



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 2(47)

Kraków 2006

Rok 13

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61; 657-69-78;

e-mail: ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek,
prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof
Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz, prof. dr hab. Stefan Ziajka
Stali współpracownicy: prof. dr hab. Teresa Fortuna (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski
(Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr hab. inż. Stanisław Popek (Kraków),
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 Baryłko-Pikielna,
prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew
Czarnecki, prof. dr hab. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman A.
Grzybowski, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk
Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Paweł M. Pisulewski, prof. dr hab. Piotr
Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

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

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

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2006

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 1425-6959
ISBN 83-89541-71-8

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 750 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

ŻYWNOŚĆ

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 2 (47)

Kraków 2006

Rok 13

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
STANISŁAW TYSZKIEWICZ: W poszukiwaniu jednoznacznej definicji mięsa cielęcego oraz wyróżników przydatnych w ocenie jego jakości	5
BARBARA STACHOWIAK, ZBIGNIEW CZARNECKI: Drożdże <i>Phaffia rhodozyma</i> jako potencjalne źródło naturalnej astaksantyny	17
BARBARA M. BARANIAK, URSZULA SZYMANOWSKA: Lipooksygenaza w żywności pochodzenia roślinnego	29
MAŁGORZATA WRONIAK, MONIKA KWIATKOWSKA, KRZYSZTOF KRYGIER: Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno	46
ARNOLD REPS, MARIA WACHOWSKA, KRYSZYNA WIŚNIEWSKA: Wpływ wysokich ciśnień na proces dojrzewania sera typu holenderskiego	59
SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, MAGDALENA SOWA: Wpływ katalizatorów na efektywność procesu utleniania skrobi i jej właściwości fizykochemiczne	69
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, MAGDALENA FRANCZYK, PAWEŁ M. PISULEWSKI, SZYMON POLASZCZYK: Wpływ fermentacji przez <i>Rhizopus microsporus</i> , <i>Oligosporus sp.</i> T3 oraz kiełkowania na zmiany zawartości składników nasion fasoli (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	82
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAWEŁ M. PISULEWSKI, SZYMON POLASZCZYK: Wpływ procesów wodno-ciepłych na zawartość składników biologicznie czynnych w nasionach fasoli (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	93
JAROSŁAW KORUS, DOROTA GUMUL, MAREK GIBIŃSKI: Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą nasion fasoli zwyczajnej (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	102
AGNIESZKA WÓJTOWICZ, PAULINA BALTYN: Ocena wybranych cech jakościowych popularnych przekąsek ziemniaczanych.....	112
ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, HANNA SUBDA, ANNA CZUBASZEK: Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na właściwości ciasta i pieczywa uzyskanego z mąki pszenic jarych i ozimych.....	124
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA: Preferencje konsumentów żywności wygodnej z mięsa drobiowego	133
GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie krajowym	142
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Współczesny leksykon wiedzy o żywności.....	147
STANISŁAW POPEK: Nowe książki	149
Technolog Żywności.....	154

Zamieszczone artykuły są recenzowane

Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS

FOOD

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

No 2 (47)

Kraków 2006

Vol. 13

CONTENTS

From the Editor.....	3
STANISŁAW TYSZKIEWICZ: Searches for univocal definition of veal and parameters suitable for evaluation of its quality	5
BARBARA STACHOWIAK, ZBIGNIEW CZARNECKI: <i>Phaffia rhodozyma</i> yeasts as a potential source of a natural astaxanthin	17
BARBARA M. BARANIAK, URSZULA SZYMANOWSKA: Lipoxxygenase in food of plant origin.....	29
MAŁGORZATA WRONIAK, MONIKA KWIATKOWSKA, KRZYSZTOF KRYGIER: Characteristic of selected cold pressed oils	46
ARNOLD REPS, MARIA WACHOWSKA, KRYSZYNA WIŚNIEWSKA: Effect of high pressures on the process of holland type cheese ripening	59
SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, MAGDALENA SOWA: Influence of catalysts on effectiveness of starch oxidation process and its physico-chemical properties	69
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAWEŁ M. PISULEWSKI, SZYMON POLASZCZYK: Effect of water-thermal processing on the content of bioactive compounds in common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) seeds	82
RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, MAGDALENA FRANCZYK, PAWEŁ M. PISULEWSKI, SZYMON POLASZCZYK: Effect of <i>Rhizopus microsporus</i> , <i>Oligosporus</i> sp-T3 fermentation and germination processing on contents of compounds in common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) seeds	93
JAROSŁAW KORUS, DOROTA GUMUL, MAREK GIBIŃSKI: Influence of extrusion on phenolics content and antioxidant activity of bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	102
AGNIESZKA WÓJTOWICZ, PAULINA BALTYN: Evaluation of some quality parameters of popular potato snacks	112
ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, HANNA SUBDA, ANNA CZUBASZEK: Influence of addition of barley flour on properties of dough and bread obtained from flours of spring and winter wheat's.....	124
MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA: Consumers' preferences of poultry meat convenience food	133
GRAŻYNA MORKIS: Food Problems in Polish Legislation	142
HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA: Food Science Lexicon – Contemporary Terms	147
STANISŁAW POPEK: Book Reviews	149
The Food Technologist.....	154

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu 2 (47) numer kwartalnika **Żywność**, w którym zamieściliśmy różnorodne tematycznie artykuły naukowe. Mamy nadzieję, że spełnią one Państwa oczekiwania.

Wobec licznych wątpliwości i pytań naszych autorów wyjaśniamy, że kwartalnik **Żywność** znajduje się na liście czasopism punktowanych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Według informacji zawartych na stronie www.mnisw.gov.pl zachowujemy nadal kategorię B, która upoważnia do przyznania 4 punktów za opublikowanie artykułu naukowego na naszych łamach. Szczegółowe dane adresowe, które mogą pomóc Państwu w odszukaniu informacji związanych z punktacją czasopism naukowych zamieszczamy w **Technologu Żywności**, w bieżącym numerze kwartalnika.

Uprzejmie informujemy, że w wyniku rozliczeń podatkowych za rok 2005, z możliwości przekazania 1% podatku na rzecz organizacji pożytku publicznego skorzystało 13 osób, które wpłaciły na rzecz Towarzystwa 1343,10 zł. Wszystkim ofiarodawcom serdecznie dziękujemy. W społecznej działalności Towarzystwa liczy się każda złotówka.

Kraków, czerwiec 2006 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora



Patronat Krajowej Izby Lekarsko-Weterynaryjnej

30 listopada - 2 grudnia, Pałac Kultury i Nauki w Warszawie

Weterynaria 2006

Targi Lecznictwa Weterynaryjnego
i Nadzoru nad Bezpieczeństwem Żywności

Zapraszamy

- producentów i dystrybutorów leków,
- firmy oferujące sprzęt diagnostyczny, urządzenia i narzędzia medyczne do wyposażania lecznic,
- laboratoria weterynaryjne oraz firmy oferujące akcesoria i aparaturę analityczną,
- firmy oferujące urządzenia kontrolne oraz aparaturę pomiarowo-kontrolną dla produkcji żywności pochodzenia zwierzęcego,
- producentów i dystrybutorów maszyn i środków używanych do dezynfekcji, dezynsekcji i deratyzacji,
- przedsiębiorstwa projektowe i wykonawcze obiektów dla weterynarii,
- producentów i dystrybutorów karm, pasz, dodatków paszowych, premiksów, odżywek,
- wydawnictwa specjalistyczne,
- firmy consultingowe.

Targom towarzyszyć będzie szereg wykładów i seminariów w blokach tematycznych poświęconych bezpieczeństwu i higienie żywności, leczeniu małych i dużych zwierząt. Szczegółowy program znajdą Państwo na stronach www.targiweterynaria.pl.

**TARGI
WETERYNARIA**
2006

MTPolska

Międzynarodowe Targi Polska Sp. z o.o.
tel. 022 529 39 37, 022 529 39 00, fax: 022 529 39 15
e-mail: weterynaria@mtpolska.com.pl

www.targiweterynaria.pl

STANISŁAW TYSZKIEWICZ

W POSZUKIWANIU JEDNOZNACZNEJ DEFINICJI MIĘSA CIEŁĘCEGO ORAZ WYRÓŻNIKÓW PRZYDATNYCH W OCENIE JEGO JAKOŚCI

Streszczenie

Przedstawiono zagadnienia związane z potrzebą ustalenia zasad klasyfikacji mięsa bydłęcego, występującego w obrocie handlowym. Problem dotyczy jednoznacznego rozróżniania droższego mięsa cielęcego od tańszego mięsa wołowego. Stosowane w mowie potocznej i zapisane w dokumentach definicje mięsa cielęcego i wołowego znacznie się różnią, szczególnie ze względu na dobór kryteriów, jak i brak powszechnej zgody na jednoznaczny model opisujący preferencje konsumentów. Próbując dokonać oceny przydatności różnych, możliwych do zaakceptowania, kryteriów rozróżniania mięsa cielęcego od wołowego, wskazuje się na ocenę stanu dojrzałości układu kostnego, jako najlepszy wskaźnik. W celu rozróżnienia między cielętami a młodymi osobnikami bydła, których mięso będzie traktowane jako mięso wołowe, większą przydatność praktyczną ma graniczna, łatwo mierzalna masa przedubojowa arbitralnie ustalona w przepisach Unii Europejskiej na 300 kg (masa tuszy 185 kg) niż niedający się sprawdzić, wynikający jedynie z dokumentacji wiek zwierząt. Dla konsumentów najprawdopodobniej najważniejszymi kryteriami oceny będą cechy charakterystyczne: konsystencja i smakowitość kulinarnie przetworzonego mięsa, a przy zakupie detalicznym wygląd elementów handlowych i barwa surowego mięsa.

Słowa kluczowe: normalizacja, nomenklatura, mięso cielęce, mięso wołowe, jakość

Wprowadzenie

W dniu 14 czerwca 2005 r., w Brukseli, odbyło się zorganizowane przez Dyрекcję Generalną Rolnictwa i Rozwoju Wsi Komisji Europejskiej seminarium zatytułowane „Veal Hearing” (Wiedza o cielęciny). Celem tego seminarium było przedyskutowanie potrzeby i kierunków harmonizacji unijnych przepisów dotyczących produkcji i handlu mięsem cielęcym. Unijny rynek mięsa wołowego i cielęcego jest aktywnie sterowany i wspomagany przez władze Unii w ramach wspólnej polityki rolnej. W ramach programowania i realizacji zasad tej polityki powstało szereg przepisów prawnych regulu-

jących i harmonizujących różne domeny życia gospodarczego i społecznego. Przy tworzeniu tych przepisów zabrakło jednak woli konsekwentnego utrzymania ich spójności, przynajmniej w zakresie definiowania obiektów podlegających regulacji. Mankament ten pojawił się przy definiowaniu mięsa cielęcego, a różnice w definicjach przyjętych w różnych przepisach mają najczęściej merytoryczny charakter. Podjęcie przez władze Unii Europejskiej dyskusji nad potrzebą harmonizacji tych przepisów zbiega się w czasie z początkiem prac ekspertów Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Rolniczych Norm Jakościowych, nad projektem międzynarodowej normy na mięso cielęce.

Nazewnictwo mięsa bydlęcego

W Polsce, podobnie jak w pozostałych krajach Unii Europejskiej, znaczącą pozycję w produkcji, jak i konsumpcji mięsa ma mięso bydlęce. Pod nazwą mięso bydlęce rozumie się mięso pozyskane z uboju zwierząt, gatunku bydło domowe (*Bos taurus*). W niektórych cieplejszych regionach świata, głównie w Azji, Afryce i Ameryce Południowej mięso bydlęce pozyskuje się również z uboju zwierząt gatunku zebu (*Bos indicus*) oraz mieszańców obu gatunków bydła. Zwyczajowo, w produkcji i handlu mięsem bydlęcym rozróżnia się mięso zwierząt dorosłych nazywane mięsem wołowym (synonim wołowina), a od mięsa zwierząt młodych nazywane mięsem cielęcym (synonim cielęcina). W Polsce nazwy te mają charakter nazw potocznych i figurują w słowniku Języka Polskiego [17]. Zgodnie z definicjami ww. słownika, wołowina to „mięso z wołu lub z krowy; mięso wołowe”, a cielęcina to „mięso cielęce” zaś cielę to „małe, młode krowy, łani sarny i innych przeżuwaczy”. Terminy wołowina i cielęcina w powyższym znaczeniu używane są w Polskich Normach [7, 8] oraz w nazewnictwie popularnych produktów rynkowych (np. konserwa „wołowina we własnym sosie”, „parówki cielęce”). Można spotkać się z przypadkami odstępstw od tych racjonalnych, wydawałoby się, zasad nomenklaturowych. W niektórych publikacjach w czasopiśmie naukowych i technicznych autorzy używają terminu „mięso bydlęce” zastępczo w stosunku do mięsa wołowego, zawężając jego zakres znaczeniowy. Jest to skutek wprowadzenia przez prof. Pezackiego, w jego popularnych publikacjach i podręcznikach [6], terminów „mięso bydlęce” zamiast „mięso wołowe” oraz „mięso świńskie” zamiast „mięso wieprzowe”, co miało z założenia skorygować nieadekwatność stosowanych zwyczajowo terminów z nazwami gatunkowymi zwierząt rzeźnych. Odwrotna sytuacja zaistniała przy tworzeniu systematyki towarowej i ustanawianiu terminologii przydatnej w międzynarodowym handlu mięsem. Polskie przepisy w tym względzie [16], wzorowane zresztą na przepisach Unii Europejskiej, nazywają mięsem wołowym całość mięsa bydlęcego i nie przewidują wyróżnienia mięsa cielęcego osobnymi kodami. Jest to o tyle niezrozumiałe, że w przypadku mięsa pozyskiwanego z uboju innych zwierząt gospodarczych, konkretnie mięsa baraniego, istnieje wyróżnienie mięsa

zwierząt młodych w postaci tusz i półtuszy z jagniąt (kod 0204 10 00). Zwyczajowo w krajach europejskich termin „mięso wołowe” dotyczy mięsa dorosłych zwierząt gatunku bydło domowe bez wyróżnienia płci i precyzowania wieku zwierząt. Może się jednak zdarzyć, że zaistnieją warunki do dywersyfikacji tego terminu poprzez wprowadzenie nazewnictwa bardziej szczegółowego lub przed podanie adresowanych do konsumentów dodatkowych informacji na etykietach i w reklamie. Precedensem było nazwanie „mięsem byczym”, mięsa wołowego produkowanego we Francji w rejonie Camarque (delta Rodanu) i podlegającego ochronie nazwy pochodzenia zgodnie z obowiązującymi w Unii Europejskiej przepisami o ochronie nazw i znaków geograficznych [10]. Chroniona nazwa to „Taureaux de Camarque” w dosłownym tłumaczeniu „Buhaje z Camarque”, informująca konsumentów, że hodowanych w rejonie Camarque bydła rasy Brave i Camarque nie kastruje się. Warunki do bardziej szczegółowego informowania konsumentów o charakterze oferowanego im mięsa stworzyło Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1760/2000 [12] przewidujące nieobligatoryjne rozszerzone znakowanie (etykietowanie) mięsa wołowego i produktów z wołowiny informacjami o jego pochodzeniu. Jest wielce prawdopodobne, że brak rozróżnienia mięsa wołowego od cielęcego w nomenklaturze handlowej Unii oraz brak jednolitej definicji mięsa cielęcego było jednym z głównych powodów przeprowadzenia internetowych badań ankietowych [22] i rozpoczęcia konsultacji (organizacja konferencji Veal Hearing) dotyczących potrzeby harmonizacji przepisów regulujących produkcję i obrót mięsa cielęcego. Przeprowadzono również badanie opinii poszczególnych krajów członkowskich Unii na potrzeby Komitetu Zarządzającego ds. Mięsa Wołowego i Cielęcego Komisji Unii Europejskiej. W Polsce problem dobrowolnych deklaracji na etykietach mięsa bydłowego, mających wejść w życie jako realizacja 16 artykułu Rozporządzenia 1760/2000 [12], był dyskutowany w gronie przedstawicieli hodowców bydła, producentów mięsa oraz ekspertów na posiedzeniu roboczym w Warszawie w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi w dniu 8 lipca 2005 r.

Różnorodność urzędowych i potocznych definicji mięsa cielęcego w Unii Europejskiej

W Unii Europejskiej jednoznaczna definicja mięsa cielęcego nie istnieje, natomiast w aktach prawnych pojawiają się różne, czasem sprzeczne, kryteria odróżniające mięso cielęce od wołowego. Podstawowymi kryteriami są: masa żywa zwierzęcia przed ubojem oraz wiek w chwili uboju, występujące jednocześnie lub osobno.

W Dyrektywie Rady 93/24 w sprawie statystycznego nadzoru nad produkcją bydła [4] pojawiają się dwie definicje cielęcia. W artykule 3. punkt 1. jako cielęta rozumie się „zwierzęta z gatunku bydło w wieku poniżej 1. roku, ubijane jako cielęta” zaś w artykułach 10. punkt 2. i 12. punkt 2. „zwierzęta gatunku bydło domowe o masie mniejszej niż 300 kg nieposiadające jeszcze stałych zębów”. Uwzględnione w dyrek-

tywie kryterium polegające na braku zębów stałych u cieląt pozostaje w pewnej sprzeczności z kryterium wieku do 1. roku, gdyż pierwsze stałe zęby przedtrzonowe u bydła wyrastają w 5–6 miesiącu życia, a zastąpienie mlecznych zębów na stałe następuje w wieku 14–25 miesięcy [18].

