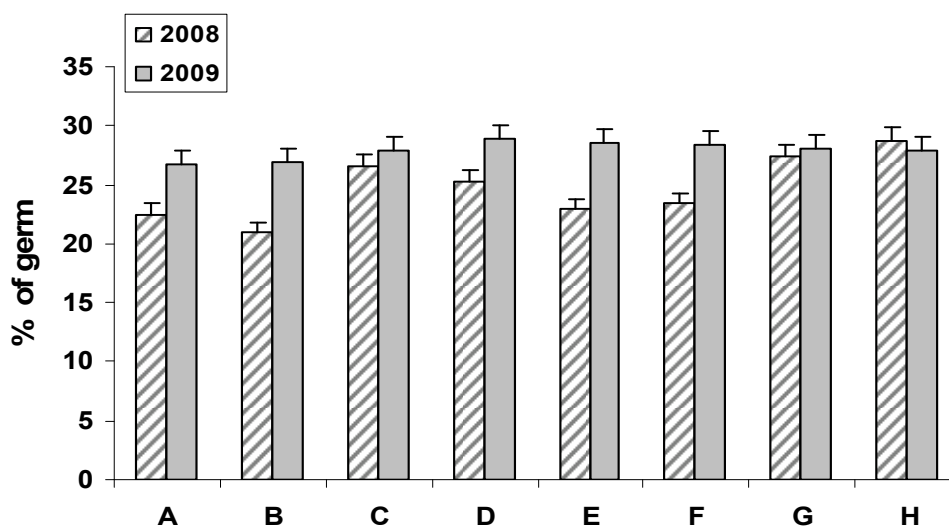
W latach badań diametralnie różniły się opady w czasie okresu wegetacji kukurydzy. W 2008 r. suma opadów wyniosła 641,6 mm, a w 2009 r. 719,8 mm, aczkolwiek opady były nierównomiernie rozłożone. Zbyt obfite deszcze w czerwcu 2009 r. (212,4 mm) spowodowały podtopienie pola doświadczalnego. Październik w tym roku również był miesiącem dość obfitym w opady (117,1 mm), co spowodowało opóźnienie zbioru dojrzałego ziarna. Dla plonowania kukurydzy ważny jest lipiec, kiedy kukurydza kwitnie i wtedy potrzebuje dużo wody. W doświadczeniu, tylko w lipcu 2008 r. odnotowano wystarczającą ilość opadów 191,5 mm. Pomimo zróżnicowanych ilościowo opadów, w latach prowadzenia doświadczenia średnia temperatura powietrza miesięcy wegetacyjnych wyniosła 13,2°C, czyli porównywane lata były podobne pod względem termicznym.

Udział masy zarodka w masie ziarniaka kukurydzy był zmienny w porównywanych latach wegetacji i zależny od sposobu przedsięwzięcia wnoszenia makroelementów w dawce nawożenia mineralnego (rys. 1). Istotnie większy udział zarodka w masie ziarniaka uzyskano w warunkach siewu powierzchniowego nawozów jedynie w odnie-

sieniu do ziarniaków mieszańców kukurydzy typu flint (E). Nieznacznie większe wartości tej cechy uzyskano w obiektach z rzędownym wysiewem nawozów azotowych i fosforowych, bez względu na typ ziarniaka i grupę wczesności (A, B), co dowodzi znaczenia tego czynnika agrotechnicznego w sterowaniu jakością ziarna kukurydzy, przeznaczonego do produkcji oleju. Jednak mniejszy udział zarodka w masie ziarniaka typu flint wystąpił w obiektach z przedsięwziętym nawożeniem mineralnym, aplikowanym rzędowno, co odnosi się tylko do grupy odmian średnio późnych (C).

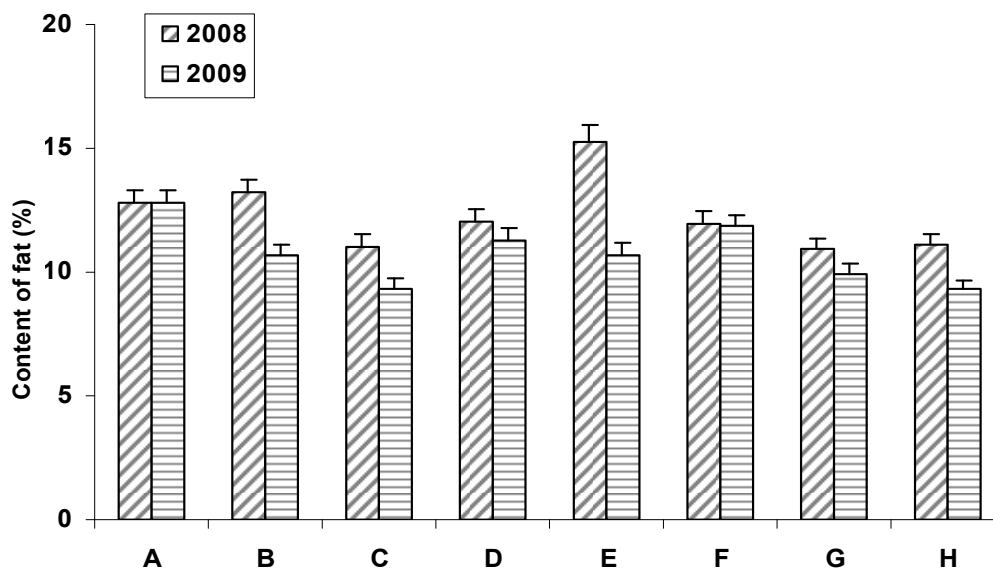
Większy udział zarodka w masie ziarniaka w kolejnych latach był determinowany przebiegiem pogody (rys. 1). Istotnie większy udział zarodka w masie ziarniaka stwierdzono w roku 2008, który charakteryzował się dobrym uwilgotnieniem gleby, bez obfitych opadów w czasie wegetacji.

Zawartość tłuszczu surowego w kukurydzy nie była istotnie zróżnicowana w nawiązaniu do przyjętego sposobu nawożenia (rys. 2). Obserwowano jedynie tendencję do wzrostu zawartości tłuszczu w kukurydzy, jako reakcję na zastosowane powierzchniowo nawożenie mineralne (E - H). Uważa się, że zwiększenie lub zmniejszenie zawartości tłuszczu surowego w zarodku ziarniaka kukurydzy można uzyskać jedynie w drodze selekcji [5]. Wykazano, że selekcja kukurydzy w kierunku maksymalnego zmniejszenia zawartości tłuszczu w ziarnie okazała się mało skuteczna z uwagi na drastyczne zmniejszenie masy zarodka, co uniemożliwiało kiełkowanie ziarniaków po siewie [17]. Podejście takie zmierzało do zrównania zawartości tłuszczu w kukurydzy do poziomu tego składnika w ziarnie czterech zbóż, aby usprawnić produkcję mąki z kukurydzy.



Rys. 1. Udział masy zarodka w masie ziarniaka kukurydzy w latach wegetacji.

Fig. 1. Germ content in dry grain during the vegetation years.



Rys. 2. Zawartość tłuszczu w zarodkach kukurydzy.

Fig. 2. Content of fat in maize germs.

Istotne zróżnicowanie zawartości tłuszczu uzyskano w latach badań. Istotnie większą zawartość tłuszczu uzyskano w roku 2008, mniej wilgotnym i zarazem cieplejszym. Z badań Niewiadomskiego [19] wynika, że rejonizacja uprawy kukurydzy na ziarno wymaga terenów cieplejszych, ponieważ w korzystnych warunkach termicznych uprawy wzrasta zawartość tłuszczu w ziarnie.

Głównymi składnikami oleju z zarodków kukurydzy są kwasy tłuszczowe, z których nienasycone stanowią do 65 % całkowitej sumy kwasów [21]. Wyniki badań własnych (tab. 2) wykazały, że łącznie kwasy nienasycone stanowiły nawet 89 % całkowitej masy kwasów w oleju. Uwaga ta odnosi się do siewu rzędowego nawozów we współdziałaniu z wczesnością odmiany (średnio wczesnej), a przy tym odznaczającej się ziarnem flint. Ponadto stwierdzono zmienność w kształtowaniu zawartości kwasów tłuszczowych wielonienasyconych, głównie kwasu linolowego. Wykazano, że spośród badanych czynników na istotną zmienność zawartości kwasów tłuszczowych wpłynęła klasa wczesności mieszańców kukurydzy oraz typ ziarniaka. Zróżnicowany sposób siewu nawozów nie miał natomiast wpływu na zakres istotnych różnic. Więcej o 33 % kwasu linolowego ($C_{18:2}$ n-6) oraz o 53 % kwasu oleinowego ($C_{18:1}$ n-9) uzyskano w ziarnie mieszańców średnio wczesnych kukurydzy.

Tabela 2

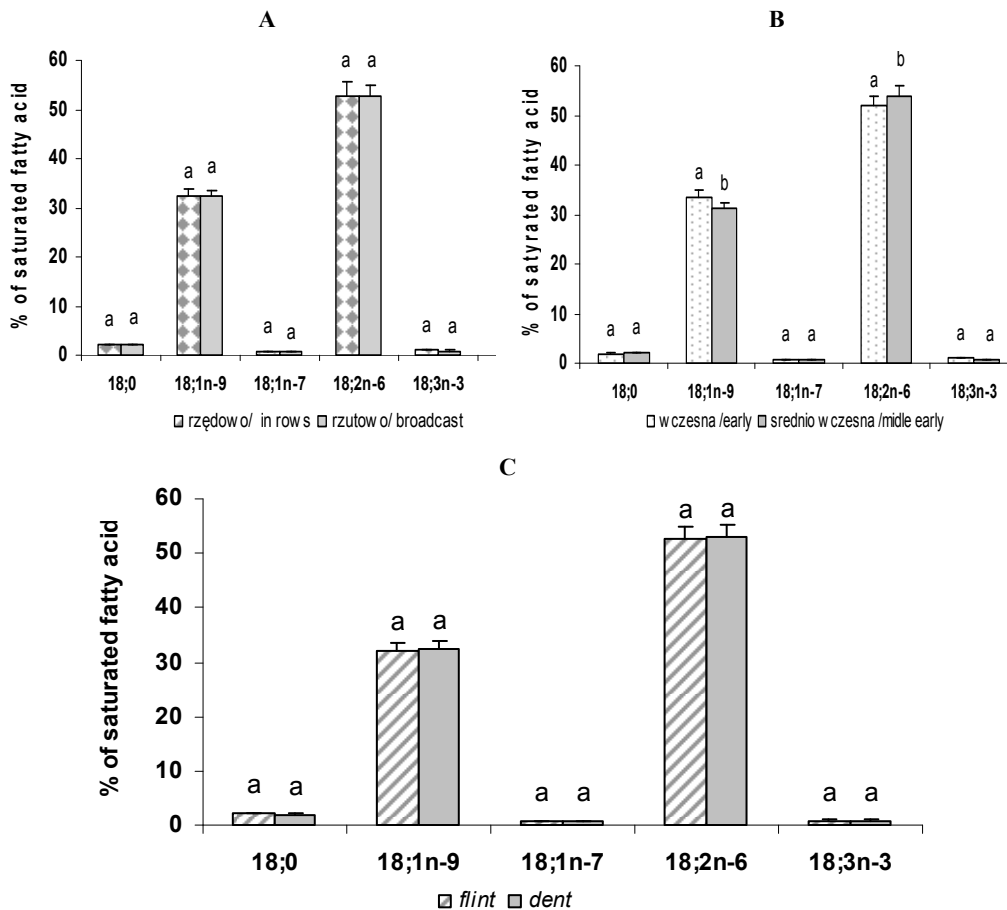
Profil kwasów tłuszczowych oleju z zarodków kukurydzy w zależności od sposobu nawożenia uprawy, doboru odmian i wczesności mieszańców flint i dent, 2008 i 2009 r.

Fatty acid profile of oil from maize germs in relation to crop fertilization method, choice of varieties, and terms when flint and dent maize hybrids were early sown in 2008 and 2009.

Kwas tłuszczowy Fatty acid		Obiekty / Objects							
		A	B	C	D	E	F	G	H
C _{10:0}	- capric	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,007	0,004	0,005
C _{12:0}	- lauric	0,008	0,009	0,010	0,006	0,006	0,008	0,006	0,006
C _{14:0}	- myristic	0,079	0,042	0,052	0,038	0,035	0,043	0,037	0,048
C _{15:0}	- pentadecanoic	0,025	0,015	0,012	0,015	0,013	0,009	0,009	0,017
C _{16:0}	- palmitic	10,30	8,67	10,03	9,97	10,06	9,45	10,33	10,65
C _{16:1 n=9}	- palmitoleic	0,083	0,073	0,066	0,063	0,047	0,062	0,044	0,048
C _{16:1 n=7}	- oleopalmitic	0,116	0,098	0,123	0,111	0,101	0,095	0,110	0,126
C ₁₇	- margaric	0,149	0,046	0,089	0,126	0,132	0,050	0,061	0,087
C _{17:1}	- heptadecenoik	0,113	0,025	0,045	0,076	0,073	0,028	0,033	0,058
C ₁₈	- stearic	1,988	1,519	1,818	2,190	1,922	1,631	1,868	1,916
C _{18:1 n=9}	- oleic	35,30	31,05	28,11	32,69	33,16	30,47	28,02	31,55
C _{18:1 n=7}	- vaccenic	0,501	0,527	0,594	0,494	0,513	0,527	0,594	0,570
C _{18:2 n=6}	- linoleic	49,95	56,42	57,55	53,02	52,60	55,94	57,54	53,75
C _{18:3 n=3}	- α-linolenic	0,836	0,994	0,862	0,712	0,820	1,078	0,803	0,831
C ₂₀	- arachidic	0,320	0,314	0,341	0,341	0,345	0,376	0,355	0,325
C _{20:1}	- eikosenoic	0,192	0,195	0,183	0,148	0,345	0,230	0,175	0,152

Analiza profilu kwasów tłuszczowych (tab. 2) wykazała, że wszystkie obiekty charakteryzowały się dużą zawartością kwasu linolowego C_{18:2} oraz oleinowego C_{18:1 n=9}, a istotnie zmniejszoną laurynowego C_{12:0} oraz kaprylowo-kaprynowego C_{10:0}, o czym decydują właściwości gatunkowe kukurydzy [21]. Największy udział kwasu linolowego stwierdzono w oleju kukurydzianym mieszańców średnio wczesnych, wykształcających ziarno typu flint (obiekty C i G). Podobny kierunek zależności, odnoszący się do zawartości kwasu oleinowego stwierdzono w oleju mieszańca średnio wczesnego typu flint, który ujawnił się jako współdziałanie z wysiewem rzędowym nawozów NP. Wyniki badań własnych wykazują oddziaływanie badanych czynników na profil kwasów tłuszczowych w oleju najczęściej jako ich interakcję. Według Micka [16] ziarno kukurydzy charakteryzuje się największym udziałem kwasu linolowego (C_{18:2}) w sumie kwasów tłuszczowych oleju. Analiza wzajemnego stosunku poszcze-

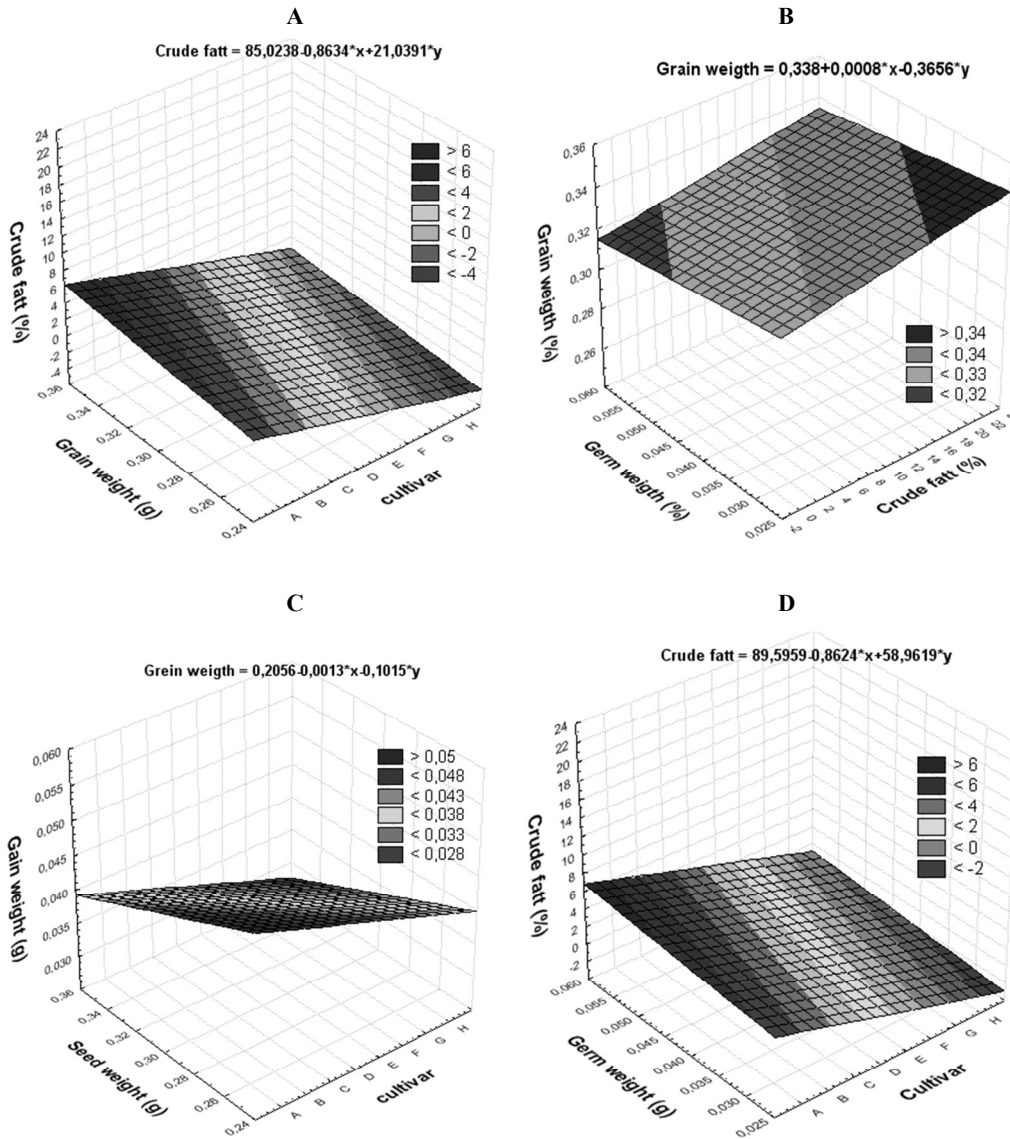
gólnych kwasów tłuszczowych w oleju kukurydzy wskazuje na nadmiernie (> 50) duży stosunek $C_{18:2} : C_{18:3}$, co obniża wartość konsumpcyjną oleju. W badaniach własnych uzyskano znikomy udział kwasów kaprylowego i kaprynowego w profilu kwasów tłuszczowych oleju kukurydzy.



Rys. 3. Suma nasyconych kwasów tłuszczowych z grupy 18:00 w konfiguracji *cis* i *trans* w zależności od sposobu nawożenia (A), wczesności odmian (B), typu ziarna (C).

Fig. 3. Total of saturated fatty acids of a 18:00 group in *cis* and *trans* configuration depending on fertilization method (A), terms of early owing (B), and type of grain (C).

Zawartość tłuszczu w ziarniakach kukurydzy była liniowo współzależna z masą ziarniaka (rys. 4A). Wraz ze wzrostem masy ziarniaka wzrastała zawartość tłuszczu, zwłaszcza w siewie z rzędownym stosowaniem N i P, obiekty oznaczone jako (A-D).



Rys. 4. Zależność zawartości tłuszczu surowego w ziarnie kukurydzy od masy ziarna (A) i masy zarodka (B) oraz masy zarodka od masy ziarna (C), masy ziarna od masy zarodka i od zawartości tłuszczu (D)

Fig. 4. Correlation between crude fat content in maize grain, grain weight (A), germ weight (B), as well as between germ weight and grain weight (C), and between weight grain and weight germ, and crude fat content (D).

W odniesieniu do siewu powierzchniowego nawozów mineralnych kierunek tej zależności nie wykazał istotnego wzrostu zawartości tłuszczu w ziarniakach (E-H). Podobne współzależności wykazano także w odniesieniu do wielkości zarodka (rys. 4D), ponieważ udowodniono, że im większa była masa zarodka w ziarniaku kukurydzy, tym nagromadzenie tłuszczu było w nim większe (rys. 4B). Potwierdza to wyniki uzyskane przez Briggs i Knowles [5] oraz Buniak i wsp. [6], że wzrost masy zarodka jest istotnym inhibitorem wzrostu zawartości tłuszczu w ziarniaku kukurydzy. Na złożoność tej problematyki zwracają uwagę Rooney i wsp. [22]. Obiekty (A-D) odznaczały się zwiększoną masą zarodka oraz podwyższą masą tłuszczu, ale współzależności miały jedynie znamiona tendencji. Zastosowany siew powierzchniowy nawozów (E-H) nie był efektywny w kształtowaniu tej cechy jakościowej. Taki układ wyników wskazuje na pewną możliwość sterowania zawartością tłuszczu w ziarniakach kukurydzy. Ponadto w badaniach wykazano, że większą wagę w gromadzeniu tłuszczu miał większy ziarniak niż większy zarodek. Fakt ten potwierdza istotną zależność między tymi cechami (rys. 4C). Im większy był ziarniak, tym większy wykształcał się zarodek, nie wykazując jednak istotnego wpływu na inne badane cechy, wynikłe z przyjętych aplikacji nawozów mineralnych.

Technika wysiewu nawozów miała istotny wpływ na plon ziarna zarówno w łącznym ujęciu (średnie z lat) (tab. 3). Istotnie wyższe plony ziarna uzyskano przy rzędowej aplikacji nawożenia mineralnego w latach badań. Większe plony ziarna pod wpływem nawożenia rzędowego uzyskali również inni autorzy [8, 28]. Rhoads i Wright [23] stwierdzili, że nie tylko nawożenie startowe decyduje o wzroście plonu ziarna, ale również istotny wpływ mają warunki pogodowe.

W danym roku uprawy badane odmiany reagowały zróżnicowaniem plonowania z uwagi na wczesność porównywanych mieszańców. Istotnie wyższe plony ziarna uzyskano z odmian średnio wczesne w 2008 roku, w którym opady w sezonie wegetacji wystąpiły na średnim poziomie. Wyniki badań Kruczka [13] w wymiarze produkcyjnym ściśle korespondują z danymi przedstawionymi w niniejszej pracy. Niemniej uzyskane wyniki badań nie dostarczają jednoznacznej odpowiedzi, który typ odmian daje wyższe plony ziarna. Niewiadomski [19] podkreślał, że o zawartości oleju w zarodkach i jego składzie kwasowym decyduje położenie geograficzne. Zdaniem tego autora niższa temperatura podczas dojrzewania nasion jest bardziej odpowiednia w procesie gromadzenia tłuszczu.

Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w kształtowaniu plonu oleju ze względu na analizowane czynniki (tab. 3). Udowodniono brak zmienności plonu oleju z jednostki powierzchni determinowanego doborem odmian kukurydzy różniących się klasą wczesności i typem ziarniaka. Taki efekt był wynikiem przyczynowego związku z ilością pozyskanych zarodków oraz ilości oleju z zarodków

pozyskiwanego w wyniku procesu tłoczenia. Wykazano, że dobrze wykształcony zarodek w ziarnie kukurydzy może decydować o ilości pozyskiwanego oleju.

Tabela 3

Kształtowanie się plonu ziarna, oleju, zarodków oraz zawartości oleju z zarodków.

Differentiation of grain yield levels, oil yield levels, germs, and content levels of oil from germs.

*Obiekty *Objects	Plon ziarna Grain yield [t ha ⁻¹]	Plon oleju Oil yield [kg ha ⁻¹]	Plon zarodków Germ yield [t ha ⁻¹]	Zawartość oleju w zarodku [% s.m.] Content of oil in germ [% of DM]
A	10,75 ± 2,30	291,4 ± 41,1	1,39 ± 0,30	24,65 ± 0,23
B	13,38 ± 1,19	327,8 ± 30,2	1,60 ± 0,23	24,00 ± 0,31
C	12,35 ± 1,02	287,2 ± 16,8	1,22 ± 0,08	27,22 ± 0,07
D	12,17 ± 1,72	325,4 ± 52,9	1,39 ± 0,14	27,03 ± 0,19
E	11,02 ± 1,06	312,4 ± 41,4	1,44 ± 0,33	25,71 ± 0,29
F	11,33 ± 0,95	288,6 ± 25,3	1,33 ± 0,14	25,89 ± 0,27
G	9,96 ± 1,93	250,4 ± 57,3	1,05 ± 0,25	27,70 ± 0,04
H	11,64 ± 1,04	282,1 ± 21,0	1,15 ± 0,08	28,35 ± 0,06
Średnia / Mean	11,57 ± 1,72	295,7 ± 43,4	1,32 ± 0,19	26,32 ± 0,02
NIR dla czynnika A SD for Factor A	0,36	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla czynnika B SD for Factor B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla czynnika C SD for Factor C	0,36	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla interakcji Ax B SD for interaction Ax B	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla interakcji Ax C SD for interaction Ax C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla interakcji Bx C SD for interaction Bx C	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NIR dla interakcji Ax Bx C SD for interaction Ax Bx C	0,72	n.s.	n.s.	n.s.

*Opis podobnie jak w tab.1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Przedstawione wyniki nie potwierdzają istotnych zależności między wielkością zarodka a ilością pozyskanego oleju. Stwierdzono, że sposób przedsewnej aplikacji nawozów mineralnych oraz wczesność odmian w najsilniejszym stopniu determinowały wielkość zarodków. Wykazano dodatnią i zarazem istotną współzależność pomiędzy masą pojedynczego ziarniaka i zarodka w nim wykształconego. Wyniki wskazują na konieczność selekcjonowania ziarniaków kukurydzy ze względu na masę, aby pozy-

skać zarodki ziarniaków dużych i średnich, z których zostanie wytłoczony olej kukurydziany. W warunkach klimatycznych naszego kraju szukanie innych współzależności nie rokuje znaczącego powodzenia. Rasheed i Mahmood [20] oraz Ahmad [3] w warunkach agroklimatycznych Pakistanu przeprowadzili doświadczenie porównawcze z wpływem sposobu siewu i nawożenia kukurydzy i słonecznika na plon z jednostki powierzchni oleju kukurydzianego lub słonecznikowego. Wyniki badań własnych potwierdzają dane Rasheed i Mahmood [20], którzy wskazują na brak istotnych różnic w ilości pozyskiwanego oleju. Jednakże autorzy tych badań stwierdzili istotne zróżnicowanie zawartości oleju w ziarniakach na skutek zróżnicowania nawożenia w latach badań.

Największy plon oleju, wynoszący 4,74 % plonu ziarna, uzyskano po zastosowaniu nawożenia NPK-S-Mg, w dawkach 250-150-100-15-15 kg ha⁻¹. Autorzy podkreślają, że nawożenie NPK z dodatkiem S istotnie i zarazem dodatnio wpłynęło na wielkość pozyskiwanego plonu oleju z kukurydzy, a takie wyniki tłumaczą potrzebą obecności siarki do tworzenia mostków siarczkowych pomiędzy łańcuchami polipeptydowymi. Ponadto siarka to biogen wymagany do syntezy koenzymu A (CoA), który z kolei dodatnio wpływa na tworzenie kwasów tłuszczowych w czasie biosyntezy tego związku w zarodkach [25]. Inne stanowisko przyjęli Ahmad i wsp. [3], którzy dowiedli, że sposób siewu ma istotny wpływ nie tylko na plon nasion, ale również na plon oleju. Wyżej wymienieni autorzy uzyskali maksymalny plon oleju (931 kg/ha), stosując metodę siewu określaną z angielskiego jako *ridge sown*. Mniej efektywną metodą (553 kg/ha) był siew ziarna w bruzdę (ang. *furrow sown*). Korniewicz i wsp. [12] udowodnili, że jakość ziarna kukurydzy zależy od klasy wczesności odmiany oraz zawartości suchej masy w ziarnie po zbiorze. Wymienieni autorzy wykazali, że jeśli zawartość suchej masy w zbieranym ziarnie mieszańców wczesnych, średnio wczesnych i średnio późnych jest wyższa o 4,0 % w porównaniu ze wzorcem i wynosi 68,7 %, to wówczas zwiększa się w ziarnie koncentracja podstawowych składników pokarmowych. W suchej masie ziarna kukurydzy zawartość poszczególnych składników ulega dużym wahaniom w zależności od odmiany, a także grupy wczesności dojrzewania mieszańców [12]. W badaniach własnych nie potwierdzono istotnego zróżnicowania ilości pozyskiwanego tłuszczu między badanymi grupami wczesności odmian firmy Syngenta®. Wyniki te znajdują potwierdzenie w badaniach Korniewicza i wsp. [12], którzy wykazali, że ilość tłuszczu surowego z 1 ha nie jest zależna od stopnia wczesności poszczególnych mieszańców, natomiast większe znaczenie w jej kształtowaniu ma nawożenie mineralne. Analiza składu chemicznego ziarna i kolb kukurydzy, przeprowadzona przez Machulę i Borowieckiego [15] wykazała, że kolby pochodzące z obiektów nawożonych dawką 150 kg N ha⁻¹ charakteryzowały się większą zawartością białka, natomiast zawartość tłuszczu nie uległa istotnym zmianom. Inne stanowi-

sko przedstawili Buniak i wsp. [6], wskazując, że wzrost nawożenia do 120 kg wpływa na zwiększenie zawartości tłuszczu oraz zmniejszenie zawartości włókna w ziarnie.

Wnioski

1. Zwiększenie masy ziarniaka badanych odmian mieszańcowych, bez względu na typ, było wysoce współzależne ze wzrostem masy samego zarodka. Zwiększenie masy ziarniaka i masy zarodka w niewielkim stopniu wpłynęło na plon tłuszczu z jednostki powierzchni.
2. Udział masy zarodka w masie ziarniaka kukurydzy różnił się w porównywanych latach, a przy tym był zależny od sposobu przedsięwzięcia wnoszenia N i P w dawce nawożenia mineralnego. Większy udział zarodka w masie ziarniaka kukurydzy wystąpił w typie flint oraz w warunkach powierzchniowego wniesienia dawki nawozów.
3. Zawartość tłuszczu surowego w zarodkach nie była istotnie zróżnicowana przyjętym sposobem wysiewu nawozów mineralnych, a determinował ją istotnie przebieg pogody.
4. Tłuszcz z zarodków kukurydzy badanych odmian charakteryzował się wysoką zawartością kwasu linolowego w profilu kwasów tłuszczowych.

Literatura

- [1] AOAC. Official Methods of Analysis. 18-th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 1995.
- [2] Abdelqader M.M., Hippen A.R., Kalscheur K.F., Schingoethe D.J., Karges K.: Gibson M.L.: Evaluation of corn germ from ethanol production as an alternative fat source in dairy cow diets. *J. Dairy Sci.*, 2009, **92** (3), 1023-1037.
- [3] Ahmad G., Qureshi Z., Ullah H.: Effect of different sowing methods on the performance of sunflower. *Pak. J. Biol. Sci.*, 2003, **3**, 1829-1831.
- [4] Barowicz T., Pieszka M.: Sprzężony kwas linolowy (CLA) – charakterystyka, występowanie oraz rola w organizmie. *Trzoda Chlewna.*, 2001, **39** (7), 44-45.
- [5] Briggs F.N., Knowles P.F.: Selection in cross-pollinated crops: 203-211. In: *Introduction to plant breeding*. Reinhold Publishing Corporation, New York 1967.
- [6] Buniak W., Dmowski Z., Szyszkowski P.: Plonowanie i skład jakościowy kukurydzy na kisonkę w warunkach deszczowania. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.*, 1996, **438**, 243-249.
- [7] CRA. Corn oil manufacturing process. In: *Corn oil*. Corn refiners association: Washington 1996, pp. 9-13.
- [8] Dibb W.D., Fixen E.P., Murphy S.L.: Balanced fertilization with particular reference to phosphates: Interaction of phosphorus with other input and management practices. Potash & Phosphate Institute, Atlanta, Georgia, 1989, pp. 1-27.
- [9] Edem D.O., Akpanabiatu M.I.: Effects of palm oil – containing diets on enzyme activities of rats. *Pak. J. Nut.*, 2006, **5**(4), 301-305.
- [10] FAOSTAT 2009 <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Maize field trend.

- [11] Feng F., Myers D.J., Hojilla-Evangelista M.P., Miller K.A., Johnson L.A., Singh S.K.: Quality of corn oil obtained by sequential extraction processing. *Cereal Chem.*, 2002, **79** (5), 707-709.
- [12] Korniewicz A., Kosmala I., Czarnik-Matusiewicz H., Paleczek B.: Zawartość podstawowych składników pokarmowych w ziarnie różnych mieszańców kukurydzy. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2000, **27** (1), 289-303.
- [13] Kruczek A., Szulc P.: Wpływ wielkości dawek fosforu, rodzaju nawozu i sposobu nawożenia na plonowanie kukurydzy uprawianej na ziarno. *Pam. Puł.*, 2005, **140**, 149-15.
- [14] Krzymański J., Starek A.: Kierunki wykorzystania olejów roślinnych na cele spożywcze i techniczne. W: *Rośliny oleiste uprawa i zastosowanie* pod red. W. Budzyńskiego i T. Zajęca. PWRiL, Poznań 2010, ss. 300.
- [15] Machul M., Borowiecki J.: Wpływ nawożenia na wielkość i jakość plonu kukurydzy uprawianej na kiszonkę z kolb (CCM). *Pam. Puł.*, 2000, **121**, 117-125.
- [16] Micek P.: Przydatność żywieniowa ziarna krajowych gatunków i odmian zbóż dla przeżuwaczy. *Rocz. Nauk.* 2008, **449**, 326, ss.,127.
- [17] Michalik B.: *Podstawy hodowli roślin ogrodniczych*. Wyd. AR. Kraków 1997, ss.106.
- [18] Niedziółka I., Szymanek M.: Przemysłowe i energetyczne wykorzystanie ziarna kukurydzy. *Motor. I Energ. Rol.*, 2003, **5**, 119-125.
- [19] Niewiadomski H.: *Surowce tłuszczowe*. WNT. Warszawa 1984, ss. 343.
- [20] Rasheed M., Mahmood T.: Effect of different planting methods and nutrient management on quality traits of hybrid maize. *Int. J. Agric. Biol.*, 2004, **6** (1), 162-164.
- [21] Rhoads F.M., Wright D.L.: Root mass as a determinant of corn hybrid response to starter fertilizer. *J. Plant Nutr.* 1998, **21** (8), 1743-1751.
- [22] Rooney L.W., McDonough C.M., Waniska R.D.: The corn kernel. In: *Corn*. Eds. Smith C.W., Betran J., Runie E.C.A., Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey 2004, pp. 273-291.
- [23] Rutkowska U.: *Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności*. PZWL, Warszawa 1981.
- [24] Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D.: *Soil fertility and fertilizer. Elements required in plant nutrition*. 4th Ed. Max well MacMillan Pub., Singapore 1990, pp. 52-92.
- [25] Weber E.J.: Corn lipids. *Cereal Chem.*, 1978, **55**, 572-584.
- [26] Weber E.J.: Lipids of the kernel. In: *Corn Chemistry and Technology*. Cereal Chem. St. Paul, MN, 1987, pp. 311-349.
- [27] Wirkowska M., Bryś J., Ratusz K., Kowalski B.: Stabilność przeciwutleniająca lipidów kukurydzy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47) **Supl.**, 356-362.
- [28] Vig A.C., Singh N.T.: Yield and P uptake by wheat as affected by P fertilization and soil moisture regime. *Fertil. Res.*, 1983, **4**, 21-29.
- [29] Żarski J., Dudek S., Grzelak B.: Rola czynnika wodnego i termicznego w kształtowaniu plonów ziarna kukurydzy. *Act. Agroph.*, 2004, **3** (1), 189-195.

COMPARING CONTENT AND YIELDING OF OIL IN RELATION TO FERTILIZATION METHOD, CLASS OF EARLY SOWING, AND GRAIN TYPE IN CORN HYBRIDES

S u m m a r y

The experiment was conducted at an Experimental Station in Sanok, owned by PWSZ, during a period from 2008 to 2009. The research material were four corn hybrids; they differed in early sowing terms (medium early sowing and medium late sowing) and in the type of grain variety (flint variety of 'Ravello'

and 'Arobase', and dent variety of 'Oldham' and 'Nekta'). Compared were the following agricultural engineering factors: mineral fertilization method, early sowing class of hybrids: medium-early and medium-late sowing, and, also, the type of 'flint' and 'dent' grain variety. In the samples of large grains (n>100) gathered, the weight of grain and of germ were assessed. The content of fat and fatty acid profile of corn oil were determined in the germs. It was found that, regardless of the grain type, the increase in the grain weight of the varieties analysed was highly significant and correlated with the weight of germ. The increase in the grain weight and in the germ weight decided on the increase in the oil yield per one unit area. It was found that the oil from corn germs was characterized by a high content of linoleic acid in the fatty acid profile.

Key words: corn grain, germ, content of oil, fatty acid profile, oil yield ☒

MAŁGORZATA TAŃSKA, DANIELA ROTKIEWICZ

JAKOŚĆ TŁUSZCZU NASION OLEISTYCH ZASTOSOWANYCH DO PRODUKCJI WYBRANYCH RODZAJÓW PIECZYWA

Streszczenie

W pracy określono stopień hydrolizy i utlenienia tłuszczów zawartych w nasionach oleistych, nasionach wyodrębnionych z pieczywa (stanowiących dodatek do tego pieczywa) oraz tłuszczów miększu pieczywa. Dodatkowo w tłuszczu miększu pieczywa określono skład kwasów tłuszczowych. Materiałem badawczym, pochodzącym z tej samej piekarni, było: 5 próbek nasion oleistych (słonecznik, soja, dynia, len, sezam) oraz 7 rodzajów pieczywa (jeden bez dodatku nasion oleistych i sześć z dodatkiem nasion oleistych). W tłuszczu, wyekstrahowanym z nasion wyjściowych i wyodrębnionych z pieczywa oraz z miększu pieczywa, oznaczono liczbę kwasową, nadtlenkową i anizydynową, zawartość dienów i trienów oraz skład kwasów tłuszczowych.

Stwierdzono, że tłuszcz nasion oleistych (surowca) zawierał mało WKT i nadtlenków, ale dużo wtórnych produktów utlenienia. Proces wypieku pieczywa spowodował zwiększenie stopnia hydrolizy i utlenienia tłuszczu nasion, przy czym w znacznie większym stopniu tych, które zastosowano do posypania powierzchni pieczywa. Nasiona lnu ze skórki pieczywa zawierały ponad 2-krotnie więcej nadtlenków i ponad 3-krotnie więcej wtórnych produktów utlenienia niż nasiona z miększu. Tłuszcz miększu pieczywa z nasionami, w porównaniu z tłuszczem pieczywa bez dodatków, cechowała mniejsza liczba kwasowa, anizydynowa, zawartość dienów i trienów oraz w większości przypadków mniejsza liczba nadtlenkowa. Dodatek nasion oleistych korzystnie zmniejszył udział kwasów nasyconych, a zwiększył nienasyconych, w tym NNKT. Wyniki badań wskazują, że nasiona oleiste należy dodawać do ciasta, a nie posypywać nimi powierzchni pieczywa.

Słowa kluczowe: nasiona oleiste, pieczywo, jakość tłuszczu, skład kwasów tłuszczowych

Wprowadzenie

Na zmianę sposobu odżywiania się niewątpliwie miała wpływ większa świadomość zagrożeń dla zdrowia wynikających ze złego żywienia oraz tryb życia, warunki ekonomiczne i nowe zalecenia dietetyczne [5, 15]. Eksperti ds. żywienia rekomendują zdrowym dorosłym osobom spożywanie 250 - 600 g produktów zbożowych dziennie, tj. od 5 do 11 porcji w zależności od wielkości dziennego zapotrzebowania energe-

tycznego oraz zwyczajów żywieniowych. Polecane jest także zwiększenie spożycia produktów pełnoziarnistych, ale jak dotąd nie sprecyzowano wielkości ich spożycia [5]. Praktykowane wzbogacanie pieczywa w nasiona oleiste, zawierające cenne mikro- i makroelementy, witaminy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) oraz przeciwutleniacze (tokoferole, polifenole, karotenoidy) [11, 22, 23, 24], wydaje się być właściwe. Ponadto nasiona oleiste zwiększają atrakcyjność wyrobów piekarskich.

Wątpliwości może budzić jakość tłuszczu pieczywa z nasionami olejnymi, gdyż temperatura wypieku (ok. 80 °C w mięksiszu, na powierzchni 150 - 170 °C) może być przyczyną utlenienia tłuszczu pieczywa [4]. Wartość żywieniowa tłuszczu zostaje zmniejszona podczas wysokotemperaturowej obróbki termicznej, takiej jak: pieczenie, gotowanie, smażenie. Przy czym im dłuższy czas przygotowywania potrawy, tym większe straty wartości żywieniowej produktów zawierających tłuszcz [6, 28, 29]. Utlenianie prowadzi do obniżenia zawartości NNKT, zwiększając jednocześnie udział kwasów nasyconych, którym przypisuje się podwyższenie ryzyka wystąpienia nowotworów i niedokrwiennej choroby serca. Powstałe na skutek utleniania wolne rodniki są przyczyną wielu schorzeń ustrojowych, w tym m.in. zmian niedokrwienych, martwiczych i zwyrodnieniowych układu kostnego [6, 31]. Wtórne produkty utleniania, np. aldehyd dimalonowy i 4-hydroksynonenal, to także toksyczne dla człowieka związki [6, 25].

Celem przeprowadzonych badań była ocena jakości tłuszczu nasion oleistych zastosowanych do wypieku wybranych rodzajów pieczywa.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły próbki nasion oleistych otrzymane z piekarni: 1 – nasiona słonecznika, 2 – nasiona soi, 3 – nasiona dyni, 4 – nasiona lnu, 5 – nasiona sezamu, a także wybrane rodzaje pieczywa, dostępne w lokalnych sklepach: 1 – pieczywo pszenno-żytnie bez dodatku nasion oleistych (pieczywo bez dodatków) oraz pieczywo z dodatkami nasion oleistych: 2 – pszenno-żytnie razowe z nasionami słonecznika (pieczywo ze słonecznikiem A), 3 – żytnie z nasionami słonecznika (pieczywo ze słonecznikiem B), 4 – pszenno-żytnie razowe z nasionami soi (pieczywo z soją), 5 – pszenno-żytnie z nasionami dyni (pieczywo z dynią) oraz 6 i 7 – dwa rodzaje pieczywa pszenno-żytniego z większą i mniejszą ilością mieszanki nasion oleistych (pieczywo z mieszanką nasion 1 i pieczywo z mieszanką nasion 2). Wszystkie rodzaje pieczywa wyprodukowano w tej samej piekarni, z której otrzymano nasiona. Zarówno badane próbki nasion oleistych, jak i nasiona wprowadzone do pieczywa pochodziły z jednej partii. Pieczywo od chwili zakupu do momentu przeprowadzenia badań przechowywano w warunkach zamrażalniczych w temp. ok. -20 °C. W pracy analizowano wyekstrahowany tłuszcz z nasion początkowych (surowca), wyodrębnionych ręcznie z pieczywa (mięksiszu i skórki) oraz tłuszcz z mięksiszu pieczywa. Do tego celu użyto

rozdrobnionych nasion oraz rozdrobnionego i uprzednio wysuszonego w warunkach naturalnych pieczywa. Próbkę umieszczano w aparacie Soxhleta i ekstrahowano eterem naftowym do momentu całkowitego wydobywania tłuszczu. Producent nie deklarował dodatku do pieczywa tłuszczu ani roślinnego, ani zwierzęcego, stąd tłuszczem pieczywa nazywano w pracy tłuszcz mąki plus tłuszcz dodanych nasion. Sugerowany przez producenta udział dodatku nasion oleistych podano w tab. 1.

T a b e l a 1

Udział nasion oleistych oraz zawartość tłuszczu w pieczywie.
Per cent content of oilseeds and content of fat in bread.

Pieczywo Bread	Udział nasion oleistych wg danych producenta Content of oilseeds in bread according to producer's data	Zawartość tłuszczu w miększu Content of fat in bread crumb	
		[% s.m. / % of dry matter]	
	[%]	\bar{X}	s
Bez dodatków Without additives	0	1,30	0,05
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	11	4,74	0,12
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	27	12,25	0,24
Z nasionami soi With soybean seeds	10	2,40	0,06
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	ok. 15	6,37	0,018
Z mieszanką nasion 1 With seed mixture 1 of w tym: soja /soybean słonecznik /sunflower len / linseed sezam /sesame mak /poppy	21 6 6 (1 % na powierzchni) 5 3 (1 % na powierzchni) 1 (na powierzchni)	5,56	0,09
Z mieszanką nasion 2 With seed mixture 2 of w tym: soja /soybean słonecznik/sunflower len /linseed sezam/sesame mak/poppy	* * (1 % na powierzchni) * (1 % na powierzchni) * (1 % na powierzchni) 1 (na powierzchni)	3,67	0,12

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - brak informacji na etykiecie / no information on the label; \bar{X} - wartość średnia / mean value; s - odchylenie standardowe / standard deviations.

Zawartość tłuszczu wolnego w miększu pieczywa oznaczano metodą Soxhleta [19]. W tłuszczu oznaczano: liczbę kwasową [20], liczbę nadtlenkową [16], liczbę anizydynową [21] oraz zawartość związków sprzężonych – dienów i trienów [1]. Ponadto w tłuszczu miększu pieczywa oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [17, 18].

Wyniki i dyskusja

Jakość tłuszczu nasion oleistych

Jakość tłuszczu nasion oleistych, surowca oraz wyodrębnionych z pieczywa, była zróżnicowana. Zależało to zarówno od rodzaju nasion, jak i ich lokalizacji w pieczywie. Początkowo nasiona cechowały stosunkowo niskie wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej. Wyjątek stanowiły nasiona dyni, w których liczba nadtlenowa tłuszczu przekroczyła 11 mEq O₂/kg (tab. 2). Wysokie wartości liczby anizydynowej mogą wskazywać na obecność w badanych nasionach dużej ilości produktów rozkładu nadtlenków i hydroksynadtlenków, α- i β-aldehydów, głównie 2-alkenali [31]. Na podstawie liczby anizydynowej można stwierdzić faktyczny stan utlenienia tłuszczu i wnioskować o jego stabilności. Uznaje się, że jej wartość poniżej 3 jednostek świadczy o dobrej jakości tłuszczu [10]. W badaniach wykazano, że liczba anizydynowa tłuszczu wszystkich nasion znacząco przekraczała tę wartość. Szczególnie wysokie wartości liczby anizydynowej, wynoszące odpowiednio 36,11 i 30,16, stwierdzono w tłuszczu nasion sezamu i soi (tab. 2). Nasiona sezamu dodawane są do pieczywa zazwyczaj w postaci prażonej, co może tłumaczyć podwyższony stopień ich utlenienia. Produktami utlenienia tłuszczów są także związki sprzężone, m.in. dieny i trieny [30]. Mogą one występować w formie wodoronadtlenków kwasów wielonienasyconych bądź produktów ich przemian [31]. W tłuszczu badanych nasion stwierdzono małą zawartość dienów, nieprzekraczającą 0,06 % oraz nieobecność trienów (tab. 2).

Proces wypieku pieczywa wpłynął na zmianę jakości tłuszczu nasion oleistych. Tłuszcz nasion wyodrębnionych z miększu pieczywa cechowała liczba kwasowa nie przekraczająca 4 mg KOH/g (tab. 2). Wyższe wartości liczby kwasowej, odpowiednio 4- i 3-krotnie wyższe w porównaniu z wartościami liczb kwasowych tłuszczu nasion wyjściowych, stwierdzono w tłuszczu nasion lnu i sezamu ze skórki pieczywa (tab. 2). W przypadku liczby nadtlenkowej największe zmiany jej wartości, spowodowane procesem wypieku, stwierdzono w tłuszczu nasion sezamu, w którym nastąpił ponad 8-krotny wzrost wartości liczby nadtlenkowej (tab. 2). Zastanawiający jest fakt wysoko zróżnicowanych wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu nasion słonecznika wyodrębnionych z 2 rodzajów pieczywa: pszenno-żytniego razowego (nasiona słonecznika A)

Tabela 2

Jakość tłuszczu wyekstrahowanego z nasion oleistych.
Quality of fat extracted from oilseeds.

Nasiona oleiste Oilseeds	Liczba kwasowa Acid value		Liczba nadtlenkowa Peroxide value		Liczba anizydynowa Anisidine value		Zawartość dienów Diene content		Zawartość trienów Triene content	
	[mg KOH/1g]		[mEq O ₂ /kg]		[-]		[%]		[%]	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Nasiona oleiste – surowiec / Oilseeds – raw material										
Słonecznik Sunflower	1,12	0,02	3,92	0,15	14,40	0,40	0,03	0,00	0,00	0,00
Soja Soybean	1,96	0,19	1,26	0,15	30,16	0,47	0,06	0,01	0,00	0,00
Dynia Pumpkin	3,63	0,20	11,16	0,56	10,97	0,66	0,06	0,01	0,00	0,00
Len Linseed	1,36	0,05	1,00	0,08	23,00	0,54	0,03	0,00	0,00	0,00
Sezam Sesame	2,64	0,15	0,75	0,02	36,11	0,65	0,03	0,00	0,00	0,00
Nasiona oleiste wyodrębnione z miękiszu pieczywa / Oilseeds separated from bread crumb										
Słonecznik A A Sunflower	1,68	0,08	26,62	0,18	31,95	0,83	0,07	0,01	0,00	0,00
Słonecznik B B Sunflower	1,68	0,05	15,41	0,50	18,60	0,61	0,06	0,00	0,00	0,00
Soja Soybean	3,37	0,15	1,78	0,20	46,60	0,67	0,07	0,00	0,00	0,00
Dynia Pumpkin	3,64	0,40	16,71	0,51	15,26	1,56	0,07	0,00	0,00	0,00
Len* Linseed	3,09	0,12	1,06	0,14	151,52	1,64	0,12	0,01	0,00	0,00
Nasiona oleiste wyodrębnione ze skórki pieczywa / Oilseeds separatek from bread crust										
Len** Linseed*	5,05	0,05	2,70	0,16	186,38	1,71	0,16	0,01	0,00	0,00
Sezam** Sesame**	7,23	0,07	6,44	0,08	221,14	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* z pieczywa z mieszanką nasion 1 / from bread with seed mixture 1; ** z pieczywa z mieszanką nasion 2 / from bread with seed mixture 2.

i żytniego (nasiona słonecznika B), które wynosiły odpowiednio 26,62 i 15,41 mEq O₂/kg (tab. 2). Prawdopodobnie wpływ na stopień utlenienia nasion mogło mieć także ich rozmieszczenie w miękiszu pieczywa oraz objętość pieczywa. Wartości liczby anizydynowej tłuszczu nasion wyodrębnionych z miękiszu pieczywa były wyższe niż tłuszczu nasion wyjściowych. Szczególnie wysoką liczbę anizydynową, wynoszącą

151,52, stwierdzono w przypadku tłuszczu nasion lnu (tab. 2). Jeszcze wyższe wartości liczby anizydynowej, wynoszące 186,38 i 221,14, charakteryzowały tłuszcz nasion lnu i sezamu wyodrębnionych ze skórki pieczywa, co oznacza odpowiednio 8- i 6-krotny wzrost wartości w porównaniu z tłuszczem surowca (tab. 2). Nasiona lnu są dobrym źródłem kwasów wielonienasyconych, zwłaszcza linolenowego, stanowiącego średnio 55 % sumy kwasów tłuszczowych [22]. Kwas linolenowy utlenia się 2-4-krotnie szybciej niż linolowy, który z kolei utlenia się 10-40-krotnie szybciej niż oleinowy [6]. Po procesie wypieku zwiększyła się także zawartość dienów, przy czym największe zmiany nastąpiły w tłuszczu nasion lnu wyodrębnionych zarówno z miękiszu, jak i skórki pieczywa. Stwierdzono, odpowiednio 4,5- oraz 6-krotny wzrost zawartości tych związków (tab. 2). Wysoka temperatura panująca podczas wypieku stymuluje przemiany wielonienasyconych kwasów tłuszczowych do związków o charakterze sprzężonym [9, 13]. We wszystkich próbkach tłuszczu nasion wyodrębnionych z pieczywa nie stwierdzono obecności trienów na poziomie ich wykrywalności (tab. 2). Niekorzystny wpływ wysokiej temperatury wypieku na jakość tłuszczu nasion stanowiących posypkę pieczywa potwierdziły także nasze wcześniejsze badania [26] dotyczące jakości rynkowych produktów wysokotłuszczowych, w tym nasion słonecznika wyodrębnionych ze skórki pieczywa razowego.