Decyzja Komisji nr 94/433 dotycząca rozporządzenia wykonawczego do Dyrektywy Rady 93/24 w zakresie badań statystycznych dotyczących pogłowia i hodowli bydła [2], a w szczególności jej załącznik I określa cielęta jako zwierzęta domowe z gatunku bydła domowego, których masa żywca jest niższa lub równa 300 kg. Zgodna z tą definicją jest definicja mięsa wołowego zawarta w Rozporządzeniu Rady 1254/99 [11] dotyczącym wspólnej organizacji rynków sektora mięsa wołowego, które określa wołowinę jako mięso pochodzące ze zwierząt, których masa ciała przed ubojem przekracza 300 kg.

W innych przepisach dotyczących cieląt i mięsa cielęcego kryteriami są równocześnie masa tuszy i wiek zwierząt w chwili uboju. W Rozporządzeniu Rady nr 1782/2003, ustalającym wspólne zasady systemów w ramach Wspólnej Polityki Rolnej [14], a w szczególności w art. 130 zapisano, że premie ubojowe mogą być stosowane w przypadku cieląt ubijanych w wieku powyżej 1 miesiąca i poniżej 8 miesięcy, których masa tuszy wynosi do 185 kg. Dyspozycje Rozporządzenia 1782/2003 zostały uzupełnione dyspozycjami Rozporządzenia Komisji 1973/2004, a w szczególności artykułem 122. paragraf 4., zgodnie z którym w przypadkach gdy masa tuszy nie może być ustalona w zakładzie ubojowym, to warunek zapisany w artykule 130. punkt 1. Rozporządzenia 1782/2003, dotyczący masy tuszy wynoszącej 185 kg, uznaje się za spełniony, jeżeli masa żywca nie przekracza 300 kg.

Maksymalny wiek cieląt w chwili uboju był w przepisach unijnych różnie określany. Poza cytowaną Dyrektywą Rady 93/24, przewidującą ubój cieląt w wieku poniżej 1. roku, był to wiek zdecydowanie młodszy. W Dyrektywie Rady 91/629 [3] był to wiek 6 miesięcy, a w Rozporządzeniu Rady nr 1254/99 [11] wiek 7 miesięcy, przedłużony począwszy od 1 stycznia 2005 r. do 8 miesięcy.

Przepisy Unijne nie precyzują kryteriów jakościowych mięsa cielęcego, a te przede wszystkim interesują konsumentów. Zgodnie z badaniami ankietowymi [22] największe znaczenie dla konsumentów ma konsystencja i smakowitość mięsa. Mniejszą wagę przywiązują konsumenci do barwy mięsa cielęcego, mimo że to kryterium w istotny sposób je różnicuje. W krajach Unii Europejskiej, na rynku istnieją obok siebie dwa rodzaje cielęciny: cielęcina klasyczna pochodząca ze zwierząt karmionych mlekiem lub paszami mlekopodobnymi, a ubijanych w młodym wieku oraz cielęcina „rosé” pochodząca ze zwierząt karmionych wieloskładnikowymi treściwymi paszami i ubijanych w starszym wieku. Cielęcina klasyczna charakteryzuje się jasnoróżową barwą, zaś cielęcina rosé barwą ciemnoróżową, od której zresztą pochodzi nazwa tego typu mięsa. Zarówno jedna, jak i druga cielęcina ma w Europie swoich amatorów [22].

Szacuje się, że produkcja cielęciny rosé stanowi tylko około 2% cielęciny w Unii Europejskiej, ale w Holandii, w której przeszło połowę produkowanego mięsa bydłęcego stanowi cielęcina, udział cielęciny rosé wynosi około ¼ produkcji. W roku 2004 było to 48000 ton [21]. Istnienie na rynku europejskim cielęciny rosé nie jest usankcjonowane w przepisach i ten swoisty „brojler bydłocy” korzysta z nazwy cielęcina nieco na wyrost, budząc sprzeciw organizacji konsumenckich [23].

Definicja mięsa cielęcego w zaleceniach Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO

W roku 1975 został opublikowany dokument Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO o symbolu CAC/RCP 7 – 1974 zatytułowany „Zalecany międzynarodowy system opisu tusz zwierząt gatunków bydła domowego i świni domowej oraz opis zalecanego międzynarodowego rozbioru na elementy handlowe mięsa wołowego, cielęcego, baraniego, jagnięcego i wieprzowego będącego w obrocie międzynarodowym” [19]. W dokumencie tym sformułowano zalecaną definicję mięsa cielęcego, a jako kryteria kwalifikujące przyjęto stopień dojrzałości oceniany na podstawie oględzin układu kostnego oraz barwę mięsa. W 6-stopniowej skali dojrzałości bydła wyróżnia się dwie pozycje dotyczące cieląt ubijanych w wieku 4–5 miesięcy i 5–9 miesięcy, o odmiennym opisie wyglądu układu kostnego, zaś w 5-stopniowej skali barwy mięsa bydłęcego dwie pozycje: jasno różowe i różowe charakterystyczne dla mięsa cielęcego. W charakterystyce układu kostnego młodego bydła klasyfikowanego jako cielęta uwzględnia się wyraźny rozdział między kręgami krzyżowymi, brak lub nieznaczne oznaki kostnienia części chrzęstnych wyrostków kręgów krzyżowych, lędźwiowych i piersiowych, mniej lub bardziej czerwoną barwę kręgów oraz kształt i barwę żeber. Dodatkowym kryterium w ocenie mięsa cielęcego jest masa tuszy limitowana na poziomie 150 kg (330 lb). W dokumencie zdefiniowana jest tusza bydła (wykrwawiona, wytrzewiona, oskórowana, bez głowy, nóg i genitaliów z/lub bez ogona).

Definicja mięsa wołowego w normie Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych EKG/ONZ na mięso wołowe w tuszach i elementach handlowych i jej znaczeniu w przyszłościowym definiowaniu mięsa cielęcego w normie na mięso cielęce

W 2004 roku zostało opublikowane drugie wydanie normy EKG/ONZ na mięso wołowe w tuszach i elementach handlowych, a w planach Grupy Roboczej powołanej do opracowania Rolniczych Norm Jakościowych przewidziano opracowanie norm na mięso cielęce. W normie na mięso wołowe, wśród kategorii użytkowych zwierząt rzeźnych przewidziano „młode bydło w wieku 6–12 miesięcy”, co można by odczytać jako wskazówkę, że w normie na mięso cielęce w tuszach i elementach uwzględnione będą zwierzęta młodsze, w wieku do 6 miesięcy. Jednakże to nie wiek jest decydują-

cym czynnikiem kształtującym cechy jakościowe mięsa i można sobie wyobrazić, że maksymalny wiek cieląt będzie wyższy, przypuszczalnie, ze względu na praktykę krajów Unii Europejskiej, „poniżej 8 miesięcy”. Zasadą normalizacji międzynarodowej jest, by nie wymyślać i propagować własnych kryteriów, ale sankcjonować i upowszechniać kryteria funkcjonujące w praktyce, ewentualnie tylko wskazując obszary, na których dana wersja kryterium obowiązuje. Również nazewnictwo pojawiające się na etykietach i w reklamie musi respektować przepisy obowiązujące w kraju odbiorcy mięsa, niezależnie od przepisów obowiązujących w kraju eksportera.

Definicja i kryteria mięsa cielęcego z wyróżnieniem jasnego mięsa cielęcego w systematyce mięsa bydłęcego stosowanej w Australii

Ustalenie wymagań jakościowych dotyczących mięsa i związanych z tym regulacji normalizacyjnych w Australii znajduje się w kompetencjach organizacji producentów AUS-MEAT Limited. Z opracowanego przez tę instytucję przewodnika dotyczącego mięsa wołowego korzystano, opracowując międzynarodową normę EKG/ONZ na mięso wołowe i zapewne skorzysta się opracowując normę na mięso cielęce. Według informacji uzyskanych od Evansa z AUS-MEAT [21], w 7. wydaniu Handbook of Australian Meat miała być wprowadzona (w końcu 2005 r.) definicja cieląt, według której są to samice oraz kastrowane lub niekastrowane samce bydła, u których:

- brak jest oznak wzrostu stałych zębów,
- masa tuszy jest nie większa niż 150 kg (poubojowa ciepła masa tuszy HSCW),
- u samców kastrowanych brak jest śladów kastracji,
- barwa mięsa jest zgodna ze skalą barwy mięsa cielęcego AUS-MEAT w zakresie V 1 do V 5 ocenianą na przekroju mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) przy zastosowaniu wzorców barwnych AUS-MEAT.

W normie AUS-MEAT wyróżnia się lekką (jasną) cielęcinę Light Veal w dwóch podklasach zróżnicowanych ze względu na masę tuszy:

- Light Veal (BOBBY) o masie tuszy do 40 kg (HSCW),
- Light Veal o masie tuszy do 70 kg i barwie zgodnej z wariantami od V₁ do V₅ skali AUS-MEAT

oraz cielęcinę Veal, której wyreby pochodzą z tusz o masie od 70,1 kg do 150 kg (HSCW) i mają barwę zgodną z wariantami od V₁ do V₅ skali AUS-MEAT. Ostatni wzorzec barwy V₅ ma zdecydowanie barwę ciemnoróżową, więc jak z tego wynika, nawet zwierzęta zaliczane do cieląt lekkich mogą mieć mięso typu rosé, ale wymóg braku oznak wzrostu zębów stałych stawia limit wieku uboju zwierząt na poniżej 7 miesięcy, gdyż jak wspomniano, pierwsze zęby stałe wyrastają u bydła w 5 - 6 miesiącu życia.

Próba oceny merytorycznej ważności i praktycznej przydatności kryteriów różnicujących młode bydło rzeźne i ich mięso

Przystępując do próby dokonania oceny wartości merytorycznej i praktycznej przydatności funkcjonujących kryteriów charakteryzujących młode bydło rzeźne, w tym potocznie rozumiane cielęta, należy przyjąć pewne założenia wyjściowe, a mianowicie:

- 1) mięso cielęce jest postrzegane przez zdecydowaną większość konsumentów jako mięso drogie, o wysokiej jakości, a w związku z tym istnieje tendencja do podmiany go mięsem tańszym o niższej wartości;
- 2) różne warianty, jakościowo zróżnicowanego, mięsa cielęcego i mięsa z młodego bydła mogą mieć swoich zwolenników, a stosowane nazewnictwo towarowe nie może dyskredytować jego walorów lub zniechęcać ludzi do zakupu i konsumpcji preferowanego rodzaju mięsa;
- 3) jest sprawą wielce dyskusyjną czy konsument pragnie być informowany w detaliczny sposób o sposobie chowu zwierząt rzeźnych i warunkach pozyskiwania mięsa. Można sądzić, że większość konsumentów nie jest zainteresowana wiedzą o kastrovaniu lub sposobie uboju zwierząt. Wyjątek mogą stanowić konsumenci, którym nakazy religijne zabraniają jedzenia mięsa pozyskanego inaczej niż w rytualny sposób;
- 4) wprowadzony powszechnie w Unii Europejskiej system rejestrowania i archiwizowania danych dotyczących hodowli i uboju bydła nie jest niezawodny, a jego przydatność może w stosunkowo krótkim czasie okazać się wątpliwa i niepotrzebnie kosztowana w stosunku do zagrożeń zdrowotnych, którym miała zapobiegać;
- 5) prezentowana próba oceny kryteriów jest subiektywną propozycją autora, pokazującą raczej sposób rozwiązywania problemu niż pretendującą do wskazania optymalnych wyborów przydatnych do celów normalizacyjnych i legislacyjnych.

Próba oceny polegała na określeniu, w skali 5-punktowej, ważności merytorycznej i przydatności do różnych celów kryteriów ilościowo-jakościowych dotyczących:

I – młodego bydła (cieląt),

II – tusz i ich elementów,

III – mięsa (tab. 1).

Rezygnując ze szczegółowego argumentowania wystawionych ocen, autor chciałby zwrócić tylko uwagę na pewne zjawiska o bardziej ogólnym charakterze:

- wyższe oceny wartości merytorycznej kryteriów od ich przydatności wynikają z faktu docenienia przydatności kryteriów w różnych możliwych aspektach np. w aspekcie walorów poznawczych wyników analizy porównawczej zbiorów danych za pewien określony czas, w skali kraju lub rejonu,

T a b e l a 1

Ocena merytorycznej ważności i przydatności kryteriów ilościowo-jakościowych różniących młode bydło rzeźne i ich mięso
Essentially importance and usefulness evaluation of volume-quality differentiating young slaughter cattle and its meat

Grupa Group	Kryterium Criterion	Ważność merytoryczna Factual importance	Przydatność do celów administracyjnych, statystycznych i kontrolnych Suitability for administrative, statistical and control purposes	Przydatność do wyboru przy zakupie detalicznym Suitability for choice during purchase and retail shopping	Przydatność do oceny jakości przez ostatecznego konsumenta Suitability for evaluation of quality by final consumer
I	<ul style="list-style-type: none"> • masa przedubojowa ew. klasa wagowa zwierząt • stan uzębienia zwierząt • wiek zwierząt wg dokumentacji • informacje o zwierzętach oraz o warunkach chowu i uboju (rasa, płeć, warunki chowu) 	+++ ++ +++ ++++	++++ + +++ +++	+ - - +++	- - - +
	<ul style="list-style-type: none"> • tuszy • (wielkość) standardowych elementów • ocena dojrzałości na podstawie stanu kostnego tuszy lub niektórych elementów tuszy • wygląd elementów tuszy 	++ +++ +++ ++	++++ +++ +++ -	- +++ - +++	- ++ - -

III	<ul style="list-style-type: none"> • barwa mięsa surowego • konsystencja mięsa po ugotowaniu • smakowitość mięsa • soczystość • barwa mięsa po ugotowaniu • ubytki w czasie obróbki cieplnej • inne mierzalne fizykochemiczne parametry mięsa 	<ul style="list-style-type: none"> • colour of raw meat • consistency of meat after cooking • palatability of meat • juiciness • colour of meat after cooking • losses during thermal treatment • other measurable physico-chemical parameters of meat 	+++ +++ ++ +++ ++ ++ ++	+++ - - - - - +	+++ ++ ++ ++ +	+++ ++ ++ ++ ++ ++ -	++ +++ ++ ++ ++ ++ -
-----	--	---	---	-----------------------------------	----------------------------	--	--

Objaśnienia:

Skala ważności merytorycznej i przydatności kryteriów

- nieważne
- + mało ważne
- ++ średnio ważne
- +++ ważne
- ++++ bardzo ważne
- nieprzydatne
- mało przydatne
- średnio przydatne
- przydatne
- bardzo przydatne

Explanatory notes:

Scale of factual importance and suitability of criteria

- not important
- + little important
- ++ medium important
- +++ important
- ++++ very important
- unsuitable
- little suitable
- medium suitable
- suitable
- very suitable

- nie wyklucza się możliwości wyboru innych, niż poddanych ocenie, kryteriów ilościowych i jakościowych uwzględniających specyfikę charakteryzowanej populacji. Np. można sobie wyobrazić jako kryterium dojrzałości zwierząt stopień rozwoju lub uwstecznienia gruczołów,
- nisko oceniając przydatność mierzalnych chemicznych i fizykochemicznych parametrów mięsa założono, że ich mierzenie wymagałoby znacznej rozbudowy laboratoriów kontrolnych i generowałoby niezbyt uzasadnione koszty. Np. dobrym wskaźnikiem jakości mięsa bydlęcego może być zawartość mioglobiny w mięśniach, ale trudno sobie wyobrazić masową analitykę tego barwnika,
- wystawiając wyższe oceny przydatności niż merytorycznej wartości niektórych kryteriów brano pod uwagę zalety przydatności łatwych do skontrolowania kryteriów, obiektywnie i jednoznacznie mierzalnych oraz zdanie konsumentów [22] wyrażone w badaniach ankietowych.

Podsumowanie

Jako jedyne bezdyskusyjnie najlepsze kryterium rozróżnienia mięsa cielęcego od mięsa młodego bydła należy uznać proponowane przez Komisję Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO kryterium stanu dojrzałości układu kostnego możliwe do stosowania przy ocenie w czasie oględzin tuszy. Wiedząc, że mięso cieląt może mieć różną barwę w zależności od sposobu żywienia i czasu trwania tego żywienia, kryterium przydatnym do rozróżnienia różnych klas jakości mięsa jest jego barwa. Jej ocenę można zobiektywizować, wprowadzając wzorce barw lub mierząc metodami instrumentalnymi. W celach administracyjnych, statystycznych i kontrolnych przydatne są przede wszystkim łatwo mierzalne, obiektywne parametry – masa przed- i poubojowa zwierząt.

Dla kupującego w sklepie mięso podstawowymi kryteriami wyboru będą zapewne wygląd proponowanych mu elementów handlowych, w tym widoczna barwa tkanki mięśniowej i tłuszczowej, a dla ostatecznego konsumenta charakterystyczna konsystencja i smakowitość mięsa cielęcego po obróbce kulinarnej.

Dokonana próba oceny merytorycznej ważności praktycznej i przydatności różnych kryteriów rozróżniających ilościowo i jakościowo mięso młodego bydła ma zachęcić do szerszej dyskusji nad wyborem, doskonaleniem i wdrożeniem do praktyki tych z nich, które zagwarantują osiągnięcie ważnego społecznie celu – zapewnienia uczciwego handlu mięsem bydlęcym z pożytkiem dla jego producentów i dystrybutorów, a przede wszystkim jego konsumentów.

Literatura

- [1] Définition européenne de la viande de veau. Stanowisko Konferencji Organizacji Rodzinnych Unii Europejskiej. COFACE/UNAF/NR Position 23/03/2005.
- [2] Decyzja Komisji 94/433 z dnia 30 maja 1994 r. ustanawiająca szczegółowe zasady stosowania dyrektywy Rady 93/24/EWG w zakresie prowadzenia badań statystycznych dotyczących pogłowia i hodowli bydła oraz zmieniająca wymienioną dyrektywę. Official Journal L 179 z 13.07.1994.
- [3] Dyrektywa Rady Nr 91/629/EEC z 19 listopada 1991 r. określająca minimalne normy dla ochrony cieląt. Official Journal L 340 z 11.12.1991.
- [4] Dyrektywa Rady Nr 93/24/EEC 21 czerwca 1993 r. w sprawie statystycznego nadzoru nad produkcją bydła. Official Journal L 149 21.06.1993.
- [5] Norma CEC-ONU Viande Bovine. Carcasses et Découpes Symbol ECE/Trade/326 Nations Unies. New York et Geneve 2004.
- [6] Pezacki W.: Przetwarzanie jadalnych surowców rzeźnych. PWN Warszawa 1984.
- [7] PN-88/A-82003. Wołowina. Części zasadnicze.
- [8] PN-A-82005: 1996. Cielęcina. Części zasadnicze.
- [9] Recommended international system for the description of carcasses of bovine and porcine species and recommended international description of cutting methods of commercial units of beef, veal, lamb and mutton and pork moving in international trade. Dokument Komisji Kodeksu Żywnościowego FAO/WHO CAC/RCP-7-1974 Wyd. Sekretariatu Programu Wspólnego FAO/WHO dla norm żywnościowych FAO wydanie II. Rzym 1978.
- [10] Rozporządzenie Rady 2081/92 z dnia 14 lipca 1992 r. o ochronie znaków geograficznych i nazw pochodzenia produktów rolnych i artykułów spożywczych. Official Journal L 208 z 24.07.1992.
- [11] Rozporządzenie Rady (WE) Nr 1254/99 z 17 maja 1999 r. w sprawie wspólnej organizacji rynku wołowiny i cielęciny. Official Journal L 160 z 26.06.1999; L 265 z 18.10.2000; L 282 z 5.11.1999.
- [12] Rozporządzenie (WE) Nr 1760/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z 17 lipca 2000 r. ustanawiające system identyfikacji i rejestracji bydła i dotyczące etykietowania wołowiny i produktów z wołowiny oraz uchylające Rozporządzenie Rady (WE) nr 820/97. Official Journal L 204 11/08/2000.
- [13] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 2273/2002 z dnia 19 grudnia 2002 r. ustanawiające szczegółowe zasady stosowania rozporządzenia Rady (WE) nr 1254/1999 w odniesieniu do cen niektórych sztuk bydła na reprezentatywnych rynkach wspólnotowych. Official Journal L 347 z 20.12.2002.
- [14] Rozporządzenie Rady (WE) nr 1782/2003 z dnia 29 września 2003 r. ustanawiające wspólne zasady dla systemów bezpośredniego wsparcia w ramach wspólnej polityki rolnej i ustanawiające określone systemy wsparcia dla rolników oraz zmieniające rozporządzenia... Official Journal L 270 z 21.10.2003.
- [15] Rozporządzenie Komisji 1973/2004 z 29 października 2004 r. ustanowienia szczegółowych zasad zastosowania rozporządzenia Komisji (WE) nr 1782/2003 w sprawie systemów wsparcia przewidzianych w tytułach IV i IV a, tego rozporządzenia oraz wykorzystania gruntów zarezerwowanych dla produkcji surowców. Official Journal L 345 z 20.11.2004.
- [16] Scalona Nomenklatura Towarowa Handlu Zagranicznego C.N. Wydanie III Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Statystyki. Warszawa 1993.
- [17] Słownik Języka Polskiego - pod red. M. Szymczaka. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa 1999.
- [18] Sobociński M.: Surowce zwierzęce Elementy anatomii i fizjologii zwierząt użytkowych. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa 1987.
- [19] Tyszkiewicz S. Postępy w światowej normalizacji mięsa w tuszach i elementach handlowych. Gosp. Mięs., 2003, 12, 2.

- [20] Tyszkiewicz S. Mięso cieleńce w Unii Europejskiej. Produkcja. Konsumpcja. Legislacja. Gosp. Mięs., 2005, **12** (artykuł przyjęty do druku).
- [21] Tyszkiewicz S.: Międzynarodowa normalizacja mięsa bydłęcego. Stan aktualny i perspektywy. Roczn. Inst. Przem. Mięs. i Tł. (artykuł w przygotowaniu do druku).
- [22] Tyszkiewicz S. Poglądy konsumentów Unii Europejskiej na jakość mięsa cieleńcego i uwarunkowania jego produkcji w świetle wyników badań ankietowych. Przem. Spoż., 2005, **12**, (artykuł przyjęty do druku).

SEARCHES FOR UNIVOCAL DEFINITION OF VEAL AND PARAMETERS SUITABLE FOR EVALUATION OF ITS QUALITY

S u m m a r y

The problems connected with the need to establish the principles of denomination and classification of bovine meat, occurring in market were discussed. The problem concerns the unequivocal distinguishing between the more expensive veal and cheaper beef. The definitions of veal and beef, as being usually employed in common name and those ones appearing in documents differ significantly, especially due to the selection of criteria as well as lack of common agreement as to the unequivocal model, describing the preferences of consumers. The attempts were undertaken with the aim to evaluate the suitability of different acceptable criteria for differentiation between veal and beef. The evaluation of the state of maturity of bone system seemed to be the best criterion. To differentiate between calves and young cattle the meat of which will be treated as beef, the boundary, easily measurable body weight (ante-slaughter), as arbitrarily determined and established in the EU rules, per 300 kg (carcass weight = 185 kg) will have more practical suitability, as compared to the non-checkable age of animals, resulting only from documents. For consumers, consistency and palatability of culinary processed meat will be probably the most important criteria of evaluation. In case of retail purchase, the appearance of commercial elements and colour of raw meat will be the decisive factors.

Key words: standardization, nomenclature, veal, beef, quality ☒

BARBARA STACHOWIAK, ZBIGNIEW CZARNECKI

DROŹDŹE *PHAFFIA RHODOZYMA* JAKO POTENCJALNE ŹRÓDŁO NATURALNEJ ASTAKSANTYNY

Streszczenie

Astaksantyna należy do grupy barwników karotenoidowych. Znajduje ona powszechne zastosowanie jako niezbędny składnik pasz w przemysłowej hodowli łososi, pstrągów i krewetek, nadając tkankom tych zwierząt pożądane przez konsumenta, charakterystyczne różowoczerwone zabarwienie. Ponadto, astaksantyna charakteryzuje się dużą aktywnością przeciwutleniającą, najwyższą wśród znanych karotenoidów i 100-500-krotnie wyższą w porównaniu z α -tokoferolem. Wśród preparatów astaksantyny, występujących na światowym rynku, 95% zawiera barwnik syntetyczny - mniej stabilny od astaksantyny pozyskiwanej ze źródeł naturalnych. Ograniczony zakres stosowania astaksantyny naturalnej wynika z kosztów jej otrzymywania, głównie na drodze syntezy mikrobiologicznej z udziałem alg *Haematococcus pluvialis*.

Potencjalnym źródłem astaksantyny naturalnej są drożdże *Phaffia rhodozyma*. Jako ewentualne przemysłowe źródło tego barwnika wykazują one wiele zalet. Przede wszystkim astaksantyna jest głównym produkowanym przez te drożdże karotenoidem. *Phaffia rhodozyma* są znacznie łatwiejsze w hodowli w porównaniu z algami. Jednak poważnym ograniczeniem w wykorzystaniu tych drożdży do syntezy astaksantyny na skalę przemysłową jest niska wydajność produkowanego przez nie barwnika, a także koszty związane z jego izolacją z komórek.

W artykule przedstawiono zakres i rezultaty badań dotyczących drożdży *Phaffia rhodozyma*, a także możliwości i ograniczenia w wykorzystaniu tych drożdży do przemysłowej produkcji astaksantyny. Omówiono najważniejsze czynniki wpływające na proces karotenogenezy w komórkach, w tym synteze astaksantyny. Przedstawiono również możliwości pozyskiwania szczepów *Phaffia rhodozyma* zdolnych do nadprodukcji astaksantyny.

Słowa kluczowe: *Phaffia rhodozyma*, astaksantyna, mikrobiologiczna produkcja karotenoidów

Wprowadzenie

Astaksantyna należy do grupy barwników karotenoidowych. W dużych ilościach występuje w środowisku morskim, gdzie bytują zdolne do jej syntezy algi, grzyby i małe skorupiaki. Do produkcji astaksantyny zdolne są również niektóre bakterie:

Dr inż. B. Stachowiak, prof. dr hab. Z. Czarnecki, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego, 60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31, bstach@owl.au.poznan.pl,

Agrobacterium auranticum, *Mycobacterium lacticola*, *Brevibacterium spp.* [6, 11, 25]. Organizmy te znajdują się na początku łańcucha pokarmowego i w efekcie barwnik ten jest akumulowany w tkankach dużych zwierząt np. mięsie różnych gatunków ryb (łosoś, pstrąg, leszcz czerwony), drobiu, przepiórek, w piórach flamingów, w dziobie i nogach bocianów, nadając im różowoczerwony kolor. W krewetkach i homarach astaksantyna występuje w połączeniach z białkami, tworząc karotenoproteiny odpowiedzialne za niebieskobłęszne wybarwienie tych zwierząt. Podczas obróbki termicznej, np. podczas gotowania, następuje denaturacja karotenoprotein, astaksantyna jest uwalniana i pojawia się jasnoczerwone zabarwienie [4, 9, 27, 35, 37]. Żadne zwierzęta wyższe nie są zdolne do syntezy astaksantyny *de novo*, stąd intensywność wybarwienia ich tkanek zależy przede wszystkim od obecności źródeł tego barwnika w diecie. Jest to szczególnie ważne podczas przemysłowej hodowli łososia, pstrąga czy krewetek, gdyż barwa mięsa jest ważnym wyróżnikiem jakości. Wykazano również, że astaksantyna wpływa korzystnie na wybarwienie żółtka jaja oraz skóry i tkanki mięsnej tuszek brojlerów [1].

Ze względu na swoją budowę – 3,3'-dihydroksy- β,β -karoten-4,4'-dion – astaksantyna postrzegana jest jako potencjalny przeciwutleniacz. Charakteryzuje ją 10-krotnie wyższa aktywność przeciwutleniająca w porównaniu z pozostałymi karotenoidami: β -karotenem, zeaksantyną, luteiną, kantaksantyną oraz 100-500 razy wyższa w porównaniu z α -tokoferolem [20, 21, 23]. Z uwagi na silne właściwości przeciwutleniające astaksantyna zaliczana jest do grupy substancji bioaktywnych, tj. nutraceutyków, chętnie przyjmowanych w pożywieniu w ramach normalnej diety. Barwnik ten znajduje coraz większe zainteresowanie wśród producentów żywności, jako składnik o cechach funkcjonalnych.

W najbliższym czasie należy spodziewać się wzrostu popytu na astaksantynę naturalną. Przyczyną tego jest panujący trend zdrowego odżywiania, a więc spożywania produktów naturalnych i mało przetworzonych, wzbogaconych w naturalne dodatki, w tym barwniki. Ponadto, użycie chemicznie syntetyzowanych związków jako dodatków do żywności podlega w wielu krajach ograniczeniom [16, 36]. Zaletą astaksantyny naturalnej jest wyższa stabilność i oporność na procesy fotoutleniania. Jest to związane z jej budową chemiczną – astaksantyna naturalna ma wszystkie wiązania podwójne w konfiguracji *trans*, podczas gdy syntetyczna jest *cis*-izomerem [4, 20, 37].

W chwili obecnej, czysta astaksantyna, a także produkty zawierające w swoim składzie astaksantynę, dostępne na rynku krajowym, pochodzą z importu. Szacuje się, że 95% preparatów tego barwnika otrzymywane jest na drodze syntezy chemicznej. Astaksantyna naturalna pozyskiwana jest z mikroalg *Haematococcus pluvialis* oraz drożdży *Phaffia rhodozyma* (syn. *Xanthophyllomyces dendrorhous*) [21]. Najważniejszym ograniczeniem powszechnego stosowania naturalnej astaksantyny na skalę przemysłową są koszty jej pozyskiwania, istotnie wyższe od kosztów otrzymywania

astaksantyny syntetycznej [6, 16, 21]. Zatem wykorzystanie drobnoustrojów do produkcji naturalnej astaksantyny na skalę przemysłową będzie możliwe pod warunkiem uczynienia tego procesu opłacalnym.

Obeenie prowadzone są intensywne badania naukowe nad poprawą syntezy astaksantyny w komórkach mikroorganizmów, przy czym znacząca część tych badań dotyczy drożdży *P. rhodozyma*. Jako potencjalne przemysłowe źródło astaksantyny drożdże te wykazują szereg zalet. Przede wszystkim wśród ogólnej liczby produkowanych przez nie karotenoidów astaksantyna stanowi 83–87% [10], a więc jest głównym barwnikiem gromadzonym w komórce. Do syntezy astaksantyny i wzrostu komórek drożdżowych nie jest wymagane światło. Drożdże te asymilują glukozę i inne węglowodany zarówno w warunkach tlenowych, jak i beztlenowych, co wyróżnia je spośród innych drożdży produkujących karotenoidy, które są bezwzględnie tlenowcami. Ponadto podczas hodowli prowadzonych w fermentorze można uzyskać wysoką wydajność biomasy komórkowej, nawet ponad 50 g s.m./l hodowli. Zatem drożdże te są znacznie łatwiejsze i tańsze w hodowli w porównaniu z *Haematococcus pluvialis*. [2, 24]. Jednak ilość otrzymywanej astaksantyny ze szczepów dzikich drożdży – 0,2–0,4 g/kg s.m. jest znacznie niższa niż w przypadku alg hodowanych przemysłowo, które akumulują ponad 30 g astaksantyny w przeliczeniu na 1 kg suchej biomasy [16, 21, 34]. Szacuje się, że pozyskanie szczepów drożdży *P. rhodozyma* zdolnych do syntezy astaksantyny na poziomie 5–10-krotnie wyższym niż w przypadku szczepów dzikich, mogłoby znacznie obniżyć koszty wytwarzania preparatów naturalnej astaksantyny, a tym samym jej cenę rynkową. Prace badawcze nad intensyfikacją produkcji tego barwnika w komórkach drożdży *P. rhodozyma* mają charakter dwukierunkowy. Pierwszy związany jest z optymalizacją warunków hodowlanych m.in. doбором składu podłoża wzrostowego, temperatury, pH, oświetlenia. Drugi kierunek obejmuje badania związane z izolacją szczepów *P. rhodozyma* zdolnych do nadprodukcji astaksantyny. Szczepy takie pozyskiwane są najczęściej poprzez wywołanie mutacji punktowych u szczepów dzikich, z zastosowaniem typowych czynników mutagennych lub na drodze inżynierii genetycznej poprzez tworzenie rekombinantów zdolnych do syntezy tego barwnika [4, 10].

Charakterystyka drożdży *Phaffia rhodozyma*

Drożdże *Phaffia rhodozyma* (formalnie *Xanthophyllomyces dendrorous*) zostały wyizolowane po raz pierwszy około 1967 r. przez holenderskiego mikrobiologa Phaffa i jego współpracowników. Izolacji dokonano z lepkich wydzielin drzew liściastych rosnących w górskich regionach Japonii i Alaski. Izolację barwników z komórek oraz ich analizę jakościową przeprowadził Andrews i to on po raz pierwszy stwierdził, że astaksantyna jest głównym karotenoidem syntetyzowanym przez *Phaffia rhodozyma*.

W latach 1970–1990 dokonano dalszych izolacji tych drożdży, w Finlandii, Rosji i innych regionach świata [19].