Jakość tłuszczu miękiszu pieczywa

Stopień hydrolizy i utlenienia tłuszczu wyekstrahowanego z miękiszu pieczywa był bardzo zróżnicowany. Szczególnie niekorzystnie zmiany wystąpiły w tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wysokie wartości liczby kwasowej, nadtlenkowej i anizydynowej tłuszczu można prawdopodobnie tłumaczyć jego małą zawartością (tab. 1) przy równocześnie dużym stopniu rozproszenia w miękiszu. W takim przypadku w czasie tworzenia ciasta i początkowego stadium wypieku był on bardziej dostępny dla enzymów: lipaz, hydrolaz i lipooksygenaz, dlatego w większym stopniu ulegał hydrolizie i utlenieniu [6]. Ponadto wysoka wartość liczby kwasowej tłuszczu pieczywa bez dodatków, równoznaczna z dużą zawartością wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), mogła przyczynić się do przyspieszonego tempa utleniania, na co wskazują badania Frega i wsp. [8] oraz Miyashita i Takagi [14]. Zdaje się to potwierdzać wysoka wartość liczby anizydynowej tłuszczu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa z dodatkiem nasion oleistych w mniejszym stopniu różniły się od wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Były one maksymalnie o 28 % niższe (tłuszcz pieczywa ze słonecznikiem B) lub wyższe (tłuszcz pieczywa ze słonecznikiem A) od wartości liczby nadtlenkowej tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków (tab. 3). Wartości liczby anizydynowej tłuszczu miękiszu pieczywa były znacznie zróżnicowane. Najwyższą liczbą anizydynową, wynoszącą 93,89, charakteryzował się tłuszcz mięki-

szu pieczywa bez dodatków. Wysokie wartości tego wyróżnika, wynoszące 86,23 i 72,17 cechowały również próbki tłuszczu miękiszu pieczywa z dodatkiem mieszanek nasion oleistych (tab. 3). Niższą jakość tłuszczu miękiszu pieczywa bez dodatków potwierdza także bardzo wysoka zawartość sprzężonych kwasów dienowych i trienowych, wynosząca odpowiednio 2,90 % i 0,47 %. W porównaniu z tłuszczem wyekstrahowanym z miękiszu pieczywa z nasionami, zawartość sumy tych związków była od 13-krotnie (w pieczywie z soją) do 112-krotnie (w pieczywie ze słonecznikiem B) wyższa (tab. 3). Duża zawartość trienów może być zarówno pochodną przemian kwasu linolenowego, jak i obecności w tłuszczu dodatkowych grup funkcyjnych, m.in. grupy karbonylowej znajdującej się w sąsiedztwie sprzężonego układu dienowego [7, 27]. Sprzężone kwasy trienowe mogły także powstać w wyniku dehydratacji form dienowych, co sugerują Fishwick i Swoboda [7].

Tabela 3

Jakość tłuszczu z miękiszu pieczywa.
Quality of fat extracted from bread crumb.

Pieczywo Bread	Liczba kwasowa Acid value		Liczba nadtlenkowa Peroxide value		Liczba anizydynowa Anisidine value		Zawartość dienów Diene content		Zawartość trienów Triene content	
	[mg KOH/1 g]		[mEq O ₂ /kg]		[-]		[%]		[%]	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Bez dodatków Without additives	20,80	2,20	22,22	0,26	93,89	0,43	2,90	0,01	0,47	0,01
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	4,23	0,09	28,70	0,16	55,32	1,34	0,11	0,00	0,01	0,00
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	1,33	0,03	16,20	0,15	19,63	0,62	0,02	0,00	0,01	0,00
Z nasionami soi With soybean seeds	6,40	0,16	18,20	0,25	64,69	0,44	0,24	0,01	0,01	0,00
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	4,43	0,02	21,20	0,12	44,62	0,45	0,08	0,00	0,01	0,00
Z mieszanką nasion 1 With a seed mixture 1	3,80	0,07	19,70	0,13	86,23	1,41	0,06	0,00	0,00	0,00
Z mieszanką nasion 2 With a seed mixture 2	3,89	0,05	23,00	0,24	72,17	0,27	0,14	0,01	0,03	0,00

Z uwagi na wzrost zawartości tłuszczu w pieczywie z dodatkiem nasion oleistych oraz znaczny stopień jego utlenienia, ważne wydawało się oszacowanie ilości dziennego spożycia produktów utlenienia z pieczywem. Zakładając, że średnie dzienne spożycie chleba wynosi 190 g [2] obliczono, że spożycie nadtlenków z samym miękiszem

pieczywa będzie od 1,5- do 6,8-krotnie większe niż w przypadku pieczywa bez dodatków nasion oleistych. Uwzględniając nasiona stanowiące posypkę pieczywa, których tłuszcz jest kilkakrotnie bardziej utleniony, można przypuszczać, że dzienne spożycie nadtlenków będzie jeszcze większe. W literaturze brak jest jednak danych normujących maksymalne dzienne spożycie nadtlenków, dlatego trudno jest rozważać ewentualną szkodliwość oddziaływania konkretnej ich ilości na organizm człowieka.

Tabela 4

Liczba kwasowa i nadtlenkowa tłuszczu zawartego w 100 g mięksiszu pieczywa.
Acid value and peroxide Value of fat in 100 g of bread crumb.

Pieczywo Bread	Liczba kwasowa Acid value	Liczba nadtlenkowa Peroxide value
	[mg KOH/100 g]	[mEq O ₂ /100 g]
Bez dodatków Without additives	27,04	0,029
Z nasionami słonecznika A With A sunflower seeds	20,05	0,136
Z nasionami słonecznika B with B sunflower seeds	16,29	0,198
Z nasionami soi With soybean seeds	15,36	0,044
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	28,22	0,135
Z mieszanką nasion 1 With a seed mixture 1	21,13	0,109
Z mieszanką nasion 2 With a seed mixture 2	14,28	0,084

Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu mięksiszu pieczywa

Pieczywo bez dodatków zawiera mało tłuszczu i nawet przy stosunkowo dużym udziale kwasów linolowego i linolenowego nie jest dobrym źródłem NNKT. Kuna-chowicz i wsp. [12] podają, że wraz ze 100 g pieczywa, zarówno jasnego, jak i ciemnego, dostarcza się organizmowi zaledwie ok. 0,5 - 0,8 g kwasów wielonienasyconych. Ilość ta znacząco odbiega od zalecanej dziennej normy ich spożycia, wynoszącej 6 - 7 g w przypadku osób dorosłych [32]. Dodatek nasion oleistych korzystnie wpłynął na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mięksiszu pieczywa. Zmniejszył się bowiem o 4,5 - 10 % udział kwasów nasyconych, a zwiększył o 5 - 11,5 % kwasów wielonienasyconych (tab. 5). Uwzględniając zawartość tłuszczu w mięksiszu (tab. 1), oszacowano, że

Tabela 5

Udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu miększu pieczywa [%].
Per cent content of fatty acids [%] in fat from bread crumb.

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Pieczywo Bread	Bez dodatków Without additives		Z nasionami słonecznika A With A sun- flower seeds		Z nasionami słonecznika B With B sunflower seeds		Z nasionami soi With soybean seeds		Z nasionami dyni With pumpkin seeds		Z mieszanką nasion 1 With seed mixture 1		Z mieszanką nasion 2 With seed mixture 2	
		\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Mirystynowy Myristic	C14:0	0,00	0,000	0,14	0,000	0,09	0,007	0,11	0,014	0,18	0,014	0,10	0,007	0,07	0,000
Palmitynowy Palmitic	C16:0	18,83	0,057	12,09	0,035	7,83	0,007	11,42	0,028	8,22	0,028	9,09	0,233	9,01	0,028
Palmitoleinowy Palmitoleic	C16:1	0,47	0,014	0,44	0,021	0,20	0,014	0,16	0,000	0,15	0,042	0,17	0,035	0,18	0,014
Stearynowy Stearic	C18:0	3,44	0,042	5,20	0,092	4,03	0,035	3,53	0,042	4,43	0,021	3,76	0,014	4,44	0,148
Oleinowy Oleic	C18:1	22,47	0,021	21,41	0,078	21,05	0,014	22,84	0,095	22,63	0,050	25,99	0,049	25,67	0,141
Linolowy α Linoleic	C18:2	48,06	0,113	58,81	0,042	64,99	0,085	52,91	0,283	62,21	0,445	49,67	0,007	51,29	0,615

Linolenowy α -Linolenic	C18:3	6,73	0,057	1,31	0,035	1,31	0,000	8,16	0,042	1,64	0,057	10,60	0,035	8,68	0,078
Arachidowy Arachidic	C20:0	0,00	0,000	0,32	0,021	0,23	0,014	0,39	0,000	0,26	0,042	0,25	0,035	0,31	0,007
Eikozenowy Gadoleic	C20:1	0,00	0,000	0,10	0,007	0,11	0,007	0,42	0,021	0,25	0,014	0,14	0,007	0,16	0,014
Inne/Others	-	0,00	0,000	0,22	0,021	0,18	0,113	0,07	0,021	0,04	0,000	0,27	0,134	0,21	0,163
Nasycone Saturated		22,27		17,74		12,16		15,45		13,09		13,19		13,82	
Jednonienasycone Monounsaturated		22,93		21,94		21,36		23,41		23,03		26,29		26,01	
Wielonienasycone Polyunsaturated		54,80		60,11		66,30		61,07		63,84		60,26		59,96	
n-6 : n-3		7,1:1		44,9:1		49,6:1		6,5:1		37,9:1		4,7:1		5,9:1	

wraz ze 100 g spożytego pieczywa wzbogaconego nasionami oleistymi dostarczy się organizmowi od 1,47 g (pieczywo z soją) do 8,12 g (pieczywo ze słonecznikiem B) NNKT (tab. 5). Jak podają Achremowicz i Szary-Sworst [3], wielonienasycone kwasy tłuszczowe, zwane też witaminą F, w diecie człowieka powinny stanowić 1/3 dziennego zapotrzebowania na tłuszcz, przy stosunku kwasów z rodziny n-6 (kwas linolowy) do kwasów z rodziny n-3 (kwas α -linolenowy) wynoszącym od 5 : 1 do 3 : 1. Najbardziej optymalna proporcja tych kwasów 4,7 : 1 oraz 5,9 : 1 cechowała tłuszcz miększu pieczywa z mieszankami nasion 1 i 2 (tab. 5). W mieszankach tych źródłem kwasu z rodziny n-3 były nasiona lnu, zawierające w przewodzie kwas α -linolenowy [22].

Wnioski

1. Tłuszcz nasion oleistych, stosowanych jako dodatki piekarskie, cechowały niskie wartości liczby kwasowej i nadtlenkowej i wysokie liczby anizydynowej, co wskazuje na zaawansowany stopień ich utlenienia.
2. Proces wypieku zwiększył stopień utlenienia tłuszczu nasion oleistych zawartych w badanych rodzajach pieczywa, szczególnie wyraźne zmiany nastąpiły w przypadku nasion zastosowanych jako posypka.
3. Tłuszcz miększu pieczywa z dodatkiem nasion oleistych był mniej utleniony niż tłuszcz miększu pieczywa bez dodatków. Jednakże 100 g pieczywa z nasionami oleistymi zawierało znacznie więcej nadtlenuków niż 100 g pieczywa bez dodatków.
4. Dodatki nasion oleistych zwiększyły udział NNKT w tłuszczu pieczywa i zmieniły proporcje kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia.
5. Uatrakcyjnianie pieczywa przez dodatek nasion oleistych niekoniecznie prowadzi do polepszenia jego wartości odżywczej. Dodatki nasion oleistych powinny być dobierane wg zasady: wysoka zawartość kwasów z rodziny n-3, niski stopień utlenienia tłuszczu oraz wprowadzanie do miększu pieczywa, a nie posypywanie jego powierzchni.

Literatura

- [1] AOCS. Official Methods Cd 7-58. Poly-unsaturated acids. Ultraviolet spectrophotometric method.
- [2] Achremowicz B.: Przetwórstwo żywności – oczekiwania i perspektywy. Przem. Spoż., 2010, **64**, 12-16.
- [3] Achremowicz K., Szary-Sworst K.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3 (44)**, 23-35.
- [4] Ambroziak Z.: Wypiek pieczywa. W: Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cz. 2. WSiP, Warszawa 1999, s. 9-36.
- [5] Bartnikowska E.: Współczesne poglądy dotyczące spożycia pieczywa. Przegl. Piek. Cukier., 2009, **1**, 4-11.
- [6] Drozdowski B.: Lipidy. W: Chemia żywności – pod red. E. Sikorskiego. WNT, Warszawa 2002, s. 171-228.

- [7] Fishwick M.J., Swoboda P.T.: Measurement of oxidation of polyunsaturated fatty acids by spectrophotometric assay of conjugated derivatives. *J. Sci. Food Agric.*, 1977, **28**, 387-393.
- [8] Frega N., Mozzon M., Lercker G.: Effect of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1999, **76** (3), 325-329.
- [9] Jerzewska M., Płatek T.: Wpływ zabiegów technologicznych na zawartość polienowych sprzężonych w wielonienasyconych kwasach tłuszczowych oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadalne*, 1998, **33** (3-4), 127-136.
- [10] Jerzewska M.: Wprowadzenie metody oznaczania liczby anizydynowej i współczynnika Totox w olejach roślinnych i tłuszczach do krajowej praktyki laboratoryjnej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz.*, 1991, **28**, 107-118.
- [11] Kot M.: Pieczywo prozdrowotne – wykorzystanie zbóż niechlebowych oraz nasion roślin oleistych. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2007, **9**, 11-13.
- [12] Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL, Warszawa 2008.
- [13] Miyagawa K., Hirai K., Takezoe R.: Tocopherol and fluorescence levels in deep-frying oil and their measurement for oil assessment. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1991, **68** (3), 163-166.
- [14] Miyashita K., Takagi T.: Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1986, **63** (10), 1380-1384.
- [15] Piesiewicz H.: Jakie jest, a jakie powinno być spożycie chleba w Polsce. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2009, **11**, 18.
- [16] PN-EN ISO 3960:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [17] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [18] PN-EN ISO 5509:2001. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [19] PN-EN ISO 659:1999. Nasiona oleiste. Oznaczanie zawartości oleju (Metoda odwoławcza).
- [20] PN-EN ISO 660:2005. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby kwasowej.
- [21] PN-EN ISO 6885:2007. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [22] Rotkiewicz D., Konopka I., Tańska M.: Comparison of the influence of two forms (oil- and fibre-type) of flax seeds on selected wheat dough and bread properties. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2003, **14** (2), 545-555.
- [23] Rotkiewicz D., Tańska M., Żmojda M.: Effect of basil, oregano and papryka additives on the properties and lipids oxidation wheat bread supplemented with flax seeds. *Pol. J. Natur. Sci.*, 2007, **22** (2), 343-355.
- [24] Schmid S., Pokorny J.: Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids – a review. *Czech J. Food Sci.*, 2005, **23** (3), 93-102.
- [25] Szczypka M.: Wolne rodniki i obrona antyoksydacyjna – udział czynników dietetycznych. *Przem. Spoż.*, 1997, **4**, 16-18.
- [26] Tańska M., Rotkiewicz D.: Stopień przemian lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38** (3-4), 147-161.
- [27] Tynek M., Drozdowski B.: Monitorowanie oksydacyjno-termicznych przemian tłuszczowych metodą spektrofotometryczną. *Żywność. Nauka Technologia. Jakość*, 1998, **4** (17), 27-37.
- [28] Tynek M., Hazuka Z.: Dodatki ograniczające przemiany termooksydacyjne tłuszczów. *Przem. Spoż.*, 2004, **12**, 42-46.
- [29] Vieira T.M.F.S., Regitano-d'Arce M.A.B.: Canola oil thermal oxidation during oven test and microwave heating. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2001, **34**, 215-221.
- [30] Wanasundara U.N., Shahidi F., Jablonski Ch.R.: Comparison of standard and NMR methodologies for assessment of oxidative stability of canola and soybean oils. *Food Chem.*, 1995, **52**, 249-253.

- [31] White P.J.: Conjugated diene, anisidine value, and carbonyl value analyses. In: *Methods to assess quality and stability of oils and fat – containing foods*. K. Warner, N.A.M. Eskin Eds. AOCS Press 1995, pp. 159-178.
- [32] Ziemiański Ś., Socha P.: Normy i zalecenia dotyczące spożycia tłuszczów ze szczególnym uwzględnieniem dzieci oraz kobiet ciężarnych i karmiących. *Ped. Współ. Gastr. Hepat. i Żyw. Dziecka*, 1999, **1** (2/3), 139-148.

QUALITY OF FAT FROM OILSEEDS USED TO PRODUCE SELECTED KINDS OF BREAD

S u m m a r y

Under this research study, determined were the degrees of hydrolysis and oxidation of the fats contained in oilseeds, in seeds isolated from the bread studied (those seeds constituted a bread additive), as well as of the fats contained in the bread crumb. In addition, determined was the composition of fatty acids in the fat from the bread crumb. The research material, originating from the same bakery, comprised: 5 samples of oilseeds (sunflower, soybean, pumpkin, linseed, and sesame) and 7 kinds of bread (one without oilseeds added and six with oilseeds added). In the fat extracted from the initial oilseeds and isolated from the bread and bread crumb, the following was determined: values of acid, peroxide, and anisidine, contents of dienes and trienes, and fatty acid composition.

It was found that the fat from oilseeds (raw material) contained low amounts of free fatty acids (FFA) and peroxides, but high amounts of secondary oxidation products. The baking process caused the degrees of lipid hydrolysis and oxidation in the oilseeds to increase; and the extent of this increase was essentially higher in the case of seeds scattered over the bread's surface. Compared to the seeds from the bread crumb, the linseeds from the bread crust contained more than a double amount of peroxides, and the content of secondary oxidation products therein was over three times higher. Compared to the fat in the bread with no additives, the fat in the bread crumb with oilseeds was characterized by a lower acid values, a lower anisidine value, lower contents of dienes and trienes, and, in the majority of cases, a lower peroxide value. The addition of oilseeds was found to beneficially decrease the content of saturated fatty acids and to increase that of unsaturated fatty acids. The research results suggest that oilseeds should be added to bread dough instead of scattering them over the bread's surface.

Key words: oilseeds, bread, fat quality, fatty composition ☒

MAŁGORZATA KAŹMIERSKA, BARTOSZ KOSMAŁSKI, BOGDAN JAROSZ,
MAGDALENA LIGOR, TADEUSZ TRZISZKA

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO SYSTEMU CHOWU KUR NA ZAWARTOŚĆ LUTEINY W JAJACH

Streszczenie

Zainteresowanie karotenoidami wynika z ich znaczenia w żywieniu człowieka. Szczególnie luteina oraz zeaksantyna spełniają ważną funkcję w procesie widzenia, a także w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Celem pracy było porównanie zawartości luteiny w jajach pochodzących od niosek ze zróżnicowanego systemu chowu (klatkowy, ściółkowy, wolno wybiegowy) oraz ocena sensoryczna badanych jaj.

Największą zawartość luteiny oznaczono w jajach pochodzących od kur z chowu wolnowybiegowego (średnio o ponad 50 % więcej w porównaniu z innymi grupami). Jaja te zostały wyróżnione także przez panel sensoryczny pod względem smaku (4,9 pkt) oraz zapachu (4,8 pkt). Jaja pochodzące z chowu fermowego, wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz wit. A + E charakteryzowały się najmniejszą zawartością luteiny (0,21 mg/jajo). Surowiec standardowy, pochodzący od niosek z fermy towarowej, cechował się najwyższym stopniem wybarwienia żółtka (14,8) przy jednoczesnym wysokim poziomie oznaczonego karotenoidu (0,37 mg/jajo).

Słowa kluczowe: jaja konsumpcyjne, karotenoidy, luteina, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Współczesna struktura diety coraz częściej odbiega od zalecanych przez ekspertów zasad [29]. Coraz częściej ośrodki naukowe poszukują nowych form doskonalenia żywności, która w pełni zaspokoi potrzeby organizmu na niezbędne składniki pokarmowe. Osiągnięcia ostatnich lat w zakresie prac zootechnicznych pozwalają na wprowadzanie do treści jaj nie tylko związków tłuszczowych (głównie kwasów tłuszczowych z rodziny omega-3), ale także przyczyniają się do zwiększenia zawartości witamin (szczególnie A oraz E), mikro- oraz makroelementów [2, 5, 7, 11, 14, 26, 33, 30].

Dr inż. M. Kaźmierska, mgr B. Kosmałski, prof. dr hab. T. Trziszka, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 37/41, 51-630 Wrocław, dr inż. B. Jarosz, Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Norwida 25/27, dr M. Ligor, Katedra Chemii Środowiska i Bioanalitiky, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, ul. Gagarina 7

Oprócz wartości odżywczej, równie istotnym wyróżnikiem decydującym o jakości handlowej surowca jajczarskiego jest barwa żółtka. Jej intensywność jest uzależniona przede wszystkim od poziomu karotenoidów w mieszance paszowej. Związki te nie tylko wybarwiają żółtko, ale również są czynnikiem mającym znaczenie w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia licznych chorób [1, 4, 13, 16] i z tego względu są obiektem zainteresowań nie tylko dietetyków, ale także osób prowadzących żywieniowe prace hodowlane.

Karotenoidy są barwnikami szeroko rozpowszechnionymi w przyrodzie. Występują naturalnie w większości żółtych, pomarańczowych i czerwonych owoców oraz warzyw (również w zielonych liściach). Są one wytwarzane przez fotosyntetyzujące organizmy, algi oraz przez wiele gatunków bakterii i grzybów [25]. Występują dwie główne klasy karotenoidów. Pierwszą stanowią karoteny, takie jak α -karoten i β -karoten, złożone jedynie z atomów węgla i wodoru, drugą grupą są ksantofile, które oprócz atomów węgla i wodoru zawierają także tlen [24]. Do przedstawicieli tych związków należy luteina, która powstaje w wyniku hydroksylacji α -karotenu [17]. Może występować w 8 stereoizomerycznych formach, co jest rezultatem obecności 3 asymetrycznych atomów węgla w pozycjach 3, 3' i 6' [6]. Charakteryzuje się większą polarnością niż pozostałe karotenoidy ze względu na obecność grup hydroksylowych w pierścieniu węglowym. Nie ulega przekształceniu do witaminy A, jednak ostatnie badania dowodzą, że jest to związek cechujący się równie silnymi właściwościami przeciwutleniającymi [9]. Wolne rodniki poprzez inicjowanie kaskadowych reakcji mogą atakować i uszkadzać struktury DNA, białek oraz związków lipidowych wchodzących w skład błon komórkowych. Rola luteiny, jako związku rozpuszczalnego w tłuszczach, polega na ochronie tych błon oraz lipoproteinowych komponentów przed reakcjami utlenienia [9]. Karotenoidy przyczyniają się także do inicjowania procesu syntezy białek budujących kanały białkowe w błonach komórkowych. Tym samym usprawniają komunikację międzykomórkową, zapobiegają przerwom w połączeniach i nie pozwalają na niekontrolowany wzrost nieprawidłowych komórek. Obecność karotenoidów w diecie korzystnie wpływa także na zwiększenie syntezy komórek obronnych, limfocytów T oraz limfocytów T cytotoksycznych [9].

Karotenoidy odgrywają istotną rolę w budowie struktur oka oraz w sprawnym funkcjonowaniu aparatu widzenia. Zeaksantyna jest dominującym składnikiem części centralnej plamki żółtej, natomiast w obwodowych jej partiach dominuje luteina. Związki te gromadzą się w warstwie włókien nerwowych siatkówki oka. Główną funkcją tych barwników jest jego ochrona przed atakiem wolnych rodników, które powstają w wyniku ekspozycji oka na światło i są produkowane przez fotoreceptory oraz nabłonek barwnikowy. Ponadto luteina i zeaksantyna mają zdolność absorpcji niebieskiego, wysokoenergetycznego światła, które ma szkodliwy wpływ na siatkówkę oka [15, 18, 23].

Wykazano, że zwiększone spożycie produktów bogatych w luteinę i zeaksantynę wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka wystąpienia wysiękowej postaci zwyrodnienia plamki żółtej (*Age-related macular degeneration; AMD*), schorzenia będącego częstą przyczyną upośledzenia wzroku i nieodwracalnej ślepoty, szczególnie u osób w średnim wieku oraz starszych [23]. Szacuje się, że 1,6 % populacji w wieku 50 - 65 lat jest dotkniętych tym schorzeniem, a liczba chorych zwiększa się wraz z wiekiem i u osób powyżej 75 roku życia aż 30 % cierpi na tę chorobę [18]. Dowiedziono, że suplementacja diety luteiną i zeaksantyną powoduje poprawę funkcji wzroku (ostrość widzenia, kontrast, czułość) oraz wzmacnia gęstość plamki żółtej, jednocześnie zmniejszając prawdopodobieństwo wystąpienia AMD [3, 12].

Kolejną z chorób oczu, przed którą chroni zwiększone spożycie luteiny i zeaksantyny jest katarakta (zaćma). Choroba ta odpowiedzialna jest za około 50 % przypadków ślepoty wśród osób starszych. Wywołana jest przez oksydacyjne uszkodzenie błony komórkowej soczewki oka, w wyniku którego podnosi się poziom produktów peroksydacji lipidów, a skutkiem jest jej silne zmętnienie. Doświadczenia epidemiologiczne, w których grupa badawcza przyjmowała więcej luteiny i zeaksantyny w stosunku do grupy kontrolnej wykazały, że ryzyko zachorowania na kataraktę zmniejszyło się u 20 - 50 % badanych osób [9].

Zarówno luteina, jak i zeaksantyna nie są syntetyzowane przez organizm ludzki, stąd konieczne jest ich dostarczanie w odpowiedniej ilości w diecie. Dzielne spożycie luteiny i zeaksantyny przez większość ludzi jest znacznie mniejsze (1 - 2 mg/dzień) od dawek rekomendowanych, które wynoszą od 6 do 20 mg/dzień [4]. Zawartość luteiny w produktach żywnościowych jest na bardzo zróżnicowanym poziomie. Szczególnie dużo tych barwników znajduje się w niektórych odmianach jarmużu czy kapusty kędzierzawej (do 39 mg/100 g), szpinaku, natce pietruszki, roszponki (do 18 mg/100 g), brukselce, papryce zielonej, sałacie, koprze ogrodowym, dyni (0,5 - 2,8 mg/100 g). Znaczące ilości luteiny występują także w grochu (do 1,0 mg/100 g) [9, 19, 21]. W owocach poziom tego związku nie przekracza przeważnie 1,0 mg/100 g produktu. Największą zawartość luteiny oznaczono w jeżynach (0,54 mg/100 g) oraz w owocach, takich jak: borówka amerykańska oraz borówka czernica (do 0,3 mg/100 g) [9]. Luteina występuje również w niektórych produktach pochodzenia zwierzęcego. Bardzo dobrym źródłem luteiny mogą stać się jaja zarówno kurze, jak i przepiórcze. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że organizm człowieka lepiej przyswaja karotenoidy z treści jaj w porównaniu z innymi surowcami czy suplementami diety [4, 31].

Polscy konsumenci preferują jaja o żółtopomarańczowej barwie żółtka, dlatego do mieszanek paszowych dodaje się syntetyczne substancje, najczęściej β -karoten, pochodne kwasu apokarotenowego, kantaksantynę lub, coraz częściej, naturalne nośniki substancji barwiących [32]. Surowiec pochodzący od niosek żywionych paszą z dodatkiem kwiatów aksamitek, papryki, lucerny czy marchwi cechuje się intensywnym

niejszą barwą treści jaj oraz pożądanym smakiem i zapachem [27]. Źródłem naturalnych barwników karotenoidowych jest także śruta kukurydziana, susz z lucerny i traw. Lepsze efekty można uzyskać używając ekstraktów tych związków. Intensywność zabarwienia zależy jednak nie tylko od poziomu barwników w diecie, ale także od wzajemnej proporcji i możliwości przetwarzania przez organizm niosek [22].

Rosnąca od kilku lat świadomość społeczna, dotycząca nie tylko produkcji żywności bezpiecznej pod względem zdrowotnym, ale również o wysokiej wartości biologicznej, przyczyniła się do podjęcia badań. Celem pracy było porównanie zawartości luteiny w jajach pochodzących od niosek ze zróżnicowanego systemu chowu oraz określenie akceptacji konsumenckiej badanych jaj.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły jaja pozyskane od stada niosek Zielononózka kuropatwiana (chów ściółkowy) – grupa kontrolna (ZGK) oraz żywiona mieszanką wzbogaconą (ZGW). W obu grupach została użyta standardowa mieszanka paszowa pełnoporcjowa z przemysłowej wytwórni pasz. W grupie doświadczalnej podawano nioskom preparat huminowy – Humokarbowit, DHA Gold (algi) oraz olej lniany. Ocenie poddano także jaja komercyjne (fermowe) zakupione w handlu detalicznym. Do badań wybrano 2 klasy jaj: jaja standardowe (TOP) oraz jaja wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe i witaminy A + E (OVO). W pracy badano także jaja wiejskie (TWW), pochodzące od kur utrzymywanych w systemie wolnowybiegowym (podstawowym składnikiem paszy, oprócz pszenicy, była zielonka), nabyte bezpośrednio z indywidualnego gospodarstwa rolnego.

Świeże jaja wybijano (po 30 sztuk z każdej grupy doświadczalnej) i następnie wydzielano żółtka. Przygotowywano próbki średnie, homogenizując po 10 sztuk żółtek ($n = 3$). Z każdej z prób średnich pobierano do kolby stożkowej około 4 g żółtka, traktowano 40 ml mieszaniny (heksan : chloroform : izopropanol 30 : 30 : 20) a następnie wytrząsano przez 10 h. Po tym czasie ekstrakty sączono do kolb okrągłodennych przez sączki bibułowe (pozostałość odmyta kilkakrotnie octanem etylu i izopropanolem). Po odparowaniu ekstrakty przenoszono ilościowo do kolbek miarowych o pojemności 10 ml przy użyciu mieszaniny heksan : izopropanol (1 : 1). Pobierano 5 ml ekstraktu i hydrolizowano przez 5 min z 15 ml 1M KOH w MeOH w temp. wrzenia pod chłodnicą zwrotną. Po dodaniu 60 ml wody ekstrahowano trzykrotnie 25 ml eteru dietylowego. Zebrane ekstrakty odparowywano i zawieszano w 5 ml izopropanolu. Oznaczenia ogólnej zawartości luteiny w otrzymanych ekstraktach wykonywano z zastosowaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC firmy Agilent 1100). Rozdział chromatograficzny prowadzono w kolumnie YMC C30 (250×4,6 mm ziarna 5 μm), przy użyciu detektora spektrofotometrycznego. Parametry stosowane podczas rozdziału: długości fali: 460 nm; temp. w kolumnie chromatograficznej: 25 °C; skład miesza-

niny ekstrakcyjnej MeOH : THF (90 : 10); natężenie przepływu roztworów – 1,0 ml/min. Wyniki podano w [mg/100 g żółtka] oraz w [mg/jajo], co oznacza przeliczenie na 50 g treści jaja (bez skorupy).

Intensywność wybarwienia żółtka jaj określano za pomocą wachlarza barw wg 15-punktowej skali LaRoche, poprzez porównanie intensywności zabarwienia badanego materiału ze wzorcami barw.

Zakodowane losowo wybranymi liczbami jaja, poddane obróbce termicznej (gotowanie, $t = 5$ min), oceniano za pomocą 5-punktowej skali hedonicznej, gdzie poszczególne cyfry oznaczały: 5 – poziom jakości bardzo dobry, 4 – poziom jakości dobry, 3 – poziom jakości dostateczny, 2 – poziom jakości niedostateczny, 1 – poziom jakości zły.

Ocenę przeprowadzał przeszkolony panel sensoryczny ($n = 10$). Oceniano takie wyróżniki, jak: wygląd ogólny, zapach, tekstura białka, tekstura żółtka, smak.

Uzyskane dane liczbowe opracowano metodami statystycznymi, wykorzystując program komputerowy Statistica wersja 8.0. Program uwzględniał jednokierunkową analizę wariancji (ANOVA) z testem Duncana, poziom istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza porównawcza jaj wykazała zróżnicowaną zawartość luteiny w poszczególnych grupach badawczych. Oznaczone w pracy zakresy tego parametru wahały się w przedziale od 1,17 do 3,84 mg/100 g żółtka (tab. 1). Największą zawartość luteiny oznaczono w jajach pochodzących od kur z chowu wolno wybiegowego (TWW). W jajach tych („wiejskich”) poziom luteiny był średnio ponad 50 % wyższy niż w surowcu z własnego stada doświadczalnego (kury rasy Zielononóżka kuropatwiana). Jaja pochodzące z chowu fermowego, wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz wit. A + E, charakteryzowały się najmniejszą wartością badanego wyróżnika (0,21 mg/jajo). Prawie dwukrotnie wyższym poziomem badanego karotenoidu (0,37 mg/jajo) cechowały się jaja standardowe, z fermy towarowej, oznaczonej symbolem TOP. Przedstawione wyniki potwierdzają dane uzyskane w doświadczeniach innych autorów. Średnia zawartość luteiny w jajach wynosi 1,58 mg/100 g żółtka [10, 20]. W jajach pochodzących od niosek skarmianych standardową paszą ilość luteiny kształtuje się na poziomie 0,3 mg/jajo. Jeżeli natomiast dieta jest uboga w karotenoidy, poziom może być zdecydowanie niższy i wynosić nawet 0,04 mg/jajo [28]. Zastosowanie paszy bogatej w opisywane barwniki może spowodować ich dziesięciokrotny wzrost w żółtku, w odniesieniu do standardowego żywienia [8].

Barwa żółtka odgrywa istotną rolę z uwagi na preferencje konsumentów. Wśród klientów istnieje nieuzasadnione przeświadczenie, że jaja o intensywniejszej barwie żółtka zawierają więcej składników odżywczych i są cenniejszym ich źródłem w codziennej diecie. Z uwagi na to przekonanie konsumenci poszukują surowca o żółtopo-

marażowej barwie żółtka, co odpowiada wartości przekraczającej 12 punktów w skali LaRocha.

Tabela 1

Średnia zawartość luteiny w jajach.
Average content of lutein in eggs.

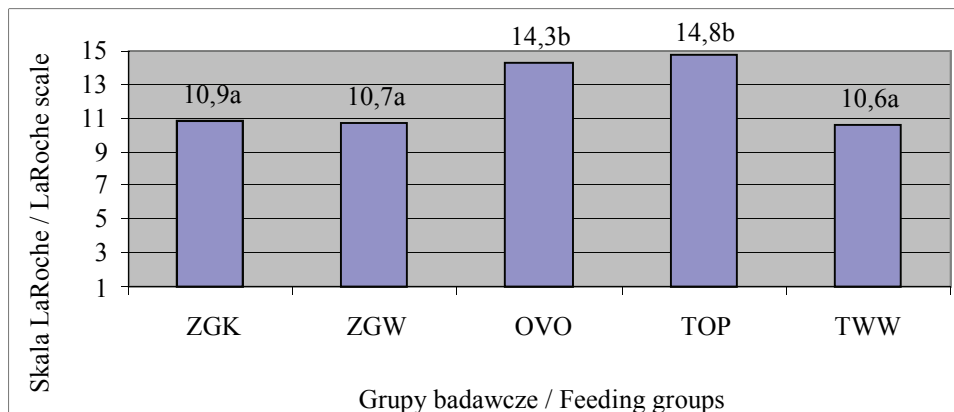
Zawartość luteiny Content of lutein	Grupy żywieniowe Feeding groups				
	ZGK	ZGW	OVO	TOP	TWW
[mg/100 g żółtka] [mg/100 g yolk]	1,51b	1,60b	1,17a	2,10c	3,84d
[mg/jajo] [mg/egg]	0,27b	0,30b	0,21a	0,37c	0,63d

Objaśnienia: Explanatory notes:

a, b, c, d – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / values in the columns denoted by different letters differ statistically significantly at $\alpha = 0,05$; ZGK – Zielononóżka kuropatwiana – grupa kontrolna, chów ściółkowy / green legged partridge hens (Polish breed of hens) – control group, bedding system; ZGW – Zielononóżka kuropatwiana, grupa żywiona mieszanką wzbogaconą, chów ściółkowy / green legged partridge hens (Polish breed of hens, group fed enriched mix, bedding system; OVO – jaja wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe i witaminy A + E, chów klatkowy / eggs enriched with poly-unsaturated fatty acids and vitamins A+E; TOP – standardowe jaja z chowu klatkowego / standard eggs laid by hens raised in a cage system; TWW – jaja wiejskie pochodzące od kur utrzymywanych w systemie wolnowybiegowym / free range eggs laid by hens raised in free-range system.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że surowiec pochodzący od niosek z chowu fermowego (TOP) cechował się najwyższym stopniem wybarwienia żółtka (14,8). Został także najwyższej oceniony za wygląd ogólny w analizie sensorycznej. Należy zwrócić uwagę, że materiał grupy OVO (jaja wzbogacone w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe), charakteryzujący się równie intensywną barwą żółtka (14,3), odznaczał się najmniejszą zawartością luteiny. Odwrotną zależność zaobserwowano w jajach wiejskich (TWW), cechujących się doskonałym poziomem luteiny oraz bardzo jasnym wybarwieniem żółtka (10,6). Jaja te zostały wyróżnione najwyższymi ocenami przez panel sensoryczny pod względem smaku (4,9 pkt) oraz zapachu (4,8 pkt).

Analiza statystyczna wyników uzyskanych z przeprowadzonej oceny sensorycznej tekstury żółtka oraz białka (z surowca poddanego obróbce termicznej) nie wykazała statystycznie istotnych różnic.



Rys. 1. Barwa żółtka wg skali LaRoche.

Fig. 1. Egg yolk colour according to LaRoche scale.

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej jaj.

Results of sensory analysis of eggs

Wyróżniki jakościowe Sensory traits	Miara statyst. Statistical measure	Grupy żywieniowe Feeding groups				
		ZGK	ZGW	OVO	TOP	TWW
Ogólny wygląd General appearance	\bar{X}	4,4ab	4,4ab	4,2a	4,9c	4,8bc
	SD	0,5	0,5	0,6	0,3	0,4
Zapach Aroma	\bar{X}	4,5ab	3,9a	4,0a	4,4ab	4,8b
	SD	0,7	0,7	1,2	0,7	0,4
Tekstura białka Egg white texture	\bar{X}	4,6a	4,6a	4,6a	4,7a	4,7a
	SD	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tekstura żółtka Egg-yolk texture	\bar{X}	4,4a	4,3a	4,3a	4,1a	4,8a
	SD	0,7	0,7	0,5	1,3	0,4
Smak Taste	\bar{X}	4,5bc	4,1b	3,4a	4,4bc	4,9c
	SD	0,5	0,6	1,3	0,7	0,3

Wnioski

1. Jaja pochodzące od niosek z chowu wolno wybiegowego („wiejskie’’) cechowały się największą zawartością luteiny pomimo bardzo jasnej barwy żółtka. Surowiec ten poddany obróbce termicznej został wyróżniony przez panel sensoryczny pod względem smaku oraz zapachu
2. Standardowy surowiec pochodzący od niosek z chowu fermowego charakteryzował się zarówno wysokim stopniem wybarwienia żółtka, jak i zadowalającą zawartością luteiny.
3. Jaja kurze pochodzące od niosek ze zróżnicowanego systemu chowu mogą stanowić znaczące źródło luteiny w diecie.

Pracę wykonano w ramach projektu nr POIG.01.03.01-00-133/08- pt. "Innowacyjne technologie produkcji biopreparatów na bazie nowej generacji jaj (OVOCURA)". Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego realizowany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.

Literatura

- [1] Adams C.A.: The transformation of lutein: colouring agent to polyvalent nutraceutical. In: The amazing egg. J.S Sim, H.H Sunwoo Eds. University of Alberta Press, 2006, pp. 181-191.
- [2] Baucells M.D., Crespo N., Barroeta A.C., Lopez-Ferrer S., Grashorn M.A.: Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. Poultry Sci., 2000, **79**, 51-59.
- [3] Bunce G.E.: Nutrition and eye disease of the elderly. J. Nutr. Biochem., 1994, **5**, 66-77.
- [4] Chung H.Y., Rasmussen H.M., Johnson E.J.: Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. J. Nutr., 2004, **3**, 1887-1893.
- [5] Cytawa A.: Czy istnieje możliwość modyfikacji składu jaj kurzego? Polskie Drobiarstwo, 2000, **3**, 6-8.
- [6] Dachtler M., Kohler K., Albert K.: Reverse-phase high-performance liquid chromatographic identification of lutein and zeaxanthin stereoisomers in bovine retina using a C₃₀ bonded phase. J. Chrom., 1998, **B, 720**, 211-216.
- [7] Dvorska J.E., Yaroshenko F.O., Karadas F., Surai P.F.: Selenium enriched eggs: a route toward improving human selenium status. In: The amazing egg. J.S Sim, H.H Sunwoo Eds. University of Alberta Press, 2006, pp 111-138.
- [8] Hammershoj M., Kidmose U., Steinfeldt S: Deposition of carotenoids in egg yolk by short-term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg-laying hens. J. Sci. Food Agric., 2010, **90**, 1163-1171.
- [9] Hamułka J., Wawrzyniak A.: Likopen i luteina – rola prozdrowotna i ich zawartość w produktach. Wyd. SGGW, Warszawa 2004.
- [10] Heinonen M.I., Ollilainen V., Linkola E.K., Varo P.T., Koivistoinen P.E.: Carotenoids in Finnish foods: vegetables, fruits and berries. J. Agric. Food Chem., 1989, **37 (3)**, 655-659.

- [11] Horrocks L.A., Yeo Y.K.: Docosahexaenoic acid-enriched foods: production of eggs and health benefits. In: *Egg Nutrition and Biotechnology*. J.S Sim., S. Nakai, W Gunter Eds. Wallingford: CABI Publishing, 2000, pp. 173-180.
- [12] Landrum J.T., Bone R.A., Joa H., Kilburn M.D., Moore L.L. Sprague K.E.: A one year study of the macular pigment: the effect of 140 days of lutein supplement. *Exp. Eye Res.*, 1997, **65**, 57-62.
- [13] Leeson S.: Lutein enriched eggs: transfer of lutein into eggs and health benefits. In: *The amazing egg*. J.S Sim, H.H Sunwoo Eds. University of Alberta Press, 2006, pp. 171-179.
- [14] Leskanich C., Noble R.: Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acids composition of avian eggs and meat. *World's Poult. Sci. J.*, 1997, **53** (2), 156-183.
- [15] Mares-Perlman, J.A., Millen A.E., Ficek T.L., Hankinson S.E.: The body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin delaying chronic disease. *J. Nutr.*, 2002, **132**, 518S-524S.
- [16] Moeller S.M., Jacques P.F., Blumberg J.B.: The potential role of dietary xanthophylls in cataract and age-related macular degeneration. *J.A.C. Nutr.*, 2000, **19** (5), 522S-527S.
- [17] Moszczyński P., Pyć R.: Retinol i karotenoidy. W: *Biochemia witamin. Witaminy lipofilne i kwas askorbinowy*. PWN, Warszawa 1999, ss. 43-47.
- [18] Mozaffarieh M., Sacu S., Wedrich A.: The role of the carotenoids, lutein and zeaxanthin, in protecting against age-related macular degeneration: A review based on controversial evidence. *Nutr. J.*, 2003, **2** (20), 1-8.
- [19] Murillo E., Meléndez-Martínez A.J., Portugal F.: Screening of vegetables and fruits from Panama for rich sources of lutein and zeaxanthin. *Food Chem.*, 2010, **122**, 167-172.
- [20] O'Neill M.E., Carroll Y., Corridan B., Olmedilla B., Granado F., Blanco I., Van den Berg H., Hinnerling I., Rousell A.M., Chopra M., Southon S., Thurnham D.I.: A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study. *Br. J. Nutr.*, 2001, **85**, 499-507.
- [21] Perry A., Rasmussen H., Johnson E.J.: Xanthophyll (lutein,zeaxanthin) content in fruits, vegetables and corn and egg products. *J. Food Comp. Analysis*, 2009, **22**, 9-15.
- [22] Rachwał A.: Efektywność naturalnych związków oprawiających barwę żółtka jaj. *Polskie Drobiarstwo*, 2006, **1**, 15-18.
- [23] Ribaya-Mercado J.D., Blumberg J.B.: Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *J.A.C. Nutr.*, 2004, **23** (6), 567S-587S.
- [24] Rodriguez-Bernaldo de Quiros A., Costa H. S.: Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. *J. Food Comp. Analysis*, 2006, **19**, 97-111.
- [25] Sajilata M.G., Singhal R.S., Kamat M.Y.: The carotenoid pigment zeaxanthin - a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2008, **7**, 29-49.
- [26] Sim J.S.: Designer egg concept: perfecting egg through diet enrichment with ω -3 PUFA and cholesterol stability. In: *Egg Nutrition and Biotechnology*. J.S Sim., S. Nakai, W Gunter Eds. Wallingford: CABI Publishing, 2000, pp. 135-150.
- [27] Strojny J., Krawczyk J., Cywa-Benko K., Wężyk S.: Upodobania jaj konsumentów. *Polskie Drobiarstwo*, 1998, **6**, 3-5.
- [28] Surai P.F., Speake B.K., Sparks N.H.C.: Carotenoids in avian nutrition and embryonic development. 1. Absorption, availability and levels in plasma and egg yolk. *J. Poultry Sci.*, 2001, **38**, 1-27.
- [29] Szostak W.: Żywnienie w profilaktyce metabolicznych chorób cywilizacyjnych. *Przem. Spoż.*, 2003, **11**, 17-19.
- [30] Trziszka T.: Jajo jako doskonałe źródło życiodajnych składników. *Optymalnik*, 2006, **5** (45), 14-17.
- [31] Wężyk S.: Globalne jajo. *Polskie Drobiarstwo*, 2001, **5**, 13-14.
- [32] Wężyk S.: Znaczenie kantaksantyny w żywieniu drobiu. *Polskie Drobiarstwo*, 2003, **8**, 18-20.
- [33] Zduńczyk Z.: Modyfikacja składu jaja kurzego – możliwości i mankamenty. *Polskie Drobiarstwo*, 2001, **7**, 38-40.

EFFECT OF DIVERSIFIED HEN RAISING SYSTEM ON LUTEIN CONTENT IN EGGS**S u m m a r y**

The interest in carotenoids results from their importance in human nutrition. Particularly, lutein and zeaxanthin play a vital role in the process of seeing, as well as in the lifestyle disease prophylaxis. The objective of the study was to compare the content of lutein in eggs laid by hens from a diversified raising system (cage, bedding, and free-range system) and to sensory assess the eggs under analysis.

The highest content of lutein was determined in eggs laid by hens kept in a free-range system (over 50 % on average compared to other groups). These eggs were also emphasised in the sensory panel as those with the best taste (4.9) and aroma (4.8). The eggs, laid by hens raised in a poultry farming system and enriched with polyunsaturated fatty acids and vitamins A+E, were characterized by the lowest content of lutein (0.21 mg/egg). The standard material, obtained from laying hens raised in a commercial farm, was characterized by the highest egg yolk coloration (14.8) and, at the same time, by a high level of carotenoid determined (0.37 mg/egg).

Key words: eggs for consumption carotenoids, lutein, sensory analysis ☒

JOLANTA CALIK

OCENA JAKOŚCI JAJ SZEŚCIU RODÓW KUR NIEŚNYCH W ZALEŻNOŚCI OD ICH WIEKU

Streszczenie

Celem badań było określenie różnic w zakresie fizycznych cech jaj pochodzących od sześciu rodów kur nieśnych w różnym wieku. Badaniami objęto jaja pochodzące od niosek: Rhode Island Red (K-44, K-66), Rhode Island White (A-22, A-88), Barred Rock (P-11), New Hampshire (N-11). W 33. i 53. tygodniu życia kur z każdej populacji pobrano losowo po 30 jaj, które poddano następnego dnia ocenie jakościowej za pomocą elektronicznej aparatury EQM (Egg Quality Measurements) firmy TSS QCS-II.

Jaja charakteryzowały się dobrymi wskaźnikami jakościowymi. Szczególnie dotyczyło to takich cech, jak: wysokość białka gęstego i jednostek Haugha oraz wytrzymałości skorupy. Ponadto potwierdzono, że wiele cech jakości jaj i skorupy zmieniała się wraz z wiekiem kur.

Słowa kluczowe: kury nieśne, wiek, jakość jaja

Wprowadzenie

Przy obecnym poziomie spożycia jaj, konsument ceni nie tylko dostępność i taniość, lecz także wartość odżywczą i walory smakowe. W ostatnim pięćdziesięcioleciu w wyniku zastosowania nowoczesnych metod hodowli drobiu i żywienia uzyskano znaczny postęp w zakresie produktywności kur [1, 21]. Stwierdzono jednak, że wraz ze wzrostem nieśności pogarsza się nie tylko jakość skorupy, ale również jakość treści jaja [14, 19]. Na kształtowanie się cech jakości treści i skorupy jaja wpływa szereg czynników, a wśród nich: pochodzenie niosek, wiek, system chowu, żywienie, profilaktyka weterynaryjna oraz zootechniczne warunki utrzymania ptaków [3, 5, 6, 7, 9, 11, 15, 16].

W Polsce od 1999 r. odnotowano malejący udział rodzimej zarodowej hodowli drobiu. Nastąpiło to w wyniku ostrej walki konkurencyjnej w zakresie rozprowadzania materiału hodowlanego. Jednocześnie z analizy krajowych stad kur nieśnych wynika, że stanowią one bogaty i interesujący pod względem genetycznym i produkcyjnym

materiał hodowlany. Do połowy 2009 r. krajowa hodowla kur nieśnych zlokalizowana była w 3 fermach zarodowych: w Mienii, Rszewie i Dusznikach, gdzie doskonalono łącznie 15 rodów wykorzystywanych do produkcji komercyjnych zestawów rodzicielskich i niosek towarowych. Producentom oferowano 7 zestawów komercyjnych Astra, 4 zestawy Messa oraz 5 zestawów Rosa [20]. W 2009 r. podjęto decyzję o likwidacji Zarodowej Fermy Kur Nieśnych w Dusznikach, a utrzymywane tam rasy: K-44, K-66, A-22, A-88, N-11, WJ-44, D-11 i P-11 przeniesiono do Zakładu Doświadczalnego w Rossosze i objęto programem ochrony zasobów genetycznych zwierząt. Prowadzony w dawnym Centralnym Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Drobiarstwa, Krajowej Radzie Drobiarstwa – Izbie Gospodarczej oraz Instytucie Zootechniki – PIB wieloletni monitoring wyników oceny wartości użytkowej ras/rodów wskazuje, że są to bardzo cenne rasy pod względem hodowlanym. W rodach kur nieśnych obserwuje się duże zróżnicowanie w zakresie cech genotypowych, jak i produkcyjnych. Szczególnie cenne są rasy kur ciężkich Barred Rock (WJ-44, P-11, D-11) oraz New Hampshire (N-11), które mogą stanowić cenny materiał do produkcji kur ogólnoużytkowych w gospodarstwach ekologicznych lub w chowie przyzagrodowym, gdzie ceni się zarówno wydajność nieśną, jak i rzeźną kur.

Celem pracy było określenie różnic w zakresie fizycznych cech jaj pochodzących od sześciu ras kur nieśnych w różnym wieku.

Materiał i metody badań

Badaniami objęto jaja pochodzące od niosek: Rhode Island Red (K-44, K-66), Rhode Island White (A-22, A-88), Barred Rock (P-11), New Hampshire (N-11). Rasy utrzymywano w systemie klatkowym, w budynkach wyposażonych w nowoczesne urządzenia technologiczne. Na fermie wykorzystywano identyfikację osobników na podstawie znaczków skrzydłowych z kodami kreskowymi z dekoderni i terminalami. System ten w sposób istotny ogranicza możliwość popełnienia błędów podczas przeprowadzania indywidualnej kontroli użyteczności kur oraz znacznie zmniejsza jej pracochłonność. Ptaki przez cały okres produkcji żywiono *ad libitum* standardowymi mieszankami pełnoporcjowymi o zawartości białka przeciętnie 17 % i energii metabolicznej ok. 11,5 MJ.

W 33. i 53. tygodniu życia kur z każdej populacji pobrano losowo po 30 jaj, które poddano następnego dnia ocenie jakościowej za pomocą elektronicznej aparatury EQM (Egg Quality Measurements) firmy TSS QCS-II. W ocenie uwzględniono następujące parametry: masę jaja [g], barwę skorupy [%], wysokość białka gęstego [mm], jednostki Haugha, barwę żółtka [pkt], masę skorupy [g], grubość [μm] i gęstość skorupy [mg/cm^2]. Wytrzymałość skorupy [N] mierzono aparatem EGG Crusher, natomiast zawartość cholesterolu całkowitego w żółtkach (po 10 z każdej grupy) oznaczano metodą Washburna i Nixa.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji, a istotność różnic weryfikowano testem Duncana, wykorzystując w tym celu program statystyczny Statgraphics Plus 5.1.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania wskazują na istnienie istotnych różnic dotyczących fizycznych cech jaj kur nieśnych pochodzących od różnych rodów. Średnia masa jaj w 33. tygodniu życia kur wahała się od 59,10 g (K-44) do 61,92 g (N-11), natomiast w kolejnym badaniu (53. tydzień) od 61,29 g (K-44) do 63,13 g (N-11) (tab. 1). W trakcie prowadzonych obserwacji średnia masa jaja zwiększyła się średnio o ok. 2,3 g (K-44 i P-11) oraz o ok. 1,3 g (K-66, A-22, A-88, N-11). W miarę wzrostu wielkości jaja przyjmowały bardziej wydłużony kształt, na co wskazuje obniżenie indeksu kształtu. We wszystkich ocenianych populacjach wzrostowi masy jaja towarzyszył istotny wzrost masy skorupy i żółtka. Zarówno w 33., jak i 53. tygodniu życia kur najmniejszą masę skorupy (5,94 i 6,44 g) i żółtka (16,05 i 17,40 g) odnotowano w P-11, natomiast największą w N-11, które wynosiły odpowiednio 6,36 i 6,92 g oraz 17,46 i 19,28 g. Nys [11] podkreśla, że masa jaja zależy od czynników genetycznych ($h^2 = 0,4 - 0,6$) i środowiskowych, w tym głównie od warunków termicznych i żywienia ptaków. Prace badawcze zespołu Czaji i Gornowicz [5] oraz Silversides i Budgell [15] jednoznacznie potwierdzają wpływ genotypu ptaków na fizykochemiczne cechy jaj, w tym m.in. na masę jaja, żółtka i skorupy. Ponadto Sokołowicz i Krawczyk [16] wskazują, że jednym z czynników kształtującym masę jaj jest tempo nieśności. Mniejsza nieśność pozwala ptakom na zmagazynowanie większej ilości materiału potrzebnego do budowy i zwiększenia masy jaj.