Systematyka drożdży *Phaffia rhodozyma* nie jest do końca wyjaśniona. Pierwsze izolaty przypisano do gatunku *Phaffia rhodozyma* i umieszczono w klasie *Basidiomycetes*, uwzględniając ich morfologię, budowę ściany komórkowej, sposób pączkowania, pigmentację, właściwości metaboliczne itp. [19]. Jednak przez bardzo długi czas nie udało się zaobserwować cyklu płciowego u tych drożdży. Cykl ten po raz pierwszy zaobserwowano dopiero w 1995 r. i wówczas zakwalifikowano szczepy teleomorficzne do nowego gatunku – *Xanthophyllomyces dendrorous* [14]. W chwili obecnej uważa się, że wszystkie szczepy drożdży *Phaffia rhodozyma* są zdolne do rozmnażania płciowego i tworzenia form teleomorficznych, a więc prawidłowa nazwa tego gatunku powinna brzmieć *Xanthophyllomyces dendrorous*. Jednak w niektórych przypadkach obserwowane są jedynie formy anamorficzne. Przypuszczalnie ta różnorodność morfologiczna związana jest z miejscem izolacji drożdży, regionem geograficznym, a także z wieloma innymi czynnikami środowiskowymi. Golubev [14], a także Retamales i wsp. [28] podają, że tworzenie długich holobasidiów z terminalnymi basidiosporami wymaga stworzenia specjalnych warunków wzrostu drożdżom, a wymienione struktury obserwowano jedynie na podłożach zawierających wielowodorotlenowe alkohole. Fakt ten, ale przede wszystkim wieloletnie przyzwyczajenie są przyczyną, że w literaturze, również naukowej, funkcjonuje podwójna nomenklatura tych drożdży, przy czym częściej stosowana jest nazwa gatunkowa *Phaffia rhodozyma*.

Powszechnym sposobem rozmnażania się *Phaffia rhodozyma* jest pączkowanie. Pączki mogą tworzyć się kilka razy w tym samym miejscu na powierzchni komórki. W wyniku pączkowania tworzą się również sferyczne chlamydospory, znacznie większe i zawierające więcej tłuszczu niż komórki wegetatywne. Wegetatywne komórki *Phaffia rhodozyma* mają kształt elipsoidalny i przyjmują rozmiary 3,6–7,5 x 5,5–10,5 µm. W pożywkach płynnych komórki występują pojedynczo, w parach, niekiedy łączą się w krótkie łańcuszki lub tworzą małe skupiska. Drożdże te nie tworzą grzybni właściwej, ale można zaobserwować szczątkową pseudogrzybnię. Na stałym podłożu YM rosną w postaci nalotu o zabarwieniu od pomarańczowego do łososiowo-różowego, w zależności od szczepu. *Phaffia rhodozyma* ma grube, wielowarstwowe ściany komórkowe. Barwnik w pojedynczej komórce drożdżowej jest niewidoczny podczas obserwacji mikroskopowych. Może to wskazywać, że jest on rozproszony w całej objętości komórki lub też, że jest skoncentrowany w pewnych jej rejonach [10, 19, 28].

Wpływ czynników środowiskowych na wydajność astaksantyny w komórkach drożdży *Phaffia rhodozyma*

Na proces karotenogenezy w drożdżach *Phaffia rhodozyma*, a tym samym na syntezę astaksantyny, ogromny wpływ mają czynniki fizyczne, przede wszystkim tempe-

ratura hodowli i pH oraz skład podłoża hodowlanego. Wśród składników podłoża wymieniana się najczęściej: rodzaj i stężenie źródła węgla, azotu (organiczny, nieorganiczny), również stosunek C:N, dodatek fosforanów oraz specyficznych prekursorów astaksantyny np. kwasu mewalonowego, cytrynianów. Najnowsze badania wskazują także na możliwość stymulacji karotenogenezy w komórkach tych drożdży poprzez dodatek do podłoża wzrostowego płynów pohodowlanych innych mikroorganizmów lub ich ekstraktów komórkowych.

Czynniki fizyczne

Większość danych literaturowych wskazuje, że optymalna temp. wzrostu dzikich szczepów *Phaffia rhodozyma* zawiera się w zakresie 20–22°C. Drożdże te nie rosną w temp. poniżej 18°C i powyżej 27°C. W przypadku mutantów optimum temperaturowe jest zmienne i specyficzne dla danego szczepu. Fang i Chen [8] otrzymali mutant, który najwięcej astaksantyny produkował w 15°C.

Dobry wzrost i wysoki poziom syntetyzowanej astaksantyny uzyskuje się, prowadząc hodowlę zarówno dzikich szczepów *Phaffia rhodozyma*, jak i ich mutantów przy pH = 5,0. Jednak Vazquez i Martin [33], w badaniach nad *Phaffia rhodozyma* ATCC 24202, najwyższą wydajność biomasy drożdżowej, jak i najwyższą wydajność astaksantyny z jednostki objętości hodowli obserwowali w środowisku o pH = 6,9. Natomiast Ramirez i wsp. [27], hodując mutant ww. szczepu zdolny do nadprodukcji astaksantyny na podłożu *Yucca*, uzyskali wysoką pigmentację w zakresie pH 4,0–6,0. Wykazali również, że czynniki wpływające na syntezę astaksantyny należy optymalizować łącznie. W swych badaniach uwzględnili zarówno czynniki fizyczne, jak i wybrane składniki pokarmowe. Stosując model płaszczyzny odpowiedzi opracowali warunki hodowli, w których badany szczep produkował o 92% więcej astaksantyny niż w hodowli kontrolnej.

W literaturze niewiele jest informacji na temat roli oświetlenia w produkcji astaksantyny przez szczepy *Phaffia rhodozyma*, chociaż sam proces karotenogenezy w komórkach mikroorganizmów najprawdopodobniej podlega fotoregulacji. Udowodniono, że światło stymuluje syntezę karotenoidów w grzybach *Phycomyces*, *Neurospora crassa*, *Aspergillus giganteus*, *Gibberrella fujikuroi*, *Rhodotorula minuta*, lecz ogranicza u *Trichophyton mentagrophytes* i *Blakeslea trispora* [22]. W przypadku drożdży *Phaffia rhodozyma* uważa się, że brak światła nie wpływa na ich wzrost i na zdolność syntezy astaksantyny. Jednak nieliczne prace wskazują, że proces karotenogenezy w ich komórkach również podlega fotoregulacji. Vazquez [32], prowadząc badania nad sześcioma szczepami *Phaffia rhodozyma*, w tym jednym mutantem, wykazał, że oświetlenie nie tylko w wyraźny sposób sprzyjało produkcji karotenoidów, ale również miało wpływ na rodzaj syntetyzowanych przez te drożdże barwników.

Skład podłoża hodowlanego

Jednym z głównych czynników środowiskowych, mających zasadniczy wpływ na produkcję astaksantyny przez *Phaffia rhodozyma* jest skład podłoża wzrostowego. Standardowe podłoże do hodowli tych drożdży – podłoże YM - zawiera źródło węgla, organiczne źródło azotu – pepton oraz ekstrakt drożdżowy i ekstrakt słodowy. Najczęściej stosowanym źródłem węgla jest glukoza. Wydajność karotenoidów pozyskiwanych z drożdży *P. rhodozyma* hodowanych na podłożach zawierających ten cukier wynosi 0,3-1,6 g/kg s.m. drożdży w zależności od szczepu (dziki, mutant), metody hodowli (okresowa, zasilana) i pozostałych składników podłoża.

Większość szczepów *Phaffia rhodozyma* jest zdolna również do utylizacji D- i L-ksylozy, D-maltozy, D-mannozy, sacharozy, L-arabinozy, D-celobiozy, D-rafinozy, D-fruktozy, D-melecytozy, skrobi, cytydyny, kwasu 2-keto-D-glukonowego, kwasu L-jabłkowego, etanolu, kwasu szczawiowego, octowego, laktonu kwasu D-glukonowego, arbutyny, salicyny, trehalozy i innych, często nietypowych związków zawierających węgiel [24]. Dobór podłoża hodowlanego nie następuje zatem trudności. Drożdże te chętnie rosną na wielu odpadach przemysłu rolno-spożywczego np. melasie [17], hydrolizatach drzewnych [26], śrucie kukurydzianej [18], a także wyciągach roślinnych - soku winogronowym [33] i daktylowym [27]. Wymienione podłoża są tanie, zawierają niezbędne substancje wzrostowe dla *P. rhodozyma* i bardzo często niezidentyfikowane stymulatory biosyntezy astaksantyny, bowiem wydajność tego barwnika z hodowli drożdżowych na nich prowadzonych zwykle jest wyższa niż z hodowli na syntetycznym podłożu YM. Pewną wadą tych podłoży jest jednak brak możliwości precyzyjnego zdefiniowania ich składu oraz zmienność, a co za tym idzie brak powtarzalności przebiegu hodowli i ilości otrzymywanych barwników. W tym przypadku ocena wpływu poszczególnych składników odżywczych na wzrost i pigmentację *P. rhodozyma* jest trudna, a sformułowane wnioski mogą okazać się błędne. Z tego względu badania nad rolą podstawowych składników podłoża hodowlanego na wzrost i pigmentację drożdży *P. rhodozyma* prowadzone są najczęściej na podłożach syntetycznych, o ściśle określonym składzie.

Yamane i wsp. [35], badając wpływ różnych źródeł węgla na produkcję astaksantyny przez szczep *P. rhodozyma* 24202, stwierdzili najwyższą akumulację barwnika w komórkach drożdży w hodowlach z dodatkiem etanolu. Produkcja ta była o 80% wyższa niż uzyskana w hodowlach kontrolnych na podłożu z glukozą. Jednak etanol silnie hamował wzrost drożdży, co w efekcie wpływało na niską wydajność astaksantyny z jednostki objętości hodowli. W dalszych badaniach wykazano, że priorytetowe źródło węgla, w porównaniu z etanolem, stanowi glukoza. W celu uzyskania wyższych wydajności astaksantyny z jednostki objętości hodowli zaproponowano zatem przeprowadzenie jej w dwóch etapach. W pierwszym, hodowlę zasilano glukozą i uzyskiwano wysoki plon biomasy komórkowej drożdży – 30 g/L. W drugim etapie, w celu

intensyfikacji syntezy astaksantyny, jako źródło węgla stosowano etanol. W efekcie uzyskano 2,4 razy więcej astaksantyny w przeliczeniu na 1 litr hodowli w porównaniu z hodowlą kontrolną, bez dodatku etanolu. Korzystny wpływ etanolu na produkcję astaksantyny wykazali także Gu i wsp. [15], prowadząc hodowle drożdży *Phaffia rhodozyma* na podłożu zawierającym 0,2% alkoholu.

Dane literaturowe wskazują również na ksylozę jako potencjalne źródło węgla dla drożdży *P. rhodozyma*. Na skalę przemysłową cukier ten można otrzymać poprzez hydrolizę kwasową materiałów roślinnych, takich jak drewno, lub odpadów przemysłu rolnego. Parajó i wsp. [25], w badaniach nad optymalizacją syntezy astaksantyny przez szczep *P. rhodozyma* NRRL Y-17268, stosowali pożywkę YM, w której glukozę zastąpiono ksylozą. Dodatkowo do podłoża wprowadzali nieorganiczne źródło azotu: fosforan(V) amonu, siarczan(VI) amonu, azotan(V) amonu i azotan(V) potasu. Najwyższe wydajności astaksantyny uzyskali w hodowlach z dodatkiem azotanu(V) potasu. Uzyskane wyniki były 1,5 razy wyższe niż w hodowlach kontrolnych bez dodatku nieorganicznego źródła azotu. Najniższy wzrost drożdży i najniższe wydajności astaksantyny obserwowano w hodowlach z dodatkiem fosforanu(V) amonu.

Flores-Cotera i wsp. [11] podjęli próbę wyjaśnienia wpływu amoniaku, fosforanów i cytrynianów na wzrost i produkcję astaksantyny przez *P. rhodozyma*. Uzyskane przez nich wyniki wskazują, że niski poziom suplementacji podłoża amoniakiem, jako źródłem azotu w podłożu, a także fosforanami wyraźnie sprzyja karotenogenezie, a także akumulacji kwasów tłuszczowych w komórce. Towarzyszy temu jednak obniżona synteza białek. Autorzy sugerują, że wskutek obniżonej zawartości azotu w podłożu, stosunek C:N wzrasta, a nadmiar węgla, ATP i NADPH, powstały w wyniku ograniczonej syntezy białek, jest wykorzystywany przez drożdże do produkcji karotenoidów i kwasów tłuszczowych. Deficyt fosforanów w podłożu również ograniczał syntezę białek komórkowych i w efekcie sprzyjał karotenogenezie i produkcji kwasów tłuszczowych. Natomiast stężenie cytrynianów w podłożu na poziomie 28,9 mM i wyższym sprzyjało produkcji barwników karotenoidowych, jednak ilość syntetyzowanej astaksantyny obniżyła się. Cytryniany są związkami wyjściowymi w syntezie acetylo-CoA, który z kolei jest prekursorem kwasów tłuszczowych, a także barwników karotenoidowych. Przepuszczalnie podczas ograniczonej syntezy białek komórkowych, dostępność tego związku, a także ATP może pełnić kluczową rolę w biosyntezie karotenoidów i kwasów tłuszczowych.

Interesujących obserwacji dokonali Echavarri-Erasun i Johnson [7], prowadząc rutynowe hodowle *X. dendrorhous* UCD 67-385 i jego mutantów. Przypadkowe skażenie jednej z płytek grzybem *Epicoccum nigrum* spowodowało wyraźny wzrost pigmentacji kolonii drożdżowych w sąsiedztwie i to zarówno w przypadku szczepu dzikiego, jak i jego albino- i β -karotenowych mutantów. W celu dokładniejszego zbadania interakcji zachodzących pomiędzy tymi dwoma mikroorganizmami autorzy przygotowali

skoncentrowane płyny pochodzące z *Epicoccum nigrum*, które wprowadzili do podłoża wzrostowego drożdży *X. dendrorhous*. W przypadku szczepu dzikiego, jak i jego mutantów zdolnego do nadprodukcji astaksantyny, uzyskali oni blisko 40% wzrost wydajności syntetyzowanego barwnika w hodowlach zawierających 20% dodatek płynu pochodzącego z grzyba. Również w przypadku pozostałych mutantów – albino- i β -karotenowego, u których stwierdzono brak zdolności syntezy astaksantyny w standardowych warunkach, obserwowali oni niewielką produkcję tego barwnika na podłożach zawierających dodatek skoncentrowanego płynu pochodzącego z *Epicoccum nigrum*. Te zaskakujące obserwacje skłoniły autorów badań do wysunięcia przypuszczeń, że mutacje szczepów *X. dendrorhous* dotyczą genów regulatorowych, a nie, jak dotąd sądzono, strukturalnych. Mechanizm stymulacji karotenogenezy u *X. dendrorhous* UCD 67-385 i jego mutantów przez płyny pochodzące z *Epicoccum nigrum* nie jest wyjaśniony. Grzyb ten należy do patogenów roślinnych i jest zdolny do syntezy wielu metabolitów wtórnych m.in. izoprenoidów, które są prekursorami barwników karotenoidowych. Produkuje on również flawonoidy i karotenoidy tworzące się w pierwszych etapach biosyntezy karotenoidów. Zatem obecność tych związków w środowisku może podnosić wydajność syntezy astaksantyny w komórkach drożdży *X. dendrorhous*. Calo i wsp. [3] wykazali, że również kwas mewalonowy, który jest związkiem wyjściowym w szlaku przemian karotenoidów, zwiększa syntezę astaksantyny przez *P. rhodozyma*. Z drugiej jednak strony zwiększona wydajność barwnika może być odpowiedzią komórki na obecność związków utleniających np. enzymów rozkładających ściany komórkowe roślin, wydzielanych przez *Epicoccum nigrum*. Proces ten prowadzi do tworzenia się reaktywnych form tlenu, takich jak H_2O_2 i 1O_2 . Schroeder i Johnson [31] stwierdzili, że związki te stymulują produkcję astaksantyny przez *P. rhodozyma*.

Otrzymywanie szczepów drożdży *Phaffia rhodozyma* zdolnych do nadprodukcji astaksantyny

Szczepy zdolne do nadprodukcji astaksantyny pozyskiwane są najczęściej poprzez wywołanie mutacji punktowych szczepów dzikich z zastosowaniem typowych czynników mutagennych lub metodą inżynierii genetycznej poprzez tworzenie rekombinantów zdolnych do syntezy tego barwnika [4, 10]. Mutacje prowadzą do otrzymania szczepów syntetyzujących karotenoidy na bardzo zróżnicowanym poziomie i o bardzo zróżnicowanym profilu. W ich efekcie otrzymywane są również szczepy niezdolne do syntezy tych barwników, u których mutacje miały miejsce we wczesnych etapach karotenogenezy – już na etapie syntezy fiteonu. Generalnie, proces mutagenizacji generuje trzy typy mutantów tj. (1) szczepy akumulujące w komórkach β -karoten – gdy mutacja nastąpi na etapie utleniania β -karotenu do astaksantyny, (2) bezbarwne szczepy akumulujące fiteon, który jest postrzegany jako macierzysty związek karotenoidów –

w tym przypadku mutacje dotyczą genów kodujących dehydrogenazę fiteonu. Otrzymywane są również szczepy (3), których kolonie mają głęboką łososiową, a nawet bordową barwę, a więc szczepy zdolne do nadprodukcji astaksantyny. Nie spotyka się szczepów akumulujących likopen [13]. Udało się wyizolować kilka mutantów drożdży *Phaffia rhodozyma* zdolnych do kilkukrotnie wyższej syntezy astaksantyny w porównaniu ze szczepami rodzicielskimi [2, 4, 10]. Jednak dopiero uzyskanie mutantu zdolnego do syntezy barwnika w ilości 4 g/kg s.m. czyni naturalne preparaty astaksantyny konkurencyjnymi cenowo w stosunku do preparatów syntetycznych. Częstym problemem pojawiającym się podczas hodowli mutantów zdolnych do syntezy astaksantyny na poziomie przekraczającym 1,5 g/kg s.m. jest bardzo niska wydajność biomasy komórkowej, co przekłada się na niską wydajność barwnika z jednostki objętości hodowli. Rozwiązaniem tego problemu wydaje się być izolacja mutantów opornych na inhibitory dehydrogenazy fiteonu: alkohol cynamonowy, tymol, difenylaminę (DPA), a więc związki blokujące karotenogenezę, jednak nie hamujące wzrostu biomasy komórkowej. Szczególnie obiecujące wyniki uzyskano w przypadku kilku mutantów opornych na obecność DPA w podłożu wzrostowym, u których stwierdzono dwukrotnie wyższą akumulację astaksantyny w komórkach, w porównaniu ze szczepami rodzicielskimi. Cecha ta pozostawała trwała również po wysianiu mutantów na podłoże pozbawione DPA [5].