Roberts [14] podkreśla, że cechą najbardziej skorelowaną z genotypem kury jest barwa skorupy, której intensywność zależy od wieku, co zostało potwierdzone również w badaniach Biesiady-Drzazgi i Janochy [4], Hocking i wsp. [6] oraz Krawczyk [9]. Przeprowadzone badania wykazały również determinowane genetycznie różnice intensywności barwy skorupy jaja (30,07 - 43,43 %), przy tendencji do rozjaśnienia wraz z wiekiem kur (33,00 - 45,21 %). Ciemne zabarwienie skorupy powoduje brunatny pigment ooporfiryna lub protoporfiryna, który pochodzi z heminy krwi, a intensywność zabarwienia skorupy jest odwrotnie proporcjonalna do nieśności [7, 10].

Przez cały okres nieśności kury rodu A-88 (8,93 i 8,73 pkt) znosiły jaja o najciemniejszych żółtkach, co zostało potwierdzone statystycznie. Najmniejsze wybarwienie żółtek zarówno w 33., jak i 53. tygodniu życia stwierdzono w jajach kur rodu A-22 (7,90 i 8,13 pkt). Odnotowana tendencja do zwiększenia się intensywności wybarwienia żółtka w miarę wzrostu masy jaja może być spowodowana mniejszą produktywnością kur lub też większą ilością karotenoidów w paszy, gdyż jak wskazuje Nys [11], na barwę żółtka jaja wpływa głównie żywienie oraz tempo nieśności kury.

Tabela 1

Wyniki oceny jakości jaj.
Results of egg quality assessment.

Cecha Characteristic	Tydzień Week	Ród / Breed							
		K-44	K-66	A-22	A-88	N-11	P-11		
Indeks kształtu Shape index [%]	33	$\bar{x} \pm SD$ 75,69 ^{AB} ± 2,41	$\bar{x} \pm SD$ 76,69 ^{AC} ± 2,71	$\bar{x} \pm SD$ 78,70 ^B ± 2,51	$\bar{x} \pm SD$ 78,47 ^B ± 2,81	$\bar{x} \pm SD$ 77,51 ^{BC} ± 2,73	$\bar{x} \pm SD$ 78,40 ^B ± 2,31		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 74,98 ^{AB} ± 2,26	$\bar{x} \pm SD$ 75,66 ^A ± 1,62	$\bar{x} \pm SD$ 77,81 ^{BC} ± 2,81	$\bar{x} \pm SD$ 77,61 ^B ± 2,35	$\bar{x} \pm SD$ 76,27 ^B ± 3,09	$\bar{x} \pm SD$ 76,98 ^B ± 2,02		
Masa jaja Egg weight [g]	33	$\bar{x} \pm SD$ 59,10 ^A ± 3,83	$\bar{x} \pm SD$ 59,94 ± 3,39	$\bar{x} \pm SD$ 59,93 ± 3,48	$\bar{x} \pm SD$ 60,23 ± 3,14	$\bar{x} \pm SD$ 61,92 ^B ± 4,23	$\bar{x} \pm SD$ 59,83 ± 3,27		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 61,29 ± 4,59	$\bar{x} \pm SD$ 62,19 ± 4,27	$\bar{x} \pm SD$ 61,43 ± 4,24	$\bar{x} \pm SD$ 61,51 ± 2,78	$\bar{x} \pm SD$ 63,13 ± 3,27	$\bar{x} \pm SD$ 62,18 ± 2,73		*
Barwa skorupy Shell colour [%]	33	$\bar{x} \pm SD$ 33,97 ^B ± 4,03	$\bar{x} \pm SD$ 30,07 ^{Aa} ± 3,74	$\bar{x} \pm SD$ 33,03 ^{ABb} ± 4,55	$\bar{x} \pm SD$ 32,27 ^{AB} ± 4,60	$\bar{x} \pm SD$ 43,43 ^C ± 6,35	$\bar{x} \pm SD$ 38,77 ^C ± 4,65		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 34,30 ^{ACa} ± 4,10	$\bar{x} \pm SD$ 33,00 ^A ± 3,40	$\bar{x} \pm SD$ 38,13 ^B ± 4,68	$\bar{x} \pm SD$ 36,77 ^{BCb} ± 6,23	$\bar{x} \pm SD$ 45,21 ^{BC} ± 4,51	$\bar{x} \pm SD$ 42,57 ^{DD} ± 5,39		**
Masa skorupy Shell weight [g]	33	$\bar{x} \pm SD$ 6,33 ^b ± 0,62	$\bar{x} \pm SD$ 6,28 ± 0,36	$\bar{x} \pm SD$ 6,24 ± 0,43	$\bar{x} \pm SD$ 6,12 ± 0,49	$\bar{x} \pm SD$ 6,36 ± 0,58	$\bar{x} \pm SD$ 5,94 ^a ± 0,28		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 6,52 ^{Aa} ± 0,60	$\bar{x} \pm SD$ 6,83 ^{Bbc} ± 0,51	$\bar{x} \pm SD$ 6,89 ^{Cc} ± 0,31	$\bar{x} \pm SD$ 6,58 ^B ± 0,61	$\bar{x} \pm SD$ 6,92 ^{Cc} ± 0,67	$\bar{x} \pm SD$ 6,44 ^{Aa} ± 0,60		**
Grubość skorupy Shell thickness [µm]	33	$\bar{x} \pm SD$ 364 ± 24,48	$\bar{x} \pm SD$ 357 ± 19,54	$\bar{x} \pm SD$ 355 ± 27,07	$\bar{x} \pm SD$ 353 ± 27,02	$\bar{x} \pm SD$ 350 ± 28,11	$\bar{x} \pm SD$ 343 ± 19,38		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 357 ^B ± 19,42	$\bar{x} \pm SD$ 356 ^B ± 29,54	$\bar{x} \pm SD$ 356 ^B ± 23,10	$\bar{x} \pm SD$ 353 ^B ± 28,03	$\bar{x} \pm SD$ 328 ^A ± 26,40	$\bar{x} \pm SD$ 326 ^A ± 24,34		*
Gęstość skorupy Shell density [mg/cm ²]	33	$\bar{x} \pm SD$ 83,99 ± 6,55	$\bar{x} \pm SD$ 81,94 ± 5,94	$\bar{x} \pm SD$ 83,43 ± 7,71	$\bar{x} \pm SD$ 83,55 ± 7,67	$\bar{x} \pm SD$ 81,01 ± 5,24	$\bar{x} \pm SD$ 80,62 ± 9,65		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 79,12 ± 7,28	$\bar{x} \pm SD$ 78,68 ± 7,26	$\bar{x} \pm SD$ 80,53 ± 7,85	$\bar{x} \pm SD$ 80,65 ± 80,04	$\bar{x} \pm SD$ 76,46 ± 9,10	$\bar{x} \pm SD$ 77,90 ± 7,90		*
Wytrzymałość skorupy Shell strength [N]	33	$\bar{x} \pm SD$ 34,59 ± 7,59	$\bar{x} \pm SD$ 31,02 ± 6,98	$\bar{x} \pm SD$ 32,72 ± 8,80	$\bar{x} \pm SD$ 32,47 ± 9,16	$\bar{x} \pm SD$ 31,63 ± 7,32	$\bar{x} \pm SD$ 31,78 ± 8,11		
	53	$\bar{x} \pm SD$ 34,10 ^a ± 6,71	$\bar{x} \pm SD$ 29,34 ^b ± 9,00	$\bar{x} \pm SD$ 29,45 ± 6,06	$\bar{x} \pm SD$ 30,71 ± 6,93	$\bar{x} \pm SD$ 29,51 ± 9,86	$\bar{x} \pm SD$ 30,16 ± 7,08		

Wysokość białka Albumen height [mm]	33	6,91 ± 1,12	6,59 ± 1,04	6,85 ± 1,19	6,74 ± 1,28	6,99 ± 1,21	6,68 ± 1,10
	53	5,48 ± 0,99	5,08 ± 0,77	5,44 ± 1,05	5,58 ± 1,12	5,64 ± 0,97	5,70 ± 1,20
Jednostki Haugha Haugh Units [HU]	33	82,50 ± 6,54	79,26 ± 8,87	81,21 ± 9,09	82,07 ± 7,17	81,75 ± 9,21	80,74 ± 7,52
	53	72,69 ± 8,24	68,96 ± 6,88	71,96 ± 8,58	72,84 ± 8,36	71,27 ± 8,54	72,87 ± 9,63
Barwa żółtka Yolk colour [pkt]	33	8,37 ^b ± 0,49	8,47 ^b ± 0,51	7,90 ^a ± 0,66	8,93 ^c ± 0,45	8,33 ^b ± 0,66	8,67 ^b ± 0,80
	53	8,60 ^b ± 0,50	8,70 ^b ± 0,53	8,13 ^{Ab} ± 0,51	8,73 ^b ± 0,45	8,37 ± 0,72	8,50 ^b ± 0,68
Masa żółtka Yolk weight [g]	33	16,17 ^a ± 0,98	16,66 ^a ± 1,33	16,68 ^a ± 1,30	16,39 ^a ± 1,06	17,46 ^{Bb} ± 1,22	16,03 ^a ± 1,48
	53	17,93 ^{Ab} ± 1,18	18,09 ^{Ab} ± 0,79	17,81 ^a ± 1,47	17,57 ^{Ab} ± 1,51	19,28 ^B ± 1,38	17,40 ^a ± 1,54
Zawartość cholesterolu w żółtku / Content of cholesterol in egg yolks [mg/g]	33	14,97 ± 0,66	15,01 ± 0,74	14,93 ± 0,73	14,56 ± 0,36	14,51 ± 0,37	14,77 ± 0,69
	53	14,68 ± 0,38	14,60 ± 0,67	14,80 ± 0,17	14,46 ± 0,44	14,61 ± 0,36	14,87 ± 0,32

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B (a, b) – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,01$ ($P < 0,05$) / values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at $P < 0,01$ ($P < 0,05$);

** (*)- wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,01$ ($P < 0,05$) / values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $P < 0,01$ ($P < 0,05$).

W badaniach własnych potwierdzono również, że wiele cech jakości jaj oraz skorupy zmienia się wraz z wiekiem kur. W miarę wydłużania się okresu nieśności nastąpiło obniżenie indeksu kształtu, zwiększyła się masa jaja, żółtka i skorupy, a wysoko istotnie obniżyła jakość białka. Według Świerczewskiej (cyt. za Biesiadą-Drzazgą i Janochą [4]) jakość białka w świeżym jajku powinna wynosić powyżej 60 jednostek Haugha, stąd można stwierdzić, że wszystkie jaja nawet od kur starszych uzyskanych w 53. tygodniu życia charakteryzowały się wysoką jakością białka. Ponadto autorzy podają, że wraz z wiekiem niosek istotnie obniża się jakość skorupy jaj, gdyż zwiększeniu masy treści jaja nie towarzyszy odpowiedni przyrost masy skorupy, co powoduje zmniejszenie jej wytrzymałości [7, 14]. Wskazują na to również uzyskane wyniki, gdyż stwierdzono obniżenie wraz z wiekiem kur parametrów jakości skorupy w tym jej: wytrzymałości, grubości i gęstości. W 33. tyg. życia ptaków największą wytrzymałość (34,59 N) wykazywały skorupy jaj kur K-44. Równocześnie skorupy tych jaj były najgrubsze (364 μm), a jaja cechowały się największą gęstością skorupy (83,99 mg/cm^2). W pozostałych rodach wytrzymałość skorupy wahała się od 31,02 do 32,72 N, przy grubości skorupy od 343 do 357 μm i jej gęstości od 81,01 do 83,43 mg/cm^2 . W kolejnym badaniu zaobserwowano stopniowy spadek wytrzymałości skorup do wartości od 29,34 (K-66) do 34,10 N (K-44). Osłabieniu wytrzymałości skorupy towarzyszyło zmniejszenie grubości (326 – 357 μm) i jej gęstości (76,46 – 80,65 mg/cm^2). Na istnienie dodatkowej zależności pomiędzy wytrzymałością i grubością oraz gęstością skorupy wskazują wyniki badań Premavalli i Viswanagthan [13]. Autorzy stwierdzili wpływ wieku kur na częstotliwość pęknięć wewnętrznych skorupy oraz ujemne korelacje pomiędzy masą jaja a grubością skorupy. Natomiast Pantheleux i wsp. [12] wskazują na to, że grubsza skorupa tylko częściowo odpowiada za jej większą wytrzymałość. Hunton [7] podkreśla, że na mechaniczne właściwości skorupy wpływa przede wszystkim jej struktura i koncentracja białek matrycy, a zachodzące wraz z wiekiem zmiany mechaniczne właściwości skorupy wiążą się ze zmniejszeniem przyswajalności wapnia i fosforu z paszy przez kury oraz spowolnieniem procesu mineralizacji.

Składnikiem, którego znaczna zawartość w jajach powoduje ograniczenie ich spożycia jest cholesterol. Wobec szerokiej promocji prozdrowotnego, dietetycznego sposobu odżywiania się zmniejszyło się zainteresowanie konsumentów jajami jako podstawowym elementem diety. Od pewnego jednak czasu zaczęło pojawiać się coraz więcej prac naukowych, których autorzy rewidowali stanowisko na temat szkodliwego wpływu jaj na nasze zdrowie. Jak podaje Trziszka [18] cholesterol jest związkiem nieodzownym do prawidłowego przebiegu wielu procesów metabolicznych zachodzących w komórkach i tkankach organizmów wyższych. Jako składnik błon biologicznych uczestniczy w regulacji ich struktury i funkcji. Cholesterol jest także wyjściowym substratem do biosyntezy wszystkich hormonów sterydowych kory nadnercza, hormonów

płciowych, witaminy D₃ i kwasów żółciowych. Poziom cholesterolu uzależniony jest od wielu czynników m.in. od pochodzenia kur, wieku, systemu utrzymania czy od rodzaju spożywanej paszy.

Ogólna zawartość cholesterolu wyrażona w mg/g żółtka w 33. i 53. tygodniu życia kur wahała się od 14,51 do 15,01 i od 14,46 do 14,87. Oceniając średnią koncentrację cholesterolu żółtka w jajach poszczególnych rodów nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic, przy czym najmniejszą zawartość cholesterolu w 1 g żółtka oznaczono w jajach kur rodu N-11 i A-88 (ok. 14,5 mg/g). W jajach rodów K-44, K-66 A-22 i A-88 stwierdzono tendencję do zmniejszania zawartości cholesterolu w żółtkach 53. tygodniowych niosek w porównaniu z kurami młodymi, będącymi w szczycie nieśności. Natomiast w jajach rodów N-11 i P-11 wystąpiła odwrotna tendencja, czyli niewielkie zwiększenie zawartości cholesterolu w żółtkach wraz z wiekiem kur. Zgłobica i wsp. [22], prowadząc badania na mieszańcach towarowych kur nieśnych, wykazali, że cecha ta jest odwrotnie proporcjonalna do tempa nieśności. Według Anash i wsp. [2] w ciągu rocznego cyklu nieśności poziom cholesterolu zmienia się blisko o 25 %, a jego koncentracja w żółtku zależy od wieku kur. Stępińska i wsp. [17] podjęli próbę określenia związku między wiekiem niosek a zawartością cholesterolu w żółtkach. Wykazali istotne zależności między tymi cechami, z tym że w jajach niektórych rodów zawartość tego związku w żółtku rosła wraz z wiekiem niosek, a w innych malała. Według Jamroz i Hawalej [8] w pierwszych jajach młodej nioski masa żółtka jest mała, a zawartość cholesterolu duża. W miarę wzrostu wydajności zwiększa się masa żółtka, które zawiera mniej cholesterolu, jednak jego ogólna zawartość w jajach nie ulega zmianie.

Wnioski

1. Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowaną jakość jaj pochodzących od kur porównywanych ras. Szczególnie dotyczyło to takich cech, jak: barwa skorupy, masa jaja, skorupy i żółtka oraz jego barwy.
2. Jaja niosek rodu N-11 wyróżniały się najjaśniej wybarwioną skorupą, największą masą jaja i żółtka, jak również najlepszymi parametrami jakości białka. Równie dobre parametry jakości białka wykazywały jaja kur rodu K-44, przy jednocześnie najlepszych parametrach jakości skorupy. Natomiast najciemniejsze wybarwienie żółtka i najmniejszą zawartość cholesterolu (mg/1 g żółtka) stwierdzono w jajach kur rodu A-88.
3. W badaniach potwierdzono również, że wiele cech jakości jaj oraz skorupy zmienia się wraz z wiekiem kur. W miarę wydłużania się okresu nieśności zwiększała się masa jaja, masa żółtka i masa skorupy oraz obniżała się jakość białka i wytrzymałość skorupy.

4. Różniące się genetycznie rody kur mogą być w przyszłości wykorzystywane do produkcji jaj o specjalnym przeznaczeniu.

Literatura

- [1] Albers G.A.A., van Sambeek F.M.J.P.: Breeding strategies for layers in view of new technologies. 11TH Europ. Arch. Geflügelk., 2002, **1**, 5, 1-31.
- [2] Anash G.A., Chan C.W., Touchburn S.P., Buckland R.B.: Selection for low yolk cholesterol in leghorn-type chickens. Poultry Sci., 1985, **64**, 1-5.
- [3] Basmacioglu H., Ergul M.: Characteristic of egg in laying hens. The effect of genotype and rearing system. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 2005, **29**, 157-164.
- [4] Biesiada-Drzazga B., Janocha A.: Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **3** (64), 67-74.
- [5] Czaja L., Gornowicz E.: Wpływ genomu oraz wieku kur na jakość jaj spożywczych. Roczn. Nauk. Zoot., 2006, **33**, 1, 59-70.
- [6] Hocking P.M., Bain M., Channing C.E., Fleming R., Wilson S.: Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. Br. Poultry Sci., 2003, **44**, 3, 365-373.
- [7] Hunton, P.: Research on eggshell structure and quality: An historical overview, Braz. J. Poultry Sci., 2005, **7**, 67-71.
- [8] Jamroz D., Hawałej P.: Biologiczna rola cholesterolu i jego zawartość w jajach. Zwierzęta Gospodarskie, 1994, **3**, 19-21.
- [9] Krawczyk J.: Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. Ann. Anim. Sci., 2009, **9**, 2, 185-193.
- [10] Nys Y.: Influence of nutritional factors on eggshell quality at high environmental temperature. VI Europ. Symp. Quality of Eggs and Egg Products, Zaragoza, Spain, 1995, pp. 209-220.
- [11] Nys Y.: Dietary carotenoids and egg yolk coloration – a review. Arch. Geflügelk., 2000, **64**, 2, 45-54.
- [12] Pantheleux M., Bain M., Fernandez M.S., Morales I., Gautron J., Arials J.L., Solomon S.E., Hincke M., Nys Y.: Organic matrix composition and ultrastructure of eggshell: a comparative study. Br. Poultry Sci., 1999, **40**, 240-252.
- [13] Premavalli K., Viswanagthan K.: Influence of age on the egg quality characteristics of commercial white leghorn chicken. Indian J. Vet., 2004, **81(11)**, 1243-1247.
- [14] Roberts J.R.: Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. J. Poultry Sci., 2004, **41**, 3, 161-177.
- [15] Silversides F. G., Budgell K.: The relationships among measures of egg albumen height, pH and whipping volume. Poultry Sci., 2004, **83**, 1619-1623.
- [16] Sokołowicz Z., Krawczyk J.: Wpływ wieku kur i wielkości obsady na jakość jaj spożywczych. Roczn. Nauk. Zoot., 2004, **31**, 1, 103-113.
- [17] Stępińska M., Niemiec J., Riedel J., Świerczewska E.: Zależność między zawartością cholesterolu w żółtku a wybranymi cechami jakości jaja w kilku stadach zachowawczych kur nieśnych. Zesz. Nauk. PTZ 1996, 69-71.
- [18] Trziszka T. (pod red.): Jajczarstwo. Nauka. Technologia. Praktyka. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2000.
- [19] Van den Brand H., Parmentier H., Kemp K.: Effect of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. Br. Poultry Sci., 2004, **45**, 6, 745-752.
- [20] Wencsek E.: Wyniki oceny wartości użytkowej drobiu w 2006 r. Warszawa 2007.

- [21] Wężyk S., Cywa-Benko K.: Nauki drobiarskie na początku XXI wieku: bilans zamknięcia i otwarcia. *Post. Nauk. Roln.*, 2001, **6**, 3-28.
- [22] Zglobica A., Cywa-Benko K., Wężyk S.: The effect of adding vegetable extracts to hen feed on egg quality and layers performance. VI Europ. Symp. Quality of Eggs and Egg Products. Zaragoza, Spain, 1995, pp. 251-256.

ASSESSING THE QUALITY OF EGGS PRODUCED BY SIX BREEDS OF EGG-LAYING HENS IN RELATION TO THEIR AGE

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the differences in the range of physical characteristics of eggs produced by egg-laying hens of different age, representing six breeds. The study covered the eggs produced by the following hen breeds: Rhode Island Red (K-44, K-66), Rhode Island White (A-22, A-88), Barred Rock (P-11), and New Hampshire (N-11).

30 eggs were randomly taken from 33 and 53 weeks old hens of each breed for the purpose of assessing their quality. The assessment procedure was performed on the next day after the eggs were taken using an electronic EQM device of the TSS QCS-II company.

The eggs were characterized by good quality parameters. In particular, this referred to the following parameters: height of thick albumen, Haugh units, and shell strength. In addition, it was confirmed that many quality characteristics of egg and shell changed with the age of hens.

Key words: egg-laying hens, age, egg quality ☒

MARZANNA HEŚ, MARTYNA JEŻEWSKA, KRYSZYNA SZYMANDERA-BUSZKA, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA

WPLYW DODATKÓW PRZECIWUTLENIAJĄCYCH NA WYBRANE WSKAŹNIKI WARTOŚCI ODŻYWCZEJ MIĘSA SUSZONEGO

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku ekstraktów etanolowych tymianku, zielonej herbaty, handlowego ekstraktu rozmarynu i butylohydroksytoluenu (BHT) na stabilność oksydacyjną oraz zmniejszanie strat wartości odżywczej mięsa liofilizowanego przechowywanego w temp. 18 - 20 °C. Ekstrakty etanolowe tymianku i herbaty naniesiono na powierzchnię mięsa w ilości 0,05 %, natomiast ekstrakt rozmarynu oraz BHT w ilości 0,02 %, w stosunku do masy tłuszczu. Próbę odniesienia stanowiła próba bez dodatków. Stopień utlenienia tłuszczu przechowywanego mięsa określono na podstawie zmian zawartości nadtlenków oraz substancji reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS), natomiast wartość odżywczą oceniono na podstawie zawartości tiaminy oraz aminokwasów egzogennych – lizyny i metioniny.

Zastosowane dodatki nie hamowały powstawania pierwotnych produktów utleniania tłuszczu (nadtlenków i wodoronadtlenków), a ekstrakt tymianku wykazywał silne właściwości prooksydacyjne. Przeciwwutleniające działanie wszystkich dodatków obserwowano w stosunku do wtórnych produktów oksydacji lipidowej, oznaczonych jako TBARS. Żaden z dodatków nie wykazywał działania ochronnego w stosunku do aminokwasów egzogennych. W próbach z dodatkiem ekstraktu rozmarynu stwierdzono największe straty dostępnej lizyny, które wyniosły ok. 51 %. Największy spadek zawartości dostępnej metioniny, w ilości około 41 %, stwierdzono w próbach z dodatkiem ekstraktu tymianku. Działanie ochronne przeciwutleniające obserwowano w stosunku do tiaminy. W próbach z dodatkiem BHT i ekstraktu rozmarynu stwierdzono istotnie mniejsze straty witaminy w porównaniu z próbą kontrolną.

Słowa kluczowe: mięso, liofilizacja, utlenianie lipidów, przeciwutleniacze, wartość odżywcza

Wprowadzenie

Liofilizacja jest skuteczną metodą przedłużania trwałości surowców, a jeśli proces jest odpowiednio prowadzony – umożliwia również zachowanie wysokiej jakości zarówno surowców, jak i przygotowywanych z nich potraw. Samo suszenie nie gwa-

Dr M. Heś, mgr inż. M. Jeżewska, dr inż. K. Szymandera-Buszka, dr inż. A. Gramza-Michałowska, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

rantuje jednak pełnej trwałości – pozwala zahamować rozwój mikroorganizmów, nie zatrzymuje jednak reakcji jęczenia oksydacyjnego tłuszczu w przechowywanych suszach. Porowata struktura produktów liofilizowanych stanowi duży problem w trakcie przechowywania, ponieważ zwiększa powierzchnię kontaktu fazy stałej z tlenem. Pory wypełnione są powietrzem, a tlen łatwo dyfunduje do wnętrza struktur, przez co oksydacja tłuszczu zachodzi w całej objętości [33, 39]. Zarówno pierwotne (nadtlenki), jak i wtórne (głównie aldehydy) produkty utleniania tłuszczu są bardzo reaktywne i łatwo wchodzi w reakcje z niemal wszystkimi składnikami żywności [8, 16, 36]. Dotyczy to zwłaszcza białek, które należą do cennych składników diety i powinny być chronione we wszystkich procesach związanych z obróbką technologiczną. Zachowanie ich wysokiej wartości odżywczej jest konieczne podczas produkcji przetworów mięsnych, ponieważ białka mięsa są pełnowartościowe i zawierają niezbędne aminokwasy [10]. Wartość odżywczą białek mięsa determinuje skład ilościowy i jakościowy aminokwasów oraz ich podatność na hydrolizę enzymami trawiennymi. Obniżenie strawności i stopnia przyswajalności aminokwasów następuje na skutek tworzenia się wiązań sieciujących w kompleksach białkowo-lipidowych oraz reakcji grup funkcyjnych aminokwasów z produktami oksydacji tłuszczu. Dotyczy to szczególnie grupy aminowej, sulfhydrylowej i hydroksylowej [27]. Spośród czynników warunkujących wysoką wartość odżywczą mięsa i jego przetworów, prócz składu aminokwasowego i strawności białka, zasadnicze znaczenie ma wysoka zawartość tiaminy (wit. B₁). Tiamina jest witaminą wyjątkowo wrażliwą na zmiany środowiska i przetwarzanie. W produktach mięsnych straty tiaminy uzależnione są od rodzaju zastosowanej obróbki technologicznej, temperatury, czasu trwania procesu oraz zawartości tłuszczu [19].

Mięso w formie suszu jest atrakcyjnym surowcem do produkcji koncentratów obiadowych czy dań gotowych. Z uwagi jednak na wysoką zawartość tłuszczu po suszeniu, jest to produkt wysoce labilny i podatny na zmiany oksydacyjne, dlatego konieczne jest zastosowanie dodatkowych metod ograniczających utlenianie tłuszczu. Obok odpowiednich warunków pakowania (np. w atmosferze modyfikowanej) i materiałów opakowaniowych nieprzepuszczalnych dla tlenu i światła, najskuteczniejszą metodą jest dodatek związków o działaniu przeciwutleniającym. Z uwagi na to, że zastosowanie syntetycznych przeciwutleniaczy (np. BHT, BHA) w przetwórstwie żywności podlega ścisłym regulacjom prawnym [30], poszukuje się nowych źródeł związków o aktywności przeciwutleniającej. Polecany jest dodatek antyoksydantów naturalnych – witamin o właściwościach przeciwutleniających (witaminy C i E) oraz związków polifenolowych ekstrahowanych z wielu roślin, w tym ziół i przypraw [1]. Szczególnie istotne zdaje się być poszukiwanie odpowiednich form ich zastosowania oraz ocena ich skuteczności w przetworach mięsnych o różnym stopniu przetworzenia.

Celem pracy było określenie wpływu dodatku ekstraktów etanolowych tymianku, zielonej herbaty, handlowego ekstraktu rozmarynu i BHT na stabilność oksydacyjną

oraz zmniejszanie strat wartości odżywczej mięsa liofilizowanego przechowywanego w temp. pokojowej.

Material i metody badań

Jako przeciwutleniacze do badań wykorzystano ekstrakty roślinne oraz syntetyczny przeciwutleniacz BHT. Zieloną herbatę i tymianek zakupiono w handlu detalicznym, ekstrakt rozmarynu w firmie Naturex (Francja), natomiast BHT w firmie Merck (Niemcy). Proces ekstrakcji zielonej herbaty i tymianku wykonywano metodą Gramzy i wsp. [5]. Materiał roślinny (100 g) mielono i macerowano przez 24 h z użyciem 96 % etanolu, który następnie usuwano w wyparce próżniowej w temperaturze 50 – 60 °C. Uzyskane ekstrakty w postaci proszku przechowywano w chłodnym i ciemnym miejscu.

Do produkcji mięsa liofilizowanego wykorzystano świeżą karkówkę zakupioną u lokalnego dostawcy. Mięso rozdrobniono w wilku o średnicy oczek 3 mm, a następnie gotowano w parze w temp. 105 °C w ciągu 20 min i ogrzewano przez 4 h w temp. 70 °C. Po ostudzeniu mięso dzielono na porcje, zamrażano i liofilizowano w ciągu 24 h. W zliofilizowanym mięsie oznaczano skład podstawowy – zawartość wody [25], białka [26] i tłuszczu [24]. Produkt podzielono na 5 równych części, które zważono z dokładnością do 0,01 g. Jedną część zostawiono jako próbę kontrolną bez żadnych dodatków, a na powierzchnię pozostałych naniesiono przeciwutleniacze w postaci rozтворów etanolowych. Poziom dodatku antyoksydantów ustalony został na podstawie oznaczonej zawartości tłuszczu i wynosił odpowiednio: syntetyczny BHT oraz handlowy ekstrakt rozmarynu – 0,02 %, etanolowy ekstrakt tymianku i herbaty – 0,05 %, w stosunku do masy tłuszczu. Po naniesieniu przeciwutleniaczy mięso zostawiono przez noc w chłodnym pomieszczeniu w celu odparowania etanolu, następnie dzielono na mniejsze części i pakowano w woreczki z folii polietylenowej. Pomiarów dokonywano bezpośrednio po przygotowaniu oraz po 6, 12, 18 i 24 tygodniach przechowywania prób w temp. 18 - 20 °C, bez dostępu światła.

Szybkość utleniania lipidów określano na podstawie zmian zawartości nadtlenków [23] oraz substancji reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (metoda destylacyjna) [22]. Ekstrakcję tłuszczu prowadzono metodą Folcha [20]. Wpływ utlenionego tłuszczu na białko produktu charakteryzowano przez określenie zmian zawartości przyswajalnej lizyny i metioniny, oznaczanych kolorymetrycznie. Pomiar zawartości dostępnej lizyny polegał na oznaczeniu ilości wolnych grup ε-aminowych lizyny z wykorzystaniem kwasu 2,4,6-trinitrobenzenosulfonowego (TNBS). Reakcję prowadzono przez 75 min w temp. 40 °C, natomiast hydrolizę z użyciem stężonego HCl przez 2 h [6, 13]. Oznaczanie zawartości dostępnej metioniny polegało na hydrolizie enzymatycznej białka w obecności pankreatyny oraz wywołaniu reakcji barwnej grup

sulfonowych metioniny z nitroprusydkiem sodu [17, 21]. Zawartość tiaminy oznaczano metodą tiochromową, przy użyciu enzymu diastazy [2, 29].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Analizę najmniejszych istotnych różnic przeprowadzono w programie Statistica 7.1, za pomocą statystyk ANOVA z wykorzystaniem wariancji jednoczynnikowej. Wnioskowanie dokonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki składu podstawowego badanego produktu (tab. 1) posłużyły do ustalenia wielkości dodatku przeciwutleniaczy, które dozowano w stosunku do zawartości tłuszczu w mięsie. Dane dotyczące zawartości białka zostały wykorzystane przy przeliczaniu zawartości dostępnej lizyny na białko. Znajomość zawartości wody była konieczna do zmodyfikowania metody ekstrakcji tłuszczu poprzez dodatek odpowiedniej ilości wody tak, by otrzymać dwie niemieszające się fazy.

Tabela 1

Skład chemiczny mięsa suszonego.
Chemical composition of dried meat.

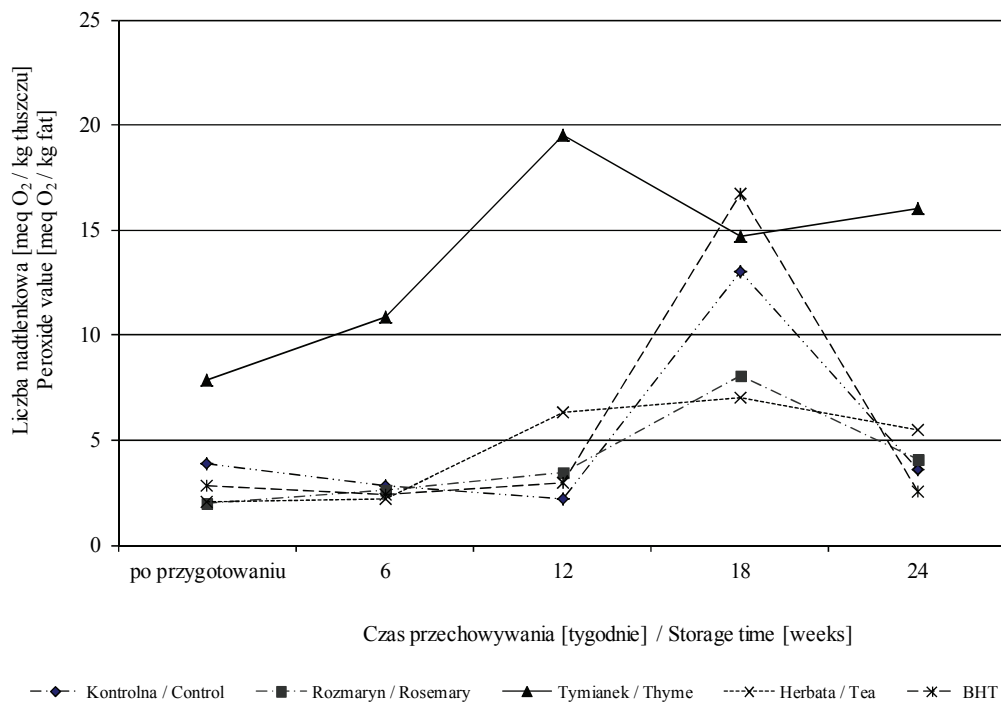
Składnik / Component	Zawartość / Content [%]
Woda / Water	6,95 ± 0,32
Tłuszcz / Fat	43,32 ± 1,15
Białko / Protein	48,34 ± 0,63

Zawartość wody w produktach suszonych waha się od 2 do kilkunastu procent, w zależności od metody suszenia. Wilgotność, oznaczona w badanym produkcie na poziomie 7 %, mieściła się w granicach typowej wilgotności mięsa suszonego [12, 14, 28].

Zmiany zawartości wskaźników utleniania tłuszczu w poszczególnych próbach w całym okresie przechowywania nie wykazywały stałej tendencji wzrostowej lub spadkowej (rys. 1 i 2), co świadczy o dynamicznym przebiegu procesów oksydacyjnych.

Zastosowane dodatki nie hamowały powstawania pierwotnych produktów utleniania tłuszczu, a ekstrakt tymianku wykazywał silne właściwości prooksydacyjne (rys. 1). W próbach z dodatkiem tymianku stwierdzono najwyższą wartość liczby nad-tlenkowej już w początkowym okresie, tuż po przygotowaniu. Oznaczona ilość pierwotnych produktów utleniania była ponad dwukrotnie większa w stosunku do próby

kontrolnej i nawet trzykrotnie wyższa w porównaniu z próbkami z pozostałymi dodatkami.

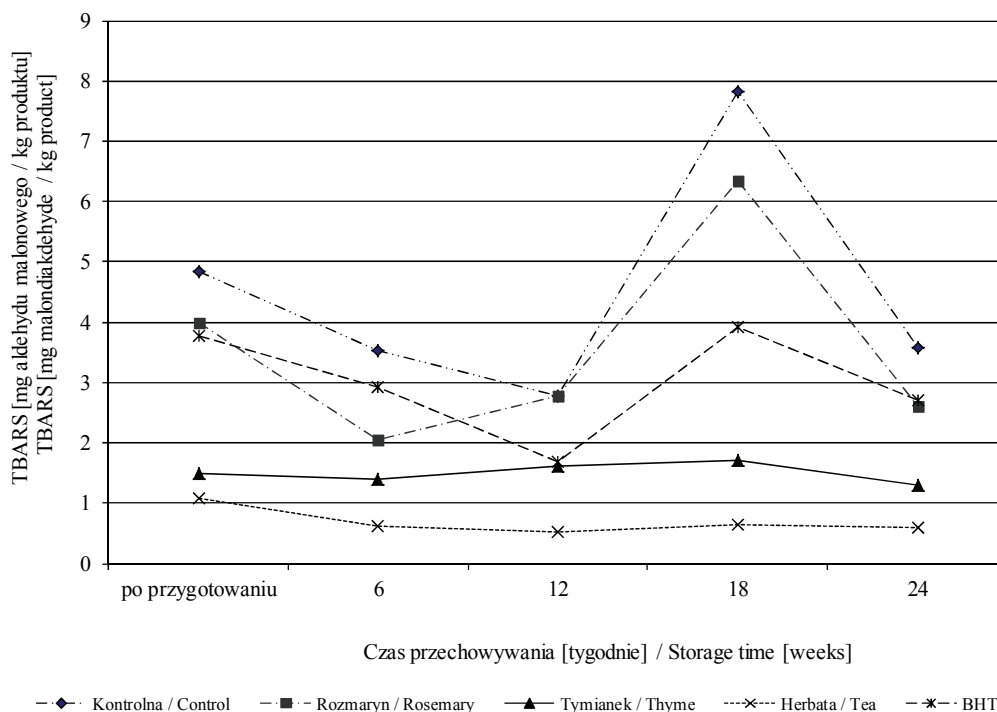


Rys. 1. Zmiany wartości liczby nadtlenkowej podczas przechowywania mięsa liofilizowanego.
Fig. 1. Changes in peroxide value in freeze-dried meat during storage.

Stosunkowo niewiele jest w literaturze danych dotyczących aktywności antyoksydacyjnej tymianku. Istnieją doniesienia, że efektywność olejków eterycznych tymianku, jako pierwotnych przeciwutleniaczy, uzależniona jest od gatunku rośliny, z której otrzymywane są związki czynne [36]. W układach modelowych nie udowodniono jednak ich prooksydacyjnego działania. Ekstrakt rozmarynu i BHT nie miały wpływu na zawartość nadtlenków w mięsie liofilizowanym – wartości liczby nadtlenkowej w próbkach z tymi dodatkami nie różniły się statystycznie od wartości próby kontrolnej. Zawartość nadtlenków w próbce kontrolnej była mała w porównaniu z oznaczoną w liofilizowanym mięsie tuńczyka przez Rahman i wsp. [28], zwłaszcza biorąc pod uwagę ponad 20-krotnie większą zawartość tłuszczu w liofilizowanej karkówce. Stabilność oksydacyjna produktu bezpośrednio związana jest z jego składem podstawowym, strukturą i warunkami przechowywania. Im większa jest zawartość tłuszczu, tym mniejszą odpornością na utlenianie charakteryzuje się produkt [34, 38]. W przypadku produktów suszonych, a zwłaszcza liofilizowanych, istotny wpływ na

stopień zmian oksydacyjnych ma również porowatość i rozwinięta powierzchnia kontaktu z tlenem [3, 14].

W przeprowadzonym doświadczeniu wszystkie przeciwutleniacze hamowały powstawanie substancji reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym. Przez cały okres badań ich zawartość była istotnie mniejsza w próbach z dodatkami w porównaniu z próbą kontrolną (rys. 2). Najwyższą aktywność antyoksydacyjną wykazywały ekstrakty herbaty i tymianku. W końcowym okresie przechowywania zawartość TBARS oznaczona w mięsie z tymi dodatkami była odpowiednio 6- i 3-krotnie mniejsza w porównaniu z próbą kontrolną.

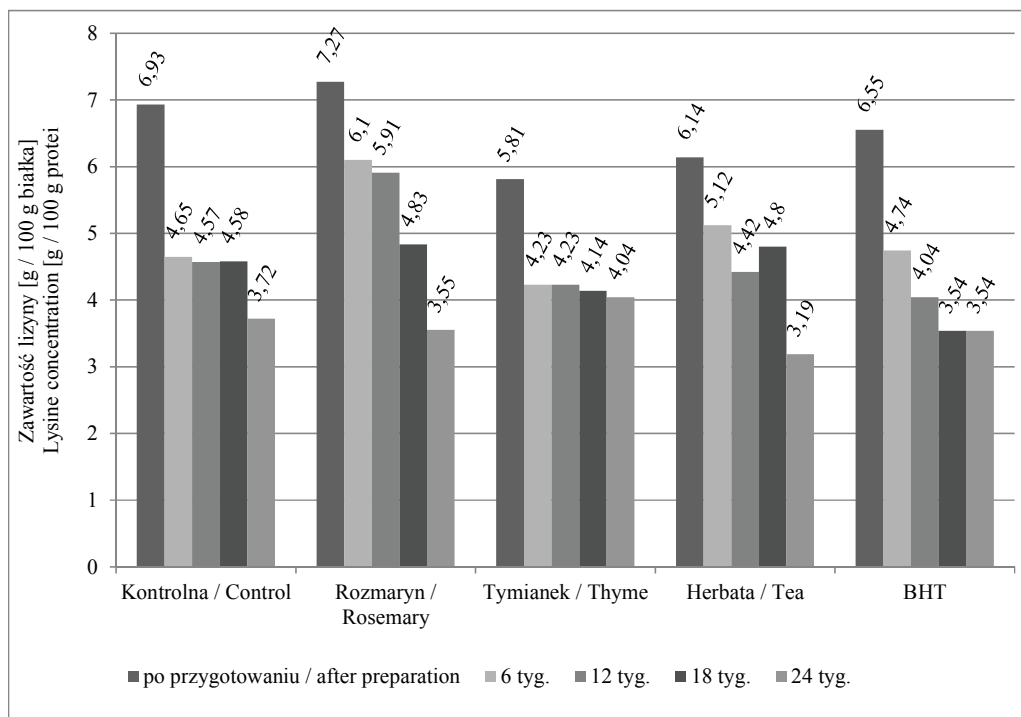


Rys. 2. Zmiany zawartości TBARS podczas przechowywania mięsa liofilizowanego.

Fig. 2. Changes in content of TBARS in freeze-dried meat during storage.

W próbach z BHT i ekstraktem rozmarynu zawartość wtórnych produktów utleniania była mniejsza w porównaniu z próbą bez dodatków o ponad 25 %. Aktywność przeciwutleniającą badanych dodatków w stosunku do wtórnych produktów oksydacji lipidów mięsa i jego przetworów, potwierdzono w licznych badaniach [4, 7, 9, 18, 31, 35].

Jednym z celów pracy była ocena wpływu obecności produktów utleniania tłuszczu na wartość odżywczą mięsa suszonego. Wieprzowina jest dobrym źródłem witaminy B₁ oraz charakteryzuje się korzystnym składem aminokwasów (w tym egzogennych), dlatego zawartość tych składników przyjęto za wymierny wskaźnik wartości żywieniowej badanego mięsa.

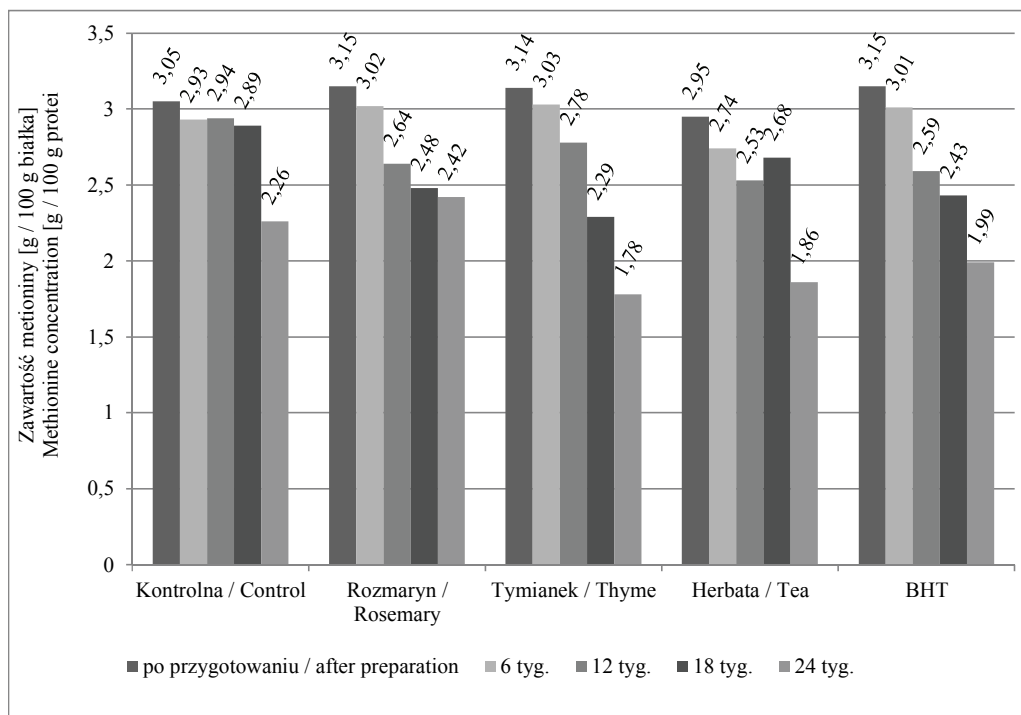


Rys. 3. Zmiany zawartości dostępnej lizyny podczas przechowywania mięsa liofilizowanego.

Fig. 3. Changes in content of available lysine in freeze-dried meat during storage.

W mięsie liofilizowanym żaden z dodatków przeciwutleniających nie wykazywał właściwości ochronnych w stosunku do dostępnej lizyny i metioniny (rys. 3 i 4). We wszystkich badanych próbach stwierdzono istotne zmniejszenie zawartości lizyny już w początkowym etapie przechowywania, po 6 tygodniach. Po 24 tygodniach przechowywania w próbie z dodatkiem ekstraktu zielonej herbaty stwierdzono istotnie mniejszą zawartość tego aminokwasu w porównaniu z próbą kontrolną. Pozostałe dodatki nie miały statystycznie istotnego wpływu na stabilność lizyny w liofilizowanym mięsie. W końcowym etapie doświadczenia największe straty tego aminokwasu stwierdzono w mięsie z dodatkiem ekstraktu rozmarynu – wynosiły one 51,2 %, natomiast najmniejsze w mięsie z ekstraktem tymianku – 30,5 % (rys. 3). W przypadku metioni-

ny najmniejsze straty po 24 tygodniach doświadczenia obserwowano w próbie z dodatkiem ekstraktu rozmarynu (19,7%). W mięsie z dodatkiem BHT oraz ekstraktu zielonej herbaty zawartość dostępnej metioniny zmniejszyła się odpowiednio o 33,7 i 32,0%. W próbach z ekstraktem tymianku straty dostępnej metioniny były największe i wynosiły 41,4% (rys. 4).

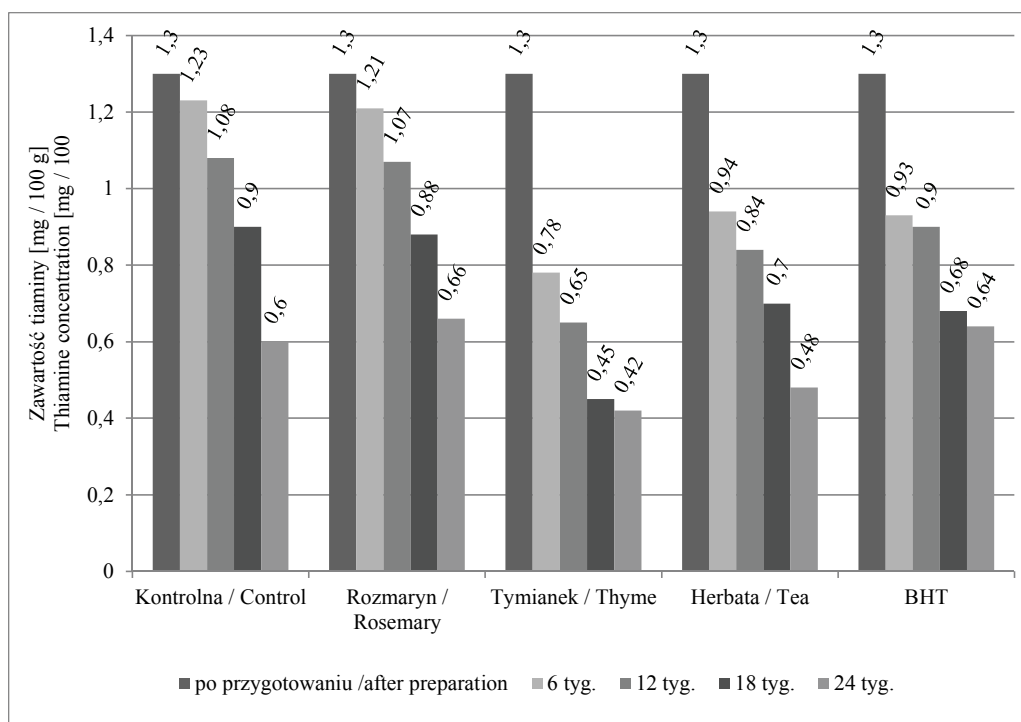


Rys. 4. Zmiany zawartości dostępnej metioniny podczas przechowywania mięsa liofilizowanego.

Fig. 4. Changes in content of available methionine in freeze-dried meat during storage.

Tylko nieliczne źródła uwzględniają wpływ produktów utleniania tłuszczu oraz dodatku przeciwutleniaczy na zmiany wartości odżywczej białka mięsa czy innych produktów białkowo-lipidowych. Efekt ochronny przeciwutleniaczy obserwowano w mrożonych pulpetach z mięsa wieprzowego, przy czym największą aktywnością charakteryzował się BHT [9]. Ekstrakty herbaty i rozmarynu wykazywały mniejszą efektywność, jednak po 180 dniach doświadczenia zawartość dostępnej lizyny w próbach z tymi dodatkami była wciąż istotnie większa w porównaniu z próbą kontrolną [9]. Również Korczak i wsp. [15] dowiedli ochronnego działania naturalnych przeciwutleniaczy w stosunku do dostępnej lizyny. W trakcie zamrażalniczego przechowywania pulpetów zastosowanie przeciwutleniaczy pozwoliło także w sposób istotny zmniejszyć straty dostępnej metioniny [9]. Pokorný i Davídek [27] sugerowali, że ok-

sydacyjne modyfikacje białek w pierwszej kolejności inicjowane są przez wodoronadtlenki. Janitz [11] również stwierdził, że kinetyka interakcji między aminokwasami i wodoronadtlenkami jest dużo bardziej intensywna niż w przypadku pochodnych aldehydowych, a reakcje z udziałem pierwotnych produktów utleniania mogą przebiegać z dużą szybkością nawet w temperaturze pokojowej. Zastosowane dodatki przeciwutleniające nie ograniczały powstawania nadtlenków, co mogło wpłynąć na brak działania ochronnego w stosunku do dostępnej lizyny i metioniny.



Rys. 5. Zmiany zawartości tiaminy podczas przechowywania mięsa liofilizowanego.

Fig. 5. Changes in content of thiamine in freeze-dried meat during storage.

Ochronne działanie przeciwutleniaczy w stosunku do tiaminy zawartej w mięsie liofilizowanym potwierdzono w przypadku ekstraktu rozmarynu i BHT (rys. 5). W próbach z dodatkiem ekstraktu rozmarynu straty witaminy B₁ były najmniejsze i wynosiły około 49%. W przypadku sterylizowanych konserw wieprzowych, ubytki tiaminy w obecności utlenionego smalcu w próbie z dodatkiem ekstraktu rozmarynu wynosiły około 58% i były znacznie mniejsze w porównaniu z próbą kontrolną [32]. Ekstrakty tymianku i herbaty znacząco zmniejszyły retencję tiaminy w mięsie liofilizowanym. Straty witaminy w próbach z ekstraktem tymianku sięgały 68%. Intensyw-

ne utlenianie tiaminy w próbach z ekstraktami tymianku i herbaty może być powiązane z ich właściwościami prooksydacyjnymi w pierwszych etapach utleniania tłuszczu. Zimińska [38] podaje, że w trakcie przechowywania mięsa suszonego w podwyższonej temperaturze otoczenia i przy stałym dostępie tlenu może mieć miejsce bardziej intensywne utlenianie tiaminy.