Do pozyskiwania szczepów zdolnych do syntezy astaksantyny wykorzystywane są również metody inżynierii genetycznej. Do tych celów wykorzystywane są przede wszystkim niepatogenne szczepy *E. coli* [12, 29]. Tego typu zabiegi wymagają uprzedniej izolacji genów kodujących enzymy biorące udział w szlaku przemian karotenoidów. Obecnie wyizolowano ponad 150 genów kodujących 24 różne enzymy szlaku przemian karotenoidów [30]. Jednak wykorzystanie rekombinantów *E. coli* do produkcji karotenoidów jest ograniczone z uwagi na niski poziom w ich komórkach izoprenoidowych prekursorów – IDP, DMADP, GGDP – niezbędnych do biosyntezy karotenoidów. Zatem poziom produkcji barwników karotenoidowych, a przede wszystkim astaksantyny przez rekombinanty *E. coli* pozostaje bardzo niski – 10–500 µg/g s.m. w porównaniu z powszechnie znanymi producentami tych barwników – *Haematooccus pluvialis* i *Phaffia rhodozyma*. Badania nad otrzymywaniem zmienionych genetycznie mikroorganizmów zdolnych do syntezy astaksantyny i innych karotenoidów mają raczej znaczenie poznawcze. Wprowadzając odpowiednią kombinację genów do rekombinowanego mikroorganizmu można zmusić go do syntezy karotenoidów o bardzo zróżnicowanej budowie strukturalnej, które często nie występują w środowisku naturalnym i są trudne do otrzymania na drodze syntezy chemicznej. Z uwagi na właściwości prozdrowotne karotenoidów badania te są bardzo cenne [30, 34].

Podsumowanie

Drożdże *Phaffia rhodozyma* budzą duże zainteresowanie naukowców od momentu ich izolacji, przede wszystkim ze względu na swą unikalną zdolność do syntezy astaksantyny. Od około dwudziestu lat zaczęły być postrzegane jako potencjalne przemysłowe źródło tego barwnika i od tego czasu rozpoczęto intensywne badania naukowe nad poprawą syntezy astaksantyny w ich komórkach. Badania są wielokierunkowe i obejmują wiele aspektów związanych z poznaniem fizjologii wzrostu tych drożdży, optymalizacją środowiska ich wzrostu, a także z pozyskiwaniem szczepów zdolnych do nadprodukcji astaksantyny na drodze mutagenizacji lub z wykorzystaniem metod inżynierii genetycznej. Odrębny kierunek badań stanowi opracowanie prostej i taniej metody izolacji karotenoidów z komórek drożdżowych mających grube, wielowarstwowe ściany.

W chwili obecnej wykorzystanie drożdży *Phaffia rhodozyma* do przemysłowej produkcji astaksantyny ma znaczenie ograniczone, przede wszystkim z uwagi na koszty. Jednak niewątpliwym sukcesem jest opracowanie preparatu tzw. astaksantyny wzbogaconej, który jest dostępny w sprzedaży i dopuszczony w żywieniu łososi i pstrągów we wszystkich krajach Unii Europejskiej. Preparat ten, to skoncentrowana biomasa nieaktywnych drożdży *P. rhodozyma* ATCC 74219, zawierająca co najmniej 4 g astaksantyny w 1 kg suchej substancji.

Badania nad opracowaniem opłacalnej technologii otrzymywania naturalnej astaksantyny z udziałem drożdży *Phaffia rhodozyma* są prowadzone przez wiele laboratoriów naukowych i przemysłowych i wskazują, że jest to temat wciąż atrakcyjny. Najnowsze odkrycia naukowe dotyczą między innymi stymulacji karotenogenezy w komórkach drożdżowych przez inne mikroorganizmy, a także roli oświetlenia w tym procesie.

Literatura

- [1] Akiba Y., Sato K., Takahashi K., Takahashi Y., Furuki A., Konashi S., Nishida H., Tsunekawa H., Hayasaka Y., Nagao H.: Pigmentation of egg yolk with yeast *Phaffia rhodozyma* containing high concentration of astaxanthin in laying hens fed on a low-carotenoid diet. *J. Poultry Sci.*, 2000, **37/2**, 77-85.
- [2] An G.-H., Schuman D.B., Johnson E.A.: Isolation of *Phaffia rhodozyma* mutants with increased astaxanthin content. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1989, **55**, 116-124.
- [3] Calo P., De Miguel T., Jorge B., Vila T.G.: Mevalonic acid increases trans-astaxanthin and carotenoid biosynthesis in *Phaffia rhodozyma*. *Biotechnol. Lett.*, 1995, **17**, 575-578.
- [4] Calo P., Velázquez J.B., Sieiro C., Blanco P., Longo E., Villa T.G.: Analysis of astaxanthin and other carotenoids from several *Phaffia rhodozyma* mutants. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 1396-1399.
- [5] Chumpolkulwong N., Kakizono T., Nagai S., Nishio N.: Increased astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* mutants isolated as resistant to diphenylamine. *J. Ferment. Bioeng.*, 1997, **83/5**, 429-434.
- [6] Domínguez-Bocanegra A.R., Legarreta I.G., Jeronimo F.M., Campocoso A.T.: Influence of environmental and nutritional factors in the production of astaxanthin from *Haematococcus phувialis*. *Bioresour. Technol.*, 2004, **92**, 209-214.

- [7] Echavarri-Erasun C., Johnson E.A.: Stimulation of astaxanthin formation in the yeast *Xanthophyllomyces dendrorhous* by the fungus *Epicoccum nigrum*. FEMS Yeast Res., 2004, **4**, 511-519.
- [8] Fang T.J., Chen Y.S.: Improvement of astaxanthin production by a *Phaffia rhodozyma* through mutation and optimization of culture conditions. J. Ferment. Bioeng., 1993, **75**, 466-469.
- [9] Fang T.J., Wang J.-M.: Extractability of astaxanthin in mixed culture of a carotenoid over-producing mutant of *Xanthophyllomyces dendrorhous* and *Bacillus circulans* in two-stage batch fermentation. Proc. Biochem., 2002, **37**, 1235-145.
- [10] Flen S.B., Christensen I., Larsen R., Johansen S.R., Johnson E.A.: Astaxanthin-producing yeast cells, methods for their preparation and their use. U.S. Pat. 1999, No.5,712,110.
- [11] Flores-Cotera L.B., Martin R., Sánchez S.: Citrate, a possible precursor of astaxanthin in *Phaffia rhodozyma*: Influence of varying levels of ammonium, phosphate and citrate in chemically defined medium. Appl. Microbiol. Biotechnol., 2001, **55**, 341-347.
- [12] Fraser P.D., Miura Y., Misawa N.: *In vitro* characterization of astaxanthin biosynthetic enzymes. JBC., 1997, **227/10**, 6128-6135.
- [13] Girard P., Falconnier B., Bricout J., Vladescu B.: Beta-carotene producing mutants of *Phaffia rhodozyma*. Appl. Microbiol. Biotechnol., 1994, **41/2**, 183-191.
- [14] Golubev W.I.: Perfect state of *Rhodomyces dendrorhous* (*Phaffia rhodozyma*); Yeast., 1995, **11**, 101-110
- [15] Gu W.L., An G. H., Johnson E.A.: Ethanol increases carotenoid production in *Phaffia rhodozyma*. J. Indust. Microbiol. Biotech., 1997, **19/2**, 114-117.
- [16] Guerin M., Huntley M.E., Olaizola M.: *Haematococcus* astaxanthin: applications for human health and nutrition. Trends in Biotech., 2003, **21/5**, 210-216.
- [17] Haard N.F.: Astaxanthin formation by the yeast *Phaffia rhodozyma* on molasses. Biotechnol. Lett., 1988, **10**, 609-614.
- [18] Hayman G.T., Mannarelli B.M., Leathers T.D.: Production of carotenoids by *Phaffia rhodozyma* grown on media composed of corn wet-milling co-products. J. Indus. Microbiol., 1995, **14**, 389-395.
- [19] Johnson E.A.: *Phaffia rhodozyma*: Colorful odyssey. Int. Microbiol., 2003, **6**, 169-174.
- [20] Lim G.-B., Lee S.-Y., Lee E.-K., Haam S.-J., Kim W.-S.: Separation of astaxanthin from red yeast *Phaffia rhodozyma* by supercritical carbon dioxide extraction. Biochem. Engin. J., 2002, **11**, 181-187.
- [21] Lorenz R.T., Cysewski G.R.: Commercial potential for *Haematococcus* microalgae as a natural source of astaxanthin. Tibtech., 2000, **18**, 160-167.
- [22] Meyer P.S., du Preez J.C.: Photo-regulated astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* mutants. Syst. Appl. Microbiol., 1994, **17**, 24-31.
- [23] Naguib Y. Antioxidant activities of astaxanthin and related carotenoids. J. Agr. Chem., 2000, **48**, 1150-1154.
- [24] Palágyi Zs., Ferenczy L., Vágvölgyi Cs.: Carbon-source assimilation pattern of astaxanthin-producing yeast *Phaffia rhodozyma*. World J. Microbiol. Biotech., 2001, **17**, 95-97.
- [25] Parajó J.C., Santos V., Vázquez M.: Optimization of caretonoid production by *Phaffia rhodozyma* cells grown on xylose. Process Biochem., 1998, **33/2**, 181-187.
- [26] Parajó J.C., Santos V., Vázquez M., Cruz J.M.: Production of caretonoids by *Xanthophyllomyces dendrorhous* growing on enzymatic hydrolysates of prehydrolysed wood. Food Chem., 1997, **60/3**, 347-355.
- [27] Ramirez J., Gutierrez H., Gschaedler A.: Optimization of astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* through factorial design and response surface methodology. J. Biotech., 2001, **88**, 259-268.
- [28] Retamales P., Hermosilla G., León R., Martínez C., Jiménez A., Cifuentes V.: Development of the sexual reproductive cycle of *Xanthophyllomyces dendrorhous*. J. Microbiol. Methods, 2002, **48**, 87-93.

- [29] Sandmann G.: Carotenoid biosynthesis and biotechnological application. Arch. Biochem. Biophys., 2001, **385/1**, 4-12.
- [30] Schmidt-Dannert C.: Engineering novel carotenoids and microorganisms. Environ. Biotechnol., 2000, **11**, 255-261.
- [31] Schroeder W.A., Johnson E.A.: Singlet oxygen and peroxy radicals regulate carotenoid biosynthesis in *Phaffia rhodozyma*. J. Biol. Chem., 1995, **270**, 18374-18379.
- [32] Vázquez M.: Effect of the light on carotenoid profiles of *Xanthophyllomyces dendrorhous* strains (formerly *Phaffia rhodozyma*). Food Technol. Biotechnol., 2001, **39/2**, 123-128.
- [33] Vázquez M., Martín A.M.: Optimization of *Phaffia rhodozyma* continuous culture trough response surface methodology. Biotech. Bioeng., 1998, **57/3**, 314-320.
- [34] Visser H., van Ooyen A.J.J., Verdoes J.C.: Metabolic engineering of the astaxanthin-biosynthetic pathway of *Xanthophyllomyces dendrorhous*. Yeast Res., 2003, **1590**, 1-11.
- [35] Yamane Y.-I., Higashida K., Nakashimada Y., Kakizono T., Nishio N.: Astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* enhanced in fed-batch culture with glucose and ethanol feeding. Biotech. Lett., 1997, **19/11**, 1109-1111.
- [36] Yamane Y.-I., Higashida K., Nakashimada Y., Kakizono T., Nishio N.: Influence of oxygen and glucose on primary metabolism and astaxanthin production by *Phaffia rhodozyma* in batch and fed-batch cultures: kinetic and stoichiometric analysis. Appl. Environ. Microbiol., 1997, **63**, 4471-4478.
- [37] Yuan J.-P., Chen F.: Kinetics for the reversible isomerization reaction of trans-astaxanthin. Food Chem., 2001, **73**, 131-137.


PHAFFIA RHODOZYMA YEASTS AS A POTENTIAL SOURCE OF A NATURAL ASTAXANTHIN

S u m m a r y

Astaxanthin belongs to the carotenoid pigments group. Generally, it is used in aquaculture industry as a necessary constituent of feeds for salmon, trout and shrimps to attain their characteristic pink-red color and consumer acceptance. Moreover astaxanthin is characterized by a high antioxidant activity, the highest among known carotenoids and 100-500-times higher in compare to α -tocopherol. 95% astaxanthin preparations presented on worldwide market contain synthetically derived pigment – less stable than astaxanthin from natural sources. Limited scale of natural astaxanthin usage is associated with costs of its microbiological synthesis mainly with *Haematococcus pluvialis* microalga.

A potential source of natural astaxanthin is *Phaffia rhodozyma* yeasts. As a possible industrial source of this pigment, they have some advantageous properties. First of all astaxanthin is synthesized as a principal carotenoid. Moreover cultivation of *Phaffia rhodozyma* yeasts is easier than microalga. The key limitation of employing these yeasts to microbiological synthesis of astaxanthin on industrial scale is a low yield of this pigment and costly extraction methods.

The area and research results performed on *Phaffia rhodozyma* yeasts are presented in the paper. Moreover there are showed possibilities and some limitations in employing these yeasts to industrial production of astaxanthin. It is pointed to the most important agents involved in carotenogenesis process including astaxanthin synthase in *Phaffia rhodozyma* cells. The possibilities of astaxanthin overproducing strains obtaining are presented too.

Key words: *Phaffia rhodozyma*, astaxanthin, microbial production of carotenoids 

BARBARA M. BARANIAK, URSZULA SZYMANOWSKA

LIPOOKSYGENAZA W ŻYWNOŚCI POCHODZENIA ROŚLINNEGO

Streszczenie

Lipooksygenaza (EC. 1.13.11.12, linoleinian : tlen oksydoreduktaza) jest dioksygenazą zawierającą żelazo, która katalizuje utlenianie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i estrów o układzie *cis,cis*-1,4-pentadienu. Głównymi produktami reakcji są sprzężone nienasycone kwasy tłuszczowe i wodoronadtlenki. Generowane przez lipooksygenazę wodoronadtlenki stanowią substraty działania kolejnych enzymów, takich jak: liazy, izomerazy wodoronadtlenkowe, peroksygenazy czy tlenowe syntetazy allenylowe. Początkowe produkty działania lipooksygenazy mogą być degradowane do różnych związków, włączając aldehydy, ketony, alkohole i charakterystyczne związki zapachowe. Lipooksygenazy (LOX) mogą również katalizować proces współutleniania karotenoidów, łącznie z β -karotenem, co powoduje straty niezbędnych składników odżywczych i powstawanie niekorzystnego aromatu. Lipooksygenazy identyfikowano w różnych organach roślinnych. Białka roślinnych LOX składają się z pojedynczego łańcucha o masie molekularnej około $75\text{--}100 \cdot 10^3$ Da. Fizjologiczne znaczenie lipooksygenaz roślinnych nie jest w pełni wyjaśnione, pomimo istnienia dowodów wskazujących na ich znaczenie w reakcji odpowiedzi na zranienia i inne stresy (np. susza czy atak szkodników-patogenów), ponieważ lipooksygenazy są obecne w biosyntetycznym szlaku powstawania regulatorów, takich jak kwas absycynowy czy jasmonian metylu. Działanie lipooksygenaz jest pierwszym etapem w procesie powstawania licznych związków barwnych i aromatów. Zainteresowanie lipooksygenazami ze strony technologów żywności wynika z ich zdolności wytwarzania wolnych rodników i nadtlenków, które biorą udział w procesie utleniania witamin, barwników, związków fenolowych i białek.

Słowa kluczowe: budowa lipooksygenazy, mechanizm działania, produkty utleniania kwasów tłuszczowych

Wstęp

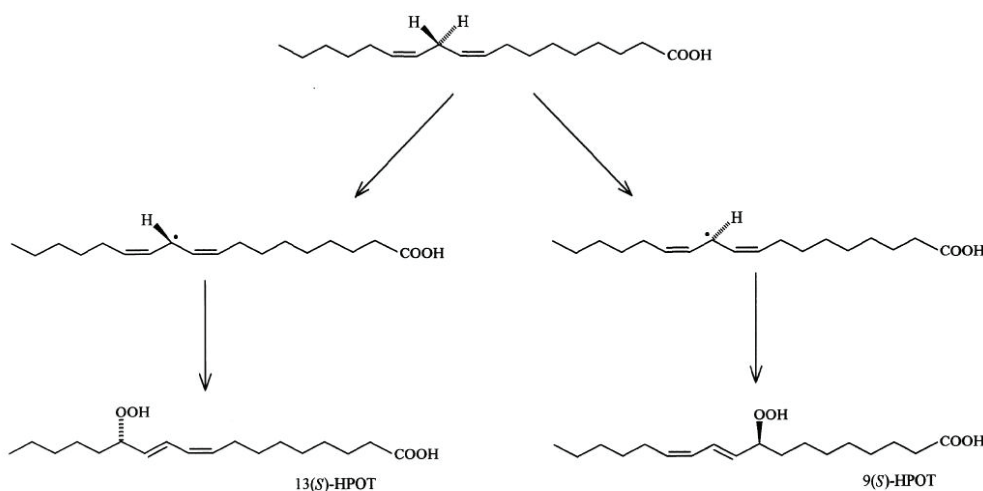
Lipooksygenaza (LOX, EC. 1.13.11.12) jest enzymem z klasy oksydoreduktaz, występującym powszechnie we wszystkich organizmach roślinnych i zwierzęcych [11, 28, 29, 30, 34, 35, 45, 57, 61, 70, 73, 84, 89, 96]. Lipooksygenazy należą do podklasy dioksygenaz, enzymów które katalizują reakcję utleniania wolnych lub zestryfikowa-

Prof. dr hab. B. M. Baraniak, mgr U. Szymanowska, Katedra Biochemii i Chemii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Akademia Rolnicza, ul. Skromna 8, 20-950 Lublin, e-mail: barbara.baraniak@ar.lublin.pl

nych polienowych kwasów nienasyconych do wodoronadtlenków (rys. 1). Roślinne lipooksygenazy badane są od kilkadziesiąt lat – w literaturze najczęściej prac dotyczy lipooksygenazy występującej w nasionach soi [8, 19, 26, 44, 50, 71], ale charakteryzowane są również występujące w ziemniakach [72, 77], grochu [12, 18, 65], oliwkach [94], fasoli [97,98], łubinie [60, 99], pomidorach [33, 76, 79, 82], ogórkach [90], obrzynie [54, 59], dyni [42], słoneczniku [42, 67], brokułach [4, 86] i innych roślinach [7, 38, 39, 62, 80]. W niniejszej pracy dokonano przeglądu budowy i działania poznanych lipooksygenaz pochodzenia roślinnego.

Budowa roślinnych lipooksygenaz

W 1947 r. Theorell i wsp. [81] wyizolowali homogenny enzym z nasion soi i wykazali obecność grupy prostetycznej lub jonu metalu. Ponad 25 lat później, w 1973 r. badania Chan [17] potwierdziły występowanie jonu żelaza. Obecnie wiadomo, że lipooksygenazy zbudowane są z pojedynczego łańcucha polipeptydowego o masie od $75\text{-}100\cdot 10^3$ Da, pofalowanego w taki sposób, że mają one krótką domenę N-kończącą β -cyldryczną i dłuższą domenę helikalną otaczającą pojedynczy atom niehemowego żelaza.



Rys. 1. Utlenianie kwasu linolowego do 9- i 13- hydroksynadtlenków pod wpływem katalitycznego oddziaływania lipooksygenazy (LOX).

Fig. 1. Catalytic lipoxigenase (LOX) effect on oxygenation of linoleic acid into 9- and 13- hydroperoxides.

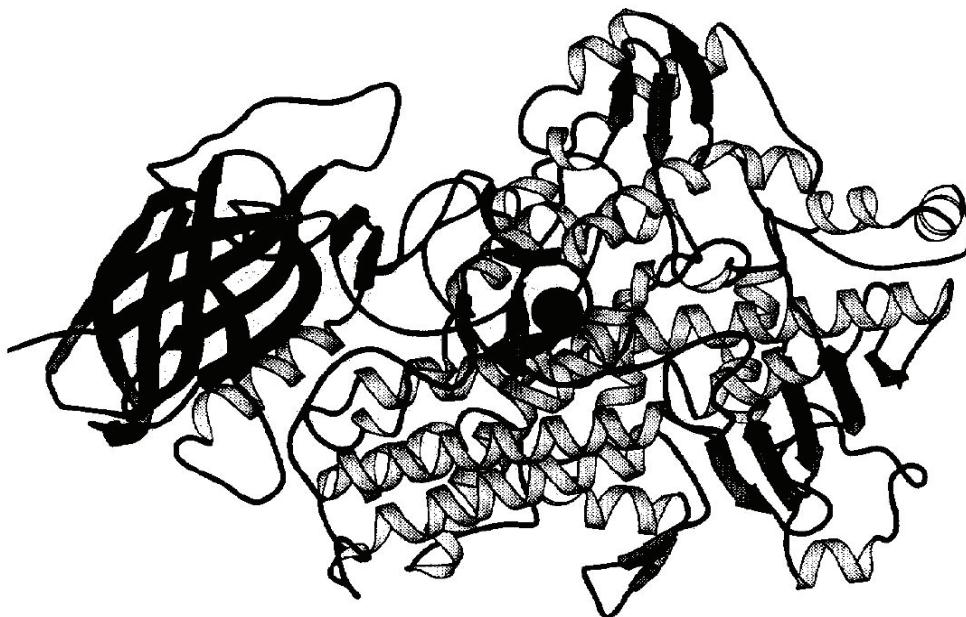
Źródło: / Source: [32]. Przedruk za pozwoleniem Elsevier / Reprinted with permission from Elsevier

W nasionach soi lipooksygenazy występują w formach trzech izoenzymów LOX-1, LOX-2 i LOX-3, różniących się specyficznością substratową, optimum pH, punktem izoelektrycznym i stabilnością termiczną. Podzielone są na dwie grupy: do pierwszej

zalicza się te lipooksygenazy, które, tak jak LOX-1, są aktywne w środowisku alkalicznym o pH ok. 9,0, a produktami ich działania są głównie 13-hydroksynadtlenki, druga grupa izoenzymów, tak jak LOX-2 i LOX-3, jest najaktywniejsza w środowisku obojętnym (pH ok.7,0), a produktami ich działania są równe ilości 9- i 13-hydroksynadtlenków [48, 50].

Niemniej jednak to lipooksygenaza-1 z nasion soi, oznaczana często w literaturze jako SBL1, SLO-1, jest najczęściej stosowanym, najlepszym modelem w badaniach nad budową i działaniem innych lipooksygenaz. Wynika to z faktu, że może być relatywnie łatwo wyizolowana i oczyszczona w stosunkowo dużych ilościach i jest wystarczająco stabilna. Dodatkowo kodujące ją DNA może być klonowane i sekwencjonowane, a białko może być syntetyzowane przez bakterie. Strukturę lipooksygenazy-1 badano metodami spektroskopowymi, magnetycznymi, dyfrakcji promieniowania X, które pozwoliły na ustalenie jej trzeciorzędowej struktury [10, 22, 24, 28, 46, 47, 56, 63, 71, 78, 87, 91, 85].

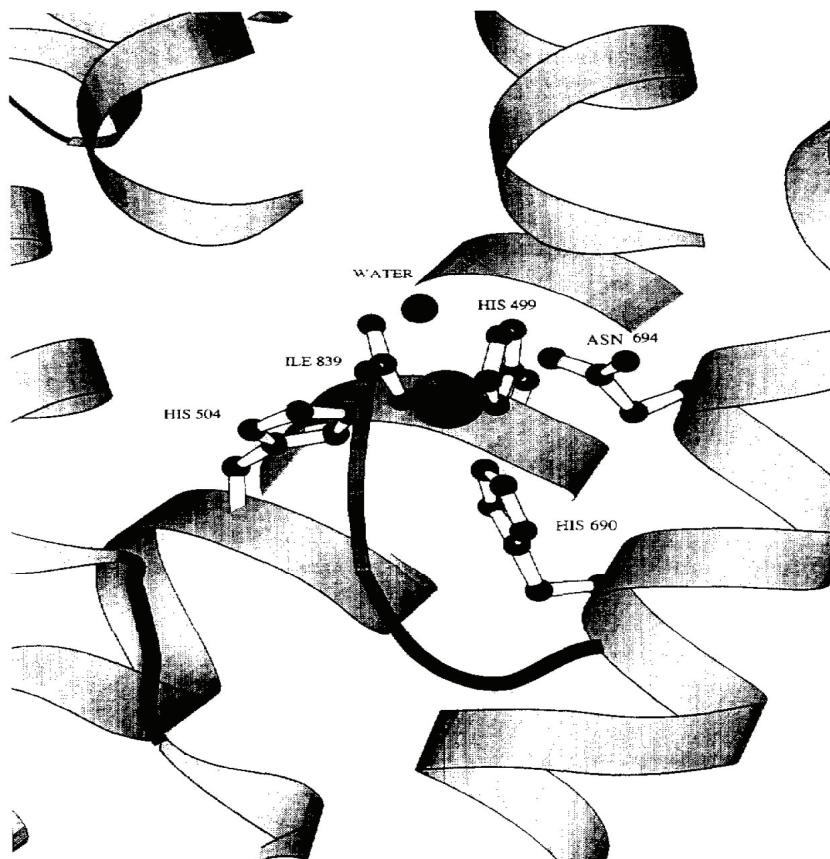
Trzeciorzędową strukturę lipooksygenazy-1 z nasion soi, wg Shibata i Axelord [70], przedstawiono na rys. 2., a szczegółowy obraz centrum aktywnego tego enzymu na rys. 3.



Rys. 2. Model lipooksygenazy L-1 z soi (kula obrazuje atom żelaza)

Fig. 2. Model of soybean lipooxygenase L-1 (the ball represents the iron atom)

Źródło: / Source: [70]. Przedruk za pozwoleniem Elsevier / Reprinted with permission from Elsevier



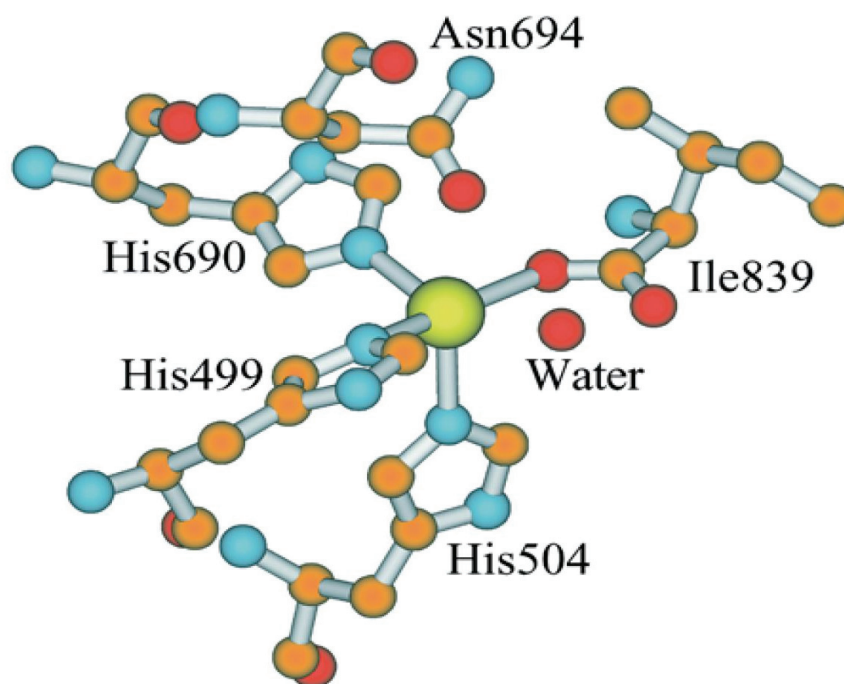
Rys. 3. Szczegółowy obraz centrum aktywnego lipooksygenazy L-1 z soi.

Fig. 3. Detailed view of the active center of soybean lipooxygenase L-1.

Źródło: / Source: [70]. Przedruk za pozwoleniem Elsevier / Reprinted with permission from Elsevier

Masa cząsteczkowa enzymu wynosi $95 \cdot 10^3$ Da, a zbudowany jest on z 839 reszt aminokwasowych, zorganizowanych w dwie domeny: domena I zawierająca 146 reszt i N-końcowy aminokwas i domena II zbudowana z 693 reszt i z C-końcowym aminokwasem. Udział struktury helikalnej stanowi 38,0%, natomiast β -harmonijki 13,9% [52, 63]. Domena I zbudowana jest z ośmiu antyrównoległych łańcuchów, których hydrofobowe reszty, najczęściej aromatyczne, upakowane są wewnątrz cylindra. Główną domeną białka enzymatycznego jest domena II, zbudowana z 23 heliks i dwóch antyrównoległych β -harmonijek, ułożonych płasko na powierzchni po przeciwnej stronie domeny. Siedemnaście łańcuchów helikalnych ułożonych względem siebie równolegle lub antyrównolegle otacza centralny heliks, zbudowany z 43 reszt aminokwasowych. W przeciwieństwie do innych domen o podobnych rozmiarach,

centralny heliks nie jest hydrofobowy. W centrum domeny znajduje się atom żelaza. Żelazo jest skoordynowane z pięcioma endogennymi ligandami i z jednym egzogenym.



Rys. 4. Centrum aktywne lipooksygenazy L-1 i lipooksygenazy L-2 z nasion soi.

Fig. 4. The active center of lipoxygenase L-1 and lipoxygenase L-2 from soybean.

Źródło: / Source: [58]. Przedruk za pozwoleniem Springer Sciences and Business Media / Reprinted with permission from Springer Sciences and Business Media

Endogennymi ligandami enzymów z nasion soi (rys. 4), zarówno formy LOX-1, jak i LOX-2 są trzy histydyny: His 499, His 504 i His 690, przy czym dwa wiązania żelazo-azot (z His 504 i His 690) tworzą z płaszczyzną pierścienia imidazolowego kąt 120° , natomiast trzecie wiązanie z His 499 tworzy kąt $33,0^\circ$ z pierścieniem imidazolowym, co sugeruje hybrydyzację sp^3 atomu azotu [63]. Czwarte miejsce koordynacyjne żelaza jest związane z tlenem z grupy karboksylowej izoleucyny 839, piąte, leżące naprzeciwko wiązania His 504, zajmuje Asn 694 związana poprzez tlen i jest to wiązanie zdecydowanie dłuższe od pozostałych. Szóste miejsce koordynacyjne, położone naprzeciw His 690 jest miejscem wiązania cząsteczki wody, która ma kluczowe znaczenie dla aktywności katalitycznej enzymu. Enzym zawierający żelazo na drugim stopniu utlenienia stanowi nieaktywną formę, ulega natomiast aktywacji po przejściu

w Fe^{+3} pod wpływem tlenu. W tej aktywnej formie woda jest związana z Fe^{+3} w postaci grup hydroksylowych.

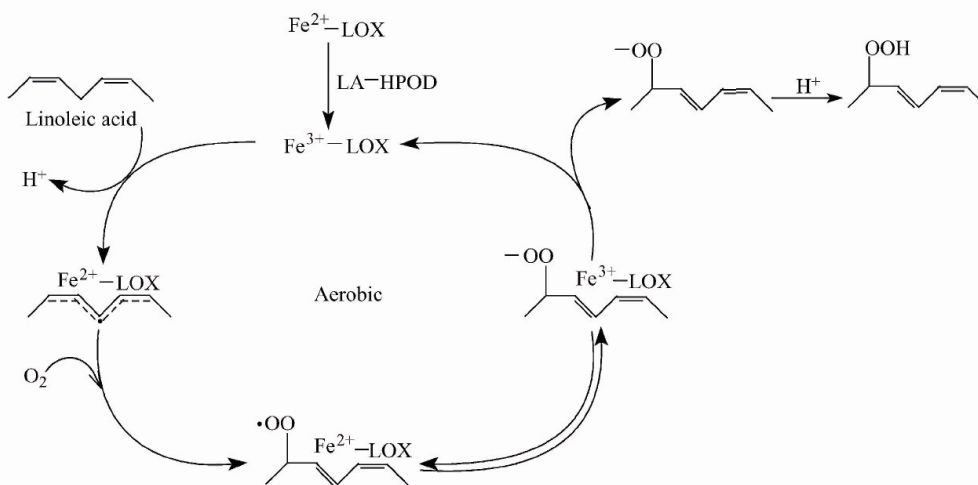
Lipooksygenaza-3 wykazuje duże podobieństwo do lipooksygenazy-1 – w 72% ma taką samą sekwencję jak lipooksygenaza-1. Zbudowana jest z 857 aminokwasów, a jej masa cząsteczkowa wynosi $97 \cdot 10^3$ Da.