Uzyskane wyniki zmian wartości odżywczej mięsa liofilizowanego w trakcie przechowywania w warunkach sprzyjających utlenianiu różnią się znacznie od wyników otrzymanych podczas badań innych produktów mięsnych. Oprócz interakcji białkowo-lipidowych zachodzących w trakcie przechowywania produktu istotny wpływ na obniżenie wartości odżywczej mógł mieć etap przygotowania prób. Zimińska [39] oraz Świerczyński i Jaźwiński [33] podają, że wstępna obróbka termiczna mięsa przed suszeniem powinna odbywać się na zasadzie blanszowania. King i Chen [14] mięso przeznaczone do odwadniania próżniowego i sublimacyjnego ogrzewali przez 10 min w temp. 90 °C, natomiast przygotowanie prób do suszenia w złożu fluidalnym przez zespół Jayathilakan i wsp. [12] odbywało się przez obgotowanie niewielkich kawałków z dodatkiem przypraw. Dodatkowo przyjmuje się, że mięso przeznaczone do suszenia nie powinno być rozdrabniane w wilku, ponieważ zabieg ten oprócz uszkodzenia tkanek i nadmiernego rozwinięcia powierzchni kontaktu makrocząsteczek z tlenem, powoduje wtłoczenie dużej ilości powietrza do masy mięsnej [33, 39]. Powoduje to znaczne pogorszenie statusu oksydacyjnego surowca i zwiększenie podatności na utlenianie już na etapie przygotowania.

W przyjętych warunkach doświadczenia zahamowanie utleniania lipidów mięsa liofilizowanego okazało się trudne. Porowata struktura produktu, warunkująca dużą powierzchnię kontaktu makrocząsteczek z tlenem oraz tlenowe warunki przechowywania sprawiły, że żaden z zastosowanych dodatków nie działał przeciwutleniająco na etapie tworzenia i gromadzenia pierwotnych produktów oksydacji. Dodatkowo istotny problem stanowiły, zarejestrowane na tym etapie przemian, prooksydacyjne właściwości ekstraktów tymianku i herbaty. Zarówno ekstrakty roślinne, jak i syntetyczny BHT, zastosowany jako przeciwutleniacz „odniesienia” o udowodnionej wysokiej aktywności antyoksydacyjnej, pozwoliły istotnie ograniczyć tworzenie wtórnych produktów utleniania tłuszczu podczas całego okresu przechowywania mięsa liofilizowanego. Nie udowodniono ochronnego działania przeciwutleniaczy na wybrane aminokwasy mięsa, zarejestrowano natomiast największą retencję tiaminy w próbach z dodatkiem BHT oraz ekstraktu rozmarynu.

Wnioski

1. Zastosowane dodatki nie hamowały powstawania pierwotnych produktów utleniania tłuszczu, a ekstrakt tymianku działał silnie prooksydacyjnie.

2. Dodatki przeciwutleniające istotnie ograniczyły poziom TBARS. Najlepsze właściwości przeciwutleniające wykazywał ekstrakt zielonej herbaty oraz tymianku.
3. Zastosowane przeciwutleniacze nie wykazywały działania ochronnego w stosunku do dostępnej lizyny i metioniny.
4. Działanie ochronne w stosunku do tiaminy wykazywał BHT oraz ekstrakt rozmarynu.

Praca naukowa finansowana ze środków MNiSW w latach 2006-2009 jako projekt badawczy nr N312 025 31/2049.

Literatura

- [1] Bartnikowska E.: Przeciwdziałanie procesom utleniania w mięsie i przetworach mięsnych. *Przem. Spoż.*, 2004, **5**, 52-55.
- [2] Budślawski J., Drabent Z.: *Metody analizy żywności*. WNT, Warszawa 1972.
- [3] Estévez M., Cava R.: Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Sci.*, 2006, **72**, 348-355.
- [4] Estévez M., Ramírez R., Ventanas S., Cava R.: Sage and rosemary essentials oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT*, 2007, **40**, 58-65.
- [5] Gramza A., Khokhar S., Yoko S., Gliszczynska-Swiglo A., Hes M., Korczak J.: Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2006, **108** (4), 351-362.
- [6] Hall R.J., Trinder N., Givens D.: Observations on the use of 2,4,6-trinitrobenzosulphonic acid for the determination of available lysine in animal protein concentrates. *Analyst.*, 1973, **98**, 673-686.
- [7] Hernández-Hernández E., Ponce-Alquicira E., Jarmillo-Flores M.E., Guerrero Legaretta I.: Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Sci.*, 2009, **81**, 410-417.
- [8] Hęś M., Korczak J.: Wpływ produktów utlenienia lipidów na wartość odżywczą białka. *Nauka Przyr. Technol.* 2007, **1**, 1-4.
- [9] Hęś M., Korczak J., Gramza A.: Changes of lipid oxidation degrees and their influence on protein nutritive value of frozen meat products. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, **3**, 323-328.
- [10] Hoffmann K.: Nutritional value of proteins and protein requirements of people with special reference to meat proteins. *Mitteilungsbl. Bundesanst. Fleischforsch.*, 1993, **32**, 422-429.
- [11] Janitz W.: Interactions of meat fats and proteins with particular consideration of effect of oxidized fats on nutrition value of proteins. *Rocz. AR w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*, 1985, **147**, 16-31.
- [12] Jayathilakan K., Sharma G.K., Radhakrishna K., Bawa A.S.: Effect of natural antioxidants on the lipid stability of fluidised bed-dried mutton. *Food Chem.*, 2007, **100**, 662-668.
- [13] Kakade M.I., Liener I. E.: Determination of available lysine in proteins. *Anal. Biochem.*, 1969, **27**, 273-280.
- [14] King V.A.-E., Chen J.-F.: Oxidation of controlled low-temperature vacuum dehydrated and freeze-dried beef and pork. *Meat Sci.*, 1998, **1/2**, 11-19.
- [15] Korczak J., Hęś M., Gramza A., Jędrusek-Golińska A.: Influence of fat oxidation on the stability of lysine and protein digestibility in frozen meat products. *EJPAU*, 2004, **7**, 1-13.
- [16] Korczak J.: Procesy zachodzące podczas przechowywania tłuszczów. W: *Prawda o tłuszczach – pod red. J. Gawęckiego*. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań 1996, ss. 45-50.

- [17] McCarthy T.E., Sullivan M. X.: A new and highly specific colorimetric test for methionine. *J. Biol. Chem.*, 1941, **141**, 871.
- [18] Mitsumoto M., O'Grady M.N., Kerry J.P., Buckley D.J.: Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 773-779.
- [19] Nadolna I., Przygoda B.: Źródła witamin w diecie i ich straty w procesach przetwórczych. W: *Witaminy – pod red. J. Gawęckiego*. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań 2002, ss. 15-36.
- [20] Pérez-Palacios T., Ruiz J., Martín D., Muriel E., Antequera T.: Comparison of different methods for total lipid quantification in meat and meat products. *Food Chem.*, 2008, **110**, 1025-1029.
- [21] Pieniążek D., Rakowska M., Szkiłłądziowa W., Grabarek Z.: Estimation of available methionine and cysteine in proteins of food products by in vitro methods. *Br. J. Nutr.*, 1975, **34**, 175.
- [22] Pikul J., Leszczynski D. E., Kummerow F. A.: Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *J. Agric. Food Chem.*, 1989, **37**, 1309-1313.
- [23] PN-ISO 3960:1996 Oleje i tłuszcze roślinne zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [24] PN –ISO 1444:2000, Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu.
- [25] PN – ISO 1442:2000, Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości wody.
- [26] PN-75/A-04018/Az3:2002, Produkty rolno-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
- [27] Pokorný J., Davídek J.: Influence in interactions of proteins with oxidized lipids on nutrition and sensory value of food. *Acta Aliment.* 1979, **5**, 87-95.
- [28] Rahman M.S., Al-Amri O.S., Al-Bulushi I.M.: Pores and physico-chemical characteristics of dried tuna produced by different methods of drying. *J. Food Eng.*, 2002, **53**, 301-313.
- [29] Rettenmaier R., Vuilleumier J.P., Müller-Mulut W.: Zur quantitative Vitamin-B₁ – Bestimmung in Nahrungsmitteln und biologischem Material. *Z. Lebensm. Unteres-Forsch.-Ber.*, 1979, **168**, 120-124.
- [30] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2010 r. Nr 136, poz. 914 oraz Nr 182, poz. 1228.
- [31] Sebranek J.G., Sewalt V.J.H., Robbins K.L., Houser T.A.: Comparison of natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 289-296.
- [32] Szymandera-Buszka K.: The quantitative and qualitative changes of thiamine in sterilized pork in the presence of selected technological additives. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 59-62.
- [33] Świerczyński A., Jaźwiński E.: Koncentrowanie żywności. W: *Technologia koncentratów spożywczych*. Praca zbiorowa. PWiS, Warszawa 1970, ss. 51-67.
- [34] Tang S., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J., Morrissey P.A.: Antioxidative effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish to lipid oxidation. *Food Res. Int.*, 2001, **34**, 651-657.
- [35] Tang S.Z., Ou S.Y., Huang X.S., Li W., Kerry J.P., Buckley D.J.: Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 248-253.
- [36] Tepe B., Sokmen M., Akpulat H.A., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A.: Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 447-454.
- [37] Veberg A., Vogt G., Wold J.P.: Fluorescence in aldehyde model systems related to lipid oxidation. *LWT*, 2006, **39**, 562-570.
- [38] Waszkowiak K., Dolata W.: The application of collagen as carriers of rosemary extract in the production of processed meat. *Meat Sci.*, 2007, **75**, 178-183.
- [39] Zimińska H.: Podstawy utrwalania surowców rzeźnych. W: *Technologia mięsa – pod red. W. Pezackiego*. WNT, Warszawa 1981, ss. 311-366.

EFFECT OF ANTIOXIDANT ADDITIVES ON NUTRITIVE VALUE OF DRIED MEAT**S u m m a r y**

The objective of the research performed was to determine the effect of added ethanolic extracts of thyme, green tea, and commercial extract of rosemary and butylated hydroxytoluene (BHT) on the oxidation stability and the reduction of nutritional losses of lyophilized meat stored at 18 - 20 °C. Ethanolic extracts of thyme and tea, and a rosemary extract and BHT were applied onto the meat surface. In relation to the lipid weight, the amounts of applied extracts were, respectively: 0.05 %, and 0.02 %. A reference sample was the one with no additives. The degree of lipid oxidation level in the meat stored was determined based on changes in the contents of peroxides and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), whereas the nutritive value thereof on the basis of the contents of thiamine and essential amino-acids: lysine and methionine.

The additives applied did not inhibit the production of primary lipid oxidation products (peroxides and hydroperoxides), and the thyme extract demonstrated a strong oxidation-supporting activity. An antioxidant activity of all the additives was observed with regard to the secondary lipid oxidation products denoted as TBARS. None of the additives showed any protective activity as regards the exogenous amino acids. The highest loss of the available lysine was found in a sample with rosemary extract added; it amounted to nearly 51 %. The highest decrease in the content of available methionine, amounting to about 41 %, was reported in the samples with the thyme extract applied. The protective activity of anti-oxidants was found as regards the thiamine. In the samples with BHT and rosemary additives, significantly lower losses of this vitamin were found compared to the control sample.

Key words: meat, lyophilization, oxidation of lipids, antioxidants, nutritive value ☒

ANNA M. SALEJDA, GRAŻYNA KRASNOWSKA, URSZULA TRIL

PRÓBA WYKORZYSTANIA PRZECIWUTLENIAJĄCYCH WŁAŚCIWOŚCI EKSTRAKTU ZIELONEJ HERBATY W PRODUKCJI MODELOWYCH PRZETWORÓW MIĘSNYCH

Streszczenie

Celem pracy była ocena wybranych wyróżników jakości modelowych przetworów mięsnych wyprodukowanych z dodatkiem roślinnych substancji o właściwościach przeciwutleniających. Przetwory mięsne otrzymano z mięsa wieprzowego i słoniny oraz z dodatkiem wodnego wyciągu liści zielonej herbaty (*Camellia sinensis*). W gotowych produktach oznaczano parametry technologiczne: wyciek termiczny i wydajność procesu, przeprowadzono analizę profilu tekstury oraz oznaczono składowe barwy wg skali $L^*a^*b^*$. Intensywność zachodzących procesów oksydacyjnych, podczas 30-dniowego okresu chłodniczego przechowywania, oznaczono poprzez określenie zdolności neutralizowania wolnych rodników (DPPH.) oraz oznaczenie produktów reakcji z kwasem tiobarbiturowym (TBARS). W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zastosowanie wodnego wyciągu z liści zielonej herbaty w modelowych farszach skutecznie ograniczało niekorzystne procesy utleniania tłuszczów badanych przetworów. Jednocześnie wykazano istotny wpływ zastosowanego preparatu na właściwości technologiczne oraz sensoryczne wyprodukowanych przetworów.

Słowa kluczowe: przetwory mięsne, zielona herbata, przeciwutleniacze

Wprowadzenie

Najważniejszym celem producentów żywności jest dostarczenie na rynek produktów o pożądanym cechach sensorycznych, wysokiej wartości odżywczej, a przede wszystkim bezpiecznych dla zdrowia. Żywność wnosi do organizmu wiele cennych składników odżywczych, jednak może być źródłem substancji mogących mieć negatywny wpływ na zdrowie. Mięso i jego przetwory mogą ulegać niepożądanym zmianom podczas przetwarzania i przechowywania ze względu na dużą zawartość wody, białka i tłuszczu. Procesy utleniania frakcji tłuszczowej i białkowej są główną przyczyną obniżania jakości przetworów mięsnych. Wpływają bowiem niekorzystnie na

Dr inż. A. M. Salejda, dr hab. G. Krasnowska, prof. UP, mgr inż. U. Tril, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

właściwości sensoryczne (pogorszenie smaku, zapachu, barwy) i technologiczne (zwiększenie wycieku termicznego, niepożądane zmiany tekstury), a także przyczyniają się do obniżenia wartości odżywczej (zmniejszenie zawartości witamin i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, nagromadzenie toksycznych produktów oksydacji) [13, 16]. Procesy jęlczenia oksydacyjnego w mięsie i jego przetworach mogą być skutecznie kontrolowane i ograniczane przez optymalizację procesów w całym łańcuchu produkcji, tj. poprzez odpowiednie żywienie zwierząt, sposób pakowania gotowych wyrobów, dobór warunków przechowywania i dystrybucji, a także zastosowanie w procesie technologicznym substancji o właściwościach przeciwutleniających [17, 13]. Dodatek przeciwutleniaczy do przetworów mięsnych jest najczęściej stosowaną metodą przedłużania ich trwałości. Wprowadzenie niewielkich ilości syntetycznych związków przeciwutleniających, takich jak: BHA, BHT, TBHQ, PG czy NDGA skutecznie ogranicza utlenianie lipidów, jednak jest kontrowersyjne ze względu na możliwe kancerogenne działanie tych dodatków [16, 17, 20]. Poszukuje się zatem źródeł naturalnych substancji inhibujących procesy utleniania. Obecnie w produkcji żywca i przetwórstwie mięsa zastosowanie mają polifenole i pochodne witamin [2, 8, 22]. Niektóre antyoksydanty nie znalazły zastosowania w przemyśle spożywczym ze względu na ograniczoną dostępność lub wysokie koszty ich pozyskania.

Bogatym źródłem związków biologicznie czynnych są liście zielonej herbaty (*Camellia sinensis*). Obecne w zielonej herbacie katechiny (flawan-3-ole, najliczniejsza grupa polifenoli herbat niefermentowanych) mają właściwości antyoksydacyjne silniejsze niż właściwości wielu związków powszechnie uważanych za silne przeciwutleniacze (tj. glutation, kwas askorbinowy, α -tokoferol). Działanie przeciwutleniające katechin zielonej herbaty przejawia się przede wszystkim w zdolności do wychwytywania wolnych rodników. Polifenole chelatują także jony metali ciężkich, będące katalizatorami reakcji wolnorodnikowych. Ponadto substancje czynne zawarte w wodnych i alkoholowych wyciągach z zielonej herbaty wykazują działanie bakterio- i wirusobójcze, jak również przeciwdziałają arteriosklerozie i procesom mutagennym [2, 5, 9, 17].

Celem badań była ocena wybranych wyróżników jakości modelowych przetworów mięsnych wyprodukowanych z udziałem wodnego wyciągu z liści zielonej herbaty.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły modelowe przetwory mięsne homogenizowane, parzone wyprodukowane z farszu mięsno-tłuszczowego (szynka wieprzowa kl. II, słonina). W procesie produkcyjnym zastosowano także peklosól, wodę oraz wodny wyciąg z zielonej herbaty (zgodnie z tab. 1). Wyciągi wodne sporządzano z 5 g suchych liści zielonej herbaty i 200 ml wody destylowanej o temperaturze 80 °C. Proces

ekstrakcji prowadzono przez 20 min, gotowy napar sączono przez bibułę filtracyjną, a następnie chłodzono do temp. 4 °C.

Gotowe przetwory poddawano dalszym badaniom, bezpośrednio po procesie produkcyjnym oraz po 30-dniowym przechowywaniu w opakowaniach *vaccum* w temp. 4 °C. W próbach modelowych przetworów, w każdej z pięciu serii doświadczalnych, oznaczano parametry technologiczne, tj. wyciek termiczny metodą Pohja [15] oraz wydajność procesu poprzez określenie stosunku ilości uzyskanego produktu finalnego do ilości wsadu użytego do produkcji. Przeprowadzono analizę profilu tekstury przetworów, wykorzystując urządzenie do badań wytrzymałościowych firmy Zwic/Roell Z010. Ściskanie prób przetworów o wymiarach 15×27 mm prowadzono testem TPA 75 (75 % odkształcenie, prędkość przesuwu głowicy 60 mm/min, czas relaksacji 30 s). Wyznaczano następujące parametry: twardość [N], spoistość [-], sprężystość [mm], żuwalność [Nm] oraz gumowatość [N]. W badaniach oznaczano także składowe barwy ocenianych wyrobów wg skali L*a*b* w systemie CIE Lab (aparatury Minolta CR-200b). Intensywność zachodzących procesów oksydacyjnych oznaczano przez określenie zdolności neutralizowania wolnych rodników z wykorzystaniem alkoholowego roztworu rodnika DPPH (pomiar przy długości fali $\lambda = 517$ nm) [1] oraz oznaczenie produktów reakcji z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) [11]. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną wybranych wariantów modelowych przetworów. Ocenie poddawano następujące wyróżniki: wygląd ogólny, konsystencję, zapach, barwę oraz smak wg 5-punktowej skali hedonicznej.

Tabela 1

Skład recepturowy modelowych przetworów mięsnych.
Ingredients acc. to formula of model meat products.

Składnik recepturowy Ingredient acc. to formula		Dodatek wyciągu z zielonej herbaty [g] Quantity of green tea extract added [g]			
		0	5	15	25
Składniki podstawowe [g] Basic ingredients [g]	szynka wieprzowa kl. II pork ham, Class II	70	70	70	70
	słonina kl. I back-fat, Class I	30	30	30	30
Dodatki [g] Additives [g]	peklosól curing salt	2	2	2	2
	woda water	25	20	10	0

Analizę statystyczną wyników opracowano w programie statystycznym Statistica ver. 9.0, przeprowadzając jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana przy poziomie ufności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń parametrów technologicznych zamieszczono w tab. 2. Zastosowanie dodatku roślinnego zawierającego substancje o właściwościach przeciwutleniających w ilości 5 i 15 g w produkcji modelowych przetworów mięsnych nie miało istotnego wpływu na wielkość wycieku termicznego. Natomiast wprowadzenie zamiast 25 g wody wyciągu wodnego z liści zielonej herbaty doprowadziło do istotnego zwiększenia wartości wycieku po obróbce termicznej (6,80 %) w porównaniu z próbą kontrolną (4,26 %). Większy wyciek skutkowało odpowiednio mniejszą wydajnością procesu produkcji. W próbach modelowych przetworów mięsnych wyprodukowanych z mniejszym dodatkiem wyciągu roślinnego uzyskano wyższe wartości badanego parametru (94,41 % i 93,71 %) niż w przetworach z 25 g udziałem wyciągu z zielonej herbaty (91,92 %).

Tabela 2

Wybrane parametry technologiczne modelowych przetworów mięsnych ($p \leq 0,05$).
Selected technological parameters of model meat products ($p \leq 0,05$).

Wyszczególnienie Item	Dodatek wyciągu z zielonej herbaty [g] Quantity of green tea extract added [g]	Wyciek termiczny [%] Thermal drip [%] n=15	Wydajność produkcji [%] Process Yield [%] n=15
Wyciąg z zielonej herbaty Green tea extract	0	4,26 ^a	94,90 ^b
	5	4,68 ^a	94,41 ^b
	15	5,24 ^a	93,71 ^b
	25	6,80 ^b	91,92 ^a
SD		1,33	1,56
NIR		2,07	2,45

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne przy $\alpha \leq 0,05$ / different letters in columns denote statistically significant differences at $\alpha \leq 0.05$.

Tekstura przetworów mięsnych w dużym stopniu kształtowana jest przez ich skład recepturowy, w tym zawartość surowca mięsnego i tłuszczowego, stopień uwod-

nienia białek, a także poprzez rodzaj i ilość wprowadzonych substancji dodatkowych [14]. W badaniach własnych, dotyczących analizy profilu tekstury modelowych przetworów dowiedziono, że zastąpienie części wody dodanej przez wyciąg wodny herbaty zielonej, bogaty w substancje o właściwościach przeciwutleniających, powoduje istotne różnice w wartościach uzyskanych z pomiaru takich wyróżników, jak: twardość, sprężystość, spoistość, żuwalność i gumowatość (tab. 3).

Wraz ze wzrostem stężenia wyciągu z zielonej herbaty w recepturze farszów mięsnych stwierdzono zmniejszenie twardości gotowych przetworów. Największy spadek, w porównaniu z wartością uzyskaną w próbie kontrolnej (30,55 N), zmierzono w przetworach wyprodukowanych z 15 i 25 g udziałem zielonej herbaty (22,00 N). Zależność tę obserwowano również w próbach przechowywanych przez 30 dni w warunkach chłodniczych. Proces przechowywania istotnie wpłynął na wzrost twardości w wariantach przetworów o najmniejszym udziale wyciągu z herbaty (5 g) i w próbie kontrolnej.

Tabela 3

Wartości wybranych parametrów tekstury modelowych przetworów mięsnych.
Values of selected textural parameters of model meat products.

Parametry tekstury Textural parameters n = 50	Czas [dni] Time [days]	Dodatek wyciągu z zielonej herbaty [g] Quantity of green tea extract added [g]			
		0	5	15	25
Twardość [N] Hardness [N]	0	30,55 ^{bc}	25,90 ^{ab}	22,80 ^a	22,0 ^a
	30	33,39 ^d	30,90 ^c	26,50 ^{ab}	24,0 ^a
Sprężystość [mm] Springiness [mm]	0	0,71 ^{ab}	0,70 ^{ab}	0,71 ^{ab}	0,66 ^a
	30	0,78 ^c	0,75 ^{bc}	0,71 ^{ab}	0,69 ^{ab}
Spoistość [-] Cohesiveness [-]	0	0,43 ^d	0,42 ^d	0,37 ^{bc}	0,34 ^{ab}
	30	0,37 ^{bc}	0,38 ^c	0,35 ^{abc}	0,32 ^a
Żuwalność [Nm] Chewiness [Nm]	0	9,61 ^{cd}	7,96 ^{bc}	6,01 ^{ab}	5,16 ^a
	30	9,98 ^{cd}	10,70 ^d	6,63 ^{ab}	5,84 ^{ab}
Gumowatość [N] Gumminess [N]	0	13,27 ^d	11,03 ^{bc}	8,35 ^{ab}	7,63 ^a
	30	12,96 ^{cd}	12,24 ^{cd}	8,83 ^{ab}	8,48 ^{ab}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – różne litery w wierszach dla danego wyróżnika oznaczają różnice statystycznie istotne przy $\alpha \leq 0,05$ / different letters in rows relating to a given attribute denote statistically significant differences at $\alpha \leq 0.05$.

Zwiększanie dodatku roślinnych substancji o właściwościach antyoksydacyjnych skutkowało również obniżeniem wartości uzyskanych z pomiaru sprężystości i spoistości, chociaż nie wszystkie były statystycznie istotne. Najniższe wartości badanych parametrów uzyskano w modelowych przetworach z najwyższym dodatkiem wyciągu z herbaty, tj. na poziomie 25 g (odpowiednio: 0,66 mm i 0,34). Podobną tendencję stwierdzono podczas chłodniczego przechowywania przetworów. Zarówno sprężystość i spoistość w 30. dniu od wyprodukowania była wyższa w próbach z 5 i 15 g oraz bez udziału wyciągu z zielonej herbaty niż w przetworach zawierających największą ilość dodatku roślinnego.

Modelowe przetwory mięsne zawierające 15 i 25 g dodatek wyciągu z zielonej herbaty cechowały się ponadto najniższymi wartościami uzyskanymi z pomiaru takich parametrów tekstury, jak: żuwalność oraz gumowatość (odpowiednio: 6,01 i 5,16 Nm oraz 8,35 i 7,63 N). Proces chłodniczego przechowywania skutkowało istotną zmianą badanych wyróżników, przy czym próby przechowywane cechowały się wyższymi wartościami żuwalności i niższymi gumowatości w porównaniu z wynikami uzyskanymi bezpośrednio po produkcji. Natomiast w przetworach, w których nie zastosowano dodatku wodnego wyciągu z herbaty nie stwierdzono tak istotnych zmian wartości tych parametrów.

Wyniki uzyskane z pomiarów parametrów barwy modelowych przetworów mięsnych przedstawiono w tab. 4.

Wprowadzenie do farszu mięsno-tłuszczowego wyciągu z liści herbaty zielonej istotnie wpłynęło na wartość parametru L^* , odpowiadającego jasności fotometrycznej. Wraz z rosnącym dodatkiem wyciągu modelowe przetwory mięsne po obróbce termicznej były mniej jasne. Proces ciemnienia postępował również wraz z upływem czasu, przy czym próby kontrolne i z 5 g dodatkiem cechowały się większą stabilnością tego parametru. W pracach Yu i wsp. [22], oceniających właściwości przeciwutleniające wodnego ekstraktu rozmarynu, również dowiedziono, że rosnący dodatek tego ekstraktu powoduje ciemnienie wyrobów z gotowanego mięsa drobiowego. Podobne Fernández-López i wsp. [4] wykazali, że zastosowanie dodatku ekstraktów rozmarynu, czosnku oraz pomarańczy i cytryny do klopsów wołowych spowodowało nieznaczne zmniejszenie jasności wyrobów. Również jasność drobiowych hamburgerów z dodatkiem tarczycy bajkalskiej maleje w miarę zwiększenia poziomu tego dodatku [7]. Jednak w badaniach wyżej cytowanych autorów stwierdzono wzrost parametru L^* w kolejnych dniach przechowywania. W przeciwieństwie do przytoczonych wyników, w badaniach własnych, podobnie jak w pracy McCarthy i wsp. [10] oraz Mitsumoto i wsp. [12], nie zaobserwowano tendencji do zwiększania się poziomu jasności w próbach po przechowywaniu chłodniczym.

Tabela 4

Wartości parametrów barwy modelowych przetworów mięsnych.
Values of colour parameters of model meat products.

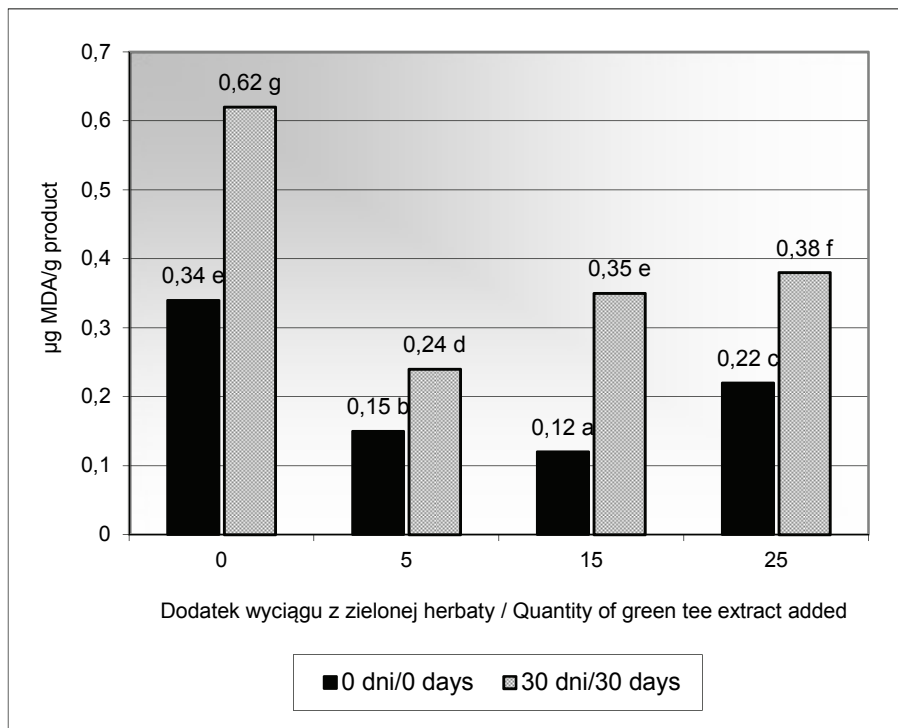
Wyróżnik Attribute n = 25	Dodatek wyciągu z zielonej herbaty [g] Quantity of green tea extract added [g]	Czas przechowywania [dni] Storage time [days]		SD
		0	30	
L*	0	72,43 ^c	70,76 ^{bc}	11,69
	5	70,64 ^{bc}	70,94 ^{bc}	
	15	70,66 ^{bc}	68,49 ^a	
	25	70,28 ^{ab}	68,64 ^a	
a*	0	3,30 ^a	5,54 ^d	00,99
	5	4,06 ^b	5,39 ^{cd}	
	15	4,92 ^c	5,89 ^e	
	25	5,22 ^{cd}	5,90 ^e	
b*	0	7,50 ^d	7,07 ^c	11,08
	5	6,55 ^b	5,88 ^a	
	15	10,07 ^e	6,79 ^{bc}	
	25	10,24 ^e	6,80 ^{bc}	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b – różne litery w kolumnach i wierszach dla danego wyróżnika oznaczają różnice statystycznie istotne przy $\alpha \leq 0,05$ / different letters in columns and rows relating to a given attribute denote statistically significant differences at $\alpha \leq 0.05$.

Modelowe przetwory uzyskane z farszów zawierających w składzie recepturowym napar z zielonej herbaty charakteryzowały się wyższą wartością parametru a* niż próby kontrolne, przy czym po 30-dniowym przechowywaniu wartości te były wyższe niż bezpośrednio po procesie produkcji. Podobne zmiany zaobserwowali Cheorun i wsp. [2] w pulpetach z mięsa wieprzowego z dodatkiem ekstraktu zielonej herbaty w proszku oraz McCarthy i wsp. [10] stosując 0,25 % dodatek katechin.

Kolejnym etapem badań była ocena wpływu zastosowanego dodatku na stabilność oksydacyjną wyprodukowanych przetworów. Wyniki uzyskane z oznaczenia produktów reakcji z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) wskazują, że we frakcji lipidowej modelowych przetworów mięsnych zachodziły procesy utleniania podczas 30-dniowego okresu przechowywania, a zastosowany w procesie produkcji dodatek roślinny miał istotny wpływ na ich intensywność (rys. 1).



Rys. 1. Wartość wskaźnika TBARS modelowych przetworów mięsnych.

Fig. 1. TBARS value of model meat products.

Modelowe farsze mięsno-tłuszczowe, które w składzie recepturowym zawierały ekstrakt wodny z liści zielonej herbaty, charakteryzowały się niższym wskaźnikiem TBARS oznaczonym bezpośrednio po produkcji (0,12 – 0,22 µg MDA/g produktu) niż próby kontrolne bez dodatku substancji roślinnej (0,34 µg MDA/g produktu). Najmniej produktów reagujących z kwasem tiobarbiturowym oznaczono w próbach zawierających 15 g wyciągu z zielonej herbaty. Podobnie, jak w badaniach Hęś i wsp. [6], Cheuron i wsp. [2], Wójciak i wsp. [21] oraz Tang i wsp. [17], udział w przetworach substancji przeciwutleniających otrzymanych z zielonej herbaty skutecznie ograniczał niekorzystne procesy utleniania podczas przechowywania. Jednakże w przetworach mięsnych wyprodukowanych z 5 g udziałem ekstraktu zostały one najskuteczniej zahamowane, co przejawiało się najmniejszą zawartością związków reagujących z kwasem tiobarbiturowym (0,24 µg MDA/g produktu). Postępujący proces utleniania tłuszczów zawartych w próbach kontrolnych skutkowało podwojeniem ilości powstałego aldehydu dimalonowego (odpowiednio: z 0,34 µg MDA/g produktu świeżego do 0,62 µg MDA/g produktu przechowywanego).

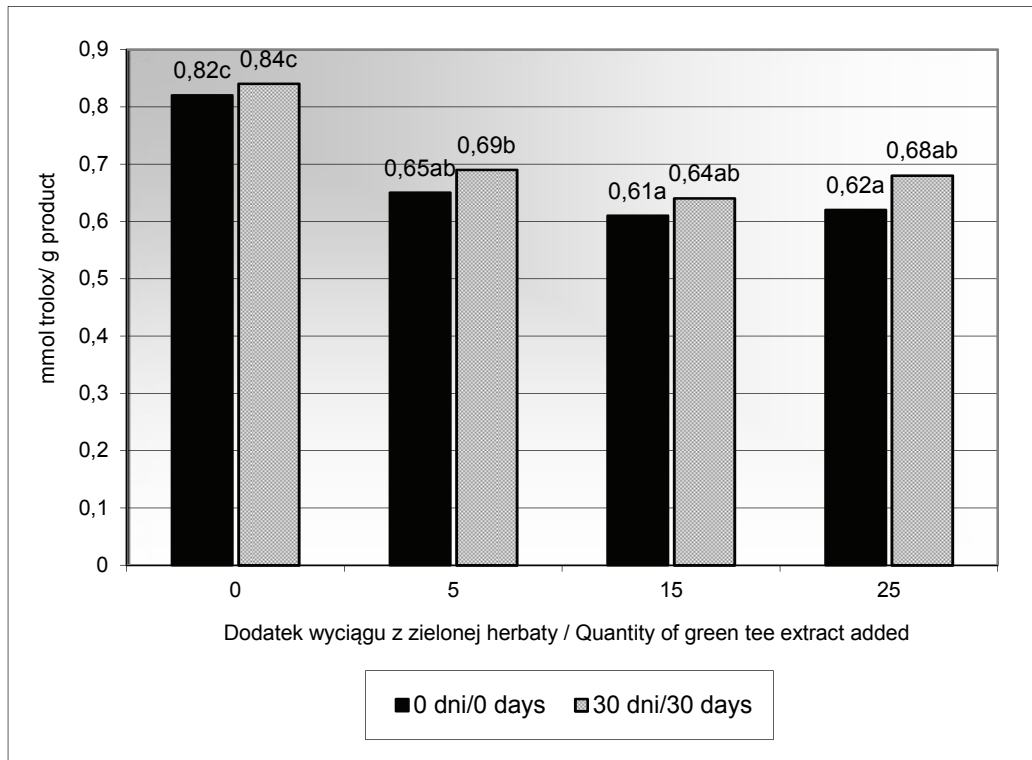
Tang i wsp. [19], w badaniach nad wpływem dodatków katechin z herbaty na przetwory z mielonego mięsa wołowego, również wykazali skuteczne działanie antyoksydacyjne już w niskiej dawce przeciwutleniacza. Wzrost ilości dodawanych katechin, podobnie jak w niniejszej pracy, nie powodował znaczącego obniżenia wartości wskaźnika TBARS. Silne właściwości przeciwutleniające substancji zawartych w zielonej herbacie wykazali również McCarthy i wsp. [10] w próbie porównawczej z syntetycznymi przeciwutleniaczami. Także Niessen i wsp. [13], w badaniach dotyczących produkcji pulpetów wieprzowych z dodatkiem różnych ekstraktów roślinnych na poziomie 200 ppm, wykazali istotnie silniejsze właściwości antyoksydacyjne ekstraktu etanolowego otrzymanego z zielonej herbaty w porównaniu z rozmarynem czy kawą. Natomiast Estevez i Cava [3], badając stabilność oksydacyjną parówek z mięsa wieprzowego, stwierdzili duże zmienności w działaniu czynnika przeciwutleniającego w zależności od wprowadzonych dawek. Stosując bowiem w pierwszej partii produkcyjnej dodatek 150 ppm olejku rozmarynu, nie odnotowali jego wpływu na procesy oksydacji, bardziej skuteczne okazały się jego większe dawki. Natomiast w drugiej partii produkcyjnej wykazano działanie inhibujące olejku rozmarynu wobec utleniania tłuszczów już przy poziomie najniższym, a zwiększenie dawki skutkowało niepożądanymi zmianami prooksydacyjnymi, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych.

W celu szerszego zobrazowania skuteczności antyoksydacyjnej zastosowanego w badaniach wodnego wyciągu z liści zielonej herbaty określono jego działanie wobec rodnika 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu (DPPH·). Substancje o właściwościach antyoksydacyjnych zawarte w zielonej herbacie wykazywały większą zdolność neutralizowania wolnych rodników (0,61 – 0,65 mmol troloxu/g produktu) niż związki zawarte w przetworach kontrolnych (0,82 mmol troloxu/g produktu) wyprodukowanych bez dodatku roślinnego (rys. 2). Czas przechowywania oraz stężenie wyciągu z zielonej herbaty w modelowych przetworach mięsnych nie miały wpływu na działanie inhibicyjne antyoksydantów wobec rodników DPPH.

Również Tang i wsp. [18] dowiedli, że katechiny uzyskane z zielonej herbaty powodują zwiększenie poziomu wygaszania wolnych rodników w mięsie kurcząt. Podobne obserwacje poczynili Cheuron i wsp. [2] w próbach surowego mielonego mięsa wieprzowego i gotowanych pulpetach z dodatkiem etanolowego ekstraktu zielonej herbaty w postaci sypekij.

Ocenie sensorycznej, przeprowadzonej przez 5-osobowy zespół oceniający, poddano przetwory mięsne wyprodukowane bez dodatku substancji o właściwościach przeciwutleniających i wariant z jej 5 g dodatkiem. W badaniach wykazano, że przetwory zawierające wyciąg z zielonej herbaty cechowały się porównywalnym smakiem i zapachem z próbami kontrolnymi (odpowiednio: 4,00 i 3,80 pkt – próby właściwe oraz 4,18 i 3,82 pkt – próby kontrolne) oraz bardziej pożądaną konsystencją (odpowiednio: 3,07 i 2,87 pkt). Zastosowany dodatek powodował jednak odchylenia barwy,

którą w przetworach kontrolnych oceniono na poziomie 4,32 pkt, a w próbach z zieloną herbatą na 4,00 pkt, co znalazło odzwierciedlenie w ocenie wyglądu ogólnego. Wygląd ogólny oceniono wyżej w przetworach z grupy kontrolnej (3,71 pkt) niż w próbach o zmodyfikowanym składzie (3,27 pkt).



Rys. 2. Siła wiązania rodnika DPPH przez substancje zawarte w modelowych przetworach mięsnych.
Fig. 2. Capacity of binding DPPH radical by substances contained in model meat products.

Reasumując, można stwierdzić, że zaproponowane zmiany receptury modelowych farszów pozwalają uzyskać zadowalające efekty technologiczne przy niższych poziomach zastosowanego roślinnego dodatku o właściwościach przeciwutleniających. Zastosowanie w procesie produkcji wodnego wyciągu z zielonej herbaty na poziomie 5 g nie powodowało zmian w ocenie wyroźników sensorycznych, takich jak smak i zapach, jednak przyczyniło się do obniżenia wrażenia sensorycznego dotyczącego wyglądu ogólnego i barwy, co wskazuje na konieczność wprowadzenia do receptury innych substancji mogących zniwelować niepożądane zmiany (np. plazmę krwi).

Wnioski

1. Zastosowanie w recepturze farszów mięsno-tłuszczowych substancji o właściwościach przeciwutleniających, uzyskanych z liści herbaty zielonej, powoduje zmiany tekstury oraz barwy modelowych przetworów mięsnych.
2. Wyciąg wodny z liści herbaty zielonej wprowadzony do farszów skutecznie ograniczał procesy oksydacyjne zachodzące w tłuszczu badanych przetworów.
3. Doświadczalne przetwory mięsne charakteryzowały się bardziej pożądaną konsystencją, a ich smak i zapach był porównywalny z mniej trwałymi przetworami wyprodukowanymi bez dodatku substancji antyoksydacyjnych.

Literatura


- [1] Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Baret C.: Use of a free radical to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1995, **28**, 25-30.
- [2] Cheorun J., Jun H. S., Cheon B. S., Myung W. B.: Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4 °C. *Meat Sci.*, 2003, **64**, 13-17.
- [3] Estevez M., Cava R.: Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Sci.*, 2006, **72**, 348-355.
- [4] Fernandez-Lopez J., Zhi N., Aleson-Carbonell L., Perez-Alvarez J.A., Kuri V.: Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 371-380.
- [5] Fik M., Zawisłak A.: Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych herbat. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **40**, 98-105.
- [6] Hęś M., Gramza-Michałowska A., Szymandera-Buszka K.: Wpływ wybranych metod ogrzewania oraz zamrażalniczego przechowywania na utlenianie się lipidów w produktach mięsnych z dodatkiem przeciwutleniaczy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, XLII, **3**, 455-459.
- [7] Korzeniowska M., Wojdyło A., Sobota M., Kopeć W.: Quality of turkey hamburgers processed with ground *Scutellaria baicalensis georgi* roots. *Proc. 52nd Int. Congress of Meat Sci. Technol.*, Dublin, Ireland, p. 489-490.
- [8] Maciołek H., Gieszc A.: Wartość odżywcza i prozdrowotna mięsa. *Hod. Trz. Chł.*, 2009, **2**, 16-20.
- [9] Mika M., Wikiera A., Żyła K.: Wpływ czasu i temperatury ekstrakcji na zawartość katechin w wodnych ekstraktach herbaty białej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **6 (61)**, 88-94.
- [10] McCarthy T.L., Kerry J.P., Kerry J.F., Lynch P.B., Buckley D.J.: Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Sci.*, 2001, **57**, 45-52.
- [11] Mei L., Cromwell G.L., Crum A.D., Decker E.A.: Influence of dietary β -alanine and histidine on the oxidative stability of pork. *Meat Sci.*, 1998, **49**, 55-64.
- [12] Mitsuno M., O'Grady M.N., Kerry J.P., Buckley D.J.: Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 773-779.

- [13] Nissen L.R., Byrne D.V., Bertelsen G., Skibsted L.H.: The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Sci.*, 2004, **68**, 485-495.
- [14] Olkiewicz M., Tyszkiewicz S., Wawrzyniewicz M.: Effect of basic chemical composition and functional additives on rheological characteristics of selected meat products. *Acta Agrophysica*, 2007, **9**, 147-169.
- [15] Pohja M. S.: Methode zur Bestimmung Hitzestabilitat von Wurstbrat. *Fleishwirtschaft*, 1974, **54**, 1984-1989.
- [16] Szukalska E.: Przeciwutleniacze i ich rola w opóźnieniu niepożądanych przemian tłuszczów spowodowanych utlenianiem. *Żyw. Czł. i Met.*, 1999, **1**, 81-86.
- [17] Tang S.Z., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J., Morrissey P.A.: Antioxidative mechanisms of tea catechins and susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation. *Food Res. Int.*, 2001, **34**, 651-657.
- [18] Tang S.Z., Kerry J.P., Sheehan D., Buckley D.J.: Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. *Food Chem.*, 2002, **76**, 45-51.
- [19] Tang S.Z., Ou S.Y., Huang X.S., Li W., Kerry J.P., Buckley D.J.: Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 248-253.
- [20] Weisburger J.H., Veliath E., Larios E., Pittman B., Zang E., Hara Y.: Tea polyphenols inhibit the formation of mutagens during the cooking of meat. *Mutation Research*, 2002, **516**, 19-22.
- [21] Wójciak K., Dolatowski Z.J., Solska E.: Wpływ dodatku naparu z herbaty na wybrane właściwości fizykochemiczne wyrobu mięsnego przechowywanego w warunkach chłodniczych. W: *Jakość i bezpieczeństwo żywności wyzwaniem XXI wieku*, pod red. Sikora T., Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2010, ss. 16-26.
- [21] Yu L., Scanlin J., Schmidt G.: Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and colour change in cooked turkey products during refrigerated storage. *J. Food Sci.*, 2002, **67**, 582-585.

ATTEMPT TO UTILIZE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF GREEN TEA EXTRACT IN THE PRODUCTION OF MODEL MEAT PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the study was to assess some selected quality attributes of model meat products manufactured with the addition of plant substances with antioxidant properties. The meat products were made of pork meat and back-fat with the addition of water extract from green tea leaves (*Camellia sinensis*). In the final meat products, two technological parameters: thermal dip and process yield were determined, the profile of texture was analyzed, and colour values according to the Hunter L*a*b* scale were determined. In order to characterize the intensity of ongoing oxidation processes during a 30 day chilling storage, the capacity to neutralize free radicals (DPPH) was determined as were the products of reaction with thiobarbituric acid (TBARS). Based on the results of the analysis performed, it was found that the use of water extract from green tea leaves in the model meat batters effectively limited adverse processes of lipid oxidation in meat products under investigation. At the same time, it was proven that the preparation applied had an essential effect on the technological and sensory properties of meat products manufactured.

Key words: meat products, green tea, antioxidants 

GRZEGORZ TOKARCZYK, BARBARA SZYMCZAK, MARIUSZ SZYMCZAK,
ZDZISŁAW DOMISZEWSKI

ZMIANY WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW CHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH W PROCESIE CIEPŁEGO WĘDZENIA ROZMROŻONEJ SIEI (*COREGONIS CLUPEAFORMIS*)

Streszczenie

W pracy określono wpływ procesu wędzenia na jakość siei wędzonej (*Coregonis clupeaformis*), wyprodukowanej z surowca mrożonego o obniżonej jakości. Analizie poddano cztery partie ryb mrożonych sprowadzonych z Kanady. Stan surowca określono za pomocą testów chemicznych i mikrobiologicznych. Zawartość azotu lotnych zasad amonowych (N-LZA) tylko w trzech partiach ryb wynosiła mniej niż 35 mg. Zaawansowane zmiany oksydacyjne i hydrolityczne stwierdzono w szczególności w III partii. Nie wykazano obecności pałeczek *Listeria monocytogenes* w surowcu mrożonym. Po wędzeniu stwierdzono większą zawartość białka i tłuszczu, mniejszą ilość pierwotnych, a wzrost wtórnych produktów utlenienia lipidów, wzrost ilości PUFA, mniejszą zawartość N-LZA, N-TMA i N-NH₃ oraz jedynie w partii III obecność *L. monocytogenes*.

Słowa kluczowe: sieja, mrożenie, wędzenie, jakość

Wprowadzenie

Wobec powszechnego stosowania chłodnictwa w handlu rybami i ogromnej konkurencji innych metod utrwalania, obecnie wędzi się ryby przede wszystkim w celu uzyskania produktu o bardzo wysokich walorach sensorycznych – barwie, zapachu, smaku i soczystości, a jednocześnie niezawierających groźnych drobnoustrojów i związków chemicznych szkodliwych dla zdrowia.

Ze względu na zdecydowanie wyższą pożądalność sensoryczną wędzeniu poddaje się głównie ryby o dużej zawartości tłuszczu. Szczególnie poszukiwane przez konsumentów są łososie i pstrągi oraz sieje i sielawy. Ze względu na walory biologiczne

Dr inż. G. Tokarczyk, dr inż. M. Szymczak, Katedra Technologii Żywności, dr inż. B. Szymczak, Katedra Mikrobiologii i Biotechnologii Stosowanej, dr inż. Z. Domiszewski, Katedra Towaroznawstwa i Oceny Jakości, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

(szybki wzrost i życie w ławicy), gospodarcze (łatwość połowu i hodowli) i rynkowe (wysoka cena) koregonidy należą do najcenniejszych gatunków ichtiofauny jeziorowej [7]. Już w 2008 r. produkcja w akwakulturze wyniosła przeszło 60 % światowej podaży ryb. Przewiduje się, że spożycie ryb nadal będzie rosło, a popytu nie będzie można w pełni zaspokoić rybami pochodzącymi z naturalnego środowiska. W związku z powyższym hodowla takich ryb, jak sieja oraz ich przetwórstwo będzie jednym z rozwiązań tego problemu.

Ryby wędzone zaliczane są do tzw. produktów wygodnych, czyli gotowych do bezpośredniego spożycia. Na jakość gotowego produktu wpływa wiele zmiennych, m.in. zawartość soli i wody w mięsie, temperatura wędzenia i przechowywania, ilość i skład dymu, sposób pakowania, ale przede wszystkim stan surowca. Do wędzenia powinno się stosować surowiec o jak najwyższej jakości. Jednak ryby bardzo szybko ulegają zepsuciu, dlatego nie można wykluczyć, że wędzeniu mogą być poddawane ryby o różnym stanie świeżości. Użycie surowca o niskiej jakości może zatem spowodować zagrożenie dla zdrowia konsumenta.

Ryby surowe oraz wędzone mogą być także źródłem zróżnicowanej mikroflory saprofitycznej i chorobotwórczej, między innymi *Listeria monocytogenes*. Obecność tej bakterii stwierdzano wielokrotnie w żywności wygodnej, między innymi w rybach solonych i wędzonych przechowywanych chłodniczo. Może ona występować na powierzchni surowca oraz w tkance w wyniku filetowania, solankowania i nastrzykiwania. W rybach wędzonych na gorąco zanieczyszczenie *L. monocytogenes* następuje głównie podczas pakowania produktu [36]. Ponadto dobrym wskaźnikiem chemicznym jakości ryb mrożonych i wędzonych jest zawartość azotu lotnych zasad amonowych.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wędzenia na wybrane parametry fizykochemiczne i mikrobiologiczne siei wędzonej, wyprodukowanej z surowca mrożonego.

Material i metody badań

Sieję (*Coregonis clupeaformis*) pozyskano z Presteve Foods LTD (Wheatley, Ontario, Kanada) w lipcu 2009 r. Średnia masa i długość badanych ryb wynosiły odpowiednio $1426,9 \pm 119$ g i $46 \pm 3,5$ cm. Ryby poddano obróbce wstępnej do postaci patroszonej z głową, zamrożono i przechowywano w temperaturze -19 ± 1 °C. Mrożone ryby zapakowano w worki z tworzywa sztucznego oraz w opakowania jednostkowe z kartonu z tekstury falistej. W lipcu 2010 r. analizie poddano cztery partie mrożonych ryb i po oznaczeniu zawartości azotu lotnych zasad amonowych (N-LZA) do dalszych badań przeznaczono trzy partie ryb, których tkanka zawierała mniej niż 35 mg N-LZA, zgodnie z rozporządzeniem unijnym WE 2074/2005 [31]. Rozmrażanie prób zapako-

wanych w szczelnych woreczkach z PA-PE (po jednej tuszce) wykonywano w chłodni w temp. 4 ± 1 °C.

Wędzenie I, II i III partii ryb wykonywano w zakładzie przetwórstwa ryb w elektrycznej komorze wędzarniczej (KwG-3-E-D1-S1, Stawiany, Pruszcz Gdański). Przed wędzeniem ryby solankowano w kąpieli (1 : 1 m/m) o stężeniu soli 6 % przez ok. 16 h. Proces wędzenia ciepłego składał się z dwóch etapów: suszenia w temp. 60 ± 2 °C przez 140 min i wędzenia właściwego w temperaturze 60 ± 2 °C przez 90 min, osiągając w środku geometrycznym ryby 46 °C i 51 °C. Po schłodzeniu każdą tuszkę pakowano osobno próżniowo w worek z tworzywa PA-PE i w temp. $+4 \pm 1$ °C dostarczano do laboratorium.

Rozmrożone oraz wędzone tuszki filetowano, odkórzano, a mięso rozdrabniano blenderem ręcznym. W otrzymanym farszu bezzwłocznie oznaczano zawartość wody metodą suszarkową, zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla i zawartość tłuszczu całkowitego metodą ekstrakcji eterem wg AOAC 1990 [2]. Farsz odbiałczano 5 % kwasem trichlorooctowym (TCA) w proporcji 1 : 4 (m/v) i w otrzymanym ekstrakcji oznaczano azot lotnych zasad amonowych (N-LZA) metodą mikrodyfuzji Conway'a [5].

Lipidy z rozdrobnionej tkanki mięsnej ekstrahowano dwukrotnie za pomocą mieszaniny chloroformu i metanolu (2 : 1) zgodnie z metodą Bligh i Dyer [3]. Jakość lipidów oznaczano za pomocą następujących wskaźników: liczby nadtlenkowej (PV) wg PN-ISO 3960:1996 [27], liczby anizydynowej (AsV) wg PN-EN ISO 6885:2008 [26], liczby kwasowej (AV) wg PN-EN ISO 660:2010 [25] oraz skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej według metodyki opisanej przez Domiszewskiego i Bienkiewicza [8]. Interpretację jakościową chromatogramów prowadzono, porównując czas retencji poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych (EMKT) badanej próbki z czasem retencji analogicznych wzorców EMKT firmy Sigma (Lipid Standard). Wszystkie analizy fizykochemiczne wykonano w trzech powtórzeniach.

Badania mikrobiologiczne w kierunku obecności *L. monocytogenes* i ogólnej liczby bakterii psychrofilnych w mięsie siei wykonano zgodnie z PN-EN ISO 11290-2 2000/A1:2005 [24] i PN-90-A-75052/05 [23]. Przeprowadzono identyfikację biochemiczną (rozkład cukrów i zdolność do hemolizy) oraz genetyczną techniką PCR. Izolację DNA bakteryjnego wykonano przy użyciu zestawu do izolacji Genomic Mini AX Bacteria (A&A Biotechnology, Polska). Jako próbę wzorcową wykorzystano szczep *L. monocytogenes* CEB 3176 wyizolowany w Instytucie Pasteura w Paryżu. Do identyfikacji szczepów *L. monocytogenes* techniką PCR wykorzystano specyficzne dla konserwatywnej sekwencji genu *iap* startery: Mar 1 o sekwencji GGG CTT TAT CCA TAA AATA i Mar 2 o sekwencji TTG GAA GAA CCT TGA TTA (TiB MolBiol, Polska). Rezultatem amplifikacji był produkt wielkości 453 p.z. Reakcję PCR prowa-

dzono w objętości 50 μ l mieszaniny reakcyjnej zawierającej 500 mM KCl, 100 mM Tris-HCl pH 8,3 (w 25 °C), 2 mM MgCl₂, 0,3 mM każdego nukleotydu, 12,5 pM·ml⁻¹ każdego startera, 1U *Taq* DNA polimerazy (Eppendorf, Niemcy) i 5 μ l matrycy DNA w termocyklerze (Mastercycler Gradient, Eppendorf, Niemcy). Profil termiczny składał się z następujących etapów: wstępna denaturacja 5 min w temp. 95 °C oraz 35 cykli obejmujących: denaturację 90 s w 95 °C, przyłączanie starterów 80 s w 46 °C i wydłużanie 120 s w 72 °C. Amplifikacja kończyła się wydłużaniem 7 min w temp. 72 °C. Uzyskane amplikony rozdzielano elektroforetycznie w 1,5 % żelu agarozowym (Prona agarowe Plus, Belgia), barwionym bromkiem etydyny (Bio-Rad, USA). Ostatnim etapem była wizualizacja żelu w świetle UV (Gel-Doc 2000 Bio-Rad, USA) i archiwizacja otrzymanych elektroforogramów.

Wszystkie wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 9.0, testem Tukey' a HSD, przy poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$ i granicy ufności 0,95.

Wyniki i dyskusja

Charakterystyka fizykochemiczna

Tkanka mięsna surowca mrożonego zawierała 68 - 73 % wody, 16 - 19 % białka i od 7 do 12 % tłuszczu (tab. 1). Stwierdzone istotne różnice pomiędzy partiami, zarówno pod względem zawartości białka, jak i tłuszczu, wynikać mogą z efektywności wykorzystania paszy, na który wpływ ma genotyp siei [28].

Proces wędzenia spowodował ubytek wody do poziomu 63,4 - 65,7 %, co skutkowało wzrostem zawartości białka i tłuszczu o ok. 1 %. Udział wody w wędzonej tkance siei był zbyt wysoki dla ryb wędzonych na gorąco (35 - 60 %) i wg PN-85/A-86772 [22] odpowiadał produktom wędzonym na zimno (50 - 72 %). Z kolei stężenie soli kuchennej w mięsie (1,87 - 2,81 %) było charakterystyczne dla ryb wędzonych na gorąco (1 - 3 %), a nie na zimno (6 - 9 %). Wynika to prawdopodobnie z faktu, że ryby poddane były procesowi wędzenia ciepłego. Ponadto większa zawartość soli występowała w próbach zawierających więcej białka, jednak zależność ta nie wpłynęła na większą wodochłonność tkanki gotowego produktu, co może być wynikiem wpływu długiego/nieprawidłowego mrożenia na zmiany denaturacyjne białka.

Zgodnie z unijnym rozporządzeniem [31] maksymalna zawartość azotu lotnych zasad amonowych w produktach rybnych wynosi 35 mg w 100 g tkanki. Badany surowiec (partie I i II) zawierał ok 20 - 24 mg azotu tej frakcji. Zawartość azotu trimetyloaminy (N-TMA) i amoniaku (N-NH₃) wynosiła odpowiednio 2,13 - 2,94 mg i 19,91 - 21,6 mg/ 100 g. Ryby z partii III charakteryzowały się natomiast mniejszą zawartością N-LZA i N-NH₃ a większą N-TMA. Wartości te, szczególnie w przypadku mięsa siei zawierającego dużą ilość tłuszczu (partie I i II), mogą wskazywać na obniżoną świeżość surowca (tab. 2). Proces solankowania i wędzenia wpłynął na zmniejszenie ilości

Tabela 1

Zawartość wody, białka, tłuszczu i soli w mięsie siei mrożonej i wędzonej [%].
Content of water, protein, lipid, and salt in frozen and smoked whitefish meat [%].

Badany parameter Parameter analyzed	Partia / Batch I		Partia / Batch II		Partia / Batch III	
	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona - frozen	wędzona smoked
Woda / Water	69,84 ± 0,23	65,6 ± 0,12	68,72 ± 0,42	63,4 ± 0,21	73,31 ± 0,08	65,7 ± 0,11
Białko / Protein	15,8 ± 0,16	16,2 ± 0,12	18,4 ± 0,08	18,9 ± 0,10	19,1 ± 0,13	20,6 ± 0,25
Tłuszcz / Lipid	11,03 ± 0,45	12,18 ± 0,00	11,98 ± 0,43	12,45 ± 0,00	7,23 ± 0,16	8,11 ± 0,00
NaCl	0,05 ± 0,00	1,87 ± 0,00	0,04 ± 0,00	2,34 ± 0,00	0,03 ± 0,00	2,81 ± 0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

^{abc} – różne litery w tym samym wierszu oznaczają, że różnice pomiędzy wartościami są statystycznie nieistotne ($P \leq 0,05$) / different letters in the same row denote that the differences between values are statistically insignificant at $P \leq 0.05$.

Tabela 2

Zawartość N-LZA, N-TMA i N-NH₃ w mięsie siei mrożonej i wędzonej [mg/100 g].
Content of N-TVb, N-TMA and N-NH₃ in frozen and smoked meat of whitefish [mg/100 g].

Badana frakcja azotowa Nitrogen fraction analyzed	Partia / Batch I		Partia / Batch II		Partia / Batch III	
	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	wędzona smoked
N-LZA	20,85 ± 3,07 ^a	10,56 ± 0,59 ^b	23,70 ± 0,35 ^a	10,66 ± 0,43 ^b	14,34 ± 1,22	10,75 ± 0,57
N-TMA	2,94 ± 0,71	1,23 ± 0,9	2,13 ± 1,22 ^a	1,8 ± 0,82 ^a	4,49 ± 0,62	0,57 ± 0,44
N-NH ₃	19,91 ± 2,54 ^a	9,33 ± 0,75 ^b	21,57 ± 0,93 ^a	8,86 ± 0,118 ^b	9,84 ± 1,61	10,18 ± 1,13

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

omawianych związków o ok. połowę. Jedynie w przypadku surowca z partii III wystąpił wzrost ilości N-NH₃. Może to oznaczać, że odrzucona we wstępnych badaniach partia IV, po wędzeniu zostałaby uznana za zdatną do spożycia, pomimo zbyt wysokiej wyjściowej zawartości N-LZA.

W większości ryb świeżych zawartość N-LZA wynosi ok. 10 mg/100 g [18, 21] i wzrasta po wędzeniu przynajmniej dwukrotnie w wyniku zmian autolitycznych i działalności drobnoustrojów [18]. Ponadto zawartość N-LZA w czasie składowania chłodniczego może wzrosnąć kilkakrotnie w stosunku do jego ilości w surowcu świeżym [18]. Według danych literatury światowej akceptowany poziom N-LZA w rybach wędzonych może wynieść 20 - 25 mg [15], 25 - 30 mg [20], 35 mg [13], a nawet 35 - 40 mg w 100 g [4]. Różnice te odzwierciedlają różne produkty, szczególne metody obróbki oraz warunki przetwarzania. Z kolei zawartość 10 - 15 mg N-TMA/100 g w produktach rybnych jest zwykle traktowana jako górna granica ich dopuszczalności do spożycia przez ludzi [13]. Ryby ze wszystkich analizowanych partii mieściły się w tym zakresie, a ponadto po wędzeniu ilość N-TMA zmalała w przeciwieństwie do wyników uzyskanych przez innych badaczy. Koral i wsp. [18] stwierdzili przyrost N-TMA w mięsie belony z poziomu 0,98 do 1,22 mg/100 g, a Goulas i Kontominas [12] odnotowali podobne zależności w mięsie makreli japońskiej.

Zawartość tłuszczu w surowych tuszach siei w partii I i II była zbliżona i wynosiła około 11 %. Partie te charakteryzowały się również bardzo podobnym składem kwasów tłuszczowych (KT) (tab. 3). W III partii zawartość tłuszczu była mniejsza i wynosiła 7 %. W partii tej stwierdzono również najwyższy udział polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA), który wyniósł 32 %. Dwukrotnie wyższy udział sumy EPA i DHA w lipidach siei pochodzącej z III partii był wynikiem prawdopodobnie większej zawartości oleju rybiego w paszy używanej do karmienia ryb. Można stwierdzić, że surowiec użyty do wędzenia charakteryzował się wysoką zawartością EPA i DHA, ponieważ bezwzględna zawartość tych kwasów w 100 g tkanki mięśniowej wynosiła od 652 do 952 mg. Według Ruohonen i wsp. [32] sieja, podobnie jak inne ryby łososiokształtne, dobrze toleruje dużą zawartość oleju rybiego w paszy. Uznaje się, że skład diety, a w szczególności jej profil lipidowy ma wpływ na ilość i skład kwasów tłuszczowych lipidów ryb [34].

Na podstawie oznaczonych wskaźników jakościowych lipidów siei można stwierdzić, że był to surowiec o niskiej jakości, z zaawansowanymi zmianami oksydacyjnymi i hydrolitycznymi, w szczególności dotyczyło to III partii. Największa zawartość produktów utlenienia w tej partii wynikała prawdopodobnie z wysokiego udziału PUFA w lipidach, które utleniają się szybciej niż inne kwasy tłuszczowe [9]. Znaczna zawartość lotnych zasad amonowych w tuszach wskazuje na długie składowanie zamrażalnicze surowca, w trakcie którego doszło do niepożądanych zmian w lipidach [17].

Tabela 3

Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w mięsie mrożonej i wędzonej siei.
Content of selected fatty acids in frozen and smoked whitefish meat.

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Partia / Batch I		Partia / Batch II		Partia / Batch III	
	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen
SFA [%]	22,18 ± 0,27 ^a	19,1 ± 0,24 ^b	22,47 ± 0,28 ^a	19,31 ± 0,26 ^b	22,16 ± 0,29 ^a	24,29 ± 0,25
MUFA [%]	63,58 ± 1,25 ^a	67,0 ± 1,21 ^b	62,88 ± 1,33 ^a	65,50 ± 1,23 ^b	45,84 ± 1,05 ^c	43,25 ± 0,82 ^c
PUFA [%]	14,24 ± 0,55 ^a	14,0 ± 0,48 ^a	14,65 ± 0,59 ^a	15,19 ± 0,49 ^a	32,00 ± 1,15 ^b	32,46 ± 0,98 ^b
EPA + DHA [%]	8,37 ± 0,29 ^a	8,95 ± 0,25 ^a	9,10 ± 0,30 ^a	9,56 ± 0,28 ^a	16,98 ± 0,49 ^b	18,27 ± 0,42 ^b
EPA + DHA [mg/100 g tkanki tissue]	763,5 ± 29,5	1002 ± 35,6 ^a	952,4 ± 32 ^b	1096, ± 28,3 ^a	652,3 ± 20,1 ^a	899,0 ± 27,51 ^b

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

Po wędzeniu stwierdzono w rybach większą zawartość tłuszczu, średnio o ok. 10 % (tab. 1). Zaobserwowany wzrost był wynikiem głównie utraty wody podczas ogrzewania oraz, jak sugeruje Larsen i wsp. [19], łatwiejszej, a tym samym efektywniejszej ekstrakcji lipidów z prób po ogrzewaniu. Mimo wysokiego poziomu utlenienia lipidów w surowcu nie stwierdzono strat PUFA po wędzeniu. Wręcz przeciwnie bezwzględna zawartość sumy EPA i DHA w 100 g tkanki mięsnej zwiększyła się i wynosiła średnio 1000 mg (tab. 3). Obserwowany w niniejszej pracy wzrost zawartości sumy EPA i DHA wynikał głównie ze zmian zawartości tłuszczu. Także pewien wpływ na ilość oznaczonego EPA i DHA mogły mieć zmiany w podatności na ekstrakcję lipidów, co miało wpływ na udział i zawartość kwasów tłuszczowych [8]. Brak istotnych strat EPA i DHA w wędzonej na gorąco makreli i w szprocie bałtyckim stwierdzili również Stołyhwo i wsp. [35].

Generalnie można stwierdzić, że niezależnie od wyjściowego poziomu utlenienia lipidów siei, we wszystkich 3 partiach po wędzeniu zaobserwowano zmniejszenie ilości nadtlenków oraz nieznaczny wzrost wtórnych produktów utlenienia i hydrolizy. Mimo obecności chlorku sodu w mięsie ryb, który wykazuje właściwości proutleniające [1], liczba nadtlenkowa (PV) lipidów po wędzeniu była na zbliżonym poziomie

i wynosiła 6 - 9 mEq O₂/kg lipidów (tab. 4). Tak niski poziom utlenienia lipidów po wędzeniu w porównaniu z surowcem spowodowany był prawdopodobnie ich rozkładem podczas obróbki cieplnej, w temp. 60 °C w komorze i 46 - 51 °C w środku geometrycznym próby. Według Sioen i wsp. [33] produkty reakcji utlenienia powstają w obecności tlenu i w temp. 150 °C.

Nadtlenki są związkami bardzo niestabilnymi i ulegają rozkładowi do wtórnych produktów utlenienia głównie: aldehydów i ketonów, co tłumaczy niewielki wzrost liczby anizydynowej (AsV) w próbach po wędzeniu. Zmiany w dynamice spadku PV i wzrostu AsV pomiędzy poszczególnymi partiami ryb wynikać mogły w pewnym stopniu z różnic w aktywności układu przeciwutleniającego tkanki mięsnej ryb oraz składników dymu wędzarniczego [11, 16]. Wędzenie może przyczynić się zarówno do wzrostu wtórnych produktów utlenienia lipidów, jak i ich spadku [6, 37]. Obserwowany wzrost liczby kwasowej we wszystkich partiach siei po wędzeniu wynikał prawdopodobnie z niepełnej inaktywacji lipaz podczas ogrzewania, ponieważ enzymy te mogą być aktywne nawet w temp. 40 °C [14].

Tabela 4

Wartości liczby nadtlenkowej (PV) [mEq O₂/kg lipidów], anizydynowej (AsV) i kwasowej (AV) [mg KOH/g] lipidów siei mrożonej i wędzonej.

Peroxide value (PV) [mEq O₂/kg lipids], anisidine value (AsV), and acid value (AV) [mg KOH/ g] of fat in frozen and smoked whitefish.

Wskaźnik Indicator	Partia / Batch I		Partia / Batch II		Partia / Batch III	
	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen
PV	22,5 ± 0,58	7,45 ± 0,20	17,51 ± 0,35	9,36 ± 0,25	71,76 ± 5,1	5,68 ± 0,16
AsV	5,84 ± 0,06	6,4 ± 0,10 ^a	5,07 ± 0,06	6,8 ± 0,05 ^a	16,76 ± 0,38	9,6 ± 0,09
AV	7,17 ± 0,00	11,6 ± 0,1	6,69 ± 0,01	12,2 ± 0,00	9,04 ± 0,20	10,3 ± 0,05

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

W niniejszych badaniach dowiedziono, że lipidy siei niezależnie od wyjściowego poziomu utlenienia są dobrym źródłem długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych n-3 (LC n-3 PUFA), ponieważ spożycie już 50 g tkanki mięśniowej ryb zapewnia w 100 % dzienne zapotrzebowanie na te kwasy. Dodatkowo lipidy te bezpośrednio po wędzeniu odznaczają się stosunkowo niskim poziomem utlenienia.

Charakterystyka mikrobiologiczna

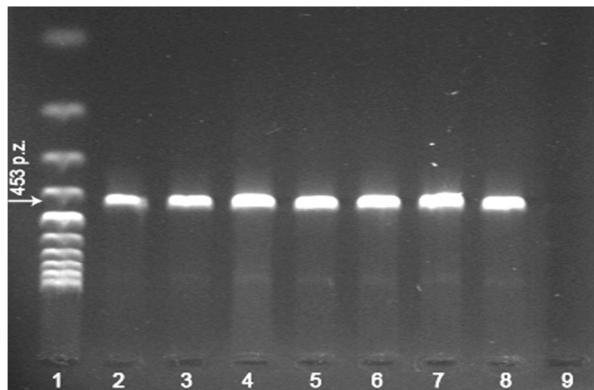
Największy stopień zanieczyszczenia bakteriami psychrofilnymi stwierdzono w partii II zarówno w siei mrożonej, jak i wędzonej, odpowiednio $6,5 \cdot 10^7$ jtk/g i $1,7 \cdot 10^7$ jtk/g (tab. 5). Skala zanieczyszczenia tymi bakteriami może wskazywać np. na niewłaściwie przeprowadzoną obróbkę wstępną surowca (patroszenie, filetowanie) bądź niewłaściwe parametry przechowywania lub procesu technologicznego. Badania wykonane w kierunku obecności *L. monocytogenes* wykazały jej obecność w partii III na poziomie $6 \cdot 10^2$ jtk/g. W 2007 r. kraje Unii Europejskiej przedstawiły informacje o występowaniu *L. monocytogenes* w żywności gotowej do spożycia (ready-to-eat) zawierającej ryby i wędzone produkty rybne. Zbadano 2629 produktów, z których 18,3 % było dodatnich, a w przypadku 2,4 % stwierdzono przekroczenie limitu 10^2 jtk/g. W tym badania wykonane w Polsce na 727 próbach wykazały również obecność *L. monocytogenes* w rybach wędzonych (29,6 %), a 0,5 % z nich charakteryzowały się przekroczeniem dopuszczalnego poziomu 10^2 jtk/g [10].

Tabela 5

Ogólna liczba bakterii psychrofilnych i *L.monocytogenes* w siei mrożonej i wędzonej.
Total account of psychrophilic bacteria and *L.monocytogenes* in frozen and smoked whitefish.

[jtk/g] / [cfu/g]	Partia / Batch I		Partia / Batch II		Partia / Batch III	
	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	wędzona smoked	mrożona frozen	wędzona smoked
Ogólna liczba bakterii psychrofilnych Total account of psychrophilic bacteria	$>10^3$	$9 \cdot 10^2$	$6,5 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^7$	$8,7 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^2$
<i>L. monocytogenes</i>	Nieobecne / Absent					$6 \cdot 10^2$

Na podstawie przeprowadzonej identyfikacji biochemicznej stwierdzono obecność bakterii z gatunku *L. monocytogenes* (wszystkie poddane badaniu szczepy wykazywały typowe cechy dla tego gatunku bakterii: hemolizo-dodatnie, ramnozo-dodatnie i ksylozo-ujemne). Po wykonaniu reakcji PCR uzyskano we wszystkich przypadkach produkt wielkości 453 p.z., potwierdzający występowanie chorobotwórczych *L. monocytogenes* (rys. 1).



Rys. 1. Wynik identyfikacji *L. monocytogenes* w reakcji PCR badanych produktów z siei w 1,5 % żelu agarozowym, barwionym bromkiem etydyny: ścieżki: 1 – marker wielkości masowej, 2 – K+ kontrola dodatnia (*L. monocytogenes*), 3 – 8 – *L. monocytogenes* produkt izolowany z siei, 9 – K - kontrola ujemna (bez DNA).

Fig. 1. Result of identifying *L. monocytogenes* during PCR of whitefish products analyzed in 1.5 % agarose gel stained with ethidium bromide: paths: 1 – mass size marker; 2 – K + positive control (*L. monocytogenes*); 3 – 8 – *L. monocytogenes* products isolated from whitefish; 9 – K - negative control (without DNA).

Badania przeprowadzone na próbach siei mrożonej nie wykazały obecności pałeczek *L. monocytogenes*. Można przypuszczać, że pojawienie się tych bakterii w produkcie gotowym – siei wędzonej może być spowodowane zanieczyszczeniami powierzchni w zakładach przetwórczych, z którymi „styka się” produkt [29], bądź zaniebdaniami podczas procesu wędzenia czy pakowania gotowego produktu. Zgodnie z najnowszymi wytycznymi [30], dotyczącymi kryteriów mikrobiologicznych żywności, nie ma obowiązku badania wędzonych ryb w kierunku obecności *L. monocytogenes*, mimo że jest coraz więcej doniesień o występowaniu tych bakterii w produktach wędzonych. Ze względu na przeżywalność chorobotwórczych *L. monocytogenes* w procesie gorącego i zimnego wędzenia konieczne jest prowadzenie monitoringu mikrobiologicznego również tych produktów rybnych.

Wnioski

1. Proces wędzenia wpłynął na poprawę jakości mrożonej siei. Stwierdzono zmniejszenie ilości azotu lotnych zasad amonowych, trimetyloaminy oraz amoniaku, wskazujących na jakość produktu.
2. Wędzona sieja jest bogatym źródłem długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych n-3 (LC n-3 PUFA), niezależnie od poziomu utlenienia i hydrolizy lipidów stwierdzonych w surowcu mrożonym.
3. Wędzenie nie spowodowało znacznego wzrostu utlenienia LC n-3 PUFA.

4. Dostępne na rynku ryby wędzone mogą być źródłem chorobotwórczej bakterii *L. monocytogenes*, dlatego należałoby wprowadzić obowiązkowy monitoring mikrobiologiczny tych przetworów.

Praca finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu badawczego nr N N312 234438.

Literatura

- [1] Andersen E., Andresen M., Baron C.P.: Characterization of oxidative changes in salted herring (*Clupea harengus*) during ripening. *J. Agric. Food Chem.*, 2007, **55**, 9545-9553.
- [2] AOAC: Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1990.
- [3] Bligh E.G., Dyer W.J.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 1959, **37**, 911-917.
- [4] Connell J.J.: Methods of assessing and selecting for quality. In: Control of fish quality (3rd Ed.), Fishing News Books. Oxford, 1990, pp. 122-150.
- [5] Conway E.J.: Microdiffusion Analysis and Volumetric Error. Crosby Lockwood London 1947.
- [6] Cuppett, S.L., Gray, J.I., Booren, A.M., Price, J.F., Stachiw, M.A.: Effect of processing variables on lipid stability in smoked Great Lakes whitefish. *J. Food Sci.*, 1989, **54**, 52-54.
- [7] Czerniejewski P.: Gospodarka koregonidami w jeziorach zachodniopomorskich w 2000 roku. *Maga- zyn Przemysłu Rybnego*, 2002, **1 (25)**, 23-25.
- [8] Domiszewski Z., Bienkiewicz G.: Porównanie metod przygotowania estrów metylowych kwasów tłuszczowych wg AOAC oraz metodą bezpośrednią przy oznaczaniu składu kwasów tłuszczowych tkanki mięsnej ryb. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin.*, 2010, **16**, 19-30.
- [9] Drozdowski B.: Lipidy. W: Chemiczne i funkcjonalne składniki żywności – pod red. Z. E. Sikorskiego. WNT, Warszawa 1996, ss. 167-232.
- [10] EFSA 2009: The community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007. *The EFSA Journal*: 223.
- [11] Gomez-Guillen, M.C., Montero M.P.: Polyphenol uses in seafood conservation. *Am. J. Food Technol.*, 2007, **2**, 593-601.
- [12] Goulas A.E., Kontominas M.G.: Effect of salting and smoking method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chem.*, 2005, **93**, 511-520.
- [13] Huss H.H.: Fresh fish quality and quality changes. Danish International Development Agency, FAO. Rome, 1998, pp. 43-45.
- [14] Islam M.A., Pervin F., Hossain K., Khatun S., Karim Md. R., Kim G. S. Absar N., Haque Md. S.: Purification and biochemical characterization of lLipase from the dorsal part of *Cirrhinus reba*. *Thai J. Agric. Sci.*, 2009, **42**, 71-80.
- [15] Kim Y.M., Paik H.-D., Lee D.S.: Shelf-life characteristics of fresh oysters and ground beef as affected by bacteriocin-coated plastic packaging film. *J. Sci. Food Agric.*, 2002, **82**, 998-1002.
- [16] Kołakowska A.: Lipid Oxidation in Food Systems. In: Z. Sikorski and A. Kołakowska (Eds.), Properties of Food Lipids. CRC Press. USA, 2003, pp. 133-166.
- [17] Kołakowski E.: Technologia farszów rybnych. PWN, Warszawa 1986.

- [18] Koral S., Köse S., Tufan B.: Investigating the quality changes of raw and hot smoked garfish (*Belone belone euxini*, Günther, 1886) at ambient and refrigerated temperatures. *Tur. J. Fish. Aqua. Sci.*, 2009, **9**, 53-58.
- [19] Larsen D., Quek S.Y., Eyres L.: Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Food Chem.*, 2010, **119**, 785-790.
- [20] Lopez-Caballero M.E., Perez-Mateos M., Montero P., Borderias A.J.: Oyster preservation by high-pressure treatment. *J. Food Prot.*, 2000, **63**, 196-201.
- [21] Metin S., Erkan N., Varlik C., Aran N.: Extension of shelf life of chub mackerel (*Scomber japonicus*, Houttuyn 1780) treated with lactic acid. *Eur. Food Res. Tech.*, 2001, **213**, 174-177.
- [22] PN-85/A-86752. Ryby i inne zwierzęta wodne świeże i mrożone. Pobieranie próbek.
- [23] PN-90/A-75052/05. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczenie obecności i liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych i psychrofilnych.
- [24] PN-EN ISO 11290-2:2000/A1:2005. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania obecności i oznaczania liczby *Listeria monocytogenes*. Metoda oznaczania liczby.
- [25] PN-EN ISO 660:2010. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby kwasowej i kwasowości.
- [26] PN-EN ISO 6885:2008. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby anizydynowej.
- [27] PN-ISO 3960:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby nadtlenukowej.
- [28] Quinton C., Kause A., Ruohonen K., Koskela J.: Genetic relationships of body composition and feed utilization traits in European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) and implications for selective breeding in fishmeal- and soybean meal-based diet environments. *J. Animal Sci.*, 2007, **85**, 3198-3208.
- [29] Rorvick L. M.: *Listeria monocytogenes* in the smoked salmon industry. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, **62**, 183-190.
- [30] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1441/2007 z dnia 5 grudnia 2007 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych. *Dz. U.* 2007 r. Nr 61, poz 417.
- [31] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2074/2005 z dnia 5 grudnia 2005 r. ustanawiające środki wykonawcze w odniesieniu do niektórych produktów objętych rozporządzeniem (WE) nr 853/2004 i do organizacji urzędowych kontroli na mocy rozporządzeń (WE) nr 854/2004 oraz (WE) nr 882/2004, ustanawiające odstępstwa od rozporządzenia (WE) nr 852/2004 i zmieniające rozporządzenia (WE) nr 853/2004 oraz (WE) nr 854/2004.
- [32] Ruohonen K., Koskela J., Vielma J., Kettunen J.: Optimal diet composition for mixture model trials. *Aquaculture*, 2003, **225**, 27-39.
- [33] Sioen I., Haak L., Raes K., Hermans C., De Henauw S., De Smet S., Van Camp J.: Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chem.*, 2006, **98**, 609-617.
- [34] Steffens W.: Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 1997, **151**, 97-119.
- [35] Stolyhwo A., Kolodziejska I., Sikorski, Z.E: Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. *Food Chem.*, 2006, **94**, 589-595.
- [36] Tauer L., Nightingale C., Ivanek R., Wiedmann M.: Optimal levels of inputs to control *Listeria monocytogenes* contamination at a smoked fish plant. The American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Providence, Rhode Island, June 2005, pp. 25-27.
- [37] Vasiliadou S., Ambrosiadis I., Varelzits K., Fletouris, D., Gavriilidou, I.: Effect of smoking on quality parameters of farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sensory attributes of the smoked product. *Eur. Food Res. Technol.*, 2005, **221**, 232-236.

CHANGES IN SELECTED CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL INDICATORS DURING WARM SMOKING PROCESS OF THAWED WHITEFISH (*COREGONIS CLUPEIFORMIS*)

S u m m a r y

In the paper, determined was the effect of smoking process on the quality of smoked whitefish (*Coregonis clupeaformis*) manufactured from a frozen raw material of a decreased quality. Analyzed were four batches of frozen fish imported from Canada. The condition of raw material was determined using chemical and microbiological analyses. Only in three fish batches, the content of N-TVBA was less than 35 mg/100 g. Advanced oxidation and hydrolytic changes were found, in particular, in the third batch. No rod-shaped *L. monocytogenes* were found in the frozen raw material. Upon the smoking process finished, the following was found: the content of protein and lipids increased, the level of primary lipid oxidation products decreased, the level of secondary lipid oxidation products increased, the amount of PUFA increased, and the content of N-LZA, N-TMA, and N-NH₃ decreased; the *L. monocytogenes* was found only in batch III.

Key words: whitefish, freezing, smoking, quality ☒

JOLANTA BARAN, WŁADYSŁAW PIECZONKA,
MACIEJ POMPA-ROBORZYŃSKI

SKŁADNIKI MINERALNE W SERACH I W SERWATCE OTRZYMANÝCH Z MLEKA OWCZEGO I KOZIEGO

Streszczenie

Celem pracy było określenie zawartości wybranych składników mineralnych w niektórych gatunkach serów owczych i kozich oraz w serwatce po produkcji tych serów. Materiałem doświadczalnym były sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe przygotowane w trzech wariantach: owcze, owczo-kozie i kozie. W serach i serwatce oznaczono zawartość: Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe i Cu. Sery owcze kwasowo-podpuszczkowe były bogatsze w jony Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe i Cu od kwasowych serów owczych. Sery kozie kwasowe zawierały więcej Na i Mn w porównaniu z serami kozimi kwasowo-podpuszczkowymi. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyodrębnienie czterech grup produktów, które różniły się profilem badanych makro- i mikroelementów. Pierwsza z nich to serwatka kwasowa (owcza i kozia). Druga obejmuje wszystkie trzy gatunki sera kwasowo-podpuszczkowego, a trzecia wszystkie trzy gatunki sera kwasowego. Czwartą grupę tworzą próbki serwatki otrzymanej przy wyrobie serów kwasowo-podpuszczkowych. Badane produkty zostały uszeregowane wg malejącej wartości odżywczej w następujący sposób: sery kwasowo-podpuszczkowe (owcze, owczo-kozie, kozie), serwatka kwasowa, sery kwasowe (owcze, owczo-kozie, kozie), serwatka podpuszczkowa.

Słowa kluczowe: sery owcze, sery kozie, serwatka, składniki mineralne

Wprowadzenie

Ze względu na swe walory, mleko owcze i kozie jest cenione jako doskonały surowiec do przerobu na sery. Wartość odżywcza serów owczych i kozich wynika m.in. z lokalizacji hodowli owiec i kóz. Są to głównie górskie regiony o specyficznej runi pastwisk naturalnych, w skład której wchodzi wiele gatunków zaliczanych do roślin zielarskich.

Zawarte w runi tych pastwisk substancje to nie tylko lotne związki aromatyczne, ale i różnorodne związki biologicznie czynne, w tym składniki mineralne. Ponadto

Dr inż. J. Baran, Zakład Towaroznawstwa, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, ul. Kazimierza Wielkiego 6, 38-400 Krosno, dr W. Pieczonka, prof. dr hab. inż. M. Pompa-Roborzyński, Katedra Ekonomii, Politechnika Rzeszowska, Aleja Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów

małe przeżuwacze różnią się od krów niewybrednością w wyborze paszy, która jednocześnie jest bardzo różnorodna, zatem mleko, a następnie sery wytworzone z tego mleka, są produktami bogatymi w wiele makro- i mikroelementów [4, 5, 6, 10]. Przewagę pod tym względem nad mlekiem krowim wykazali pośrednio Suhaj i Korenowska [9], którzy udowodnili, że zawartość ośmiu pierwiastków: Ba, Cr, Cu, Hg, Mg, Mn, Ni i V pozwala na odróżnienie serów owczych od serów krowich, sery owcze są bowiem bogatsze w te składniki.

Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości podstawowych pierwiastków metalicznych w serach z mleka pozyskiwanego od alpejskich ras owiec (Bergschaf) i kóz (Saanen), utrzymywanych w warunkach klimatycznych Polski południowej oraz w serwatce po produkcji tych serów.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były sery wyprodukowane z mleka owczego i koziego oraz pozostała po tej produkcji serwatka. Mleko pochodziło z doju 40 owiec rasy Bergschaf i 40 kóz rasy Saanen, w okresie żywienia pastwiskowego.

Ze świeżego zbiorczego mleka przygotowano czterokrotnie (w 4., 5., 6. i 7. miesiącu laktacji matek) dwa typy serów: kwasowe oraz kwasowo-podpuszczkowe. Każdy z typów sera sporządzano w trzech wariantach: owczy, owczo-kozi (mleko owcze i mleko kozie zmieszane w stosunku 1 : 1) i kozi.

Sery kwasowe wytwarzano z mleka pasteryzowanego, zaszczepionego liofilizowaną szczepionką zawierającą bakterie mezofilne (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconstoc cremoris*), koagulowanego w temp. 20 - 25 °C przez 12 h. Z kolei sery kwasowo-podpuszczkowe produkowano z mleka pasteryzowanego, szczepionego bakteriami termofilnymi *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* i mezofilnymi *L. lactis* i zaprawianego płynną podpuszczką, koagulowanego w temp. 32 - 35 °C przez 90 min.

W serach i serwatce oznaczano zawartość składników mineralnych metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Mineralizację próbek wykonywano „na mokro” (stężonym kwasem azotowym) metodą ciśnieniową w piecu mikrofalowym MarsXpres. Zawartość Ca, Na, K, Zn, Mg oznaczano metodą płomieniową z zastosowaniem spektrometru AA240 FS (Varian), natomiast zawartość Mn, Fe, Cu oznaczano metodą elektrotermiczną z użyciem spektrometru AA240 Z (Varian).

Następnie obliczano wartości wskaźnika retencji, stosując w tym celu metodę podaną przez Martina-Hernandeza i Juareza [7]. Wartości te obliczano z równania:

$$R = [C \cdot (Y:100)]/M,$$

w którym:

R – retencja [%],

C – zawartość pierwiastka w serze,
 M – zawartość pierwiastka w mleku,
 Y – wydajność sera [%].

Wszystkie oznaczenia wykonano w Małopolskim Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności w Krakowie.

Wyniki i dyskusja

Zawartość makro- i mikroelementów w serach i serwatce przedstawiono w tab. 1. Wyniki stanowią wartości średnie za cały badany okres (4. - 7. miesiąc laktacji).

Tabela 1

Profil mineralny serów i serwatki, otrzymanych z mleka owczego i koziego.
 Mineral profile of cheeses and whey, manufactured from ewe's and goat's milk.

Produkt / Product	Na	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
	$\bar{X} \pm s_x$							
	[mg/kg]				[µg/kg]			
Ser kwasowy owczy Acid-set, ewe's milk (soft) cheese	400,64 ± 84,35	1266,95 ±154,63	1079,49 ±897,88	161,68 ±22,55	7,197 ±1,05	558,50 ±21,05	1227,39 ±264,11	439,26 ±18,46
Ser kwasowy owczo-kozi Acid-set, ewe's and goat's milk (soft) cheese	414,85 ± 109,26	1257,32 ±102,42	1171,96 ±114,59	136,40 ±18,31	6,481 ±0,84	592,99 ±31,46	925,86 ±146,23	416,25 ±15,22
Ser kwasowy kozi Acid-set, goat's milk (soft) cheese	490,19 ± 78,98	1281,90 ±197,02	1283,23 ±321,01	119,47 ±17,66	4,894 ±0,16	533,19 ±24,09	938,80 ±125,08	382,74 ±12,36
Ser kwasowo-podpuszczkowy owczy Acid-rennet-set, ewe's milk cheese	453,60 ± 85,35	1368,44 ±135,44	4869,60 ±220,06	245,22 ±33,54	16,21 ±2,52	513,99 ±22,58	1414,15 ±124,15	523,87 ±54,16
Ser kwasowo-podpuszczkowy owczo-kozi Acid-rennet-set, ewe's – goat's milk cheese	399,99 ± 76,55	1320,41 ±178,88	5142,12 ±436,68	214,20 ±29,04	17,69 ±3,64	457,35 ±31,79	1721,87 ±216,05	472,10 ±44,59
Ser kwasowo-podpuszczkowy kozi Acid-rennet-set, goat's milk cheese	351,08 ± 73,02	1256,46 ±106,54	4586,64 ±612,04	192,93 ±11,33	18,69 ±2,88	448,26 ±24,61	1118,23 ±106,85	381,82 ±36,35
Serwatka kwasowa kozia Acid-set, goat's milk whey	534,37 ± 110,76	1626,51 ±223,05	1652,61 ±178,90	172,98 ±26,46	2,38 ±0,04	159,30 ±11,63	895,63 ±37,15	29,12 ±1,24
Serwatka kwasowa owcza Acid-set, ewe's milk whey	526,19 ± 69,47	1555,05 ±164,22	2047,32 ±221,05	167,49 ±22,51	2,72 ±0,04	85,15 ±3,41	585,02 ±31,46	41,11 ±1,75
Serwatka kwasowo-podpuszczkowa kozia Acid-rennet-set, goat's milk whey	495,68 ± 94,05	1713,26 ±194,16	192,00 ±16,26	69,37 ±6,35	0,00	16,30 ±1,05	185,03 ±24,22	43,41 ±1,84
Serwatka kwasowo-podpuszczkowa owcza Acid-rennet set, ewe's milk whey	543,16 ± 126,84	1426,49 ±175,95	232,54 ±8,42	83,64 ± 2,05	0,00	29,76 ±1,15	314,62 ±16,79	29,85 ±1,18

Tabela 2

Średni wskaźnik retencji badanych pierwiastków.
Mean retention index of mineral elements studied.

Pierwiastek Mineral component	Ser Cheese					
	owczy From ewe's milk		owczo-kozi From ewe's-goat's milk		kozi From goat's milk	
	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set	kwasowy Acid-set (soft)	kwasowo- podpuszczkowy Acid-rennet-set
	Retencja [%] – $\bar{X} \pm s_x$ Retention [%]					
Sód Sodium	28,1±1,25	20,8±1,15	15,3±1,05	14,8±1,04	15,6±1,06	11,9±0,84
Potas Potassium	26,8±1,51	30,0±1,43	15,9±0,84	18,4±1,32	11,1±1,04	11,6±0,52
Wapń Calcium	17,9±1,05	83,6±4,56	15,3±0,93	73,9±7,65	15,2±0,99	58,0±2,41
Magnez Magnesium	29,6±1,15	46,7±3,41	19,1±0,82	33,4±3,62	14,8±0,74	25,6±2,09
Cynk Zinc	43,2±2,41	100,0±0,0	33,3±1,34	100,0±0,0	25,3±2,51	100,0±0,0
Mangan Manganese	82,6±3,69	80,1±3,89	80,1±4,51	68,5±3,25	80,0±6,51	71,7±4,53
Żelazo Iron	78,4±4,56	93,2±5,74	39,9±2,29	82,1±3,90	31,3±3,05	39,8±2,88
Miedź Copper	59,4±6,05	74,2±5,62	56,5±2,64	70,5±2,65	70,0±3,44	74,2±4,91

Zawartość sodu w serze kwasowym wyprodukowanym z mleka owczego wynosiła średnio ok. 400 mg/kg i była mniejsza od poziomu tego składnika w serze kwasowo-podpuszczkowym (przeciętnie 450 mg/kg) (tab. 1). Odwrotnie proporcja ta ukształtowała się w przypadku serów z mleka koziego. Kozi ser kwasowy zawierał zdecydowanie więcej sodu (około 500 mg/kg) niż ser kwasowo-podpuszczkowy (tylko ok. 350 mg/kg). Pośrednie wartości uzyskano w serach mieszanych. Kozie sery – białe i twarde, badane przez Gajewską i wsp. [2] zawierały ponad 400 mg sodu w 1 kg, również Martin-Hernandez i Juzarez [7] podają podobne wartości: 370 mg/kg w serach świeżych i 475 mg/kg w serach półtwardych. Na podkreślenie zasługuje wysoka zawartość sodu w serwatce (500 - 540 mg/kg), co wskazuje na słabą retencję tego pierwiastka w trakcie wyrobu serów. Przeciętny wskaźnik retencji był niski i zawierał się

w przedziale 12 - 28 % i był wyższy w serach owczych niż w serach kozich oraz wyższy w serach kwasowych niż w serach kwasowo-podpuszczkowych (tab. 2).

Badane sery kwasowe zawierały średnio ponad 1250 mg potasu w 1 kg, a sery kwasowo-podpuszczkowe nawet ponad 1300 mg/kg, przy czym w tej drugiej grupie serów stwierdzono korzystny wpływ mleka owczego na zawartość potasu (tab. 1). Potwierdzają to wartości średniego wskaźnika retencji: w serach owczych wynosił on ok. 30 %, w serach mieszanych 15 - 18 %, a w serach kozich tylko 11 % (tab. 2). Gajewska i wsp. [2] podają mniejszą zawartość potasu w serach kozich, wynoszącą od 630 do 83 mg/kg. Serwatka zawiera więcej potasu (średnio od ponad 1400 do ponad 1700 mg/kg) niż sery, przy czym nieco bogatsza w ten pierwiastek jest serwatka kozia (tab. 1).

Silnie zróżnicowana była retencja wapnia w zależności od typu sera (tab. 2). Sery kwasowe zawierały w 1 kg tylko od 1100 do ok. 1300 mg wapnia (serwatka ponad 1600 do 2000 mg/kg), a sery kwasowo-podpuszczkowe ponad 4500 mg/kg (serwatka tylko około 200 mg/kg). Białe sery kozie badane przez Gajewską i wsp. [2] zawierały od około 1000 do 4000 mg wapnia w 1 kg, a ser twardy ok. 8000 mg/kg. Turecki biały ser Ezine z mleka koziego i owczego również nie był bogaty w ten pierwiastek (tylko do 1000 mg/kg) [3]. Średni wskaźnik retencji wapnia w przypadku serów kwasowych wynosił 15 - 18 %, a w odniesieniu do serów kwasowo-podpuszczkowych od 58 % (sery kozie) do około 85 % (sery owcze); sugeruje to korzystny wpływ mleka owczego na zatrzymywanie jonów wapnia w skrzepie kwasowo-podpuszczkowym. O podobnym silnym zróżnicowaniu retencji wapnia w serach kwasowych i podpuszczkowych informuje Martin-Hernandez i Juarez [7].

Zawartość magnezu w serach kwasowych wynosiła średnio od około 120 do ponad 160 mg/kg, w serach kwasowo-podpuszczkowych była zdecydowanie większa, bo od 190 do 245 mg/kg. Zawartość magnezu w serach owczych była większa o 40 - 50 mg/kg w porównaniu z serami kozimi. Serwatka kwasowa zawierała średnio 2 razy więcej magnezu niż serwatka podpuszczkowa (tab. 1). Według różnych autorów zawartość magnezu w serach owczych i kozich kształtuje się w granicach 150 - 600 mg/kg [2, 3, 7]. Poziom retencji magnezu w badanych serach kwasowych był niższy niż w serach kwasowo-podpuszczkowych (odpowiednio: 15 - 30 % i 25 - 46 %). Martin-Hernandez i Juarez [7] uzyskali wyższy poziom tego wskaźnika w serach kozich – średnio 39 % [8]. Zaznaczył się też korzystny wpływ mleka owczego na retencję magnezu w serach. Wskaźnik retencji serów owczych był o 15 - 25 % wyższy niż serów z mleka koziego (tab. 2).

Przeciętna zawartość cynku w serach kwasowych wynosiła od około 5 do około 7,2 mg/kg i była o ponad 10 mg/kg mniejsza niż w serach kwasowo-podpuszczkowych. Sery kwasowo-podpuszczkowe zatrzymały całą pulę tego pierwiastka; w serwatce był on nieobecny (tab. 1). Dane literaturowe potwierdzają te wy-

niki. Gajewska i wsp. [2] informuj, że białe sery kozie zawierały średnio 11 do 31 mg cynku w 1 kg, a kozie sery twarde – 39 mg/kg. Świeże sery tureckie Ezine zawierały 2,1 do 8,2 mg/kg cynku [3]. Chorwackie twarde sery z mleka owczego były bardzo dobrym Źródłem cynku (35 - 40 mg/kg) [8]. Retencja cynku w serach kwasowo-podpuszczkowych była całkowita, a w serach kwasowych wynosiła od 25 do 43 %. Zaznaczył się tutaj korzystny wplyw mleka owczego (tab. 2).

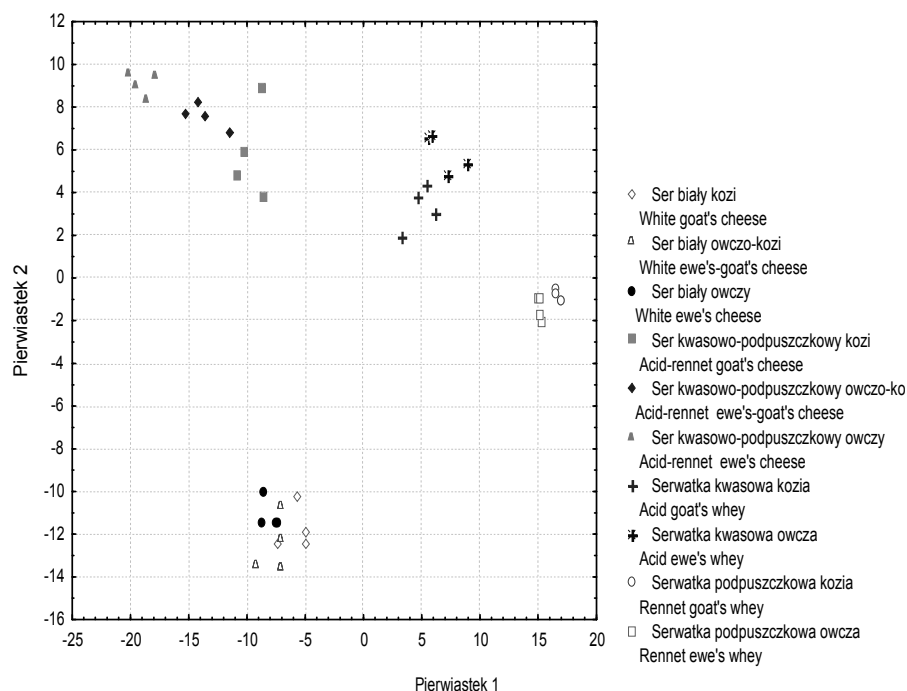
Badane sery kwasowe zawierały więcej manganu (ponad 530 $\mu\text{g/kg}$) ni sery kwasowo-podpuszczkowe – rednio od 450 do ponad 510 $\mu\text{g/kg}$ (tab. 1). Sery kozie analizowane przez Gajewską i wsp. zawierały od 400 do 600 μg manganu w 1 kg [2], a turecki ser Ezine do 600 $\mu\text{g/kg}$ [3]. W serach kwasowo-podpuszczkowych widoczna była wprost proporcjonalna zależność stzenia manganu od udziału surowca owczego (tab. 1). Wskaźnik retencji tego pierwiastka był bardzo wysoki (70 - 80 %) i nie był uwarunkowany ani typem, ani gatunkiem sera (tab. 2). Podobny poziom retencji (79 - 86 %) manganu oznaczyli Martin-Hernandez i Juarez [7].

Sery kwasowo-podpuszczkowe zawierały więcej żelaza, średnio od 1100 $\mu\text{g/kg}$ do 1700 $\mu\text{g/kg}$, w porównaniu z serami kwasowymi, średnio 900 - 1200 $\mu\text{g/kg}$ (tab. 1). Także poziom retencji był wyższy w serach kwasowo-podpuszczkowych, przy czym migracja żelaza do skrzepu była bardzo wysoka, szczególnie przy produkcji serwów owczych i owczo-kozich (tab. 2).

Sery kwasowo-podpuszczkowe owcze i mieszane były bogatsze w jony miedzi od serów kwasowych o kilkadziesi μg w 1 kg sera (odpowiednio ok. 500 $\mu\text{g/kg}$ i ok. 420 $\mu\text{g/kg}$). Oba typy sera koziego zawierały ok. 380 μg miedzi w 1 kg (tab. 1). Wg nielicznych doniesień, sery kozie i owcze zawierały od 120 do 750 μg miedzi w 1 kg [2, 3, 7]. Retencja miedzi przez badane sery była wysoka (od okołó 60 do okołó 75 %), ponadto była wyższa w serach kwasowo-podpuszczkowych (tab. 2). Była też wyższa od podanej przez Martina-Hernandeza i Juareza – okołó 50 % [7].

Niektórz autorzy podjęli próbę klasyfikacji produktów z mleka owczego lub koziego na podstawie zawartości makro- i mikroelementów. Samarzija i wsp. [8] po wykonaniu analizy dyskryminacyjnej stwierdzili, że można zidentyfikowa pochodzenie produkowanych w Chorwacji twardych serów owczych na podstawie zawartości jonów potasu, żelaza i cynku. Przeprowadzona przez Almenar i wsp. [1] analiza dyskryminacyjna rozróźniła – na podstawie stzenia siedmiu pierwiastków metalicznych – hiszpańskie kozie sery świeże, półtwarde i twarde oraz mleko i serwatk. Dlatego też, aby odpowiedzieć na pytanie, czy badane produkty różniły się pod względem zawartości makro- i mikroelementów, wykonano obliczenia metod analizy dyskryminacyjnej. Zmiennymi dyskryminującymi była zawartość ośmiu badanych pierwiastków: sodu, potasu, wapnia, magnezu, manganu, cynku, żelaza i miedzi. Analiz wykonano metod standardową, a jej wyniki przedstawiono za pomocą mapy konfiguracji (rys. 1).

Usytuowanie punktów reprezentujących kolejne próbki serów i serwatki w układzie dwóch pierwiastków pozwoliło na wyodrębnienie czterech grup różniących się profilem badanych makro- i mikroelementów. Pierwsza z nich to serwatka kwasowa (owcza i kozia). Druga obejmuje wszystkie trzy gatunki sera kwasowo-podpuszczkowego, a trzecia wszystkie trzy gatunki sera kwasowego. Czwartą grupę stworzyły próbki serwatki otrzymanej przy wyrobieniu serów kwasowo-podpuszczkowych. Strukturę tę można wyjaśnić wynikami przedstawionymi w tab. 1.



Rys. 1. Mapa konfiguracji wyznaczona metodą analizy dyskryminacyjnej na podstawie zawartości składników mineralnych w serach i serwatce z mleka owczego i koziego.

Fig. 1. Configuration Map developed using discriminant analysis based on the content of mineral elements in cheeses and whey made from ewe's and goat's milk.

Serwatka (owcza i kozia) otrzymana podczas produkcji serów kwasowych miała podobny profil mineralny. Zawartość prawie wszystkich (z wyjątkiem miedzi) pierwiastków kształtowała się w tych produktach na zbliżonym poziomie. Ponadto zawartość kilku makro- i mikroelementów odróżniała wyraźnie te trzy produkty od pozostałych. Dotyczy to: wapnia, magnezu, cynku (w porównaniu z produktami podpuszczkowymi), manganu i żelaza.

Sery kwasowo-podpuszczkowe stworzyły odrębną grupę pod względem wartości mineralnej, ponieważ zawartość większości pierwiastków była większa od poziomu tych pierwiastków w pozostałych produktach. W serach tych zawartość jonów wapnia była od 2- do 4-krotnie większa, jonów magnezu było o 50 % więcej, jonów cynku przynajmniej 2- do 4-krotnie więcej. Jonów manganu było zdecydowanie więcej niż w serwatce; sery te zawierały także dużo jonów żelaza i miedzi.