Główne różnice pomiędzy LOX-1 i LOX-3 polegają na tym, że LOX-3 ma trzy wgłębienia (podczas gdy LOX-1 dwa), a w centrum katalitycznym znajduje się His 518, His 523, His 709, Ile 857 i Asn 713 [75].

Działanie lipooksygenaz

Proces katalizowany przez lipooksygenazy przebiega w trzech zasadniczych etapach [32]:

- 1) stereospecyficzne oderwanie wodoru od grupy metylenowej położonej pomiędzy podwójnymi wiązaniami i utworzenie rodnika kwasu tłuszczowego,
- 2) rekombinacja rodników w skoniugowane dieny,
- 3) stereospecyficzne przyłączenie cząsteczki tlenu i utworzenie rodników nadtlenkowych.



Rys. 5. Schemat aerobowego utleniania kwasu linolowego przez lipooksygenazę.

Fig. 5. Aerobic oxidation scheme of linoleic acid by lipoxygenase.

Źródło: / Source: [14]. Przedruk za pozwoleniem Elsevier / Reprinted from permission from Elsevier

Pierwszy etap limituje szybkość całego procesu katalizy. Wszystkie znane roślinne lipooksygenazy atakują centrum prochiralne C-11 kwasu linolowego lub linolenowego (rys. 5). W etapie drugim rodniki ulegają izomeryzacji do rodników allilowych, w zależności od specyficzności lipooksygenazy. W mechanizmie działania lipooksy-

genaz istotnym elementem jest nieodwracalny, kanałowy transfer wodoru [14, 41, 55, 74, 83], który przebiega w dwóch nierozdzielnych etapach: pierwszy to przejście wodoru z substratu do enzymu, w drugim etapie elektron z wodoru transferowany jest do jonu żelaza trójwartościowego, który po jego przyłączeniu przechodzi na drugi stopień utlenienia.

Nomenklatura roślinnych lipooksygenaz

Nomenklaturę lipooksygenaz występujących u ssaków utworzono, uwzględniając specyficzność ich oddziaływań w stosunku do czterech podwójnych wiązań kwasu arachidonowego, występujących w różnym położeniu ($\Delta 6,9,12,15$ lub $\omega 5,8,11,14$) – wyróżniane są 5-, 8-, 9-, 11-, 12- i 15-LOX, dodatkowo większość z nich wykazuje stereospecyficzność i znane są lipooksygenazy działające na to samo wiązanie, ale z odmienną stereospecyficznością. Jednak większość zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych lipooksygenaz to S-lipooksygenazy, które włączają selektywnie tlen do pośrednich rodników mających konfigurację S. Niektórzy autorzy proponują nomenklaturę roślinnych lipooksygenaz analogiczną do lipooksygenaz zwierzęcych – wówczas LOX-1 nosiłaby nazwę arachidonowa 15-lipooksygenaza. Z uwagi na fakt, że w roślinach występuje również kwas arachidonowy, stosowanie takiego nazewnictwa może powodować pewną niejednoznaczność. Proponowana przez Shabata i wsp. [70] klasyfikacja genów roślinnych lipooksygenaz dzieli je na dwie kategorie uwzględniające bardziej strukturę kodowanych białek niż ich właściwości enzymatyczne.

Zgodnie z rekomendacją Komisji do Spraw Nomenklatury Genów Roślinnych Międzynarodowego Towarzystwa Biologii Molekularnej Roślin pierwsza rodzina genów nazwana jest *Lox1* a druga *Lox2*. Większość poznanych lipooksygenaz roślinnych należy do grupy pierwszej.

Nomenklatura lipooksygenaz roślinnych uwzględnia również ich podobieństwo do dwóch izomerów lipooksygenazy z nasion soi: L-1 i L-2 i wyodrębnieniu dwóch grup „typu 1” i „typu 2”. Izomery te różnią się optimum pH działania, natomiast mają zbliżoną sekwencję aminokwasów. Coraz częściej stosowane jest nazewnictwo związane z produktami ich specyficzności substratowej 9- lub 13-hydroksynadtlenków.

Liczne dane literaturowe dowodzą, że różnorodne stresy, jakim może podlegać roślina – deficyt wody, temperatura (zarówno niska, jak i wysoka), promieniowanie ultrafioletowe, uszkodzenia mechaniczne, infekcje czy działanie ozonu – aktywują działanie lipooksygenaz, jak również indukują ekspresję ich genów. Są więc specyficznymi metabolitami wtórnymi, powstającymi w roślinach w odpowiedzi na stresy [6, 32, 51].

Produkty działania lipooksygenazy: hydroksynadtlenki i hydroksypochoodne kwasu linolowego i linolenowego charakteryzują się specyficzną aktywnością: antybakteryjną, antygrzybową czy inhibicyjną w stosunku do wybranych enzymów, również w

organizmach zwierzęcych. Dowiedziono, że 13(S) hydroksynadtlenki kwasu linolenowego aktywują syntezę inhibitorów proteaz w uszkodzonych roślinach, natomiast izomery 9(S)- są toksyczne dla patogenów roślinnych, podobnie jak kwas 9(S)- i 13(S)-hydroksylinolenowy. Ta ostatnia pochodna indukuje cyklazę adenylanową w ludzkich płytkach i komórkach śródbłonowych, hamuje agregację płytek krwi, moduluje degranulację ludzkich leukocytów, cechujących się różnokształtnością jąder komórkowych [20, 23, 32, 49, 62].

Tabela 1

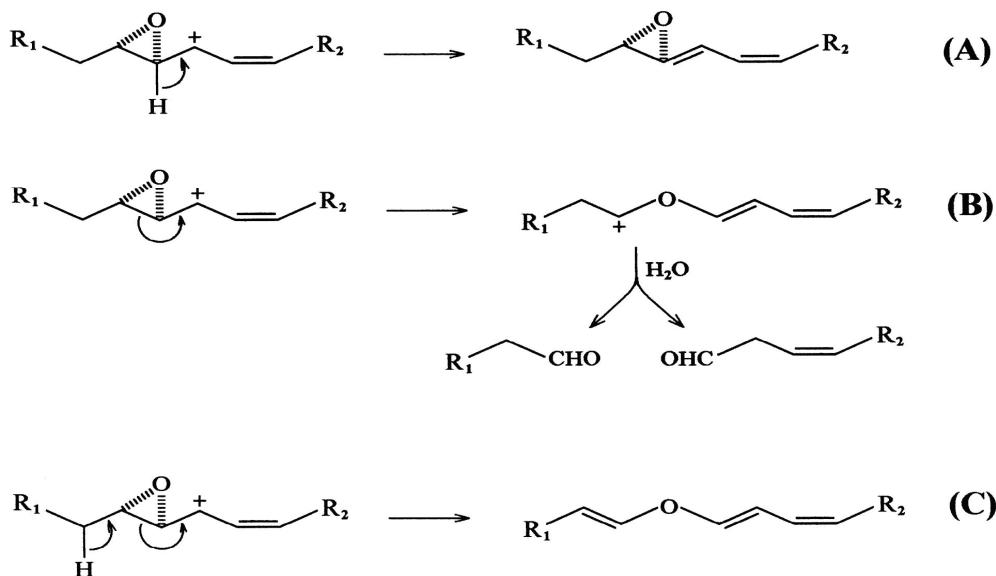
Rekombinowane roślinne lipooksygenazy produkowane przez *Escherichia coli* i drożdże.
Recombinant plant lipooxygenases produced by *Escherichia coli* and yeast.

Źródło Source	Nazwa izoenzymu Designation	Aktywność Activity	EMBL	Proponowana nazwa New designation
Nasiona soi Soybean seed	LOX-1	13	J02795	Soja 13 LOX Soybean 13 LOX
Nasiona soi Soybean seed	LOX-3	9/13	X06928	Soja 9/13 LOX Soybean 9/13 LOX
Nasiona grochu Pea seed	LOX-3	9/13	X07807	Groch 9/13 LOX Pea 9/13 LOX
Nasiona grochu Pea seed	LOX-2	13/9	X17061	Groch 13/9 LOX Pea 13/9 LOX
Nasiona jęczmienia Barley seed	LOX-2	13/9	U56406	Jęczmień 13/9 LOX Barley 13/9 LOX
Bulwa ziemniaka Potato tuber	T8	9	X95513	Ziemniak 9 LOX Potato 9 LOX
Bulwa ziemniaka Potato tuber	L1	9/13	AF039651	Ziemniak 9/13 LOX Potato 9/13 LOX
Bulwa ziemniaka Potato tuber	LOX1:St:2	13/9	Y18548	Ziemniak 13/9 LOX Potato 13/9 LOX
Liść ziemniaka Potato leaf	H1	13	X96405	Ziemniak 13 LOX1 Potato 13 LOX1
Liść ziemniaka Potato Leaf	H3	13	X96406	Ziemniak 13 LOX2 Potato 13 LOX2

Źródło: / Source: [16]

Pierwotne produkty utleniania powstające w reakcjach katalizowanych przez lipooksygenazy są substratami działania kolejnych enzymów, takich jak: liazy, izomeryzy i dehydrogenazy hydronadtlenków czy peroksygenazy, które przekształcają je w aldehydy, ketony, estry. Produkty utleniania noszą nazwę „oksytłuszczów” lub „oktadekanoidów”. Przypuszcza się, że kluczową rolę w enzymatycznym przekształ-

caniu hydroksynadtlenków kwasów tłuszczowych odgrywa przemiana, jakiej ulega pośredni kation epoksyallilowy [30, 32].



Rys. 6. Proponowany mechanizm reakcji AOS (oksyzynataz allenyłowa) (A), HPL (hydroperoksy-liaza) (B) i DES (syntaza eteru diwinyłowego) (C), włączając wspólny pośredni kation epoksyallilowy.

Fig. 6. The proposed mechanisms of AOS (allene oxide synthase) (A), HPL (hydroperoxide lyase) (B), DES (divinyl ether synthase) (C), including the common epoxyallil cation intermediate.

Źródło: / Source: [32]. Przedruk za pozwoleniem Elsevier / Reprinted with permission from Elsevier.

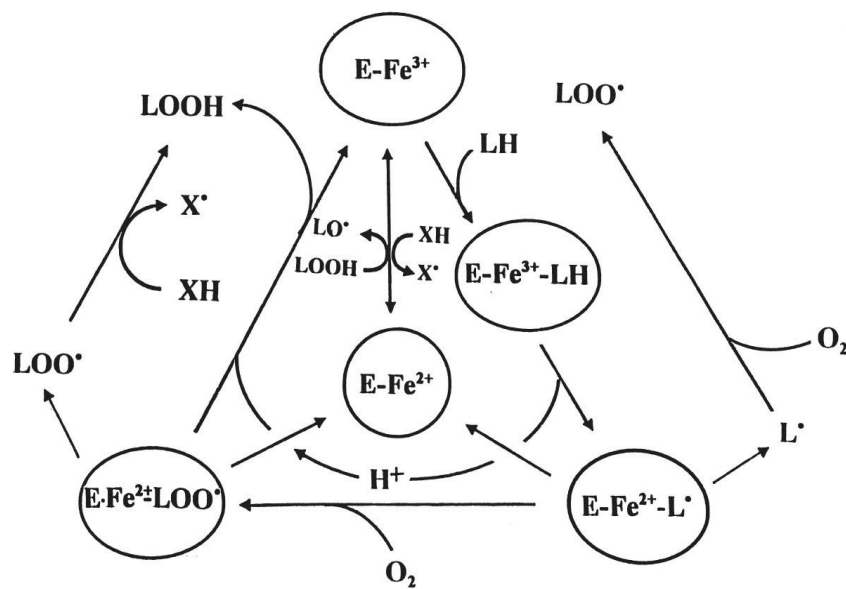
Rola roślinnych lipooksygenaz

Pośrednie produkty powstałe w wyniku działania lipooksygenazy mogą ulegać cyklizacji w wyniku działania cyklooksygenazy allenyłowej (AOC – allene oxide cyclase) i ten szlak przemian prowadzi do powstania w roślinach kwasu jasmonowego i jego pochodnych, pełniących funkcję hormonów roślinnych [16, 32].

Stwierdzono istotną rolę lipooksygenaz w przemianach metabolicznych ksenobiotyków. Ksenobiotyki, takie jak: 4-aminobifenyl, 2-aminofluoren (aminofluoren), 1,2-dimetylohydrazyna, benzydyna i jej pochodne, akryloamidy mogą być deaktywowane drogą reakcji utleniania, odsiarczania, dearylacji, dealkilacji czy sulfooksydacji. Lipooksygenazy działają w tym procesie jako ko-oksydanty [36, 43, 53, 64, 68].

Ważna jest rola lipooksygenaz w procesie kiełkowania nasion. Feusner i wsp. [25], uwzględniając również wyniki badań innych uczonych, proponują nowy model mechanizmu uruchamiania zapasowych lipidów w nasionach roślin oleistych. Według tego modelu, LOX katalizuje utlenianie nienasyconych kwasów związanych estrowo w tłuszczach i proces ten poprzedza ich lipolizę. Uwolnione pod wpływem działania

lipaz hydronadtlenki kwasów tłuszczowych są redukowane do hydroksypochodnych, które po aktywacji acetylo-CoA ulegają dalszym przemianom katabolicznym w procesie β -oksydacji.



Rys. 7. Schematyczne przedstawienie diutleniania kwasów tłuszczowych (LH) i współutleniania ksenobiotyków (XH) przez lipooksygenazę (E).

Fig. 7. Schematic representation of dioxygenation of fatty acids (LH) and co-oxidation of xenobiotic (XH) by lipoxygenase (E).

Źródło: / Source: [43]. Przedruk za pozwoleniem Birkhäuser Verlag. / Reprinted with permission from Birkhäuser Verlag.

Lipooksygenazy biorą też udział w utlenianiu endobiotyków, takich jak witamina C i E, natomiast adrenalina, noradrenalina czy N-acetyldopamina przekształcane są przy współudziale tych enzymów w odpowiednie barwniki melaninowe [9, 40, 43, 95]. Powstawanie wolnych rodników w wyniku działania lipooksygenaz na nienasycone kwasy tłuszczowe jest jednym z istotnych powodów zainteresowania tymi enzymami ze strony technologów żywności z uwagi na fakt, że reagują one z innymi składnikami żywności – witaminami, pigmentami, białkami czy fenolami, obniżając jakość artykułów spożywczych. Z drugiej strony wywierają korzystne działanie ze względu na rolę, jaką odgrywają w procesie powstawania lotnych związków o charakterystycznym smaku i zapachu w żywności, zarówno świeżej, jak i przetworzonej, włączając grzyby, pomidory, ogórki, melony, banany, świeże i mrożone warzywa oraz produkty otrzymywane z nasion roślin strączkowych. Za powstawanie związków zapachowych odpowiedzialne są wtórne produkty utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych,

a wśród nich krótkołańcuchowe alkohole i aldehydy, 6-węglowe związki nazywane „zielonymi” aromatami, n-heksanal, heksenal czy heksenol. Z wymienionych związków n-heksanal uważany jest za ważny związek pogarszający jakość produktów z soi, natomiast 2-E-heksenal jest głównym związkiem nadającym aromat owocom pomidorów. Z kolei dziewięciowęglowe aldehydy i alkohole są odpowiedzialne za aromat ogórków [2, 3, 7].

Obok korzystnych walorów smakowo-zapachowych końcowe produkty utleniania są również odpowiedzialne za powstawanie lotnych związków nadających trawiasto-fasolowy lub zjełczały zapach w przechowywanych produktach z zielonego grochu, zielonej fasoli, soi czy kukurydzy [13, 16, 66, 88].

Główne zastosowanie lipooksygenaz w technologii żywności to wykorzystanie w procesie wybielania mąki pszennej, które polega na utlenianiu karotenoidów poprzez produkty powstałe z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w wyniku działania tych enzymów. Stosowany jest dodatek mąki sojowej, w której obecne są trzy izomery lipooksygenazy, badana jest przydatność lipooksygenazy z ziemniaka, jak również rekombinowanych enzymów, przede wszystkim lipooksygenazy-3 z nasion grochu. Ten izoenzym charakteryzuje dobra stabilność termiczna, wysoka aktywność, przewaga 9-hydradtlenków w procesach utleniania oraz udział w procesie współutleniania β -karotenu. Pożądana żółta barwa makaronu związana jest z obecnością karotenoidów, zwłaszcza luteiny, w semolinie pszenicy twardej, ale pod wpływem działania endogennych oksydaz, w tym lipooksygenaz, następują straty tego barwnika w trakcie procesu technologicznego. Lipooksygenazy stosowane są również do ulepszenia właściwości reologicznych ciasta chlebowego w trakcie pieczenia, prawdopodobnie poprzez współutlenienie grup tiolowych białek pszenicy. Możliwość katalizowania reakcji współutleniania karotenoidów i chlorofili przez lipooksygenazy i powodowana tym procesem utrata barwy jest swoistym wskaźnikiem obniżenia jakości warzyw (zielonej fasoli szparagowej czy grochu), owoców i produktów ich przetworzenia, szczególnie tych, w których karotenoidy są ważnym naturalnym barwnikiem. Istotna jest również utrata ich właściwości przeciwutleniających, ponieważ karotenoidy są naturalnymi składnikami żywności mającymi zdolność neutralizowania wolnych rodników, a więc niezwykle ważnymi nutraceutykami. Proponowane jest również wykorzystanie poziomu aktywności lipooksygenazy jako swoistego wskaźnika do określania wystarczającego działania temperatury w procesie blanszowania zielonej fasoli i grochu [5, 12, 15, 16, 27, 31, 37, 69, 92, 93, 95]. Rozważane są możliwości wykorzystania lipooksygenaz roślinnych jako biokatalizatorów w procesie produkcji związków aromatycznych, dostępnych w większych ilościach i w niższej cenie, np. z wycisków jabłkowych [1].