Trzecia wyodrębniona grupa – sery kwasowe – wyróżniała się najmniejszą zawartością jonów wapnia, w porównaniu z pozostałymi produktami (z wyjątkiem serwatki podpuszczkowej), potasu i manganu oraz tym, że poziom cynku, żelaza i miedzi był w tych serach wyższy niż w serwatce, a niższy niż w serach kwasowo-podpuszczkowych.

Serwatka podpuszczkowa (zarówno owcza, jak i kozia) stanowiły odrębną grupę na mapie konfiguracji, bowiem nie zawierały w ogóle jonów cynku i odznaczały się zdecydowanie najmniejszą zawartością jonów wapnia, magnezu, manganu i żelaza.

Analiza profilu mineralnego (w zakresie zbadanych pierwiastków metalicznych) serów i serwatki, wykonana na podstawie średniej zawartości (tab. 1), przeciętnych wskaźników retencji (tab. 2) oraz wyników analizy dyskryminacyjnej pozwala uszeregować badane produkty wg malejącej wartości odżywczej w następujący sposób:

- 1) sery kwasowo-podpuszczkowe: owcze > owczo-kozie > kozie,
- 2) serwatka kwasowa,
- 3) sery kwasowe: owcze > owczo-kozie > kozie,
- 4) serwatka podpuszczkowa.

Rangowanie to jest zbliżone do wykonanego przez Almenarę i wsp. [2], którzy na podstawie poziomu siedmiu makro- i mikroelementów produkty kozie uszeregowali następująco (od najwyższej do najniższej wartości): sery twarde, sery półtwarde, sery świeże, serwatka.

Wnioski

1. Sery kwasowe i kwasowo-podpuszczkowe, otrzymane z mleka owiec i kóz ras alpejskich, stanowią pod względem odżywczym wartościową grupę przetworów mlecznych z uwagi na bardzo korzystny profil składników mineralnych.
2. Korzystnym, zarówno z punktu widzenia producentów, jak i konsumentów, ukierunkowaniem przetwarzania mleka owczego i koziego jest produkcja owczych i owczo-kozich serów kwasowo-podpuszczkowych. Produkcja owczych, kozich i owczo-kozich serów kwasowych może stanowić uzupełnienie tego podstawowego kierunku.


Literatura

- [1] Almenara F.J., Alvarez S., Darias J., Rodriguez E., Diaz C., Fresno M.: Effect of the ripening in the mineral composition of the cheeses made with Majorera goat's milk. *Archivos de Zootecnia*, 2007, **56**, 667-671.
- [2] Gajewska R., Ganowiak Z., Nabrzyski M.: Zawartość składników pokarmowych w niektórych przetworach mleka koziego. *Rochniki PZH*, 1997, **4**, 409-414.
- [3] Isleten M., Uysal-Pala C., Karagul-Yuceer Y.: Mineral content of Ezine cheese. *Gida*, 2007, **4**, 173-179.
- [4] Jenness R.: Composition and characteristics of goat milk. *J. Dairy Sci.*, 1980, **10**, 1968-1979.
- [5] Juarez M., Ramos M.: Physico-chemical characteristics of goat's milk in distinct from those of cow's milk. *Bull. Int. Dairy Fed.*, 1986, **202**.
- [6] Kędzior W.: *Owce produkty spożywcze. Aspekty towaroznawcze*. PWE, Warszawa 2005.
- [7] Martin-Hernandez M.C., Juarez M.: Retention of main and trace elements in four types of goat cheese. *J. Dairy Sci.*, 1989, **5**, 1092-1097.
- [8] Samarzija D., Anturac N., Pecina M., Mioc B., Havranek D., Paclovic I.: Mineral value of Croatian artisanal hard sheep cheeses in terms of geographical indication. *Milchwissenschaft*, 2005, **2**, 158-161.
- [9] Suhaj M., Korenovska M.: Identification of cheese species origin by pattern recognition processing of elemental data. *J. Food Nutr. Res.*, 2007, **4**, 174-180.
- [10] Williams A.P., Bishop D.R., Cockburn J.E., Scott K.J.: Composition of ewes milk. *J. Dairy Res.*, 1976, **2**, 325-329.

MINERAL COMPONENTS IN CHEESES AND WHEY MADE FROM EWE'S AND GOAT'S MILK

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the content of several selected mineral components in some types of goat's and ewe's milk cheeses, as well as in the whey obtained after those cheeses had been manufactured. The research material consisted of acid-set (soft) and rennet (hard) cheeses prepared as three variants: ewe's, ewe's-goat's, and goat's milk cheeses. The content of Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, and Cu was determined in both the cheeses and the whey. The acid-rennet set ewe's milk cheeses contained more Na, K, Ca, Mg, Zn, Fe, and Cu ions than the acid-set ewe's milk cheeses. The acid-set goat's milk cheeses had more Na and Mn compared to acid-rennet set goat's milk cheeses. The results obtained made it possible to classify the products analyzed in four groups, which differed in the profile of the macro- and microelements studied. The first group contains acid-set whey (both from the goat's and ewe's milk). The second one comprises all three types of acid-and rennet-set cheeses whereas the third one: all the types of acid-set soft cheeses. The fourth group is made up of whey samples obtained while the acid-rennet-set cheeses have been manufactured. The products analyzed were arranged according to their decreasing nutritional value in the following manner: acid-rennet-set cheeses (from ewe's, sheep's-goat's, and goat's milk), acid-set whey, acid-set soft cheeses (from ewe's, ewe's-goat's, and goat's milk), and rennet whey.

Key words: ewe's milk cheeses, goat's milk cheeses, whey, mineral components 

EWA JANUŚ, DANUTA BORKOWSKA

**WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA WARTOŚĆ
ENERGETYCZNĄ MLEKA KRÓW RASY POLSKIEJ
HOLSZTYŃSKO-FRYZYJSKIEJ ODMIANY CZARNO-BIAŁEJ
ORAZ MONTBELIARDE**

Streszczenie

W pracy porównano dobową wydajność, skład chemiczny, jakość cytologiczną oraz wartość energetyczną mleka pozyskiwanego od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF CB) oraz montbeliarde (MO). Analizowano wpływ na wartość energetyczną mleka: sezonu, poziomu dobowej wydajności mleka i jego jakości cytologicznej oraz kolejnej laktacji i jej fazy.

Wykazano, że w porównaniu z rasą polską holsztyńsko-fryzyjską odmiany czarno-białej mleko krów montbeliarde charakteryzowało się korzystniejszym składem chemicznym i wyższą jakością cytologiczną. Na wartość energetyczną mleka krów PHF CB istotnie wpływały wszystkie uwzględnione czynniki, a największe wahania (85,1 kcal/kg) obserwowano na początku laktacji. Wartość energetyczna mleka krów montbeliarde była wyższa o 40,9 kcal/kg i w obrębie analizowanych czynników (za wyjątkiem sezonu) była stabilniejsza niż rasy PHF CB. Stwierdzono, że korzystniejszy skład chemiczny, niższa liczba komórek somatycznych oraz lepsza stabilność w zakresie wartości energetycznej mleka krów montbeliarde może wskazywać na dużą przydatność tej rasy do produkcji mleka.

Słowa kluczowe: kaloryczność mleka, rasa: montbeliarde, polska holsztyńsko-fryzyjska

Wprowadzenie

W strukturze towarowej produkcji zwierzęcej produkcja mleka stanowi w Polsce około 18 %. Przy globalnej produkcji wynoszącej około 12 mld l mleka, przedmiotem skupu było 9,6 mld l, co sprawiło, że w roku 2009/2010 krajowa kwota mleczna została wykorzystana w 95,63 % [13]. Mleko i przetwory mleczne odgrywają znaczącą rolę w odżywianiu się ludzi. Zawierają one cenne białka, tłuszcze, składniki mineralne i witaminy. Poszczególne składniki mleka przypisywane są właściwości funkcyj-

Dr inż. E. Januś, prof. dr hab. D. Borkowska; Katedra Hodowli i Użytkowania Zwierząt; Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość; Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

nalne [1, 2, 5, 9, 17, 18]. Bioaktywne peptydy, których źródłem są białka mleka charakteryzują się właściwościami przeciwnadciśnieniowymi, immunomodulacyjnymi, przeciwutleniającymi, antybakteryjnymi i przeciwzakrzepowymi [6, 9, 17]. Tłuszcz mlekowy zawiera około 35 % kwasów jednonienasyconych (oleinowy, wakcenyowy), które zalecane są w profilaktyce miażdżycy i nowotworów. Jest ponadto skuteczny w łagodzeniu schorzeń układu pokarmowego i oddechowego [3, 5]. Wapń, fosfor, magnez i cynk odgrywają rolę w kształtowaniu kryształów hydroksyapatytu, który stanowi mineralne rusztowanie tkanki łącznej [21].

Trudno jest pokryć zalecane dzienne spożycie wapnia bez produktów mlecznych w diecie. Jak podają Huth i wsp. [9] mleko i produkty mleczne w diecie małych dzieci dostarczają 83 % wapnia, u nastolatków – 77 %, a w przypadku dorosłych 65 - 72 % tego składnika. Wiele osób unikających mleka, nie spożywa także zalecanej dawki potasu, witaminy D i innych składników odżywczych [21]. Wg Pełczyńskiej [14] wartość mleka jako całości jest większa niż poszczególnych jego składników. Jest środkiem spożywczym niezastąpionym pod względem biologicznym dla ludzi w każdym wieku. Mleko w porównaniu z innymi rodzajami żywności charakteryzuje się małym ładunkiem energetycznym [14]. Wartość energetyczna mleka krowiego wynosi około 700 kcal/kg, a na jej poziom wpływa wiele czynników pozagenetycznych [4, 11, 12, 15, 19]. Kaloryczność mleka kobiecego waha się od 530 do 796 kcal/kg i zależy m.in. od metody oceny i czasu od porodu [11].

Zasadnicza część produkowanego w Polsce mleka pozyskiwana jest od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. W 2009 r. populacja aktywna krów tej rasy liczyła 530 721 szt. o przeciętnej rocznej wydajności wynoszącej 7041 kg mleka. Prowadzony jest równocześnie chów, sprowadzonych z Francji, a w Polsce objętych oceną wartości użytkowej, krów rasy montbeliarde. Od 1312 krów tej rasy, pozyskano w 2009 r. średnio po 7125 kg mleka [16].

Celem badań była ocena wpływu: sezonu, poziomu dobowej wydajności mleka i jego jakości cytologicznej oraz kolejnej laktacji i jej fazy na wartość energetyczną mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej oraz montbeliarde.

Material i metody badań

W pracy wykorzystano dane zawarte w dokumentacji hodowlanej prowadzonej w 2 położonych na Lubelszczyźnie fermach bydła mlecznego. W jednej z nich utrzymywano 180 krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF CB), o przeciętnej rocznej wydajności wynoszącej powyżej 8 tys. kg mleka. W drugim stadzie użytkowano 200 krów rasy montbeliarde (MO), których średnia roczna wydajność w 2009 r. przekroczyła 9 tys. kg. W obydwu stadach zwierzęta utrzymywano w budynkach wolnostanowiskowych i żywiono mieszankami pełnoporcjowymi TMR.

Z raportów RW-2 uzyskano dane dotyczące dobowej wydajności mleka [kg], zawartości w nim tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy [%] oraz liczby komórek somatycznych [w tys./ml]. W analizie uwzględniono ogółem 13412 wyników próbnych udojów, w tym 5672 pobranych od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany cb, a 7740 dotyczyło stada montbeliarde.

Wyniki dotyczące procentowej zawartości tłuszczu, białka i laktozy posłużyły do obliczenia wartości energetycznej mleka z równania [20]:

$$E \text{ [kJ/kg]} = 370 \text{ [% tłuszczu]} + 170 \text{ [% białka]} + 168 \text{ [% laktozy]} + 18.$$

Obliczone wartości w [kJ/kg] przeliczano na [kcal/kg], ze względu na większą powszechność używania tych jednostek.

W obliczeniach statystycznych wykonanych w programie SAS wykorzystano następujący model liniowy:

$$Y_{ijklm} = \mu + g_i + s_j + w_k + k_l + l_m + f_n + (gs)_{ij} + (gl)_{im} + e_{ijklm}$$

gdzie:

Y_{ijklm} – fenotypowa wartość badanej cechy,

μ – średnia ogólna badanej cechy,

g_i – rasa krów (PHF CB – polska holsztyńsko-fryzyjska odm. czarno-biała, MO – montbeliarde),

s_j – sezon (letni, zimowy),

w_k – poziom wydajności dobowej (do 20,0; 20,1-30,0; >30,0 kg mleka),

k_l – liczba komórek somatycznych (do 100; 101-400; 401-1000; >1000 tys./ml),

l_m – kolejna laktacja (I; II; III; IV),

f_n – faza laktacji (1., 2., ..., 10., 11.-18. miesiąc po wycieleniu),

$(gs)_{ij}$ i $(gl)_{im}$ – interakcje: rasa \times sezon i rasa \times kolejna laktacja,

e_{ijklm} – błąd losowy.

Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi dotyczącymi obydwu ras oraz w obrębie analizowanych czynników oszacowano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Średnia dobową wydajność krów objętych badaniami wynosiła 26,1 kg mleka, które zawierało 13,12 % suchej masy, w tym 4,10 % tłuszczu, 3,58 % białka oraz 4,82 % laktozy. Porównując wartości średnie wyliczone dla objętych analizą ras bydła, stwierdzono w zakresie wszystkich cech korzystniejsze wyniki krów montbeliarde (różnice były istotne przy $P \leq 0,01$) – tab. 1. Istotne różnice pomiędzy rasami pod względem składu chemicznego mleka, jego wartości odżywczej i przydatności technologicznej stwierdziła Barłowska [1]. W badaniach Gołębiowskiego i Brzozowskiego [7] istotnie większą zawartością białka i laktozy (odpowiednio o 0,08 i 0,06 %),

a mniejszą (o 0,19 %) tłuszczu charakteryzowały się krowy montbeliarde w porównaniu z czarno-białymi.

Z danych tab. 1 wynika, że przeciętna dobowa wydajność mleka krów PHF CB była mniejsza o 2,1 kg. W mleku tym, w porównaniu z rasą MO, stwierdzono mniejszą koncentrację tłuszczu, białka i suchej masy (o 0,32; 0,20; 0,09 oraz 0,53 %), a niższą (o 392 tys./ml) liczbę komórek somatycznych. Z danych PFHBiPM [16] wynika, że utrzymywane w Polsce krowy montbeliarde, w porównaniu z rasą polską holsztyńsko-fryzyjską odmiany czarno-białej, produkowały mleko o zbliżonej zawartości tłuszczu (4,12 i 4,16 %) i większej białka (3,49 i 3,32 %) [16]. Mniejsza koncentracja tłuszczu, białka i laktozy w mleku objętych badaniami krów phf cb mogła wynikać z jego niższej jakości cytologicznej. Na związek składu chemicznego mleka z liczbą komórek somatycznych wskazują inne badania [8, 10].

Tabela 1

Dobowa wydajność, skład chemiczny i liczba komórek somatycznych w mleku krów ras phf cb (PHF CB) oraz montbeliarde (MO).

Daily milk yield, chemical composition and somatic cell count in milk from Polish Holstein-Friesian Black-And-White (PHF BW) and Montbéliarde (MO) cows.

Wyszczególnienie / Specification	Rasa krów / Breed of cows			
	PHF CB / PHF BW		MO	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Liczba próbnych udojów / Number of trial milking	5672	-	7740	-
Dobowa wydajność mleka [kg] / Daily milk yield [kg]	24,9 *	10,2	27,0 *	10,8
Zawartość w mleku [%]: / Content in milk [%]:				
- tłuszczu / fat	3,88 *	1,04	4,21 *	0,91
- białka / protein	3,46 *	0,44	3,66 *	0,35
- laktozy / lactose	4,77 *	0,30	4,86 *	0,22
- suchej masy / dry matter	12,82 *	1,21	13,35 *	0,99
Liczba komórek somatycznych w mleku [tys./ml] Somatic cell count in milk [thousand/ml]	884 *	1699	492 *	1187

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* – różnice pomiędzy rasami statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ / differences between the breeds statistically significant at $P \leq 0.01$

Wartość energetyczna mleka pochodzi w około 49 % z zawartego w nim tłuszczu, w 40 % z cukru mlekowego, a w 11 % z białek [15]. W związku z większą zawartością tych składników w mleku krów MO, w porównaniu z rasą PHF CB, charakteryzowało się ono istotnie ($P \leq 0,01$) wyższą o 40,9 kcal/kg wartością energetyczną (tab. 2). W przypadku obydwu objętych badaniami ras mleko o wyższej wartości energetycznej pozyskiwano od krów w miesiącach letnich, tzn. od maja do października, w porówna-

niu z zimowymi. Różnica pomiędzy sezonami była istotna przy $P \leq 0,01$ i w przypadku rasy PHF CB wynosiła 13,6 kcal/kg mleka, a krów MO aż 29,9 kcal/kg. Wyższą wartość energetyczną mleka pozyskiwanego w sezonie zimowym od krów żywionych tradycyjnie stwierdzono w innych badaniach [4]. Uzasadniono to większym udziałem w dawkach pokarmowych stosowanych w tym okresie pasz włóknistych. Przedstawione w pracy wyniki świadczą, że także przy żywieniu krów pełnoporcjowymi dawkami TMR mogą występować sezonowe różnice wartości energetycznej mleka.

Tabela 2

Wartość energetyczna mleka [kcal/kg] krów PHF CB oraz MO w obrębie analizowanych czynników.
Energy value of milk [kcal/kg] from PHF BW and MO cows within the factors analyzed.

Czynnik / Factor	Poziomy czynnika Level of factor	Rasa krów / Breed of cows			
		PHF CB / PHF BW		MO	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Sezon / Season	letni / summer	671,6 ^{A**}	92,0	705,9 ^{A**}	78,8
	zimowy / winter	685,2 ^{B**}	102,9	735,8 ^{B**}	81,7
Poziom dobowej wydajności [kg] Daily milk yield level [kg]	$\leq 20,0$	706,9 ^{A**}	103,0	734,4 ^{A**}	69,5
	20,1-30,0	678,5 ^{B**}	90,9	714,0 ^{B**}	74,7
	$> 30,0$	651,8 ^{C**}	95,0	714,9 ^{B**}	93,9
Liczba komórek somatycznych [tys./ml] Somatic cell count [thousand/ml]	≤ 100	673,1 ^{A**}	89,1	717,2 ^{**}	83,4
	101-400	684,2 ^{Ba**}	96,8	722,6 ^{**}	77,2
	401-1000	679,0 ^{AB**}	99,3	721,3 ^{**}	83,2
	> 1000	676,6 ^{ABb**}	107,1	720,3 ^{**}	87,9
Kolejna laktacja Successive lactation	I	692,0 ^{A**}	92,4	723,1 ^{A**}	74,4
	II	669,7 ^{Ba**}	101,6	724,8 ^{A**}	81,2
	III	677,7 ^{Bb**}	99,8	721,4 ^{A**}	83,7
	IV	670,7 ^{B**}	101,1	694,0 ^{B**}	99,5
Ogółem / Total		679,3 ^{**}	98,5	720,2 ^{**}	81,6

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach w obrębie czynnika różnią się statystycznie istotnie: wielkie litery – przy $P \leq 0,01$; małe litery – przy $P \leq 0,05$; / Mean values in columns within one factor differ statistically significantly: capital letters – at $P \leq 0.01$; small letters – at $P \leq 0.05$;

Wartości średnie pomiędzy rasami dla danego poziomu czynnika różnią się statystycznie istotnie: ** – przy $P \leq 0,01$; * – przy $P \leq 0,05$ / Mean values between breeds for given level of factor differ statistically significantly: ** – at $P \leq 0.01$; * – at $P \leq 0.05$;

W przypadku obydwu ras najwyższą wartość energetyczną mleka obserwowano przy najniższej dobowej wydajności. Analizując wpływ dobowej wydajności krów PHF CB na wartość energetyczną mleka, stwierdzono istotne ($P \leq 0,01$) jej obniżanie się

wraz ze wzrostem ilości produkowanego przez zwierzęta mleka. Wartość ta przy wydajności mleka do 20,0 kg wynosiła 706,0 kcal/kg. W przypadku wydajności 20,1 - 30,0 i powyżej 30,0 kg wartość energetyczna mleka obniżyła się odpowiednio o 28,4 i 26,7 kcal/kg. Obniżanie się wartości energetycznej towarzyszące wznoszącej wydajności mleka krów rasy PHF CB obserwowano także w innych badaniach [4, 12]. Bardziej stabilna okazała się wartość energetyczna mleka pozyskiwanego od krów rasy MO, ponieważ różnica pomiędzy najwyższą i najniższą wartością wynosiła tylko 20,4 kcal/kg ($P \leq 0,01$). Zwiększenie dobowej wydajności mleka z 20,1 - 30,0 do powyżej 30,0 kg nie powodowało istotnych zmian w jego wartości energetycznej.

Zależność pomiędzy wartością energetyczną mleka a liczbą komórek somatycznych była nieistotna w przypadku rasy MO, a różnica pomiędzy skrajnymi wartościami wynosiła tylko 5,4 kcal/kg. Wahania te w przypadku rasy PHF CB wynosiły maksymalnie 11,1 kcal/kg ($P \leq 0,01$). W przypadku obydwu ras najwyższą wartością energetyczną charakteryzowało się mleko zawierające od 101 do 400 tys. komórek somatycznych w 1 ml. Najniższa wartość energetyczna towarzyszyła najwyższej jakości cytologicznej mleka. Także niska była zależność pomiędzy kolejną laktacją a wartością energetyczną mleka. W przypadku rasy PHF CB najwyższa wartość dotyczyła pierwiastek (692,0 kcal/kg), a najniższa (669,7) laktacji II. Z kolei druga laktacja krów MO związana była z najwyższą wartością energetyczną (724,8 kcal/kg), a najniższą (694,0 kcal/kg) stwierdzono w mleku zwierząt najstarszych (laktacja IV).

Tylko w pierwszym miesiącu laktacji kaloryczność mleka pozyskiwanego od krów obydwu ras nie różniła się istotnie (tab. 3). Stwierdzone w kolejnych miesiącach po wycieleniu różnice były istotne przy $P \leq 0,01$. Podobnie, jak w przypadku poziomu dobowej wydajności, wartość energetyczna mleka krów MO była bardziej stabilna. W pierwszym miesiącu po wycieleniu była ona najwyższa i wynosiła 737,8 kcal/kg, a najniższą (708,1) stwierdzono w drugim miesiącu laktacji. Była to maksymalna różnica w obrębie tej rasy wynosząca 29,7 kcal/kg. Także w przypadku rasy PHF CB najwyższą wartością energetyczną charakteryzowało się mleko pozyskiwane w pierwszym próbnym udoju po porodzie. Wynosiła ona 726,2 kcal/kg. Wartość ta obniżała się w tej grupie do trzeciego miesiąca laktacji, przy czym spadek ten wynosił aż 85,1 kcal/kg. W następnych miesiącach laktacji wartość energetyczna mleka krów obydwu ras zwiększała się. Wyjątek w tym zakresie stanowiły tylko 7. i 8. miesiąc laktacji krów MO, w których stwierdzono nieistotne obniżenie się wartości energetycznej mleka. Na podobne zmiany w wartości energetycznej mleka krów wskazują badania Nei i wsp. [12] oraz Tomaszewskiego i wsp. [19].

Tabela 3

Wartość energetyczna mleka [kcal/kg] pozyskiwanego w kolejnych miesiącach laktacji krów PHF CB oraz MO.

Energy value of milk [kcal/kg] from PHF BW and MO cows milked in the successive months of lactation.

Faza laktacji [miesiące] Phase of lactation [months]	Rasa krów / Breed of cows			
	PHF CB / PHF BW		MO	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
1	726,2 ^{Aa}	116,0	737,8 ^{AB}	102,7
2	652,4 ^{BC**}	90,6	708,1 ^{C**}	96,5
3	641,1 ^{B**}	90,7	712,7 ^{CDa**}	91,0
4	651,1 ^{BC**}	92,6	716,1 ^{CDa**}	89,0
5	647,6 ^{B**}	83,2	715,6 ^{CDa**}	82,0
6	658,0 ^{BC**}	90,9	714,4 ^{CDa**}	76,6
7	673,4 ^{CD**}	87,2	710,9 ^{C**}	75,6
8	682,7 ^{DEb**}	92,7	712,1 ^{CDa**}	68,0
9	689,6 ^{DE**}	88,6	718,3 ^{CDab**}	68,9
10	700,7 ^{EF**}	90,7	729,3 ^{BDEb**}	67,7
11-18	718,4 ^{AF**}	99,0	733,8 ^{ABEc**}	65,1

Objaśnienia: jak w tab. 2. / Explanatory notes: as in Tab. 2.

Wnioski

1. Mleko krów montbeliarde charakteryzowało się, w porównaniu z pozyskiwanym od zwierząt rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, korzystniejszym składem chemicznym i mniejszą liczbą komórek somatycznych.
2. Na wartość energetyczną mleka krów PHF CB istotnie wpływały wszystkie uwzględnione czynniki, a najwyższe wahania (85,1 kcal/kg) obserwowano na początku laktacji.
3. Wartość energetyczna mleka krów montbeliarde była wyższa o 40,9 kcal/kg i w obrębie analizowanych czynników (za wyjątkiem sezonu) stabilniejsza niż mleka krów rasy PHF CB.
4. Korzystniejszy skład chemiczny, mniejsza liczba komórek somatycznych oraz lepsza stabilność w zakresie wartości energetycznej mleka krów montbeliarde mogą wskazywać na wysoką przydatność tej rasy do produkcji mleka.

Literatura

- [1] Barłowska J.: Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras użytkowanych w Polsce. Rozpr. hab., 321, Wyd. AR w Lublinie 2007, ss. 112.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z.: Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka. Med. Wet., 2009, **65** (3), 171-174.

- [3] Berner L.A.: Defining the role of milkfat in balanced diets. *Adv. Food Nutr. Res.*, 1993, **37**, 131-257.
- [4] Borkowska D., Januś E.: Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka krów. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2007, **1 (3)**, 103-108.
- [5] Cichosz G.: Antymiażdżycowe działanie mleka. *Przegl. Mlecz.*, 2007, **4**, 4-6.
- [6] Dziuba M., Dziuba B., Iwaniak A.: Milk proteins as precursors of bioactive peptides. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2009, **8 (1)**, 71-90.
- [7] Gołębiewski M., Brzozowski P.: Comparison of dairy performance of montbeliarde and black-and-white cows housed in the same environmental conditions. *Ann. Anim. Sci.*, 2008, **8, 1**, 3-11.
- [8] Górska A.: Wydajność i skład chemiczny mleka krów o podwyższonej liczbie komórek somatycznych. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2004, **19**, 47-49.
- [9] Huth P.J., DiRienzo D.B., Miller G.D.: Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *J. Dairy Sci.*, 2005, **89**, 1207-1221.
- [10] Januś E., Borkowska D.: Wpływ wybranych czynników na liczbę komórek somatycznych krów z obór wolnostanowiskowych. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2008, **3 (4)**, 137-144.
- [11] Jensen R.G. (ed.): *Handbook of milk composition*. Academic Press, San Diego, 1995, pp. 99-114.
- [12] Neja W., Sawa A., Piwczyński D.: Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 2002, **62**, 160-174.
- [13] Olkowska O.: Raport: Sytuacja na rynku mleka. Zasoby internetowe: www.pfhb.pl/rynek_mleka_listopad_2010, 1-21.
- [14] Pełczyńska E.: Wartość odżywcza mleka. *Med. Wet.*, 1996, **52 (11)**, 671-674.
- [15] Pijanowski E.: *Zarys chemii i technologii mleczarstwa*. PWRiL, Warszawa 1980.
- [16] Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka: *Ocena wartości użytkowej krów mlecznych w 2009 roku*, Wyd. PFHBiPM, Warszawa 2010.
- [17] Reklewska B., Benartowicz E.: Funkcjonalne składniki mleka – znaczenie dla organizmu oraz możliwości modyfikowania ich zawartości w mleku. *Zesz. Nauk. Przegl. Hod.*, 2003, **71**, 47-65.
- [18] Steijns J.S.: Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *Int. Dairy J.*, 2008, **18, 5**, 425-435.
- [19] Tomaszewski A., Hibner A., Chudoba K.: Kształtowanie się wartości energetycznej mleka krów w trakcie laktacji. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 1998, **331**, 209-214.
- [20] Walstra P., Jenness R.: *Dairy chemistry and physics*. Wiley & Sons, New York, 1984, pp. 358.
- [21] Weaver C.M.: Role of dairy beverages in the diet. *Phys. & Behav.*, 2010, **100**, 63-66.

EFFECT OF SELECTED FACTORS ON MILK ENERGY VALUE OF COW'S MILK FROM PHF BW AND MONTBÉLIARDE BREEDS

S u m m a r y

In the paper, the following parameters of cow's milk from the Polish Holstein-Friesian Black-And-White (PHF BW) breed and Montbéliarde (MO) breeds were compared: daily milk yield, chemical composition, cytological quality, and energy value. The analysis performed referred to the effect of season, level of daily milk yield, cytological quality of milk, successive lactation and its phase on the energy value of milk.

It was found that the milk from Montbéliarde (MO) cows was characterized by a more beneficial chemical composition and a higher cytological quality compared to the milk from PHF BW cows. All the factors studied essentially impacted the energy value of milk from PHF BW cows, and the highest varia-

tion (85.1 kcal/kg) thereof was reported at the beginning of lactation. The energy value of milk from Montbéliarde cows was higher by 40.9 kcal/kg and more stable in the range of the factors analysed (except for the season) compared to PHF BW breed. It was found that the more beneficial chemical composition, lower count of somatic cells, and better stability of the energy value of milk from Montbéliarde cows may suggest that this breed be highly useful in the production of milk.

Key words: energy value of milk, breed: Montbéliarde, Polish Holstein-Friesian ☒

ANNA CZUBASZEK, ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA,
MAGDALENA FUJARCZUK

WPLYW DODATKU PRODUKTÓW Z OWSA NA WŁAŚCIWOŚCI WYPIEKOWE MIESZANEK ŻYTNIO-OWSIANYCH

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu mąki, otręb i płatków owsianych na wartość wypiekową mieszanek żytnio-owsianych. Materiał badawczy stanowiły handlowa mąka żytnia typu 720 oraz mąka, otręby i płatki owsiane. Mąkę i otręby owsiane uzyskano z przemiału obłuszczonego handlowego ziarna owsa w młynie Quadrumat Junior (Brabender) (wydajność odpowiednio 44,5 i 55,5 %). Płatki owsiane rozdrobniono w laboratoryjnym młynku WŻ-1 (Sadkiewicz Instruments). Z mąki żytniej i produktów owsianych sporządzano mieszanki, w których udział produktu owsianego wynosił: 5, 10, 15 i 20 %. Próbkę kontrolną stanowiła mąka żytnia. Badania wykonano w trzech seriach.

Wzrost udziału produktów owsianych w mieszance żytnio-owsianej powodował zwiększenie liczby opadania. Mieszanki zawierające mąkę owsianą miały nieznacznie wyższą końcową temperaturę kleikowania oraz niższą maksymalną lepkość kleiku niż mieszanki z otrębami i płatkami owsianymi. Udział produktów owsianych na poziomie 15 i 20 % powodował niewielki wzrost końcowej temperatury kleikowania i zmniejszenie maksymalnej lepkości kleiku w porównaniu z próbką kontrolną. Produkty owsiane, a szczególnie otręby, zwiększały wytrzymałość ciasta na obróbkę mechaniczną. Im większy był udział produktów owsianych, tym ciasto dłużej utrzymywało stałość i ulegało mniejszemu rozmięczeniu. Chleby żytnie i żytnio-owsiane z udziałem produktów owsianych do 15 % miały podobną wydajność i objętość. Ich mięksiz był bardzo elastyczny i charakteryzował się wyrównaną porowatością.

Słowa kluczowe: mąka żytnia, przetwory z owsa, właściwości wypiekowe, ciasto, chleb

Wprowadzenie

W wielu krajach podstawą diety jest pieczywo, dlatego powinno ono dostarczać składniki pokarmowe niezbędne do dobrego funkcjonowania organizmu. Pieczywem spełniającym taką rolę może być chleb wytworzony z mąki żytniej lub z dużym jej udziałem w recepturze, ponieważ cechuje się dużą zawartością błonnika pokarmowego

(8 - 18 %) [34]. Pod względem żywieniowym cenne są takie składniki błonnika pokarmowego, jak: pentozany, β -glukany i fruktany [40]. Wykazano, że frakcje mąki żytniej pochodzące z końcowych pasaży śrutowych i wymiałowych zawierają więcej pentozanów i β -glukanów niż mąki otrzymane w początkowych etapach przemiału ziarna [21]. Badania prowadzone przez Gråstena i wsp. [16] wskazują, że pieczywo żytnie z mąki całościowej zmniejsza koncentrację niektórych komponentów treści jelitowej, które są domniemanymi markerami odpowiedzialnymi za zachorowalność na nowotwory. Zdolność zapobiegania nowotworom mają także występujące w ziarnie żyta tokoferole, tokotrienole, flawonoidy, fitoestrogeny [27]. Do związków o działaniu prozdrowotnym zaliczane są również występujące w życie kwasy fenolowe [3]. Ze względu na niski indeks glikemiczny (GI) pieczywo żytnie zalecane jest cukrzykom [14]. Niestety ocena preferencji konsumenckich wskazuje, że w strukturze spożycia pieczywo z mąk pełnoziarnistych ma niewielki udział, a w największych ilościach spożywane jest pieczywo mieszane pszenno-żytnie z mąki jasnej, zubożone w składniki odżywcze [4].

Naturalnym składnikiem uzupełniającym niedobory niektórych substancji odżywczych w pieczywie mogą być produkty owsiane. Stwierdzono bowiem, że ziarno owsa cechuje się wyjątkowymi walorami fizjologiczno-żywieniowymi [25]. Białko owsa, w porównaniu z białkiem pszennym czy żytnim, zawiera więcej lizyny, treoniny, tyrozyny i tryptofanu [41]. Występujące w owsie rozpuszczalne β -glukany korzystnie wpływają na poposiłkowe stężenie glukozy we krwi, zwiększają odporność na infekcje bakteryjne, obniżają ryzyko występowania chorób krążenia [29, 30, 35]. Lange [25] podaje, że wprowadzenie produktów owsianych do diety człowieka ma korzystny wpływ na gospodarkę lipidową, węglowodanową, wspomaga dietoterapię nadciśnienia tętniczego, zmniejsza ryzyko występowania niektórych nowotworów.

Mając na uwadze prozdrowotne cechy produktów z żyta i owsa podjęto badania, których celem było określenie właściwości wypiekowych mieszanek żytnio-owsianych o różnym udziale wybranych produktów z owsa. Badania te pozwolą ocenić możliwość powiększenia asortymentu pieczywa o podwyższonej wartości odżywczej.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły handlowa mąka żytnia typu 720, powszechnie używana do produkcji chleba, oraz mąka, otręby i płatki owsiane. Mąkę żytnią typu 720 dostarczyły Spółdzielcze Zakłady Piekarsko-Ciastkarskie „Mamut” we Wrocławiu. Obluszczone ziarno owsa jako surowiec do uzyskania laboratoryjnej mąki i otrąb owsianych oraz płatki owsiane pochodziły z Przedsiębiorstwa Wielobranżowego „Komplexmłyn” Sp. z o.o. (Wągrowiec). Przed przystąpieniem do badań płatki owsiane rozdrabniano w młynku laboratoryjnym, typ WŻ-1 (Sadkiewicz-Instruments, ZBPP Bydgoszcz), a ziarno owsa nawilżano do 11 % i po 24-godzinnym leżakowaniu prze-

mielano w młynie Quadrumat Junior (Brabender), uzyskując mąkę owsianą (wydajność 44,5 %) oraz otręby owsiane (wydajność 55,5 %). Z mąki żytniej i produktów owsianych sporządzano mieszanki, w których udział produktu owsianego wynosił: 5, 10, 15 i 20 %. Próbkę kontrolną stanowiła mąka żytnia (bez udziału owsa). Badania przeprowadzono w trzech seriach.

W mące żytniej oraz mące, otrębach i płatkach owsianych oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla [32] i pentozanów ogółem metodą anilinową w sposób opisany przez Czubaszek [7]. W metodzie tej pentozany poddaje się hydrolizie kwasowej w wysokiej temperaturze, a powstałą ksylozę oznacza się metodą kolorymetryczną. Zmiana barwy jest wynikiem reakcji ksylozy z octanem aniliny. We wszystkich próbkach określano liczbę opadania [31], początkową i końcową temperaturę kleikowania oraz maksymalną lepkość kleików [33]. Właściwości reologiczne ciasta żytniego i żytnio-owsianego analizowano przy użyciu farinografu Brabendera. Uzyskane wykresy interpretowano według metody AACC [1].

Wartość wypiekową mąki żytniej i mieszanek żytnio-owsianych określano na podstawie wypieku laboratoryjnego. Ciasto sporządzano w miazarce farinografu Brabendera metodą jednofazową z zastosowaniem spożywczego kwasu mlekowego do jego ukwaszenia. Do dzieży o pojemności 300 g wprowadzano mąkę żytnią lub mieszankę żytnio-owsianą (300 g o wilgotności 14 %) oraz dodatki: drożdże (3,4 g), sól (6,0 g) i kwas mlekowy spożywczy (4,7 cm³). Wodę wodociągową o temp. 30 °C dodawano do powyższych surowców z biurety w ilości potrzebnej do uzyskania ciasta o konsystencji 250 j.B. Część tej wody służyła do sporządzenia mlecza drożdżowego i rozpuszczenia soli. Ciasto po wymieszeniu wkładano do foremek wysmarowanych olejem i poddawano fermentacji w komorze fermentacyjnej KL 864 (Tecnoeka Srl) w ciągu 1,5 h (temp. 30 °C, wilgotność względna powietrza ok. 85 %). Następnie ciasto przegniatano ręcznie i odstawiano do fermentacji końcowej na około 60 - 75 min. Wypiek prowadzono w piecu laboratoryjnym (Brabender OHG) w temp. 260 °C przez 35 min. Pieczywo po wyjęciu z pieca studzono, a następnie określano takie cechy, jak: wydajność chleba, objętość chleba ze 100 g mąki lub mieszanki [18] i porowatość miękiszu w 10-punktowej skali Mohsa [10].

Wyniki opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji dla 2 zmiennych (rodzaj i udział produktu owsianego w mieszance z mąką żytnią). Wartości średnie cech jakościowych weryfikowano testem Duncana (poziom ufności 0,05). Wszystkie obliczenia wykonano wykorzystując program Statgraphics 6,0 Software.

Wyniki i dyskusja

Użyta w badaniach mąka żytnia zawierała średnio 8,1 % białka ogółem, a mąka owsiana 11,3 % (tab. 1). W znacznie większych ilościach składnik ten występował

w płatkach i otrębach owsianych (odpowiednio 15,1 i 17,4 %). Można zatem sądzić, że zastąpienie mąki żytniej produktami owsianymi, a szczególnie otrębami lub płatkami może przyczynić się do zwiększenia ilości białka w pieczywie.

Tabela 1

Zawartość białka ogółem i pentozanów ogółem oraz wartość liczby opadania w mące żytniej i produktach owsianych.

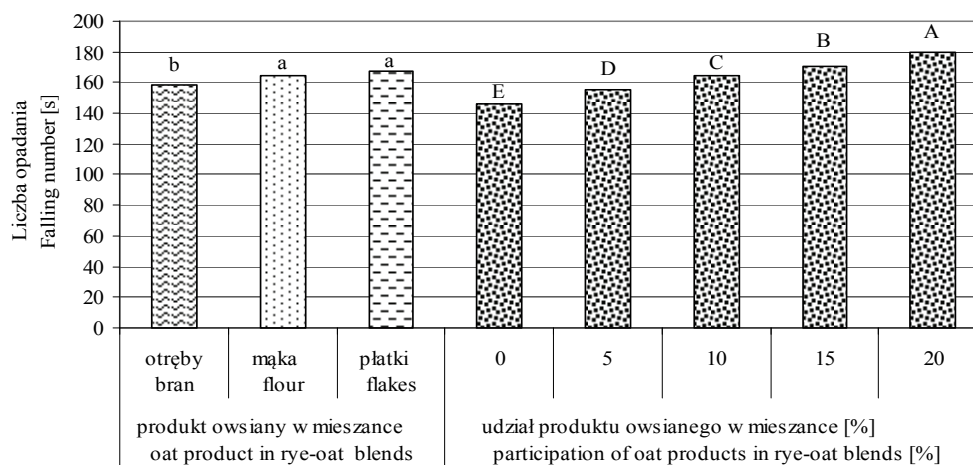
Content of total protein and total pentosan, as well as value of falling number in rye flour and oat products.

Cecha Characteristic		Mąka żytnia typu 720 Rye flour type 720	Mąka owsiana Oat flour	Otręby owsiane Oat bran	Płatki owsiane Oat flakes
Zawartość białka ogółem Total protein content	[%] s.m. [%] d.m.	8,1	11,3	17,4	15,1
Zawartość pentozanów ogółem Total pentosans content	[%] s.m. [%] d.m.	3,5	1,0	2,6	2,1
Liczba opadania Falling number	[s]	146	429	389	455

Jednym ze składników mąki żytniej warunkujących jej wartość wypiekową są pentozany, związki wchodzące w skład błonnika pokarmowego. Uważa się, że wywierają one znaczny wpływ na wodochłonność mąki, właściwości ciasta i szybkość procesu czerstwienia pieczywa [6, 17]. W badaniach własnych stwierdzono, że mąka żytnia zawierała znacznie więcej pentozanów ogółem (3,5 %) niż produkty owsiane. Spośród produktów owsianych największą ilością tych substancji cechowały się otręby (2,6 %), a następnie płatki owsiane (2,1 %) (tab. 1). Zawartość pentozanów w mące owsianej była 3,5 razy mniejsza niż w mące żytniej. Powodem zróżnicowanej ilości pentozanów w produktach owsianych jest przypuszczalnie nierównomierne rozłożenie pentozanów w ziarniaku [5]. Cząsteczki mąki owsianej to przede wszystkim bielmo, w którym jest mniej pentozanów niż w okrywie owocowo-nasiennej wchodzącej w skład otrąb. Płatki owsiane natomiast mają skład chemiczny zbliżony do składu całego ziarna.

W ocenie przydatności mąki żytniej do wypieku chleba powszechnie stosuje się oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena [31, 36]. Jej wielkość jest miarą aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w mące pszennej i żytniej [11, 19, 36]. W przypadku produktów z owsa nie udowodniono zależności pomiędzy liczbą opadania a aktywnością amylaz. Stwierdzono natomiast, że wartości tej cechy w różnych produktach owsianych są znacznie wyższe niż w mące pszennej [7]. Przyczyną wysokiej liczby opadania produktów owsianych może być mała podatność skrobi owsianej na działanie enzymów amylolitycznych [20] oraz to, że warunki panujące

w próbówce reakcyjnej podczas oznaczenia są niewystarczające do całkowitego jej skleikowania [22]. W badaniach własnych liczba opadania produktów owsianych była również wysoka i wynosiła od 389 s (otręby) do 455 s (płatki) (tab. 1). Wartość tego parametru mąki żytniej kształtowała się na poziomie 146 s co świadczy o średniej aktywności amylaz w niej zawartych [36]. Zastąpienie części mąki żytniej (5 - 20 %) produktami owsianymi spowodowało istotny wzrost liczby opadania (rys. 1). Stwierdzono ponadto, że mieszanki zawierające płatki i mąkę owsianą charakteryzowały się większą liczbą opadania niż te z otrębami owsianymi. Zróżnicowane oddziaływanie produktów owsianych na wartość liczby opadania może wynikać z ich składu. Mąka owsiana zawiera dużo skrobi, która jest mało podatna na enzymy amylolityczne [20], a w otrębach skrobi jest mniej, za to w znacznych ilościach występuje błonnik pokarmowy i enzymy obecne w okrywie owocowo-nasiennej. Wpływ na liczbę opadania mieszanek zawierających płatki mogła mieć również obróbka hydrotermiczna w procesie produkcji płatków, powodująca inaktywację enzymów oddziałujących na proces kleikowania. Mąka i otręby uzyskiwane w warunkach laboratoryjnych z obłuszczonego ziarna owsa dostarczonego przez „Komplexmłyn” nie były poddawane zabiegowi hydrotermicznemu.



Małymi i dużymi literami oznaczono grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy $\alpha = 0,05$ / Small and capital letters denote homogeneous groups determined by Duncan's test, $\alpha = 0.05$.

Rys. 1. Liczba opadania mieszanek żytnio-owsianych z różnym rodzajem i udziałem produktów owsianych.

Fig. 1. Falling number of rye-oat blends containing different types and varying contents of oat products.

Pod względem technologicznym ważną cechą określającą właściwości wypiekowe mąki jest temperatura kleikowania skrobi. Skrobia żytnia kleikuje w temp. rzędu 55-70 °C [2, 28]. W tym przedziale temperatury występują optymalne warunki działania α -amylazy, dlatego też niektórzy autorzy [6] uważają, że wielkość tej cechy musi być uwzględniana podczas ustalania parametrów procesu wypieku chleba.

Mąka żytnia użyta w badaniach własnych cechowała się temp. kleikowania w zakresie od 51,5 do 65,5 °C (tab. 2). Zawiesiny sporządzone z produktów owsianych kleikowały w szerszym zakresie temperatury niż mąka żytnia. Charakteryzowały się one podobną do mąki żytniej początkową temperaturą kleikowania (46,5 - 54,5 °C) i znacznie wyższą końcową temperaturą tego procesu (płatki 86,0 °C, otręby 86,5 °C, mąka 87,0 °C). Stwierdzono również, że lepkość kleików owsianych była około 4 - 6 razy większa niż kleiku żytniego.

Tabela 2

Właściwości amylograficzne mąki żytniej i produktów owsianych.
Amylographic properties of rye flour and oat products.

Cecha Characteristic		Mąka żytnia typ 720 Rye flour Type 720	Mąka owsiana Oat flour	Otręby owsiane Oat bran	Płatki owsiane Oat flakes
Początkowa temperatura kleikowania Initial temperature of gelatinization	[°C]	51,5	54,5	49,5	46,5
Końcowa temperatura kleikowania Final temperature of gelatinization	[°C]	65,5	87,0	86,5	86,0
Maksymalna lepkość kleików Maximum viscosity of gruel	[j.B.] [BU]	490	2150	2800	2790

Badania właściwości kleików pszenno-owsianych prowadzone przez różnych autorów [7, 9] wskazują, że zmiany zachodzące pod wpływem produktów owsianych zależą od rodzaju użytej mąki pszennej i produktu owsianego oraz ich proporcji w mieszance. W badaniach własnych, wysoka końcowa temperatura kleikowania produktów owsianych przyczyniła się do wzrostu tego parametru w mieszankach żytnio-owsianych (tab. 3). Zmiany maksymalnej lepkości kleików, mimo że były statystycznie istotne, nie miały większego znaczenia pod względem technologicznym. Maksymalna lepkość kleiku żytniego wynosiła 485 j.B., a kleików żytnio-owsianych wahała się od 460 j.B. (20 % produktu owsianego) do 505 j.B. (5 % produktu owsianego). Według Habera i Jakubczyka [18] kleik o maksymalnej lepkości około 500 j.B. powstaje z mąki żytniej o optymalnych właściwościach wypiekowych. Na tej podstawie

można stwierdzić, że badane próbki mąki żytniej i mieszanek żytnio-owsianych cechowały się dobrą wartością wypiekową.

Tabela 3

Właściwości amylograficzne mieszanek żytnio-owsianych z różnym rodzajem i udziałem produktów owsianych.

Amylography properties of rye-oat blends containing different types and varying contents of oat products.

Czynnik Factor		Początkowa temperatura kleikowania Initial temperature of gelatinization [°C]	Końcowa temperatura klei- kowania Final temperature of gelatinization [°C]	Maksymalna lepkość kleiku [j.B.] Maximum viscosity of gruel [BU]
Udział produktu z owsa w mieszance [%] Content of oat prod- ucts in rye-oat blend [%]	0	51,5 a	65,5 c	485 abc
	5	51,5 a	66,0 bc	505 a
	10	51,0 a	66,0 bc	500 ab
	15	51,5 a	66,5 b	470 bc
	20	51,0 a	67,0 a	460 c
Produkt owsiany w mieszance Oat products in rye-oat blend	otręby bran	51,5 a	66,0 b	495 a
	mąka flour	51,0 a	66,5 a	465 b
	płatki flakes	51,5 a	66,0 b	495 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b,c – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana ($\alpha = 0,05$) / homogenous groups determined according to Duncan's test ($\alpha = 0.05$)

Farinograf jest urządzeniem stosowanym przede wszystkim do oceny cech reologicznych ciasta pszennego, lecz może być również wykorzystywany w ocenie ciasta żytniego [37]. Oznaczenie to pozwala określić, w warunkach zbliżonych do panujących podczas przemysłowej produkcji pieczywa, zdolność mąki do chłonięcia wody oraz uzyskać informację o zmianach konsystencji ciasta w trakcie jego tworzenia i mieszania. Według Karolini-Skaradzińskiej [23] właściwości reologiczne ciasta żytniego, podobnie jak pszennego, zależą od zawartości białka. Gräber [17] uważa natomiast, że wpływ na nie mają pentozany i enzymy rozkładające pentozany. Badania prowadzone przez różnych autorów [7, 8, 24, 39] wykazały, że produkty owsiane zmieniają wodochłonność mąki i właściwości reologiczne ciasta pszenno-owsianego.

W badaniach własnych wykazano, że przy mieszeniu ciasta żytnio-owsianego o konsystencji 500 j.B. produkty owsiane i ich udział nie miały istotnego wpływu na wodochłonność mieszanek, która wahała się od 64,8 do 66,1 % (tab. 4). Stwierdzono, że ciasta zawierające otręby miały średnio nieznacznie dłuższy czas rozwoju (1,1 min) niż ciasta z udziałem mąki (0,8 min) i płatków (0,9 min) owsianych. Wzrost udziału płatków i mąki owsianej w mieszance z mąką żytnią nie zmieniał czasu rozwoju ciasta, a zwiększenie ilości otrębów powodowało jego wydłużenie. Przypuszczalnie jest to związane z długim czasem hydratacji cząsteczek okrywy owocowo-nasiennej obecnej w otrębach przez co ciągła struktura ciasta tworzy się dłużej [38]. Czas stałości ciast żytnio-owsianych w badaniach własnych, jak i współczynnik tolerancji na mieszenie zależały od zastosowanego produktu owsianego i ulegały zmianom pod wpływem zwiększającego się ich udziału (tab. 4). Otręby owsiane w największym stopniu przyczyniały się do wydłużenia stałości ciasta i zmniejszenia współczynnika tolerancji na mieszenie. Przy 20 % ich udziale stałość ciasta była ponad 2 razy dłuższa niż ciasta żytniego, a współczynnik tolerancji na mieszenie prawie 3 razy mniejszy niż ciasta żytniego. Udział płatków owsianych w nieco mniejszym stopniu poprawiał omawiane parametry ciasta, a mąka owsiana tylko nieznacznie zwiększała wytrzymałość ciasta na obróbkę mechaniczną.

Na podstawie przeprowadzonych prób wypiekowych stwierdzono, że pieczywo żytnio-owsiane cechowało się typową dla pieczywa żytniego ciemnobrązową skórką, aromatycznym zapachem i dużą smakowitością. Jego miękisz miał prawidłową strukturę i był bardzo elastyczny. Analiza wariancji uzyskanych wyników wykazała, że rodzaj produktu owsianego oraz jego udział w mieszance nie miały istotnego wpływu na cechy jakościowe pieczywa (tab. 5). Można jednak zauważyć, że średnia objętość chlebów żytnio-owsianych z udziałem mąki owsianej i płatków (odpowiednio 391 i 401 cm³) była podobna do objętości chleba żytniego (399 cm³), a pieczywo z udziałem otrębów było mniejsze średnio o około 40 cm³. Oceniając wpływ udziału produktu owsianego na objętość pieczywa żytnio-owsianego stwierdzono, że przy 5 - 15 % suplementacji mąki żytniej objętość bochenków nie zmieniała się i dopiero przy 20 % udziale produktów owsianych była mniejsza o 70 cm³ od pieczywa kontrolnego, co może być zauważalne w ocenie konsumenckiej. Zmniejszenie objętości pieczywa pod wpływem produktów owsianych obserwowali również autorzy badający wpływ różnych produktów owsianych na właściwości pieczywa pszennego [7, 8, 12, 13, 15, 24].

Tabela 4

Właściwości farinograficzne mieszanek żytnio-owsianych z różnym rodzajem i udziałem produktu owsianego.
 Farinographic properties of rye-oat blends containing different types and varying contents of oat product.

Produkt owsiany w mieszance Oat product in blend	Wodochłonność Water absorption [%]				Czas rozwoju ciasta Dough development time [min]				Stalność ciasta Dough stability [min]				Współczynnik tolerancji na mieszenie Mixing tolerance index [BU]			
	o*	m*	p*	\bar{X}	o*	m*	p*	\bar{X}	o*	m*	p*	\bar{X}	o*	m*	p*	\bar{X}
0	65,5	65,5	65,5	65,5 a	0,8	0,8	0,8	0,8 a	1,4	1,4	1,4	1,4 c	115	115	115	115 a
5	66,0	65,5	64,8	65,4 a	1,1	0,8	0,7	0,9 a	1,3	1,3	1,7	1,6 bc	85	105	90	95 b
10	65,9	66,1	65,8	66,0 a	1,2	0,8	0,8	1,0 a	1,1	1,1	1,6	1,6 bc	55	105	85	80 c
15	65,4	66,1	65,7	65,8 a	1,0	0,8	1,0	0,9 a	1,1	1,1	1,8	2,1 ab	50	105	70	75 cd
20	65,6	66,0	65,8	65,8 a	1,4	0,9	1,0	1,1 a	1,3	1,3	1,8	2,3 a	40	105	60	70 d
\bar{X}	65,7 a	65,8 a	65,5 a		1,1 a	0,8 b	0,9 b		2,5 a	1,2 b	1,6 b		70 c	105 a	85 b	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b,c – grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana ($\alpha=0,05$) / homogenous groups determined according to Duncan's test ($\alpha = 0.05$);

* - o-otręby / bran; m-mąka / flour; p-płatki / flakes.

Tabela 5

Właściwości wypiekowe mieszanek żytnio-owsianych z różnym rodzajem i udziałem produktu owsianego.

Baking characteristics of rye-oat blends containing different types and varying contents of oat product.

Czynnik Factor		Objętość chleba ze 100 g mąki Volume of bread made of 100 g flour [cm ³]	Wydajność chleba Yield of bread [%]	Porowatość miekiszu w skali Mohsa Crumb porosity on Mosh scale punkty/ points	
Udział produktu z owsa w mieszance [%] Content of oat product in rye-oat blend in %	0	399 a	156,1 a	6,8 a	dobrze wyrównana
	5	399 a	156,0 a	6,3 a	średnio wyrównana
	10	395 a	156,8 a	6,7 a	dobrze wyrównana
	15	395 a	156,3 a	6,6 a	dobrze wyrównana
	20	328 a	155,5 a	7,3 a	dobrze wyrównana
Produkt owsiany w mieszance Oat product in rye- oat blend	otręby bran	358 a	156,0 a	6,9 a	dobrze wyrównana
	mąka flour	391 a	156,4 a	6,6 a	dobrze wyrównana
	płatki flakes	401 a	156,1 a	6,8 a	dobrze wyrównana

Objaśnienia: / Explanatory notes:

dobrze wyrównana / properly homogenous; średnio wyrównana/ averagely homogenous

a,b,c – grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana ($\alpha = 0,05$)/homogenous groups determined according to Duncan's test ($\alpha = 0.05$);

Według wielu autorów [7, 12, 13, 15, 24] produkty owsiane, takie jak mąka, otręby i śruta dodawane do mąki pszennej w ilościach do 20 % nie powodują większych zmian wydajności pieczywa. Podobnie w badaniach własnych wydajność chleba żytniego nie ulegała zmianom pod wpływem produktów owsianych (tab. 5). Pieczywo żytnie cechowało się wydajnością na poziomie 156,1 %, a wahania średniej wydajności pieczywa przy różnym udziale produktu owsianego mieściły się w granicach od 155,5 do 156,8 %.

Magnus i wsp. [26] wykazali, że właściwości pieczywa zależą od składu mąki, z której ono powstało. Wobec tego zastąpienie mąki chlebowej produktami z owsa może zmieniać właściwości pieczywa uzyskanego z mieszanek. Badania chleba pszenno-owsianego [7, 12, 13, 24] wskazują, że zastąpienie mąki pszennej produktami

owsianymi skutkuje poprawą lub pogorszeniem właściwości miękiszu w zależności od typu i właściwości mąki pszennej, zastosowanego rodzaju produktu owsianego oraz jego ilości. Pogorszenie struktury miękiszu polegające na zwiększeniu jego twardości, tendencji do kruszenia się i pękania oraz nierównomiernej porowatości obserwowano przede wszystkim przy dodatkach produktów owsianych powyżej 20 %. W przedstawianej pracy porowatość chlebów żytnio-owsianych zmieniała się w niewielkim zakresie. Była ona dobrze i średnio wyrównana. Przeciętne wartości oceny miękiszu w 10-punktowej skali Mohsa wahały się od 6,3 do 7,3 pkt (tab. 5).

Wnioski

1. Wzrost udziału produktów owsianych w mieszance żytnio-owsianej powodował zwiększenie liczby opadania i końcowej temperatury kleikowania. Mieszanki zawierające mąkę owsianą miały wyższą temperaturę końcową kleikowania oraz mniejszą lepkość kleiku niż mieszanki z otrębami i płatkami owsianymi.
2. Produkty owsiane, a szczególnie otręby, korzystnie oddziaływały na właściwości reologiczne ciasta. Zwiększały one stałość ciasta i czas do załamania oraz zmniejszały rozmiękczenie ciasta.
3. Objętość i wydajność pieczywa żytniego nie ulegała zmianom pod wpływem stosowanych produktów z owsa. Miękisz chlebów żytnio-owsianych był elastyczny i miał wyrównaną porowatość.
4. Do produkcji chleba żytnio-owsianego zaleca się stosowanie mieszanek mąki żytniej z płatkami owsianymi w ilości do 15 % udziału.

Literatura

- [1] AACC. American Association of Cereal Chemists. Method 54-21. Approved methods of the AACC. 10th ed. The Association, St. Paul, MN, 2000.
- [2] Arendt E.K., Ryan L.A.M., Bello F.: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.*, 2007, **(24)**, 165-174.
- [3] Bondia-Pons I., Aura A-M., Vuorela S., Kolehmainen M., Mykkänen H., Poutanen K.: Rye phenolics in nutrition and health. *J. Cereal Sci.*, 2009, **49 (3)**, 323-336.
- [4] Cichoń Z., Miśniakiewicz M.: Badanie preferencji konsumenckich pieczywa w aspekcie jego jakości. W: *Technologia żywności a oczekiwania konsumentów – pod red. T. Habera, H. Porzucek. Mat. Sesji Nauk. KTiChŻ PAN Warszawa 2001*, (CD), 6 s.
- [5] Cierniewska A.: Przydatność metod histochemicznych do określania zawartości i rozmieszczenia hydrokoloidów w ziarniakach zbożowych. *Materiały XXVI Sesji Naukowej KTiChŻ PAN. Łódź 12-13 września 1995*, s. 53.
- [6] Czarniecki Z., Michniewicz J.: Konsumpcyjne i przemysłowe wykorzystanie ziarna żyta. *Ogólnopol. Konf. Nauk., Puławy 19-20 października 2000*, IUNiG w Puławach, Zakład Uprawy Roślin Zbożowych, ss. 12-18.
- [7] Czubaszek A.: Charakterystyka technologiczna mieszanek mąki pszennej z produktami przemiału owsa. *Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu*, 2008, Nr 564. *Rozprawy CCLIII*.

- [8] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Effects of wheat flour supplementation with oat products on dough and bread quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55 (3)**, 281-286.
- [9] Dojczew D., Kosiewicz D., Lewczuk J.: Wpływ dodatków naturalnych na jakość pieczywa pszennego. *Przegl. Piek.*, 1996, **7**, 35-36.
- [10] Dzieduszycki W.: *Metody badań zboża, mąki i chleba*. Wyd. Przem. Lekkiego, Warszawa, 1954.
- [11] Finney P.L.: Effects of falling number sample weight on prediction of α -amylase activity. *Cereal Chem.*, 2001, **78**, 458-487.
- [12] Gambuś H., Gibiński M.: Wpływ dodatku skrobi owsianej na jakość i starzenie się pieczywa pszennego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 291-299.
- [13] Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F.: Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 283-290.
- [14] Gąsiorowski H.: *Aspekty profilaktyczne pszenicy i jej przetworów*. W: *Pszenica, chemia i technologia – pod red. H. Gąsiorowskiego*. PWRiL, Poznań, 2004, ss. 556-572.
- [15] Gibiński M., Gambuś H., Nowakowski K., Mickowska B., Pastuszka D., Augustyn D., Sabat R.: Wykorzystanie mąki owsianej – produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa – w piekarstwie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3 (70)**, 56-75.
- [16] Gråsten S.M., Juntunen K.S., Poutanen K.S., Gylling H.K., Miettinen T.A., Mykkänen H.M.: Rye bread bowel function and decreases the concentrations of some compounds that are putative colon cancer risk markers in middle-aged women and men. *J. Nutr.*, 2000, **10**, 2215-2221.
- [17] Gräber S.: Influence of enzyme treatment on the rheology of the rye doughs. *Nahrung*, 1999, **43(4)**, 249-252.
- [18] Haber T., Jakubczyk T. (pod red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [19] Hatcher D.W.: Impact of a reduced wheat meal sample size on the falling number test. *Cereal Chem.*, 2005, **82 (4)**, 450-454.
- [20] Hoover R., Vasanthan T.: Studies on isolation and characterization of starch from oat (*Avena nuda*) grains. *Carboh. Polym.*, 1992, **19**, 285-297.
- [21] Jasińska I., Kołodziejczyk P., Michniewicz J.: Ziarno żyta jako potencjalne źródło składników prozdrowotnych w diecie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47) Supl.**, 85-92.
- [22] Kaarlehto T., Salovaara H.: Effect of dry-kiln drying on falling number of oats. *Cereal Chem.*, 2000, **77(2)**, 177-180.
- [23] Karolini-Skaradzińska Z.: Wartość technologiczna żyta. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Technologia Żywności VII*, 1994, **244**, 49-58.
- [24] Kawka A., Kroll T.: Wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszennego. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 237-245.
- [25] Lange E.: Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **3 (70)**, 7-24.
- [26] Magnus E.M., Bråthen E., Sahlstrøm S., Vogt G., Færgestad E.M.: Effects of flour composition, physical dough properties and baking process on hearth loaf properties studied by multivariate statistical methods. *J. Cereal Sci.*, 2000, **32**, 199-212.
- [27] Michalska A., Ceglińska A., Zieliński H.: Bioactive compounds in rye flour with different extraction rate. *Eur. Food Res. Technol.*, 2007, **255**, 545-551.
- [28] Ostasiewicz A., Ceglińska A., Skowronek S.: Jakość pieczywa żytniego z dodatkiem zakwasów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **2 (63)**, 67-74.
- [29] Peterson D.M.: Oat – a multifunctional grain. In: *Proc. 7th Int. Oat Conf.e. Agrifood Research Reports 51*, P. Peltonen-Sainio, M. Topi-Hulmi (eds.), MTT Agrifood Research, Finland, 2004, pp. 21-26.


- [30] Piispa E., Alho-Lehto P.: Oat products digestibility studies and their nutritional information. W: Proc. 7th Int. Oat Conf. Agrifood Research Reports 51. P. Peltonen-Sainio, M. Topittulmi (eds.), MTT Agrifood Research, Finland, 2004, p. 100.
- [31] PN-EN-ISO 3093:2004. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga Pertena.
- [32] PN-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych. Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka. Metoda Kjeldahla.
- [33] PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [34] Rakha A., Aman P., Andersson R.: Characterization of dietary fibre components in rye products. Food Chem., 2010, **119**, 859-867.
- [35] Slavin J., Martini M.C., Jacobs D.R. Jr., Marquart L.: Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. Am. J. Clin. Nutr., 1999, **70** (3), 459S-463S.
- [36] Słowik E.: Ocena jakości mąki-przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 1). Przegl. Piek. Cuk. 2006, **11**, 14-18.
- [37] Słowik E.: Ocena jakości mąki-przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 2). Przegl. Piek. Cuk. 2007, **1**, 8-9.
- [38] Strange E.D., Onwulata C.I.: Effect of particle size on the water sorption properties of cereal fibers. J. Food Quality, 2002, **25** (1), 63-73.
- [39] Sudha M.L., Vetrimani R., Leelavathi K.: Influence of fibre different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. Food Chem., 2007, **100**, 1365-1370.
- [40] Vinkx C.J.A., Delcour J.A.: Rye (*Secale cereale* L.) arabinoxylans: a critical review. J. Cereal Sci., 1996, **24**, 1-14.
- [41] Wieser H., Seilmeier W., Eggert M., Belitz H.-D.: Tryptophangehalt von Getreideproteinen. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 1990, **177**, 457-460.

EFFECT OF ADDED OAT PRODUCTS ON BAKING CHARACTERISTICS OF RYE-OAT BLENDS

Summary

The objective of the research study performed was to assess the effect of oat flour, bran, and flakes on the baking value of rye-oat blends. The research material consisted of a commercial rye flour, type 720, oat flour, oat bran, and oat flakes. The oat flour and oat bran were produced by grinding commercial oat groats (hulled grains) in a Quadrumat Junior mill (Brabender) (the yield was, respectively: 44.5 and 55.5 %). The oat flakes were ground in a 'WŻ-1' laboratory grinder (product of Sadkiewicz Instruments). Blends were made of rye flour and oat products; the content of oat products therein was: 5, 10, 15, and 20 %. The control sample consisted of rye flour. The analysis performed comprised three series.

The increased content of oat products in the rye-oat blend caused the falling number to increase. The blends containing oat flour had a slightly higher final temperature of gelatinization and a lower maximum viscosity of gruel than the blends with oat bran and flakes. Compared to the control sample, the 15 and 20% content of oat products caused the final gelatinization temperature to slightly increase and the maximum viscosity to decrease. The oat products, and, particularly bran, increased the resistance of dough to mechanical treatment. The higher the content of oat products was, the longer the dough kept its stability and became less softened. Rye- and rye-oat breads with the content of oat products up to 15% had a similar yield and volume. Their crumb was more elastic and characterized by a more homogenous porosity.

Key words: rye flour, oat products, baking characteristics, dough, bread 

JAN ICIEK, ILONA BŁASZCZYK, AGNIESZKA PAPIEWSKA,
EDYTA CHMAL-FUDALI

INAKTYWACJA TERMICZNA SPOR *GEOBACILLUS* *STEAROTHERMOPHILUS* W PROCESIE STERYLIZACJI

Streszczenie

Celem pracy było porównanie i ocena różnych metod sterylizacji termicznej środowiska na podstawie inaktywacji obecnych w nim spor *Geobacillus stearothermophilus*.

Spory *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 10149 zawieszano w 5 % roztworze tryptonu oraz buforze cytrynianowym. Obróbkę cieplną wykonywano w kapilarach szklanych, uwzględniając warianty jedno- i dwuetapowe. W wariantcie jednoetapowym stosowano proces sterylizacji w temp. 125 °C. W wariantcie dwuetapowym dodatkowo wprowadzono wstępną obróbkę termiczną (115 °C przez 6 min), a następnie wykonywano sterylizację w 125 °C.

W jednoetapowym wariantcie badań wykazano, że przy wyższej temperaturze (125 °C) zastosowanie niskiego pH (4,0) środowiska poddawanego sterylizacji zawsze przyspiesza proces inaktywacji zawieszonych w nim przetrwalników, jednak może wystąpić ogonowanie na krzywych przeżycia co wymusza znaczne wydłużenie czasu sterylizacji. Na podstawie przebiegów inaktywacji spor w procesie sterylizacji realizowanej różnymi metodami wykazano, że zastosowanie wstępnej obróbki cieplnej zawsze eliminuje garb występujący w początkowym etapie na krzywej przeżycia. Przy czym w żadnym przypadku nie stwierdzono całkowitego wyeliminowania ogonowania, pojawiającego się na tych krzywych. Stwierdzono, że wprowadzenie wstępnej obróbki cieplnej przed głównym procesem sterylizacji nie jest korzystne, ponieważ nie powoduje ona odpowiedniego skrócenia czasu sterylizacji medium w 125 °C. Przeszkodą, która nie pozwala na znaczne skrócenie czasu sterylizacji są wyjątkowo ciepłooporne komórki obecne w populacji spor. Komórki te, aby przejść w stan zaktywowany, wymagają dłuższego czasu działania podwyższonej temperatury niż pozostałe spory obecne w populacji, nawet po zastosowaniu wstępnej obróbki cieplnej.

Słowa kluczowe: sterylizacja termiczna, *Geobacillus stearothermophilus*, inaktywacja przetrwalników

Wprowadzenie

Termiczne metody utrwalania żywności skutecznie niszczą mikroflorę w niej obecną i z tego powodu są najczęściej stosowane w praktyce przemysłowej. Przy czym obróbka cieplna produktów może powodować nadmierną degradację składników labilnych. Przyczyną nadmiernej degradacji składników żywności jest najczęściej zastosowanie zbyt ostrych warunków sterylizacji, w większości przypadków za długiego czasu sterylizacji. Z tego względu wciąż poszukuje się nowych rozwiązań technologicznych pozwalających na zmniejszenie niekorzystnych zmian zachodzących w środowisku podczas jego utrwalania.

Najbardziej odporne na niszczące działanie temperatury są przetrwalniki wytwarzane przez bakterie termofilne, do których należy *Geobacillus stearothermophilus*. Uważa się, że można je wykorzystywać jako wskaźniki biologiczne, pomocne przy ustalaniu optymalnych parametrów termicznej sterylizacji mediów [7].

Przetrwalniki *Geobacillus stearothermophilus* mogą występować w różnych stanach fizjologicznych, które określane są jako stan zaktywowany, uśpiony (spoczynkowy) i głęboko uśpiony. Shull i wsp. [11] stwierdzili, że cała populacja przetrwalników składa się zarówno z uśpionych, jak i zaktywowanych podpopulacji, oraz że tylko spory zaktywowane mogą ulegać destrukcji. Spory w stanie spoczynku (uśpione) generalnie nie stanowią zagrożenia dla jakości produktów żywnościowych, w których są obecne, o ile nie wykiełkują. Proces, w którym następuje przerwanie stanu uśpienia przetrwalnika i przeprowadzenie go w stan zaktywowany nazywany jest procesem aktywacji. Proces ten powoduje zwiększenie wrażliwości przetrwalników na czynniki letalne i jest potrzebny do zainicjowania ich kiełkowania i wzrostu. Aktywację spor przeprowadzano różnymi metodami: cieplnie, w równomolowym roztworze wapnia i kwasu dipikolinowego, stosując niskie pH, czynniki chemiczne np. alkohol etylowy, substancje redukujące np. merkaptolanol czy promieniowanie jonizujące [7]. Parametry wymagane do termicznego zaktywowania przetrwalników, tj. temperatura i czas jej działania uzależnione są nie tylko od rodzaju, ale również od gatunku bakterii. Niektóre przetrwalniki, np. wytwarzane przez *Bacillus megaterium* aktywują się w temp. 60 °C, natomiast wytwarzane przez *Geobacillus stearothermophilus* wymagają 115 °C [4].

Shull i Ernst [12] wykazali, że procesy cieplnej aktywacji przetrwalników *Geobacillus stearothermophilus* na skutek przetrzymywania ich w podwyższonej temperaturze, odpowiadają za wystąpienie garba/ramienia (ang. shoulder) na ich krzywych przeżycia. W populacji przetrwalników mogą występować również komórki skrajnie odporne na temperaturę, których stan fizjologiczny nazywany jest „głębokim” lub „super” uśpionym. Uznaje się, że opóźnienie czasu aktywacji wyjątkowo ciepłopornych osobników powoduje ogonowanie na krzywej przeżycia spor i wydłużenie czasu potrzebnego do uzyskania jałowego środowiska. Nieliniowy przebieg krzywych śmierci

cieplnej przetrwalników jest wynikiem obecności w ich populacji osobników o różnej wrażliwości cieplnej. Z badań własnych [3], jak i innych autorów [10] wiadomo, że w takim przypadku przebieg krzywych przeżycia zależy od początkowego stężenia przetrwalników będących w określonym stanie fizjologicznym (udziału spor zaktywowanych, uśpionych i „głęboko” uśpionych) oraz szybkości procesów aktywacji spor uśpionych i „głęboko” uśpionych, a także destrukcji spor zaktywowanych.

W literaturze przedmiotu istnieje rozbieżny pogląd odnośnie wpływu wystąpienia garba i ogonowania na krzywej przeżycia przetrwalników na parametry opisujące poziom ich ciepłooporności. Wielu autorów, mimo że wykazało wystąpienie takich etapów na krzywych śmierci cieplnej, nie uwzględnia ich w dalszej analizie procesu inaktywacji spor. Przykładowo Mazas i wsp. [6] wykazali, że na licznych krzywych śmierci cieplnej spor *Bacillus cereus* występował „garb” i „ogon”. Przy czym przy opracowywaniu wyników badań uwzględniano jedynie prostoliniowe odcinki krzywych przeżycia, z których wyznaczano wartości czasu dziesięciokrotnej redukcji. Lynch i Potter [5] rozpoczynali analizę przeżywalności cieplnej spor bakteryjnych po 150 s prowadzenia obróbki cieplnej w celu uniknięcia nieliniowego trendu krzywych śmierci. Tejedor i wsp. [13] przeprowadzali wcześniejszą aktywację cieplną badanej populacji spor, żeby wyeliminować garb w początkowym okresie krzywych przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus*. Niektórzy autorzy uznają nieliniowe przebiegi krzywych śmierci cieplnej spor bakteryjnych. Peleg [8] uważa, że przy wykreślaniu krzywych przeżycia niedopuszczalne jest pomijanie punktów eksperymentalnych. Podobnie Couvert i wsp. [1] twierdzą, że w przypadku nieliniowego przebiegu krzywej przeżycia spor, odczytywanie wartości D z odcinka przebiegającego według reakcji I rzędu do określenia ciepłooporności mikroorganizmów jest nieodpowiednie i obciążone dużym błędem.

Przyczyną pomijania zjawiska ogonowania przy opracowaniu wyników przez niektórych autorów jest prawdopodobnie niski poziom stężenia przetrwalników, przy którym jest ono często obserwowane. Uważa się, że zjawisko ogonowania występuje na granicy błędów oznaczeń i dlatego nie bierze się go pod uwagę w dalszym opracowaniu wyników badań. Według autorów tej publikacji zjawisko ogonowania nie może być lekceważone, ponieważ nawet małe stężenie przetrwalników pozostałych przy życiu w produkcie po obróbce cieplnej może stanowić zagrożenie dla jego jakości.

Wyniki analiz przebiegu krzywych przeżycia ciepłoopornych spor w zależności od różnych warunków obróbki cieplnej są przydatne przy poszukiwaniu możliwości ich złagodzenia. Wyeliminowanie zjawiska ogonowania na krzywych przeżycia pozwoliłoby na skrócenie czasu sterylizacji środowisk, a tym samym na uzyskanie jałowych środowisk lepszej jakości.

Proces aktywowania przetrwalników (przeprowadzanie ich w stan zaktywowany) przez zastosowanie podwyższonej temperatury przed głównym procesem sterylizacji stosowało wielu autorów [np. 13, 14]. W ten sposób eliminowano garb występujący w początkowym okresie krzywej śmierci cieplnej spor. Przy czym w literaturze brak jest informacji dotyczących wpływu aktywowania termicznego przetrwalników na przebieg ich inaktywacji w procesie sterylizacji termicznej, szczególnie na eliminację zjawiska ogonowania na krzywej przeżycia spor.

Celem pracy było porównanie różnych metod wyjaławiania środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zakwaszania środowiska oraz zastosowania dodatkowej obróbki cieplnej na przebieg destrukcji spor *Geobacillus stearothermophilus*.

Materiał i metody badań

Materiałem biologicznym stosowanym w badaniach był szczep *Geobacillus stearothermophilus* ATCC 10149 z American Type Culture Collection. Metodę otrzymywania przetrwalników opisano w publikacji [2].

W celu przeprowadzenia analizy przeżywalności przetrwalników badanego szczepu zawieszano je w 5 % roztworze tryptonu lub buforze cytrynianowym. Tego typu środowiska są często wykorzystywane jako roztwory modelowe w badaniach dotyczących ciepłooporności mikroorganizmów. Stosowano roztwór tryptonu o jego naturalnej wartości pH 7,1 oraz obniżanej do 4,0 kwasem cytrynowym. Przeżywalność spor *Geobacillus stearothermophilus* analizowano zawieszając je w buforze cytrynianowym o pH 4,0 i 5,0. W niektórych przypadkach zastosowano dodatek NaCl.

Eksperymenty prowadzono w kapilarach szklanych (średnica zewnętrzna 1,4 mm, średnica wewnętrzna 0,8 mm, długość 200 mm). Po napełnieniu kapilary analizowaną zawiesiną oba jej końce zatapiano w płomieniu palnika. Obróbkę cieplną prowadzono w wariacie jedno- i dwuetapowym. W pierwszym stosowano jedynie proces sterylizacji w temp. 125 °C. W drugim dodatkowo przed właściwą sterylizacją stosowano wstępną obróbkę termiczną (115 °C przez 6 min).

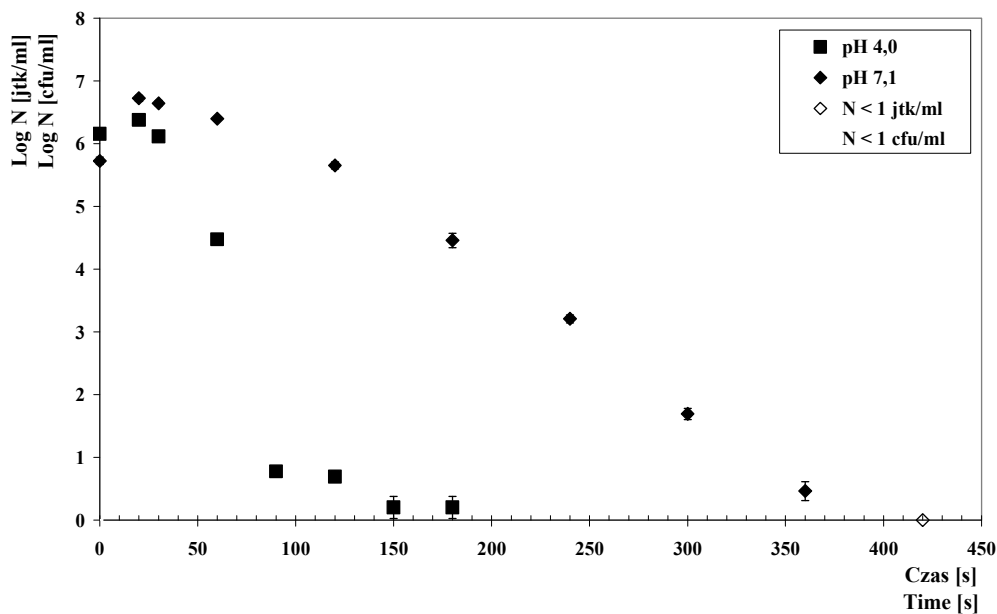
Liczbę przeżywających komórek (N) określano za pomocą metody płytkowej na podłożu regeneracyjnym [3], wykonując od 4 do 6 powtórzeń dla każdego czasu ogrzewania. Płytki inkubowano w temp. 55 °C przez 48 h.

Wyniki analiz przedstawiono na rysunkach w skali półlogarytmicznej jako zależność liczby komórek (N) od czasu prowadzenia obróbki cieplnej.

Wyniki i dyskusja

W wyniku sterylizacji wykonanej metodą jednoetapową, w zakresie temperatury 115 – 125 °C wykazano, że wystąpienie zjawiska ogonowania na krzywej śmierci ciepłej spor jest najczęstsze w trakcie procesu sterylizacji prowadzonego w wysokiej tem-

peraturze (125 °C) i przy obniżonej wartości pH środowiska. Przy czym Mwangi [7] nie wykazała obecności zjawiska ogonowania na krzywych śmierci cieplnej spor *Geobacillus stearothermophilus*, pomimo że zastosowała temperaturę 150 °C. Autorka prowadziła eksperymenty, zawieszając przetrwalniki w wodzie peptonowej, której wartość pH bliska jest obojętnej. W badaniach własnych również wykazano, że zastosowanie wyższej temperatury sterylizacji i obojętnego odczynu wyjąłwanego środowiska eliminuje ogonowanie na krzywej przeżycia przetrwalników (rys. 1 „♦”).



Rys. 1. Krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* w jednoetapowej metodzie sterylizacji.
 Fig. 1. Survival curves of *Geobacillus stearothermophilus* spores under one-stage method of sterilization.

W literaturze przedmiotu nie określono jednoznacznie zakresu stężenia przetrwalników przeżywających w procesie sterylizacji, które powodują ogonowanie na ich krzywej przeżycia. Stężenia przetrwalników zdolnych do kiełkowania i wzrostu, uzyskane w końcowym okresie prowadzenia procesu sterylizacji, często kształtują się na bardzo niskim poziomie. W przypadku spor wytwarzanych przez *Geobacillus stearothermophilus* mogą to być wartości na poziomie kilku lub kilkunastu kolonii w jednym mililitrze środowiska poddanego obróbce cieplnej. Przeżywalność spor w końcowym etapie prowadzenia procesu sterylizacji oznaczana jest metodą wysiewów bezpośrednich, w związku z czym unika się błędu rozcieńczenia próby. Tak uzyskane wyniki dowodzą, że jeśli zjawisko ogonowania na krzywych przeżycia spor występuje, to

najczęściej przy bardzo małych ich stężeniach w środowisku i nie jest to błąd oznaczenia.

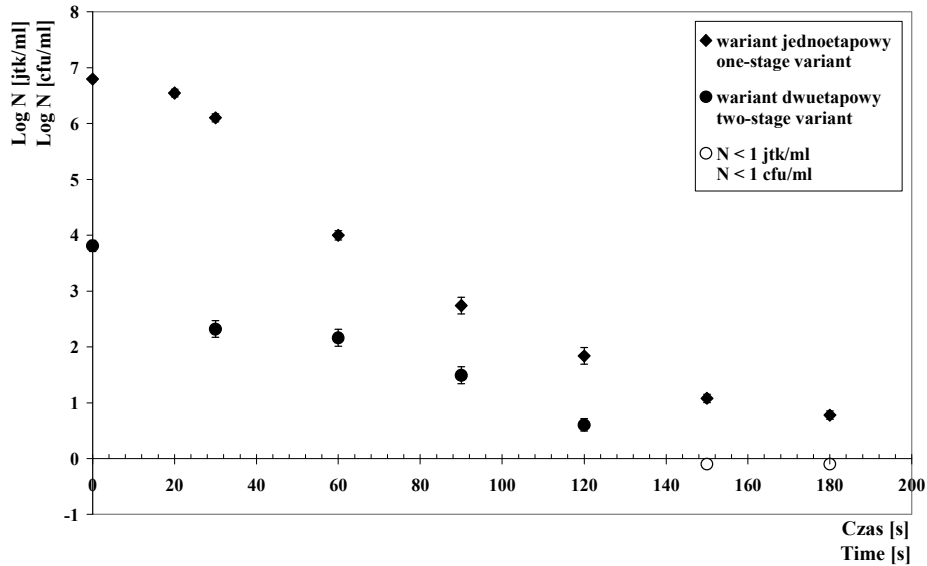
Na rys. 1. przedstawiono krzywe przeżycia przetrwalników zawieszonych w środowisku modelowym, tj. roztworze tryptonu o wartości pH 7,1 i 4,0. Obniżenie pH środowiska do 4,0 kwasem cytrynowym powodowało skrócenie całkowitego czasu procesu inaktywacji spor. Przy czym można przypuszczać, że w tym przypadku istnieje możliwość dodatkowego skrócenia czasu obróbki termicznej środowiska na skutek wyeliminowania zjawiska ogonowania pojawiającego się na krzywej przeżycia spor. Wystąpienie garba w początkowym etapie krzywych przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* (rys. 1) tłumaczy się przewagą procesów aktywacji spor uśpionych nad procesami destrukcji spor zaktywowanych lub równowagą między tymi procesami.

W celu eliminacji zjawiska ogonowania na krzywej przeżycia spor zawieszanych w środowisku o wartości pH 4,0 i 5,0 wprowadzono dwuetapową metodę sterylizacji. Dodatkowa obróbka termiczna, zastosowana bezpośrednio przed właściwym procesem sterylizacji, miała na celu aktywację spor uśpionych i „głęboko” uśpionych. Parametry procesu aktywowania przetrwalników (temperaturę i czas jej działania) ustalono na podstawie własnych danych doświadczalnych oraz danych literaturowych. Tejedor i wsp. [13] oraz Wandling i wsp. [14] aktywowali przetrwalniki przez 15 min w temp. 100 °C, Wescott wsp. [15] w 105 °C również przez 15 min, Rodrigo i wsp. [9] zastosowali taki sam czas, ale wyższą temperaturę 110 °C.

Na rys. 2 - 5 wykreślono w skali półlogarytmicznej krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* przetrzymywanych w temp. 125 °C, w różnych środowiskach, zarówno populacji spor poddanej, jak i niepoddanej wcześniejszemu ogrzewaniu w temp. 115 °C przez 6 min.

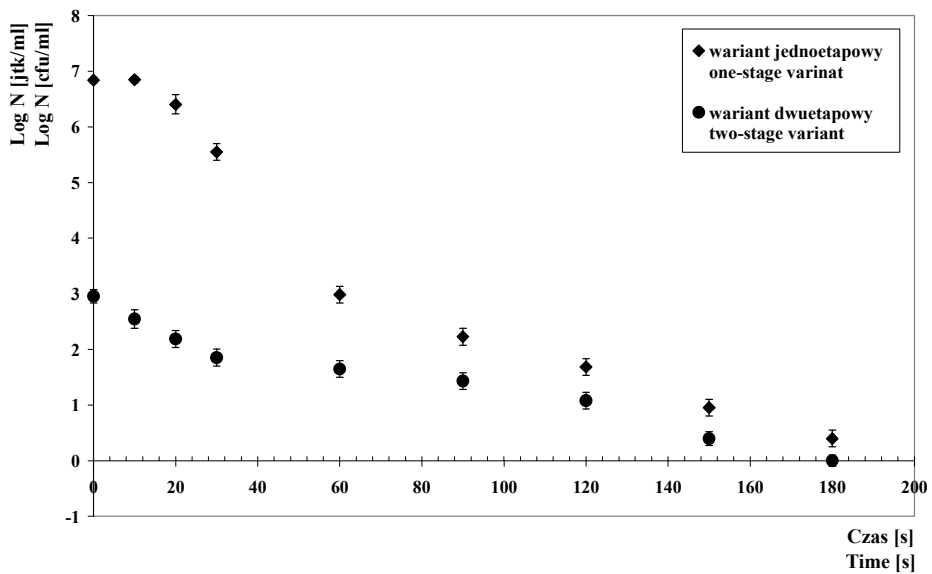
Czas sterylizacji w temp. 125 °C wymagany do wysterylizowania środowiska (bufor cytrynianowy o pH 4,0 i pH 5,0 a także o pH 5,0 z dodatkiem 1 % NaCl) w wariacie dwuetapowym był krótszy o 30 - 40 % w stosunku do czasu sterylizacji prowadzonej według wariantu jednoetapowego (rys. 2, 4, 5). Przy czym skrócenie czasu sterylizacji w temp. 125 °C w wariacie dwuetapowym powinno być znacznie większe, aby było to rozwiązanie korzystne, pozwalające na uzyskanie lepszej jakości środowiska.

W przypadku przetrwalników zawieszonych w buforze cytrynianowym o pH 4,0 z dodatkiem 1 % NaCl ich stężenie po wcześniejszej obróbce cieplnej zmniejszyło się aż o cztery jednostki logarytmiczne (rys. 3 „●”). Pomimo tak niskiego początkowego stężenia przetrwalników czas inaktywacji całej populacji w temp. w 125 °C, w wariacie dwuetapowym, był porównywalny z czasem sterylizacji w eksperymencie jednoetapowym. W przeprowadzonych badaniach potwierdzono, że wykonanie sterylizacji w sposób dwuetapowy eliminuje garb na krzywych przeżycia spor. Przy czym w żadnym przypadku nie zaobserwowano całkowitego wyeliminowania zjawiska ogonowania.



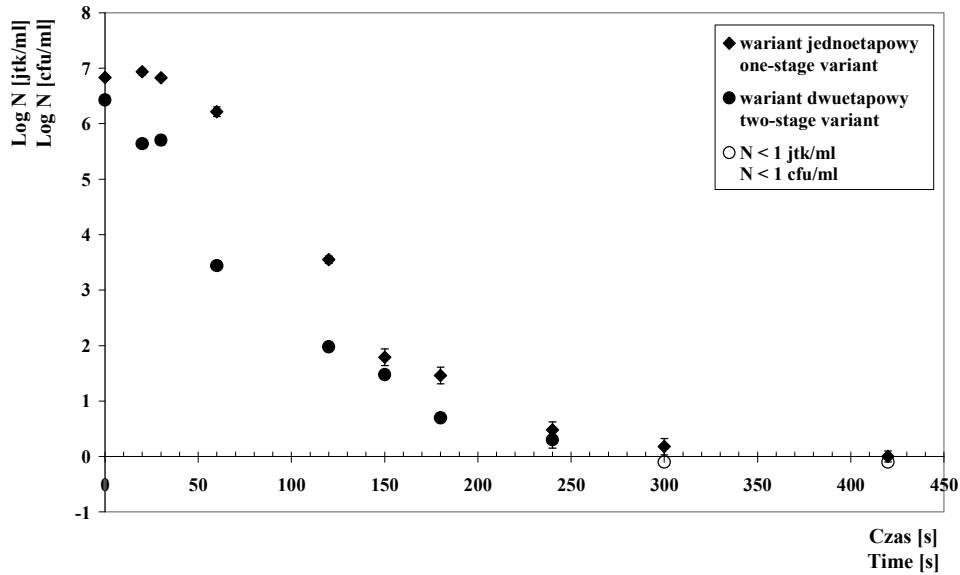
Rys. 2. Krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* przetrzymywanych w temp. 125 °C w buforze cytrynianowym o pH 4,0.

Fig. 2. Survival curves of *Geobacillus stearothermophilus* spores kept at 125 °C in citrate buffer of pH 4.0.



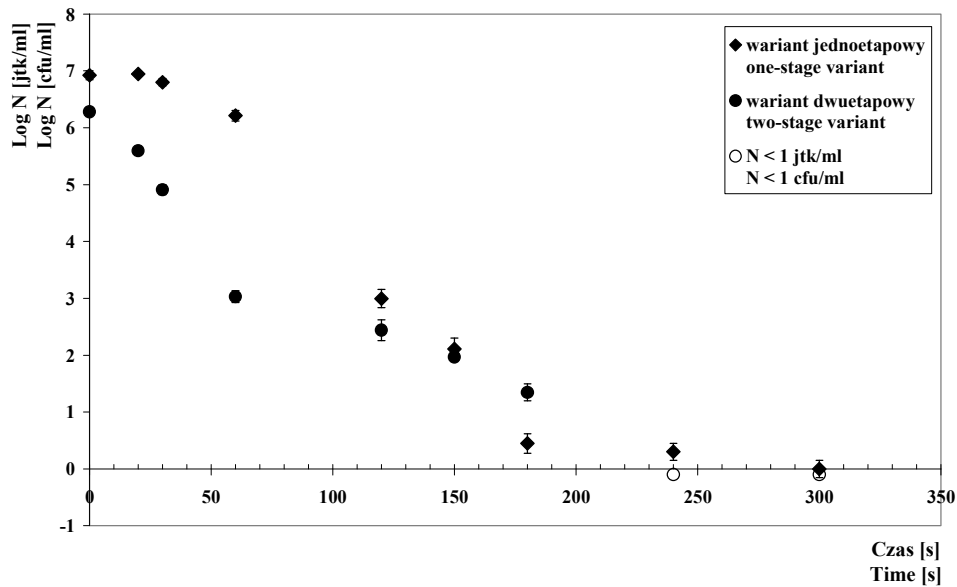
Rys. 3. Krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* przetrzymywanych w temp. 125 °C w buforze cytrynianowym o pH 4,0 z udziałem NaCl (1 g/100 ml).

Fig. 3. Survival curves of *Geobacillus stearothermophilus* spores kept at 125 °C in a citrate buffer of pH 4.0 with NaCl (1 g/100 ml).



Rys. 4. Krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* przetrzymywanych w temp. 125 °C w buforze cytrynianowym o pH 5,0.

Fig. 4. Survival curves of *Geobacillus stearothermophilus* spores kept at 125 °C in citrate buffer of pH 5.0.



Rys. 5. Krzywe przeżycia spor *Geobacillus stearothermophilus* przetrzymywanych w temp. 125 °C w buforze cytrynianowym o pH 5,0 z udziałem NaCl (1 g/100 ml).

Fig. 5. Survival curves of *Geobacillus stearothermophilus* spores kept at 125 °C in citrate buffer of pH 5.0 with NaCl (1 g/100 ml).

Wyniki otrzymane w dwuetapowym wariacie sterylicacji świadczą o obecności w populacji spor wyjątkowo ciepłoopornych osobników. Komórki te wymagają stosunkowo długiego czasu działania podwyższonej temperatury, aby przejść w stan zaktywowany. Aktywacji tych spor nie przyspiesza niskie pH środowiska, ani obecność w nim chlorku sodu.

Wnioski

1. W jednoetapowym wariacie eksperymentu, przy wyższej temperaturze (125 °C), zastosowanie niskiego pH (4,0) środowiska poddawanego sterylicacji przyspiesza proces inaktywacji zawieszonych w nim przetrwalników, jednak może wystąpić ogonowanie na krzywych przeżycia.
2. Wprowadzenie dodatkowej obróbki cieplnej środowiska bezpośrednio przed główną sterylicacją eliminuje garb występujący na krzywych przeżycia, jednak nie pozwala na całkowite wyeliminowanie zjawiska ogonowania.
3. Skrócenie czasu sterylicacji w temp. 125 °C, w dwuetapowej metodzie sterylicacji, w odniesieniu do metody jednoetapowej, nie jest wystarczające, aby uznać tę metodę za korzystną dla jakości środowiska. Sumaryczna dawka ciepła dostarczona do środowiska w trakcie wstępnej obróbki cieplnej oraz procesu sterylicacji powoduje obniżenie jakości środowiska.
4. Skład badanego środowiska ma duży wpływ na kinetykę aktywacji termicznej spor uśpionych oraz możliwości skrócenia czasu sterylicacji (w 125 °C).
5. Wykazano, że najbardziej ciepłooporne spory obecne w populacji, nawet po zastosowaniu dodatkowej obróbki cieplnej, bardzo wolno przechodzą w stan zaktywowany.

Literatura

- [1] Couvert O., Gaillard S., Savy N., Mafart P., Leguérinel, I.: Survival curves of heated bacterial spores: effect of environmental factors on Weibull parameters. *Int. J. Food Microbiol.*, 2005, **101**, 73-81.
- [2] Iciek J., Błaszczuk I., Papiewska A.: The effect of organic acid type on thermal inactivation of *Geobacillus stearothermophilus* spores. *J. Food Eng.*, 2008, **87**, 16-20.
- [3] Iciek J., Papiewska A., Molska M.: Inactivation of *Bacillus stearothermophilus* spores during thermal processing. *J. Food Eng.*, 2006, **77**, 406-410.
- [4] Keynan A., Evenchik Z.: Activation. In: *The bacterial spore 1* - Edited by G.W. Gould., A. Hurst. Academic Press, New York 1969, pp. 359-396.
- [5] Lynch D. J., Potter N.N.: Effects of organic acids on thermal inactivation of *Bacillus stearothermophilus* and *Bacillus coagulans* spores in frankfurter emulsion slurry. *J. Food Prot.*, 1988, **51 (6)**, 475-480.
- [6] Mazas M., López M., González I., González J., Bernardo A., Martin R.: Effects of the heating medium pH on heat resistance of *Bacillus cereus* spores. *J. Food Safety*, 1998, **18**, 25-36.

- [7] Mwangi R.: Inactivation of wild-type bacillus spores in a soy meat analog model by extrusion cooking. Thesis supervisors, 2008, <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/5763/research.pdf?sequence=3>
- [8] Peleg M.: It's time to revise thermal processing theories. *Food Technol.*, 2006, **60**, 92.
- [9] Rodrigo F., Rodrigo C., Fernández P.S., Rodrigo M., Martínez A.: Effect of acidification and oil on the thermal resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores heated in food substrate. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **52**, 197-201.
- [10] Sapru V., Smerage G.H., Teixeira A.A., Lindsay J.A.: Comparison of predictive models for bacterial spore population resources to sterilization temperatures. *J. Food Sci.*, 1993, **58** (1), 223-228.
- [11] Shull J.J., Cargo G.T., Ernst R.R.: Kinetics of heat activation and thermal death of bacterial spores. *Appl. Microbiol.*, 1963, **11**, 485-487.
- [12] Shull J.J., Ernst R.R.: Graphical procedure for comparing death of *Bacillus stearothermophilus* spores in saturated and superheated steam. *Appl. Microbiol.*, 1963, **10**, 452-457.
- [13] Tejedor W., Rodrigo M., Martínez A.: Modeling the combined effect of pH and temperature on the heat resistance of *Bacillus stearothermophilus* spores heated in multicomponent food extract. *J. Food Prot.*, 2001, **64** (10), 1631-1635.
- [14] Wandling L.R., Sheldon B.W., Foegeding P.M.: Nisin in milk sensitizes *Bacillus spores* to heat and prevents recovery of survivors. *J. Food Prot.*, 1999, **62** (5), 492-498.
- [15] Wescott G.G., Fairchild T.M., Foegeding P.M.: *Bacillus cereus* and *Bacillus stearothermophilus* spore inactivation in batch and continuous flow systems. *J. Food Sci.*, 1995, **60** (3), 446-450.

THERMAL INACTIVATION OF *GEOBACILLUS STEAROTHERMOPHILUS* SPORES UNDER STERILIZATION PROCESS


S u m m a r y

The objective of this study was to compare and assess various thermal sterilization methods of environment based on the inactivation of *Geobacillus stearothermophilus* spores present therein.

Geobacillus stearothermophilus ATCC 10149 spores were suspended in an water tryptone solution (5 g / 100 mL) and in a citrate buffer. The spores studied were thermally treated in glass capillary tubes; two variants of this thermal treatment were considered: one-stage and two-stage variants. Under the one-stage variant, a sterilization process was applied at 125⁰ C. Under the two-stage variant, a preliminary thermal treatment (115 °C for 6 minutes) was added and preceded the sterilization process at 125 °C.

During the one-stage variant of the research project, it was proven that at a higher temperature (125 °C), the application of low pH (4.0) of the medium under sterilization always accelerated the inactivation process of the spores suspended therein; however, a survival curve tailing might occur, thus, forcing the considerable extension of the duration time of sterilization.

Based on the progressing of spore inactivation processes during the sterilization carried out using different methods, it was shown that the use of the preliminary thermal treatment always eliminated a shoulder occurring on the survival curve at the initial stage of the process. Then again, no event was reported where the tailing appearing on those survival curves was fully eliminated. It was found that the introduction of a preliminary thermal treatment prior to the main sterilization process was not beneficial since it did not cause the duration time of sterilizing medium at 125⁰C to be reduced. An obstacle to hinder any significant sterilization time reduction are the extraordinarily heat-resistant cells present in the population of spores. Even after the application of preliminary thermal treatment, a higher temperature should be applied for a longer time in order to activate those cells compared to other spores present in the population.

Key words: thermal sterilization, *Geobacillus stearothermophilus*, inactivation of spores 

EUGENIA CZERNYSZEWICZ

JAKOŚĆ OWOCÓW W OCENIE KONSUMENCKIEJ

Streszczenie

Produkty żywnościowe oferowane konsumentom powinny być wysokiej jakości, a przede wszystkim bezpieczne dla zdrowia. Zagadnienia bezpieczeństwa zostały uregulowane w prawie żywnościowym Unii Europejskiej. Znajdują one odzwierciedlenie także w preferencjach konsumentów. Celem pracy było określenie wpływu wybranych cech socjodemograficznych na opinie dotyczące jakości owoców. Stwierdzono, że bezpieczeństwo, obok smaku, świeżości, wartości zdrowotnej i apetycznego wyglądu jest najważniejszą cechą jakości owoców. Cechy te są również ważnymi czynnikami wyboru owoców. W opinii większości ankietowanych zakup owoców wiąże się z ryzykiem braku świeżości, obecności w opakowaniu owoców zepsutych oraz pozostałości środków ochrony roślin. Mycie owoców, ich obieranie i zakupy w sprawdzonym miejscu pozwalają zmniejszyć zagrożenie bezpieczeństwa owoców. Wskazane przez konsumentów rodzaje zagrożeń związanych z zakupem owoców powinny stanowić cenną wskazówkę dla producentów i pozostałych ogniw łańcucha dystrybucyjnego, którzy są zainteresowani wzrostem sprzedaży i spożycia owoców.

Słowa kluczowe: owoce, bezpieczeństwo, jakość, preferencje

Wprowadzenie

Owoce oferowane konsumentom, tak jak inne produkty żywnościowe, powinny być wysokiej jakości, a przede wszystkim bezpieczne dla zdrowia. Prawo żywnościowe UE chroni interesy konsumentów związane z bezpieczeństwem i ochroną zdrowia [19]. W literaturze występuje pojęcie żywności gwarantowanej jakości, które odnosi się do produktów, które w całym łańcuchu od pola do stołu zostały poddane systemom zapewnienia jakości, gwarantującym spełnienie ustalonych wymagań jakościowych [21].

Produkcja owoców wysokiej jakości jest ważna także z punktu widzenia producentów, ponieważ zmiany na światowym rynku sprawiają, że coraz więcej sadowników ma problemy z uzyskaniem zadowalających dochodów. Eksperti są zdania, że sukces mogą przynieść innowacje odmianowe, specjalizacja produkcji oraz zapewnienie wysokiej jakości produktów, bowiem na świecie rośnie popyt tylko na owoce wy-

Dr hab. inż. E. Czernyszewicz, Zakład Ekonomiki Ogrodnictwa, Wydz. Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin

sokiej jakości [3]. Jakość ma podstawowe znaczenie w wyborze żywności, zwłaszcza w krajach o zwiększających się dochodach ludności [24]. Zwraca się przy tym uwagę, że w promocji zdrowej diety zawsze występuje wysoka jakość żywności w aspekcie bezpieczeństwa produktów, smaku, świeżości oraz różnorodności, a także obecności owoców i warzyw.

W literaturze wyróżnia się trzy obszary jakości żywności: atrakcyjność sensoryczna, zdrowotność i dyspozycyjność [4, 23]. Obecnie postuluje się rozszerzyć strukturę cech jakościowych produktów żywnościowych o obszary jakości symbolicznej, zapewniającej nabywcy możliwość wyróżnienia się z otoczenia i jakości „żywieniowej”, związanej z jakością żywienia [6]. Z badań wynika, że w różnych krajach konsumenci utożsamiają z jakością różne cechy [20], np. w Szwecji takie cechy, jak: higiena w produkcji, świeżość, walory odżywcze, smak, naturalność [14]. W Grecji najważniejsze aspekty jakości owoców i warzyw odnoszą się do: atrakcyjnego wyglądu, smaku, walorów odżywczych, bezpieczeństwa zdrowotnego oraz ochrony środowiska podczas procesu produkcji [12]. W Polsce, w rankingu czynników wpływających na wybór owoców i warzyw młodzież najwyżej ceni świeżość, smak, wpływ na zdrowie, a w dalszej kolejności wygląd zewnętrzny i wartość odżywczą [7]. Jeśli założy się, że deklaracja zapłaty wyższej ceny za owoce o pożądanym wyglądzie odzwierciedla znaczenie tych cech dla konsumentów, to największy odsetek osób dorosłych jest zdecydowany zapłacić więcej za owoce bezpieczne dla zdrowia, a ponadto wysokiej jakości, czyste oraz ekologiczne lub z uprawy tradycyjnej oraz wyróżnione certyfikatem jakości [8]. W rankingu gatunków najbardziej preferowane są owoce miękkie, charakteryzujące się słodkim smakiem, jak: brzoskwinie, czereśnie, truskawki i winogrona [2]. Wyraża się opinie, że w kształtowaniu smaku i preferencji konsumentów dotyczących świeżych owoców i warzyw istotną rolę odgrywa zdrowie i wygoda [1]. W Irlandii np. badania dotyczące czynników wpływających na wybór żywności wśród młodych kobiet wykazały pilną potrzebę edukacji tej grupy konsumentów w zakresie wpływu diety na zdrowie [15]. Użyteczność produktów dla konsumentów i satysfakcja z konsumpcji są powiązane z jakością produktów, a ta ma ścisły związek z ich zdrowotnością. Czynniki te mogą powodować zmiany w wyborach konsumentów i w ofercie rynkowej [11].

Wysoka intensywność produkcji owoców oraz podatność odmian roślin sadowniczych na choroby i szkodniki powoduje konieczność stosowania pestycydów. Kwestie pozostałości pestycydów w owocach i warzywach są ważne dla konsumentów, którzy w warunkach możliwości wyboru pomiędzy produktami ekologicznymi i konwencjonalnymi chcą kupować produkty bardziej bezpieczne i zdrowe oraz zapłacić więcej za redukcję ryzyka narażenia zdrowia [10, 26]. Z badań wynika, że znaczna część konsumentów jest przekonana, że zawartość pozostałości pestycydów w żywności stwarza poważne lub umiarkowane ryzyko dla konsumentów, osób pracujących w produkcji i dla środowiska [25]. Prowadzone badania udowodniły, że konsumenci reagują pozytywnie na

zmniejszenie stosowania pestycydów ze względu na poprawę jakości środowiska i zdrowia [5]. Prognozuje się, że popyt na owoce i warzywa produkowane metodą integrowaną, a zwłaszcza ekologiczną będzie stymulowany przez wzrost wiedzy i świadomości konsumentów [13]. Czynniki wpływającymi na poziom świadomości konsumentów w sferze bezpieczeństwa żywności są: wiedza konsumentów dotycząca potencjalnych zagrożeń żywności, zaufanie społeczne do instytucji odpowiedzialnych za bezpieczeństwo żywności oraz informacje przekazywane przez środki masowego przekazu [22].

Celem pracy było określenie wpływu wybranych cech socjodemograficznych konsumentów na opinie dotyczące jakości owoców. Konsumentka ocena obejmowała szereg cech wpływających na różne obszary jakości owoców, a zwłaszcza na ich bezpieczeństwo i aspekt zdrowotny. Określono znaczenie wybranych czynników zniechęcających nabywców do zakupu owoców i ryzyko zagrożeń związanych z zakupem tych produktów.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w miesiącach styczeń i luty 2010 roku wśród mieszkańców Lublina. Próbę konsumentów wybrano metodą doboru kwotowego. Próba odzwierciedlała strukturę wiekową mieszkańców Lublina w wieku powyżej 20. roku życia. Uwzględniono pięć grup wiekowych mieszkańców: 20 - 29 lat, 30 - 39 lat, 40 - 49 lat, 50 - 59 lat i powyżej 60 lat. Badania wykonano metodą ankiety bezpośredniej. Ankieter rozdawał kwestionariusze wybranym osobom i potem osobiście je odbierał. Skutkowało to 100 % zwrotem ankiet. Ogółem zebrano 200 prawidłowo wypełnionych ankiet. Ankieta zawierała pytania o:

- cechy decydujące o jakości owoców,
- czynniki wpływające negatywnie na zakup owoców,
- cechy wpływające na bezpieczeństwo i jakość zdrowotną owoców,
- ryzyko związane z zakupem owoców,
- działania podejmowane w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa zaistnienia zagrożenia owoców.

Do oceny cech decydujących o jakości owoców wykorzystano skalę pozycyjną. Poszczególne cechy były oceniane przez respondentów za pomocą pięciostopniowych skal porządkowych, gdzie cyfra 1 oznaczała cechę nieważną, a 5 bardzo ważną. Również odpowiedzi na pytanie dotyczące czynników wpływających zniechęcająco na zakup owoców i ryzyka związanego z zakupem owoców cechowano za pomocą skali pozycyjnej. Przy czym poszczególne cechy oceniano za pomocą pięciostopniowych skal porządkowych zrównoważonych ze środkową pozycją neutralną. Deklaracje dotyczące działań podejmowanych w celu zmniejszenia ryzyka związanego z bezpieczeństwem owoców cechowano za pomocą skali nominalnej.

Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie współczynnika korelacji rang Spearmana. W analizie uwzględniono trzy poziomy istotności testu $\alpha < 0,05$, $\alpha < 0,01$ i $\alpha < 0,001$. Obliczenia statystyczne wykonano w systemie SAS wersja 9.2.

Charakterystykę respondentów przedstawiono w tab. 1. W badanej próbie ankietowanych dominowały kobiety (66 %). Osoby z wykształceniem co najmniej średnim stanowiły 84 %, a z wykształceniem wyższym 32 %. Około 30 % ankietowanych deklarowało miesięczne dochody na osobę w rodzinie w przedziale 301 - 500 zł, 20 % – 501 - 1000 zł, 22,5 % – 1001 - 1500 zł, a 11 % – powyżej 1501 zł. Dochody do 300 zł na osobę w rodzinie miało 16,5 % respondentów. Dla 52,5 % badanych przeważającym źródłem utrzymania rodziny były dochody z pracy najemnej, dla 27 % – emerytura lub renta, a dla 10,5 % – dochód z pracy na własny rachunek. Największy odsetek ankietowanych pochodził z rodzin z 2 i więcej dzieci – 36 %. Osoby samotne bez dzieci reprezentowały 28,5 % ogółu badanych.

Tabela 1

Charakterystyka badanej próby respondentów.
Profile of the respondents' sample studied.

Wyszczególnienie Specification	Liczba respondentów ogółem Total number of respondents	Odsetek respondentów Per cent of respondents		
		ogółem total	kobiety females	mężczyźni males
Ogółem / Total	200	100	66,0	34,0
Wiek: / Age:				
20 - 29 lat / years of age	48	24,0	65,0	35,0
30 - 39 lat / years of age	38	19,0	61,0	39,0
40 - 49 lat / years of age	32	16,0	66,0	34,0
50 - 59 lat / years of age	37	18,5	65,0	35,0
powyżej 60 lat / over 60	45	22,5	73,0	27,0
Wykształcenie: / Level of education:				
podstawowe / primary	1	0,5	0	100,0
zawodowe / vocational	31	15,5	45,0	55,0
średnie / secondary	104	52,0	68,0	32,0
wyższe / university	64	32,0	73,0	27,0
Dochody miesięczne na osobę w rodzinie: Monthly income per family number:				
do 300 zł / up to 300 PLN	33	16,5	78,7	21,3
301 - 500 zł / 301 - 500 PLN	59	29,5	62,7	37,3
501 - 1000 zł / 501 - 1000 PLN	40	20,0	67,5	32,5
1001 - 1500 zł / 1001 - 1500 PLN	45	22,5	64,4	35,6
powyżej 1501 zł / over 1501 PLN	23	11,5	56,5	43,5

c.d. Tab. 1

Typ rodziny: / Type of family:				
małżeństwo bezdzietne couple without children	14	7,0	42,8	57,2
rodzina z 1 dzieckiem family with 1 child	25	12,5	60,0	40,0
rodzina z 2 dziećmi family with 2 children	51,	25,5	60,7	39,3
rodzina z 3 i więcej dziećmi family with 3 children and more	21	10,5	66,6	33,4
osoba samotna bez dzieci single person with no children	57	28,5	66,6	33,4
rodzina wielopokoleniowa extended family (multiple generations live together)	14	16,0	42,8	57,2
Źródło utrzymania rodziny: Source of family income:				
dochód z pracy najemnej income from paid work	105	52,5	64,7	35,2
dochód z pracy najemnej i użytkownika gospodarstwa rolnego income from paid work and private farm income	19	9,5	68,4	31,5
dochód z pracy na własny rachunek lub wykonywanie wolnego zawodu self-employment income or free-lance income	21	10,5	61,9	38,1
emerytura lub renta retirement or pension	54	27,0	70,4	29,6
źródła niezarobkowe sources of unearned income	10	0,5	0	100,0

Wyniki i dyskusja

W opinii prawie 70 % ankietowanych owoce były wysokiej jakości, przede wszystkim bezpieczne dla zdrowia konsumenta. Za owoce z gwarancją bezpieczeństwa 72 % ankietowanych konsumentów zapłaciłoby wyższą cenę. Stwierdzono, że o jakości owoców decydują w dużym stopniu także cechy sensoryczne, jak: świeżość i smak (odpowiednio 4,7 i 4,5 pkt w skali 1 - 5) oraz wartość zdrowotna (4,0 pkt), wartość odżywcza i bezpieczeństwo (3,8 pkt) (tab. 2). Ważny był także apetyczny wygląd (4,0 pkt) i przystępna cena (3,9 pkt). Świeżość była cechą „ważną” lub „bardzo ważną” dla 96 % ankietowanych, smak – 89 %, a bezpieczeństwo 71 %. Najmniej wskazań „ważna” i „bardzo ważna” uzyskało „estetyczne opakowanie” (33 %), „certyfikat jako-

ści” (43 %) oraz „zgodność z normami jakości handlowej” (45 %). Taki rozkład odpowiedzi sugeruje stosunkowo małe znaczenie lub słabą znajomość norm jakości handlowej owoców przez konsumentów oraz rozbieżność pomiędzy obligatoryjnymi wymaganiami dotyczącymi jakości handlowej a wymaganiami konsumentów odnośnie jakości owoców. Ogólna norma handlowa określa w minimalnych wymaganiach dotyczących jakości, że owoce będące w obrocie rynkowym powinny być: całe, zdrowe, czyste, wolne od widocznych zanieczyszczeń substancjami obcymi, szkodników i uszkodzeń miąższu przez nie spowodowanych, wolne od nadmiernego zawilgocenia oraz jakichkolwiek obcych zapachów lub smaków i posiadać oznaczony kraj pochodzenia [18]. Stwierdzono, że najbardziej różnicowały opinie respondentów w zakresie cech wpływających na jakość owoców: wiek, płeć oraz źródło utrzymania rodziny (tab. 3). Kobiety istotnie częściej niż mężczyźni wyżej ceniły takie cechy, jak: świeżość,

Tabela 2

Wyniki oceny cech wpływających na jakość owoców w zależności od wieku respondentów (średnia w skali 1-5)

Results of assessing features impacting quality of fruit in relation to age of respondents (average on a scale 1-5).

Cechy Features	20-29 lat / aged 20-29	30-39 lat / aged 30-39	40-49 lat / aged 40-49	50-59 lat / aged 50-59	>60 lat / aged over 60
Świeżość / Freshness	4,7	4,7	4,8	4,8	4,6
Smak / Taste	4,6	4,6	4,7	4,4	4,4
Wygląd / Appearance	3,9	4,1	3,9	3,8	4,1
Wartość odżywcza / Nutritive value	3,4	3,6	4,1	4,0	4,0
Wartość zdrowotna / Health value	3,6	4,1	4,2	3,9	4,3
Bezpieczeństwo / Safety	3,5	3,8	4,2	3,6	4,1
Ekologiczna metoda produkcji Organic method of production	3,1	3,3	3,5	3,5	3,7
Zgodność z normami jakości handlowej Compliance with commercial quality standards	3,0	3,2	3,0	3,3	3,4
Estetyczne opakowanie Aesthetic packaging	2,7	2,9	3,0	3,0	3,4
Przystępna cena / Affordable price	3,8	4,2	3,9	3,6	3,8
Certyfikat jakości / Quality Certificate	2,9	2,9	3,3	3,2	3,5
Zadowolenie konsumenta Consumer satisfaction	3,6	4,1	4,2	3,7	3,8
Polskie pochodzenie / Polish origin	3,3	3,2	3,7	4,2	4,1

Objaśnienia: / Explanatory notes:

1 – nieważna / unimportant; 5 – bardzo ważna / very important.

Tabela 3

Współczynniki korelacji między oceną jakości owoców a cechami socjodemograficznymi respondentów.
Coefficients of correlation between fruit quality assessment and socio-demographic characteristics of respondents.

Zmienne Variables	Płeć Gender	Wiek Age	Wykształcenie Level of education	Typ rodziny Type of family	Dochody miesięczne na osobę w rodzinie Monthly income per family member	Źródło utrzymania rodziny Source of income
Świeżość / Freshness	-0,134*	-0,107*	0,080	-0,042	0,141*	-0,177*
Smak / Taste	-0,066	-0,089	0,067	0,073	0,090	-0,057
Wygląd / Appearance	-0,106	0,030	-0,013	0,082	-0,038	0,148*
Wartość odżywcza Nutritive value	-0,232***	0,202**	0,006	0,076	-0,069	0,122
Wartość zdrowotna Health value	-0,172**	0,200**	0,015	-0,009	-0,043	0,146*
Bezpieczeństwo / Safety	-0,140*	0,095	0,105	0,066	-0,083	0,090
Ekologiczna metoda produkcji Organic method of production	-0,206**	0,150*	0,051	0,021	-0,005	0,099
Zgodność z normami jakości handlowej Compliance with commercial quality standards	-0,083	0,117	-0,007	-0,049	0,063	0,042
Estetyczne opakowanie Aesthetic packaging	-0,116	0,200***	-0,001	0,122	-0,059	0,183***
Przystępna cena Affordable price	0,036	-0,085	0,044	-0,084	-0,088	-0,013
Certyfikat jakości Quality Certificate	-0,092	0,166**	-0,010	-0,007	0,038	0,078
Zadowolenie konsumenta Consumer satisfaction	-0,084	0,030	0,054	-0,055	0,101	-0,029
Polskie pochodzenie Polish origin	-0,065	0,280***	-0,053	0,176**	-0,116	0,205***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

poziom istotności * $\alpha < 0,05$, ** $\alpha < 0,01$, *** $\alpha < 0,001$ / level of significance.

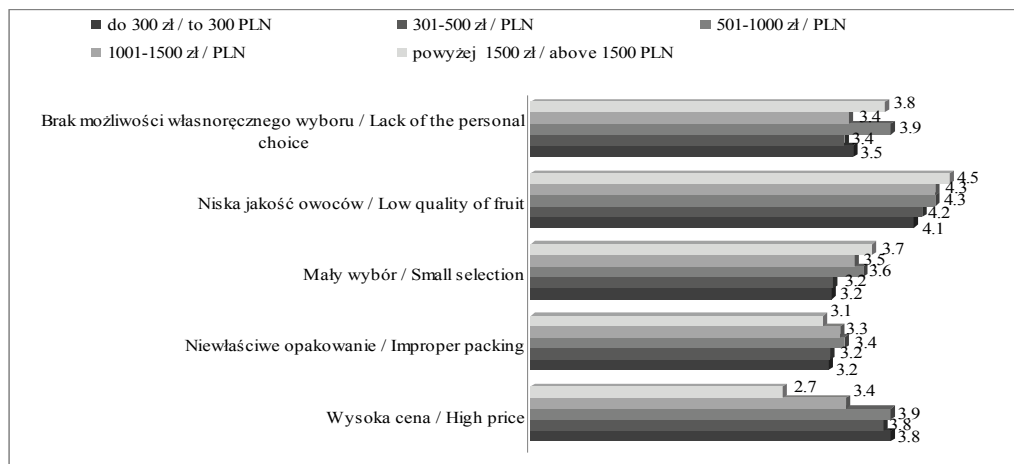
wartość odżywcza, wartość zdrowotna, bezpieczeństwo, ekologiczna metoda produkcji. Analiza opinii ankietowanych pozwala również stwierdzić, że wraz z wiekiem istotnie

zmniejszało się znaczenie świeżości, a zwiększało takich cech, jak: wartość odżywcza i zdrowotna, ekologiczna metoda produkcji, opakowanie, polskie pochodzenie.

Do zakupu owoców zniechęcały niska jakość oraz wysoka cena owoców (odpowiednio 88 % i 67 % wskazań „tak” i „raczej tak”). Uwzględnienie w wyborach konsumentów cen wskazuje na stosowanie zasady racjonalności w podejmowaniu decyzji zakupu, a więc zaprzecza nielicznym opiniom, że większość decyzji związanych z żywnością i jej spożyciem konsument podejmuje spontanicznie i w sposób nieświadomy [4 cyt. za Köster]. Opinie ankietowanych różnicował istotnie dochód na osobę w rodzinie (odpowiednio $r = 0,216^{***}$, $r = -0,21^{***}$), oraz wiek ($r = -0,171^{**}$), typ rodziny ($r = -0,171^{**}$) i źródło jej utrzymania ($r = -0,245^{***}$). Wraz ze wzrostem dochodu zwiększał się odsetek respondentów, których niska jakość zniechęcała do zakupu owoców, a zmniejszał się odsetek wskazujących na wysoką cenę (rys. 1). Natomiast w kolejnych starszych grupach wiekowych zmniejszał się odsetek ankietowanych, dla których niska jakość była czynnikiem zniechęcającym do zakupu owoców.

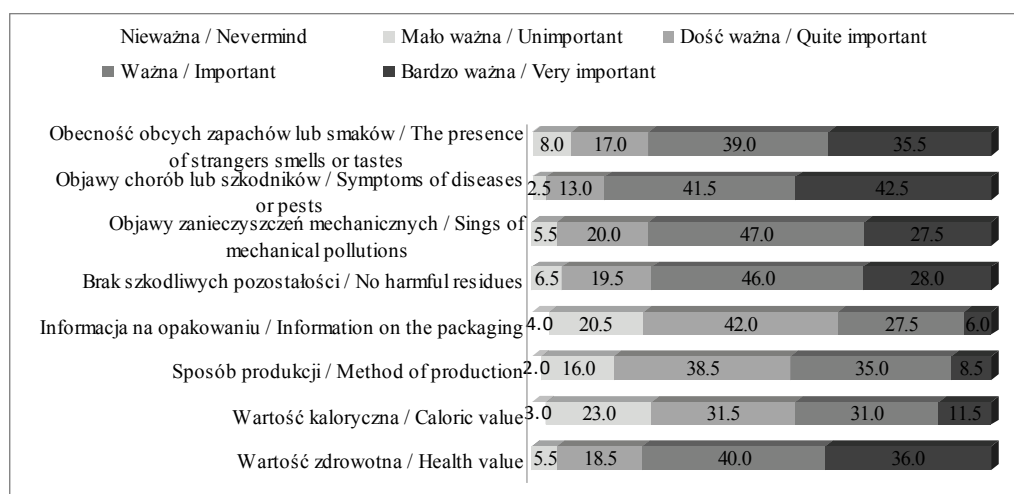
Okolo 95 % konsumentów stwierdziło, że spożywając owoce dba o zdrowie, a 94 % zgadzało się z opinią, że najzdrowsze są owoce spożywane w stanie świeżym. W opinii konsumentów na jakość i bezpieczeństwo zdrowotne owoców wpływały: widoczne objawy chorób i szkodników (84 % wskazań), wartość zdrowotna (76 % wskazań) oraz zanieczyszczenia mechaniczne i obecność obcych zapachów i smaków (po 74,5 % wskazań), a także brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości (74 % wskazań). Stosunkowo niewielki odsetek ankietowanych wskazał na sposób produkcji (43,5 %) (rys. 2). W odniesieniu do tych opinii należy zauważyć, że integrowana produkcja owoców lub stosowanie metod ekologicznych w produkcji pozwala istotnie zmniejszyć, a nawet całkowicie ograniczyć zakres stosowania środków chemicznych, a przez to zmniejszyć ryzyko pozostałości w owocach. Ponadto objawy chorób lub szkodników, jakkolwiek wpływają na konsumencką ocenę wyglądu zewnętrznego owoców, świadczą o stosowaniu mało skutecznego programu ochrony upraw sadowniczych lub o braku stosowania jakichkolwiek środków chemicznych, co jest korzystne z punktu widzenia obecności pozostałości środków ochrony roślin w owocach.

W ocenie konsumentów z zakupem owoców wiąże się duże lub bardzo duże ryzyko braku świeżości owoców (81,5 % wskazań), obecności w opakowaniu owoców zepsutych (80 % wskazań) oraz pozostałości środków ochrony roślin (72 % wskazań) i chorobotwórczych drobnoustrojów (67,5 % wskazań). Niepokojące jest, że aż 61,5 % ankietowanych wskazało na genetyczne modyfikacje. Opinię tę należy zweryfikować, ponieważ zgodnie z obowiązującym prawem, w obrocie na rynku UE mogą znajdować się wyłącznie produkty żywnościowe umieszczone we Wspólnotowym Rejestrze Żywności i Pasz Zmodyfikowanych Genetycznie, a owoców w tym rejestrze nie ma [16].



Rys. 1. Opinie konsumentów dotyczące czynników zniechęcających do zakupu owoców w zależności od dochodu na osobę w rodzinie [średnia w skali 1-5].

Fig. 1. Opinions of consumers referring to factors that discourage from purchasing fruits in relation to income per family member [average on scale 1-5].



Rys. 2. Opinie konsumentów dotyczące czynników wpływających na bezpieczeństwo i aspekty zdrowotne owoców [% wskazań].

Fig. 2. Consumers' opinions concerning factors impacting safety and health aspects of fruits [per cent of responses].

Tabela 4

Wyniki oceny zagrożeń bezpieczeństwa związanych z zakupem owoców w zależności od wieku respondentów [% wskazań].

Results of assessing hazards associated with the purchase of fruits in relation to age of respondents [per cent of responses].

Wyszczególnienie Specification	Nie ma ryzyka No hazard present	Małe ryzyko Little hazard	Nie mam zdania I have no opinion	Duże ryzyko High hazard	Bardzo duże ryzyko Very high hazard
20 - 29 lat / aged 20 - 29					
A	4,2	14,6	12,5	45,8	22,9
B	6,3	33,3	18,8	31,3	10,4
C	0,0	8,3	8,3	52,1	31,3
D	0,0	2,1	12,5	50,0	35,4
E	2,1	16,7	22,9	43,8	14,6
F	2,1	16,7	27,1	29,2	25,0
G	2,1	20,8	25,0	27,1	25,0
30 - 39 lat / aged 30 - 39					
A	5,3	10,5	28,9	34,2	21,1
B	2,6	28,9	28,9	23,7	15,8
C	5,3	15,8	13,2	36,8	28,9
D	0,0	13,2	2,6	57,9	26,3
E	5,3	18,4	26,3	31,6	18,4
F	0,0	10,5	26,3	42,1	21,1
G	2,6	13,2	34,2	31,6	18,4
40 - 49 lat / aged 40 - 49					
A	0,0	12,5	18,8	43,8	25,0
B	0,0	21,9	31,3	37,5	9,4
C	0,0	15,6	15,6	40,6	28,1
D	0,0	6,3	9,4	50,0	34,4
E	3,1	18,8	31,3	28,1	18,8
F	0,0	12,5	25,0	28,1	34,4
G	6,3	9,4	40,6	25,0	18,8
50 - 59 lat / aged 50 - 59					
A	2,7	5,4	18,9	45,9	27,0
B	0,0	18,9	29,7	35,1	16,2
C	0,0	5,4	13,5	54,1	27,0
D	0,0	8,1	5,4	43,2	43,2
E	0,0	24,3	18,9	32,4	24,3
F	0,0	21,6	21,6	21,6	35,1
G	5,4	13,5	21,6	32,4	27,0

c.d. Tab. 4

>60 lat / aged over 60					
A	0,0	6,7	2,2	40,0	51,1
B	0,0	2,2	6,7	66,7	24,4
C	0,0	2,2	0,0	86,7	11,1
D	0,0	8,9	28,9	55,6	6,7
E	2,2	0,0	0,0	73,3	24,4
F	0,0	2,2	0,0	48,9	48,9
G	2,2	0,0	2,2	48,9	46,7

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A – obecność pozostałości środków ochrony roślin / pesticide residues are present; B – obecność obcych zapachów i smaków / strange smells and tastes are present; C – brak świeżości / lack of freshness; D – obecność w opakowaniu owoców zepsutych / spoiled fruits occur in a package; E – obecność substancji dodatkowych / additives are present; F – obecność chorobotwórczych drobnoustrojów / pathogenic micro-organisms are present; G – genetyczne modyfikacje / genetic modifications.

Tabela 5

Współczynniki korelacji obrazujące zależność między cechami socjodemograficznymi a oceną zagrożeń bezpieczeństwa związanych z zakupem owoców.

Coefficients of correlation to represent relationship between socio-demographic characteristics and assessment of safety hazards involved in the purchase of fruits.

Zmienne ¹ Variables	Płeć Gender	Wiek Age	Wykształcenie Level of education	Typ rodziny Type of family	Dochody miesięczne na osobę w rodzinie Monthly income per family member	Źródło utrzymania rodziny Source of income
A	-0,111	0,244***	-0,024	0,164*	-0,174**	0,200***
B	-0,070	0,342***	-0,107	0,153*	-0,266***	0,343***
C	-0,078	-0,011	0,008	-0,042	-0,045	0,024
D	-0,074	-0,195**	0,146*	-0,190***	0,157*	-0,225***
E	-0,119	0,223***	-0,098	0,164**	-0,141*	0,269***
F	-0,092	0,260***	-0,043	0,062	-0,238***	0,208***
G	-0,175**	0,270***	-0,089	0,081	-0,196***	0,232***

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Rodzaje zagrożeń jak w tab. 4. / Types of hazards as in Tab. 4;

poziom istotności * $\alpha < 0,05$, ** $\alpha < 0,01$, *** $\alpha < 0,001$ / level of significance.

Tabela 6

Deklaracje dotyczące działań podejmowanych w celu zmniejszenia zagrożenia bezpieczeństwa owoców w zależności od wieku respondentów [% wskazań].

Declarations referring to actions taken to reduce fruit safety hazards depending on the age of respondents [per cent responses].

Wyszczególnienie / Specification	>60 lat / older than 60	50-59 lat/ aged 50-59	40-49 lat/ aged 40-49	30-39 lat/ aged 30-39	20-29 lat/ aged 20-29
Myję owoce / I wash fruits	100,0	91,9	90,6	92,1	97,9
Obieram owoce przed zjedzeniem I peel fruit before eating them	82,2	70,3	40,6	55,3	41,7
Kupuję owoce stale w tym samym, sprawdzonym miejscu I buy fruits in the same proven place	60,0	67,6	43,8	31,6	45,8
Nie kupuję owoców w supermarkecie I don't buy fruit in the supermarket	37,8	29,7	15,6	21,1	12,5
Kupuję owoce krajowe / I buy local fruits	35,6	32,4	31,3	18,4	25,0
Czytam publikacje na ten temat I read published papers dealing with this topic	17,8	13,5	15,6	15,8	2,1
Szukam informacji w internecie I seek information on the Internet	8,9	5,4	9,4	10,5	2,1
Kupuję owoce z certyfikatem jakości I buy fruit having Quality Certificate	8,9	16,2	9,4	10,5	8,3
Czytam dokładnie informacje na etykiecie I thoroughly read information shown on label	37,8	24,3	18,8	18,4	16,7
Kupuję owoce wyprodukowane metodą ekologiczną I buy organic fruits produced using organic method	22,2	24,3	9,4	13,2	20,8

Na opinie respondentów istotnie wpływały: wiek, dochód na osobę w rodzinie oraz źródło utrzymania i typ rodziny (tab. 4 i 5). Wraz z wiekiem rósł odsetek wskazań, że zakup owoców wiąże się z ryzykiem obecności zanieczyszczeń fizycznych, obcych zapachów i smaków, chorobotwórczych drobnoustrojów i genetycznych modyfikacji, a zmniejszała się częstotliwość wskazań obecności w opakowaniu owoców zepsutych (tab. 4). Może to sugerować, że osoby starsze zwracają nieco mniejszą uwagę na wygląd zewnętrzny owoców, a większą na cechy jakości wewnętrznej. Z kolei wzrost dochodu wiązał się ze zmniejszeniem wskazań ryzyka związanego z obecnością

obcych zapachów i smaków, zanieczyszczeń fizycznych, chorobotwórczych drobnoustrojów i genetycznych modyfikacji (tab. 5). Osoby lepiej wykształcone istotnie częściej wyrażały opinie dotyczące ryzyka zakupu w opakowaniu owoców zepsutych (tab. 5).

W celu zmniejszenia ryzyka zagrożenia owoców konsumenci podejmowali różne działania. Najczęstszymi były: mycie owoców w wodzie (95 % wskazań), obieranie przed zjedzeniem (58,5 % wskazań) oraz zakup stale w tym samym, sprawdzonym miejscu (50 % wskazań) (tab. 6). Wyniki te są zbieżne z wynikami badań przeprowadzonymi w latach 2003 i 2007 r. wśród konsumentów w Lublinie [9]. Zmniejszenie ryzyka związanego z żywnością poprzez jej zakup w tym samym miejscu było częstym działaniem (59,2 % wskazań „zdecydowane zmniejszenie ryzyka”) podejmowanym przez konsumentów także w badaniach Ozimek [17], prowadzonych na ogólnopolskiej próbie respondentów.

Działania podejmowane w celu zmniejszenia zagrożenia bezpieczeństwa owoców były istotnie związane przede wszystkim z wiekiem i typem rodziny oraz w mniejszym zakresie z innymi cechami socjodemograficznymi konsumentów. Wraz z wiekiem konsumenci istotnie częściej deklarowali obieranie owoców ($r = 0,292^{***}$), zakup w sprawdzonym miejscu ($r = 0,170^{**}$), nie kupowanie owoców w supermarkecie ($r = 0,210^{***}$), czytanie informacji na etykiecie ($r = 0,170^{**}$) i publikacji z tego zakresu ($r = 0,144^*$). Mężczyźni istotnie rzadziej niż kobiety myli owoce przed zjedzeniem ($r = -0,125^*$) i kupowali je w sprawdzonym miejscu ($r = -0,168^{**}$). Osoby o wyższych dochodach istotnie rzadziej zmniejszały ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa owoców, obierając je przed zjedzeniem ($r = -0,145^*$) i kupując owoce krajowe ($r = -0,197^{***}$). Wzrost wykształcenia konsumentów wiązał się z istotnie częstszymi zakupami owoców produkowanych metodą ekologiczną ($r = 0,122^*$) i oznaczonych certyfikatem potwierdzającym ich wysoką jakość ($r = 0,172^{**}$).

Wnioski

1. Owoce wysokiej jakości są w ocenie większości respondentów przede wszystkim bezpieczne dla zdrowia. Opinie te zostały również potwierdzone w deklaracjach zapłaty wyższej ceny za owoce z gwarancją bezpieczeństwa.
2. Istnieje rozbieżność pomiędzy obligatoryjnymi wymaganiami dotyczącymi jakości handlowej owoców a wymaganiami konsumentów. W konsumenckiej ocenie o wysokiej jakości owoców decydowały głównie cechy jakości wewnętrznej, a ponadto apetyczny wygląd i przystępna cena. Cechy socjodemograficzne konsumentów istotnie różnicowały ocenę badanych aspektów jakości owoców.
3. Poszczególne ogniwa łańcucha żywnościowego powinny zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie jakości i bezpieczeństwa oferowanych owoców, bowiem niska jakość zniechęcała ankietowanych konsumentów do ich zakupu. Na jakość i bez-

pieczeństwo zdrowotne owoców wpływały w ocenie respondentów: objawy chorób lub szkodników, walory zdrowotne, zanieczyszczenia mechaniczne i obecność obcych zapachów i smaków, a także brak szkodliwych dla zdrowia pozostałości.

4. Z zakupem owoców respondenci wiązali zagrożenia: braku świeżości owoców, obecności w opakowaniu owoców zepsutych oraz obecności pozostałości środków ochrony roślin i chorobotwórczych drobnoustrojów. W celu zmniejszenia ryzyka zagrożenia najczęściej myli oni owoce, obierali przed zjedzeniem oraz kupowali stale w tym samym, sprawdzonym miejscu.

Literatura

- [1] Acharya R.N., Molina I.: Testing for a Change in Consumer Tastes for Fresh Fruits and Vegetables: A Structural Latent Variable Approach. Selected Paper AAEA Annual Meeting. Denver, 2004, p. 19.
- [2] Babicz-Zielińska E.: Jakość żywności w ocenie konsumenckiej. Gdańskie Tow. Nauk., Gdańsk 2006.
- [3] Barritt B.H.: The Apple in the Word of 2002: Present Situation and Developments for Producers and Consumers. Interpoma 7-9 November, 2002, Bolzano, Italy, pp. 11-19.
- [4] Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody - zastosowania. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2009.
- [5] Chalak A., Balcombe K., Bailey A., Fraser I.: Pesticides, preference heterogeneity and environmental taxes. *J. Agric. Econ.*, 2008, **59**, 537-554.
- [6] Cichocka I., Pieczonka W.: Struktura jakości produktów żywnościowych współczesnego konsumenta. *Problemy Jakości*, 2004, sierpień, 13-18.
- [7] Czarnocińska J., Wadolowska L., Babicz-Zielińska E., Przysławski J., Schlegel-Zawadzka M.: Factors influencing the choice of vegetables and fruit consumed by the school youth from Szczecin. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53 (3)**, 95-101.
- [8] Czernyszewicz E.: Zapewnienie jakości i bezpieczeństwa owoców w aspekcie preferencji konsumentów. *Rozpr. nauk. Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie*, Wyd. UP w Lublinie, Lublin 2008, z. **333**.
- [9] Czernyszewicz E.: Postępowanie konsumentów ze świeżymi owocami przed ich spożyciem. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, **3 (64)**, 50-66.
- [10] Estes E.A., Smith V.K.: Price, quality, and pesticide related health risk considerations in fruit and vegetable purchases: A hedonic analysis of Tuscon, Arizona supermarkets. *J. Food Distrib. Res.*, 1996, October, 59-76.
- [11] Florkowski W.J., Purvis A.C., McGlasson W.B., Kanlayanarat S.: Fruit and vegetable quality, the value of time and marketing. *Proc. of the IVth Int. Conf. on Managing Quality in Chains*, 1 and 2, 2006, **712**, 427-433.
- [12] Karagianni P., Tsakiridou E., Tsakiridou H., Mattas K.: Consumer perceptions about fruit and vegetable quality attributes. Evidence from a Greek Survey. *Acta Hort.*, 2003, **604**, 345-375.
- [13] Kuhar A., Juvancic L.: What determines purchasing behaviour for organic and integrated fruits and vegetables? *Bulgarian J. Agric. Sci.* 2010, **16, 2**, 111-122.
- [14] Läppäläinen R., Kearney J., Gibney M.: A Pan EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health: An overview. *Food Qual. Pref.*, 1998, **9, 6**, 467-478.

- [15] Lawrence W., Barker M.: A review of factors affecting the food choices of disadvantaged women. Proc. of the Nutrition Society, Symposium on the Challenge of Translating Nutrition Research into Public Health Nutrition, 18-20 Jun. 2008, **68**, **2**, pp. 189-194.
- [16] Lubiawska-Krysiak E., Twardowski T.: Agrobiotechnologia i przemysł rolno-spożywczy: perspektywy i ograniczenia w świetle opinii publicznej. Biotechnologia. Monografie 2008, 4.
- [17] Ozimek I.: Bezpieczeństwo żywności w aspekcie ochrony konsumenta w Polsce. Rozpr. nauk. i monografie. Wyd. SGGW, Warszawa 2006.
- [18] Rozporządzenie Komisji (WE) 1221/2008 z dnia 5 grudnia 2008 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1580/2007 ustanawiające przepisy wykonawcze do rozporządzeń Rady (WE) nr 2200/96, (WE) nr 2201/96 i (WE) nr 1182/2007 sektorze owoców i warzyw w zakresie norm handlowych. Dz. U. L 336 z 13.12.2008, s. 1-80.
- [19] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 178/2002 z 28 stycznia 2002 ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, ustanawiające Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Dz. U. WE L 31, 1.02.2002, s. 1-24, 179, 7.07.2007, s. 59-60.
- [20] Shewfelt RL., Purvis AC., McGlasson WB., Kanlayanarat S.: Defining and meeting consumer requirements. Proc. of the IVth Int. Conf. on Managing Quality in Chains, 1, 2, 2006, **712**, 31-37.
- [21] Sikora T.: Żywność gwarantowanej jakości. Przem. Spoż., 1995, **6**, 203-205.
- [22] Strada A., Sikora T., Adamus W.: Czynniki kształtujące poziom świadomości konsumentów w zakresie bezpieczeństwa żywności. Handel Wew., nr spec., 2006 czerwiec, 427-432.
- [23] Szczucki C.M.: Zakresy znaczeniowe podstawowych pojęć z kontroli jakości produktów mięsnych. Gosp. Mięs., 1970, **1**, 2-5.
- [24] Traill B.W.: Prospects for the Future: Nutritional Environmental and Sustainable Food Production Considerations-Changes in Cultural and Consumer Habits. FAO Conference on International Food Trade Beyond 2000: Science-Based Decisions, Harmonization, Equivalence and Mutual Recognition, Melbourne, Australia, 11-15 October, 1999, 17 p.
- [25] Underhill S.E., Figueroa E.E.: Consumer preferences for non-conventionally grown produce. J. Food Distrib. Reses., 1996, July, 56-66.
- [26] Yue CY., Jensen HH., Mueller DS., Nonnecke GR., Bonnet D., Gleason ML.: Estimating consumers' valuation of organic and cosmetically damaged apples. Hortscience, 2007, **42**, 1366-1371.

FRUIT QUALITY AS ASSESSED BY CONSUMERS

S u m m a r y

Food products offered to consumers should be of high quality, and, first of all, safe for health. Health safety issues have been settled by and included in the EU food law. Those issues are also mirrored in consumer preferences. The objective of this study was to determine the effect of some selected socio-demographic characteristics on the opinions referring to the quality of fruits. It was found that, in addition to taste, the most important features of fruit quality are: freshness, healthful values, and appetizing appearance. Those attributes are also important fruit selection criteria. In the opinion of the majority of respondents, the hazards involved in the purchase of fruits comprise the lack of freshness and the presence of spoiled fruits and pesticide residues inside the packages. To reduce the fruit safety hazards, the fruits should be washed, peeled, and, also, purchased in proven places. Those fruit purchase-related hazards indicated by the consumers should constitute a valuable guidance for producers and other elements of the entire distribution chain interested in increasing the purchase and consumption of fruits.

Key words: fruit, safety, quality, preferences ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA

INTERAKCJE SKŁADNIKÓW ŻYWNOSCI

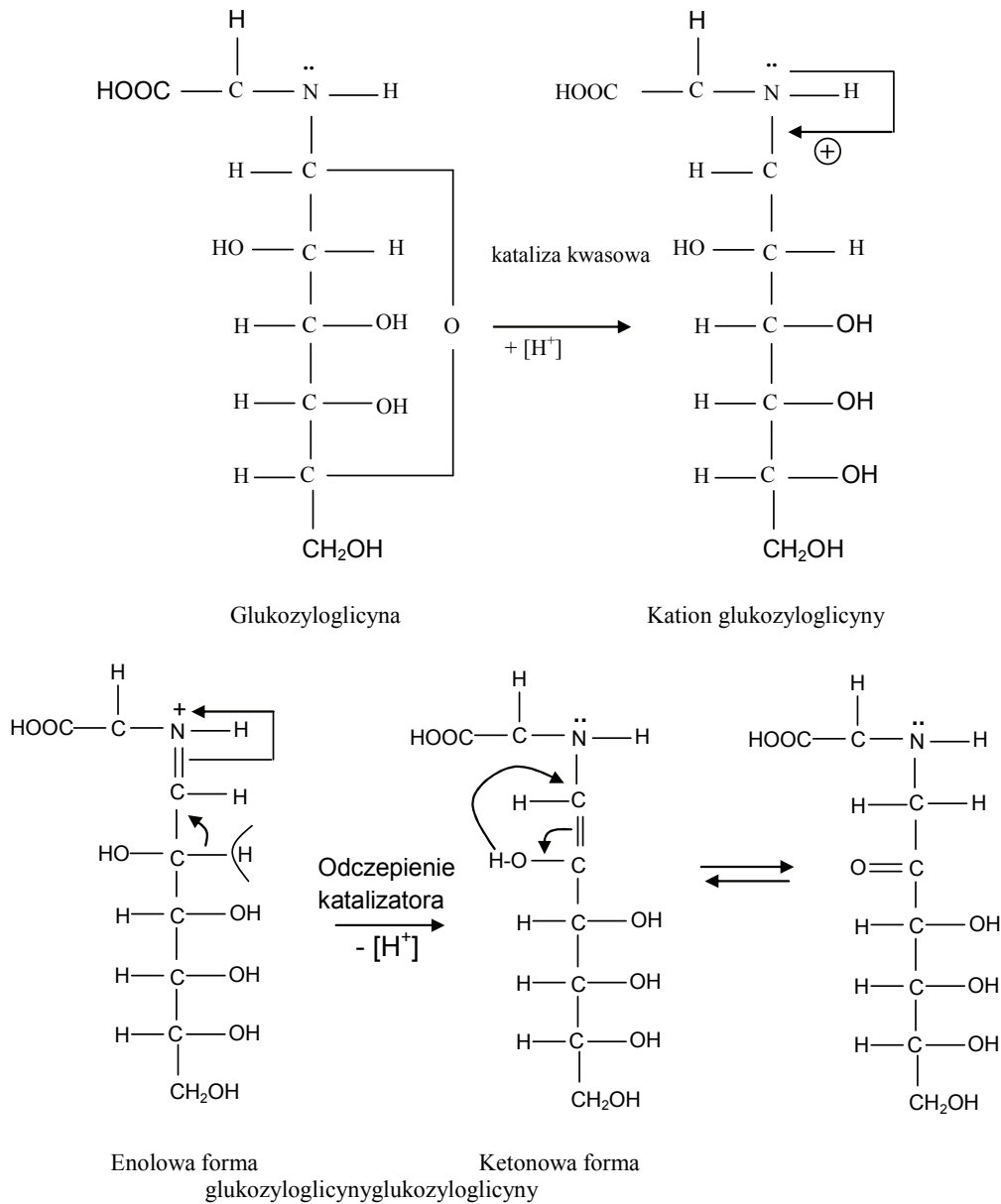
Prezentujemy 5. część cyklu nt.: „Interakcje składników żywności”. Druk materiałów z tego cyklu rozpoczęliśmy w Żywności nr 1 (74), 2011.

Pytanie: dlaczego przegrupowanie Amadori jest nieodwracalne?

Drugą reakcją nieenzymatycznej glikolizacji aminokwasów, peptydów i białek jest przegrupowanie Amadori. Tak, jak w poprzednim odcinku, schemat tej reakcji przedstawiono na podstawie reakcji kondensacji glukozy i glicyny (rys. 1). Powstała w wyniku tej reakcji glukozyloglicyna ulega reakcji przegrupowania, która wymaga jako katalizatora obecności jonów wodorowych. Oznacza to, że reakcja ta wymaga znacznego obniżenia energii aktywacji, by doszło do przegrupowania. W celu lepszego zrozumienia mechanizmu tej reakcji i znalezienia odpowiedzi na postawione na początku pytanie trzeba przypomnieć podstawowe zasady katalizy chemicznej. Katalizator to substancja chemiczna, która dodana do układu obniża energię aktywacji (minimalna energia, jaka jest potrzebna, aby przebiegła reakcja chemiczna) reakcji chemicznej, czego efektem jest wzrost szybkości reakcji chemicznej. Katalizator nie ulega trwałej przemianie chemicznej w wyniku reakcji. Nie znaczy to jednak, że w niej nie uczestniczy. Katalizator wpływa na przebieg reakcji, zmieniając jej mechanizm. Jego działanie polega na powstawaniu w reakcji z substratem przejściowego związku chemicznego lub struktury nadcząsteczkowej, która jest nietrwała, dzięki czemu reaguje dalej z wytworzeniem produktu końcowego, z odtworzeniem wyjściowego katalizatora. Katalizator dzięki tworzeniu związku przejściowego powoduje zmniejszenie energii aktywacji reakcji chemicznej, nie wpływa jednak na położenie równowagi, gdyż energia aktywacji jest jednakowa niezależnie od kierunku przebiegu reakcji. Katalizator może zwiększyć selektywność reakcji, jeżeli zwiększa szybkość tworzenia się produktu głównego, a nie przyspiesza lub słabiej przyspiesza reakcje uboczne. Mówiąc inaczej, katalizator obniża wysokość progu i w ten sposób zwiększa szybkość reakcji.

Prof. dr hab. H. Kostyra, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN, Oddział Nauki o Żywności, 10-747 Olsztyn, ul. Tuwima 10, prof. dr hab. E. Kostyra, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, 10-957 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 7

Jednak obniżenie bariery potencjalnej reakcji powstawania związku jest równocześnie obniżeniem bariery potencjalnej reakcji odwrotnej. Wzrost szybkości obu reakcji jest jednakowy, a więc stała równowagi pozostaje niezmienną.



Rys. 1. Mechanizm reakcji przegrupowania Amadori.

* Opracowanie graficzne: mgr Mirosław Obrębski

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP i Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 30 września 2011 r.

Polskie akty prawne

1. Ustawa z dn. 19 grudnia 2003 r. o organizacji rynków owoców i warzyw, rynku chmielu, rynku tytoniu, rynku suszu paszowego oraz rynków lnu i konopi uprawianych na włókno (tekst jednolity) (Dz. U. 2011 r. Nr 145, poz. 868).
W Dzienniku Ustaw został ogłoszony jednolity tekst ustawy z dn. 19 grudnia 2003 r. o organizacji rynków owoców i warzyw, rynku chmielu, rynku tytoniu, rynku suszu paszowego oraz rynków lnu i konopi uprawianych na włókno. Ustawa określa zadania i właściwość jednostek organizacyjnych oraz organów w zakresie określonej przepisami Unii Europejskiej organizacji rynków m.in.: owoców i warzyw, chmielu, suszu paszowego.

Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) NR 733/2011 z dn. 22 lipca 2011 r. rejestrujące w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwę [Kołocz śląski/kołacz śląski (ChOG)] (Dz. Urz. 2011 r. Nr 195 s. 32).

Na wniosek Polski została zarejestrowana w rejestrze chronionych nazw pochodzenia i chronionych oznaczeń geograficznych nazwa „Kołocz śląski/kołacz śląski (ChOG)”:

Klasa 2.4. Chleb, ciasto, ciastka, wyroby cukiernicze, herbatniki i inne wyroby piekarskie. Polska. Kołocz śląski/kołacz śląski (ChOG). ☒

NOWE KSIĄŻKI

Food Analysis

[Analiza żywności]

Nielsen, S. Suzanne (Ed.)

Wydawnictwo: Springer, 2010, ISBN 978-1-4419-1477-4, stron 550, cena 66,95 €

Zamówienia: www.springer.com

W książce przedstawiono zagadnienia z zakresu technik niezbędnych do analizy żywności w laboratorium badawczym. Składa się ona z sześciu rozdziałów. W pierwszym zamieszczono informacje wprowadzające do analizy żywności, dotyczące: regulacji prawnych, standardów, oznakowania i pobierania próbek. W kolejnym przedstawiono metody analizy składu żywności. Trzeci rozdział poświęcono chemicznym właściwościom i charakterystyce żywności. Rozdziały czwarty i piąty zawierają obszerny materiał dotyczący spektroskopii i chromatografii. Natomiast rozdział szósty dotyczy fizycznych właściwości żywności. Książka skierowana jest do nauczycieli akademickich prowadzących przedmiot „Analiza żywności” oraz do przedsiębiorców pracujących w branży spożywczej.

Dictionary of Food Ingredients

[Słownik składników żywności]

Robert S. Igoe

Wydawnictwo: Springer, 2011, ISBN 978-1-4419-9712-8, stron 255, cena 39,95 €

Zamówienia: www.springer.com

Słownik składników żywności stanowi zwięzłe, łatwe do użycia źródło zawierające definicje ponad 1000 składników żywności oraz stosowanych dodatków, obejmujące naturalne składniki, zaakceptowane przez FDA sztuczne dodatki oraz związki stosowane w procesie produkcji żywności. Pojęcia zostały uporządkowane alfabetycznie. W definicjach uwzględniono funkcjonalność danego składnika, chemiczne właściwości oraz jego możliwe zastosowanie.

W piątej edycji słownika wprowadzono udoskonalenia m.in. rozszerzono listę składników dozwolonych do użycia w UE, zamieszczono nowe informacje z zakresu istnieją-

cych oraz niedawno zaaprobowanych składników. Słownik stanowi przydatne źródło informacji o charakterze praktycznym, naukowym oraz regulacyjnym.

Książka ta może być przydatna dla pracowników naukowych, dostawców surowców, dietetyków, personelu obsługującego konsumentów oraz studentów.

Mass Spectrometry In Food Safety

Methods and Protocols

[Spektrometria mas w bezpieczeństwie żywności. Metody i protokoły]

Zweigenbaum J. (Ed.)

Wydawnictwo: Springer, 2011, ISBN 978-1-61779-135-2, stron 416, cena 109,95 €

Zamówienia: www.springer.com

Spektrometria mas jest to uniwersalna technika analityczna, zaliczana do metod spektroskopowych, której podstawą jest pomiar stosunku masy do ładunku elektrycznego danego jonu. Spektrometria mas służy m.in. do identyfikacji związków chemicznych i ich mieszanin, ustalania składu izotopowego analizowanych substancji, co np. umożliwia określenie źródła ich pochodzenia.

Zasadniczym elementem wpływającym na zdrowie i potencjał ludzi stanowi bezpieczna żywność (tzn. gwarantująca produkty wolne od substancji szkodliwych). W książce dokonano przeglądu regulacji stosowanych w różnych krajach, przedstawiono obecny stan wiedzy oraz szczegółowy opis metod badawczych. Opisano kluczowe zagadnienia z zakresu bezpieczeństwa żywności tj. poziom pozostałości chemicznych, metody oznaczania zawartości pestycydów technikami chromatografii oraz wykrywanie mikotoksyn i chemicznych zanieczyszczeń pochodzących z materiałów opakowaniowych.

Podręcznik skierowany jest do studentów kierunków: technologia żywności, towaroznawstwo żywności i pokrewne z obszaru nauk o żywności, pracowników naukowych oraz inżynierów i technologów zainteresowanych spektrometrią mas oraz jej zastosowaniem w badaniu żywności.

Safe or Not Safe

Deciding What Risks to Accept in Our Environment and Food

[Bezpieczne czy niebezpieczne. Decydowanie, które ryzyko można zaakceptować w środowisku i w żywności]

Pechan P., Renn O., Watt A., Pongratz I.

Wydawnictwo: Springer, 2011, ISBN 978-1-4419-7867-7, stron 150, cena 99,95 €

Zamówienia: www.springer.com

Książka zawiera szerokie spektrum zagadnień poświęconych ryzyku związanemu ze spożywaniem żywności. Uwzględniono w niej sposoby pomiaru, oceny, szacowania

i zarządzania potencjalnym ryzykiem. Książkę podzielono na cztery rozdziały. Pierwszy z nich został poświęcony ryzyku, które omówiono na podstawie licznych przykładów. Rozdział drugi zawiera informacje z zakresu ryzyka dla bioróżnorodności. W rozdziale trzecim autorzy skupili się na ryzyku wynikającym z chemicznych zanieczyszczeń i jego oddziaływaniu na zdrowie człowieka poprzez łańcuch żywnościowy. W ostatnim rozdziale podsumowano trzy dekady prac nad genetyczną modyfikacją żywności, skupiając się nie tylko na teorii, ale również technologii oraz zagadnieniach poświęconych prawu i decyzjom konsumenckim, polityce, użyteczności produktu, jak również dostępności możliwych alternatyw.

Książka skierowana jest zwłaszcza do naukowców oraz osób profesjonalnie zajmujących się zagadnieniami poświęconymi nauce o żywności, studentów oraz wszystkich zainteresowanych informacjami z zakresu ryzyka w łańcuchu żywnościowym.

Opracowała: *Anna Florek-Paszkowska*

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 21 Nr 5

październik 2011

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

1. PTTŻ jest członkiem Rady ds. Racjonalnego Wykorzystywania Żywności Federacji Polskich Banków Żywności. Przedstawicielem PTTŻ jest prof. Danuta Kołożyn-Krajewska. W dniu 17.10.2011 r. odbyło się 2. spotkanie Rady poświęcone problematyce marnowania owoców i warzyw oraz pomysłom na ograniczanie tego zjawiska.
2. Polskie Towarzystwo Technologów Żywności jako partner w ramach 7PR w obszarze „Strengthening cooperation for global food safety research” przystąpiło do konsorcjum koordynowanego przez Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie do realizacji projektu „FEEDBACK mechanizm enhancing existing and future global cooperation pro FINE FOOD for all” – wniosek w trakcie realizacji.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYKRAJOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W 2011/2012 r.

Listopad

- 18 – 20 WARSZAWA = I Ogólnopolskie Spotkanie Młodych Technologów Żywności nt.: „Rola technologa we współczesnym przemyśle”.**
Organizatorzy: Koło Naukowe Technologów Żywności SGGW, Samorząd Studentów Wydziału Nauk o Żywności, Oddział Warszawski PTTŻ i Wydział Nauk o Żywności SGGW.
Kontakt: <http://kntz.sggw.pl/spotkanie.htm>
e-mail: spotkanie.sggw@o2.pl
- 23 – 24 WARSZAWA = VIII Konferencja Naukowa z cyklu „Jakość i bezpieczeństwo żywności” nt. „Żywność przyszłości – czyli jaka?”**
Organizatorzy: Oddział Warszawski PTTŻ, Wydział Nauk o Żywności i Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW

Kontakt: <http://kizop.sggw.pl/konferencjapttz/>

e-mail: konferencja_pttz@sggw.pl

- 24 – 26 LIDZBARK WARMIŃSKI = II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Promocyjna nt. „Żywność regionalna i tradycyjna – aspekty surowcowe, technologiczne i ekonomiczne”.** Organizatorami Konferencji są: Centrum Badań Żywności Naturalnej i Tradycyjnej UWM w Olsztynie, Urząd Marszałkowski Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, KNoŻ PAN oraz PTTŻ

Kontakt: dr inż. Joanna Klepacka

e-mail: klepak@uwm.edu.pl; www.uwm.edu.pl/cbznt

Grudzień

- 8 WARSZAWA = I Konferencja Naukowa nt. „Róże owocowe w uprawie, przetwórstwie, żywieniu i ochronie zdrowia”.** Organizatorzy: Fundacja E. Michalskiego „Polska Róża” Wydział Nauk o Żywności SGGW w Warszawie.

Kontakt: konferencja@polskaroza.pl

2012

Sierpień

- 5 – 9 BRAZYLIA = XVI IUFOST World Congress nt.: “Addressing global food security and wellness through Food Science and Technology”**

Informacje: <http://www.iufost.org.br/ingles/inscricao.html>

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, BUNGE POLSKA Sp. z o.o. Karczew, HORTIMEX Plus Spółka komandytowa Konin.**

Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **Hartim Szczecin**

Material zawarty w Nr 5 (78)/2011 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 października 2011 r. Materiały do Nr 6 (79)/2011 prosimy nadsyłać do 1 grudnia 2011 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**