Podsumowanie

Lipooksygenaza, enzym katalizujący utlenianie wiązań nienasyconych w kwasach tłuszczowych, występuje w różnych organach roślin, a szczególnie w nasionach roślin strączkowych. Produkty jej działania ulegają dalszym przemianom enzymatycznym i mogą być prekursorami związków fizjologicznie aktywnych. Działanie lipooksygenazy indukuje zarówno pozytywne, jak i negatywne zmiany jakości żywności pochodzenia roślinnego. Aktywność tego enzymu może stanowić użyteczny specyficzny wskaźnik kontroli w procesach przetwarzania i przechowywania żywności.

Literatura

- [1] Almosnino A. M., Bensoussan M., Belin J. M.: Unsaturated fatty acid bioconversion by apple pomace enzyme system. Factors influencing the production of aroma compounds. *Food Chem.*, 1996, **55**, 327-332.
- [2] Aziz S., Wu Z., Robinson D. S.: Potato lipoxygenase catalysed co-oxidation of β -carotene. *Food Chem.*, 1999, **64**, 227-230.
- [3] Bağçeci K. S., Serpen A., Gökmen V., Acar J.: Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *J. Food Eng.*, 2005, **66**, 187-192.
- [4] Baraniak B., Krzepińko A.: Inhibition of broccoli lipoxygenase by some phenolic compounds. *Pol. J. Food. Nutr. Sci.*, 2004, **13/54**, 339-342.
- [5] Barret D. M., Theerakulkait C.: Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables. *Food Technol.*, 1995, **49**, 64-65.
- [6] Bell E., Mullet J.E.: Lipoxygenase gene expression is modulated in plants by water deficit, wounding, and methyl jasmonate. *Mol. Gen. Genet.*, 1991, **230**, 456-462.
- [7] Bhirud P.R., Sosulski F.W., Sosulski K.: Optimizing assay and extraction of lipoxygenase in wheat germ. *J. Food Sci.*, 1993, **58**, 1090-1098.
- [8] Bild G.S., Ramadoss C.S., Axelrod B.: Effect of substrate polarity on the activity of soybean lipoxygenase isoenzymes. *Lipids*, 1977, **12**, 732-735.
- [9] Blarzino C., Mosca L., Foppoli C., Coccia R., Demarco C., Rosei M.A.: Lipoxygenase/H₂O₂ – catalyzed oxidation of dihydroxyindoles: synthesis of melanin pigments and study of their antioxidant properties. *Free Rad. Biol. Med.*, 1999, **26**, 446- 453.
- [10] Boyington J.C., Gaffney B.J., Amzel L.M.: Crystallization and preliminary X-ray analysis of soybean lipoxygenase-1, a non-heme iron-containing dioxygenase. *J. Biol. Chem.*, 1990, **265**, 12771-12773.
- [11] Brash A.R.: Lipoxygenase: occurrence, functions, catalysis, and acquisition of substrate. *J. Biol. Chem.*, 1999, **274**, 23679-23682.
- [12] Busto M. D., Owusu Apenten R. K., Robinson D. S., Wu Z., Casey R., Hughes R. K.: Kinetics of thermal inactivation of pea seed lipoxygenases and the effect of additives on their thermostability. *Food Chem.*, 1999, **65**, 323-329
- [13] BATTERY R. G., Teranishi R., Ling L. C.: Fresh tomato aroma volatiles: a quantitative study. *Agric. Food Chem.*, 1987, **54**, 33-43.
- [14] Cai K., Fang Y., Xia Y., Su Y.: Effect of exogenous iron on aerobic catalytic mechanism of soybean lipoxygenase. *J. Mol. Catal. B: Enzym.*, 2004, **32**, 21-26.

- [15] Casey R.: Lipoxygenases and breadmaking. In Proceedings of the First European Symposium on Enzymes and Grain Processing, Angelino S. A. G. F., Hamer R. J., van Hartingsfeld H., Heidekamp F., van der Lugt J. P. eds., TNO, Zeist, The Netherlands, 1997, pp. 188-194.
- [16] Casey R., West S. I., Hardy D., Robinson D. S., Wu Z., Hughes R. K.: New frontiers in food enzymology: recombinant lipoxygenases. Trends Food Sci. Technol., 1999, **10**, 297-302.
- [17] Chan H.W.S.: Soya-bean lipoxygenase an iron-containing dioxygenase. Biochim. Biophys. Acta, 1973, **327**, 32-35.
- [18] Chen A.O., Whitaker J.R.: Purification and characterization of a lipoxygenase from immature English peas. J. Agric. Food Chem., 1986, **34**, 203-211.
- [19] Christopher J.P., Pistorius E.K., Axeelrod B.: Isolation of a third isoenzyme of soybean lipoxygenase. Biochim. Biophys. Acta, 1970, **12**, 54-62.
- [20] Croft K.P.C., Jüttner F., Slusarenko A.J.: Volatile products of the lipoxygenase pathway evolved from *Phaseolus vulgaris* L. Leaves inoculated with *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*. Plant Physiol., 1993, **101**, 13-24.
- [21] Dahuja A., Madan T. R.: Off-flavour development in soybeans: comparative role of some antioxidants and related enzymes. J. Sci. Food Agric., 2004, **84**, 547-550.
- [22] Dunhan W.R., Caroll R.T., Thompson J.F., Sands R.H., Funk M.O.jr.: The initial characterization of the iron environment in lipoxygenase by Mössbauer spectroscopy. Eur. J. Biochem., 1990, **190**, 611-617.
- [23] Farmer E.E., Ryan C.A.: Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound-inducible proteinase inhibitors. Plant Cell, 1992, **4**, 129-134.
- [24] Feiters M.C., Boelens H., Veldnik G.A., Vliegenthart J.F.G., Navaratnam S., Allen J.C., Nolting H.F., Hermes C.: X-ray absorption spectroscopic studies on iron in soybean lipoxygenase. Rec. Trav. Chim. Pays-Bas., 1990, **109**, 133-146.
- [25] Feussner I., Kühn H., Wasternack C.: Lipoxygenase-dependent degradation of storage lipids. Trends Plant Sci., 2001, **6** (6), 268-273.
- [26] Fornaroli S., Petrusa E., Braidot E., Vianello A., Macri F.: Purification of a plasma membrane-bound lipoxygenase from soybean cotyledons. Plant Sci., 1999, **145**, 1-10.
- [27] Frazier P. J., Leigh – Dugmore F. A., Daniels N. W. R., Russel Eggitt P. W., Cuppock J. B. M.: The effect of lipoxygenase action on the mechanical development of wheat flour doughs. J. Sci. Food Agric., 1973, **24**, 421-443.
- [28] Funk C.D.: The molecular biology of mammalian lipoxygenases and the quest for eicosanoid functions using lipoxygenase-deficient mice. Biochim. Biophys. Acta, 1996, **1304**, 65-84.
- [29] Funk C.D., Furci L., Fritz-Gerald G.A.: Molecular cloning, primary structure and expression of the human platelet/erythrocyte cell 12-lipoxygenase. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1990, **87**, 5638-5642.
- [30] Gardner H.W.: Recent investigation into the lipoxygenase pathway of plants. Biochim. Biophys. Acta. 1991, **1084**, 221-239.
- [31] Gökmen V., Bağcı K. S., Serpen A., Acar J.: Study of lipoxygenase and peroxidase as blanching indicator enzymes in peas: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. LWT, 2005, **38**, 903-908.
- [32] Grechkin A.: Recent developments in biochemistry of the plant lipoxygenase pathway. Prog. Lipid Res., 1998, **37** (5), 317-352.
- [33] Griffiths A., Prestage S., Linforth R., Zhang J., Taylor A., Grierson D.: Fruit-specific lipoxygenase suppression in antisense-transgenic tomatoes. Postharvest Biol. Technol., 1999, **17**, 163-173.
- [34] Hildebrand D.F.: Lipoxygenases. Physiol. Plant. 1989, **76**, 249-253.
- [35] Hildebrand D.F., Hamilton-Kemp T.R., Legg C.S., Bookjans G.: Plant lipoxygenases: occurrence, properties and possible functions. Current Topics Plant Biochem. Physiol., 1988, **7**, 201-219.

- [36] Hover C., Kulkarni A.P.: Lipoxygenase-mediated hydrogen peroxide-dependent N-demethylation of N,N'-dimethylaniline and related compounds. *Chem.-Biol. Interact.*, 2000, **124**, 191-203.
- [37] Hughes R. K., Wu Z., Robinson D. S., Hardy D., West S. I., Fairhurst S. A., Casey R.: Characterisation of authentic recombinant pea-seed lipoxygenases with distinct properties and reaction mechanisms. *Biochem. J.*, 1998, **333**, 33-43.
- [38] Hugues M., Boivin P., Gauillard F., Nicolas J., Thiry J.M., Richard Forget F.: Two lipoxygenases from germinated barley – heat and killing stability. *J. Food Sci.*, 1994, **59**, 885-889.
- [39] Ismah G.K.: ATPase, peroxidase and lipoxygenase activity during post-harvest deterioration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root tubers. *Int. Biodet. Biodeg.*, 2004, **54**, 319-323.
- [40] Kalyanaraman B., Darley-Usmar V.M., Wood J., Joseph J., Parthasarathy S.: Synergistic interaction between the probucol phenoxyl radical and ascorbic acid in inhibiting of low density lipoprotein. *J. Biol. Chem.*, 1992, **267**, 6789-6795.
- [41] Kim J., Zang., Costas M., Harrison R. G., Wilkinson E. C., Que Jr L.: A nonheme iron (II) complex that models the redox cycle of lipoxygenase. *J. Biol. Inorg. Chem.*, 2001, **6**, 275-284.
- [42] Kubicka E., Jedrychowski L. Activity and stability of lipoxygenase from sunflower and pumpkin seeds in relation to extraction mixtures used. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7/28**, 423-429.
- [43] Kulkarni A.P.: Lipoxygenase – a versatile biocatalyst for biotransformation of endobiotics and xenobiotics. *Cell. Mol. Life Sci.*, 2001, **58**, 1805-1825.
- [44] Kumar V., Rani A., Tindwani C., Jain M.: Lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activities in soybean as influenced by growing location. *Food Chem*, 2003, **83**, 79-83.
- [45] Kühn H., Borngraber S. Mammalian 15-lipoxygenases: enzymatic properties and biological implications. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 1999, **447**, 5-28.
- [46] Kühn H.: Structural basis for the positional specificity of lipoxygenases. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.*, 2000, **62**, 255-270.
- [47] Kühn H., Schwartz K., Borngräber S., Kuben R. J.: How do lipoxygenases control the stereochemistry of fatty acid oxygenation. *International Congress Series*, 2002, **1233**, 291-296.
- [48] Kumar V., Rani A., Tindwani C., Jain M.: Lipoxygenase isozymes and tripsin inhibitor activities in soybean sa influenced by growing location. *Food Chem.*, 2003, **83**, 79-83.
- [49] Matsui K., Nishioka M., Ikeyoshi M., Matsumara Y., Mori T., Kajiwara T.: Cucumber root lipoxygenase can act on acyl groups in phosphatidylcholine. *Biochim. Biophys. Acta*, 1998, **1390**, 8-20.
- [50] Márczy J. S., Simon M. L., Mózsik L., Szajáni B.: Comparative study on the lipoxygenase activities of soybean cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 313-315.
- [51] Melan M.A., Dong X., Endara M.E., Davis K.R., Ausbel F.M., Peterman T.K.: An *Arabidospis thaliana* lipoxygenase gene is induced by pathogens, abscisic acid, and methyl jasmonate. *Plant Physiol.*, 1993, **101**, 441-450.
- [52] Minor W., Steczko J., Stec B., Otinowski Z., Bolin J.T., Walter R., Axelrod B.: Crystal structure of soybean lipoxygenase L1 at 1.4Å resolution. *Biochemistry*, 1996, **35**, 10687-10701.
- [53] Naidu A.K., Naidu A.K., Kulkarni A.P.: Role of lipoxygenase in xenobiotic oxidation: parathion metabolism catalyzed by highly purified soybean lipoxygenase. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 1991, **41**, 150-158.
- [54] Nakayama T., Takeura Y., Ueda T.: Visible spectrophotometric assay, purification, and molecular properties of a lipoxygenase from eggplant (*Solanum melongena* linne) fruits. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 1995, **214**, 1067-1072.
- [1] Nanda S., Yadav J. S.: Lipoxygenase biocatalysis; a survey of asymmetric oxygenation. *J. Mol. Cat. B: Enzym.*, 2003, **26**, 3-28.
- [56] Navaratnam S., Feiters M.C., Al-Hakim M., Allen J.C., Veldnik G.A., Vliegthart J.F.G.: Iron environment in soybean lipoxygenase-1. *Biochem. Biophys. Acta.*, 1988, **956**, 70-76.

- [57] Nelson M.J., Seitz S.P.: The structure and function of lipoxygenase. *Curr. Opin. Struct. Biol.*, 1994, **4**, 878-884.
- [58] Lehnert N., Solomon E.I.: Density-functional investigation on the mechanism of H-atom abstraction by lipoxygenase. *J. Biol. Inorg. Chem.*, 2003, **8**, 294-305.
- [59] López-Nicolás J.M., Pérez-Gilabert M., Gracia-Carmona F.: Eggplant lipoxygenase (*Solanum melogena*): product characterization and effect of physicochemical properties of linoleic acid on the enzymatic activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 433-438.
- [60] Olias J.M., Valle M.: Lipoxygenase from lupin seed: purification and characterization. *J. Sci. Food Agric.*, 1988, **45**, 165-174.
- [61] Oliw E.W.: Plant and fungal lipoxygenases. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.*, 2002, **68-69**, 313-323.
- [62] Peng Y.L., Shirano Y., Ohta H., Hibino T., Tanaka K., Shibata D.: A novel lipoxygenase from rice. Primary structure and specific expression upon incompatible infection with rice blast fungus. *J. Biol. Chem.*, 1994, **269**, 3755-3761.
- [63] Prigge S. T., Boyington J. C., Faig M., Doctor K. S., Gaffney B. J., Amzel L. M.: Structure and mechanism of lipoxygenases. *Biochimie*, 1997, **79**, 629-636.
- [64] Rajadhyaksha A., Reddy V., Hover C., Kulkarni A.P.: N-demethylation of phenothiazines by lipoxygenase from soybean and human term placenta in the presence of hydrogen peroxide. *Terat. Care. Mutat.*, 1999, **19**, 211-222.
- [65] Regdel D., Schewe T., Rapoport S.M.: Enzymic properties of the lipoxygenase from pea seeds. *Biomed. Biochim. Acta*, 1985, **44**, 1411-1428.
- [66] Robinson D. S., Wu Z., Domoney C., Casey R.: Lipoxygenases and a quality of foods. *Food Chem.*, 1995, **54**, 33-43.
- [67] Rodríguez-Rosales M.P., Kerkeb L., Ferrol N., Donaire J.P.: Lipoxygenase activity and lipid composition of cotyledons and oil bodies of two sunflower hybrids. *Plant Physiol. Biochem.*, 1998, **36**, 285-291.
- [68] Roy P., Kulkarni A.P.: Cooxidation of acrylonitrile by soybean lipoxygenase and partially purified human lung lipoxygenase. *Xenobiotica*, 1999, **29**, 511-531.
- [69] Sheu S. C., Chen A. O.: Lipoxygenase as blanching index for frozen vegetable soybeans. *J. Food Sci.*, 1991, **56** (2), 448-451.
- [70] Shibata D., Axelord B.: Plant lipoxygenases. *J. Lipid Mediat. Cell Signal.*, 1995, **12**, 213-228.
- [71] Shibata D., Steczko J., Dixon J.E., Hermodson M., Yazdanparst R., Axerold B.: Primary structure of soybean lipoxygenase-1. *J. Biol. Chem.*, 1987, **262**, 10080-10085.
- [72] Shimizu T., Honda Z.I., Miki I., Seyama Y., Izumi T., Radmark O., Samuelsson B.: Potato arachidonate 5-lipoxygenase. Purification, characterization and preparation of 5(S)-hydroperoxyeicosatetraenoic acid. *Methods in Enzymology*, 1990, **187**, 296-306.
- [73] Silverman E., Drazen J.M.: The biology of lipoxygenase: function, structure, and regulatory mechanisms. *Proc. Assoc. Am. Physicians*, 1999, **111**, 525-536.
- [74] Skrzypczak-Jankun E., Bross R.A., Carroll R.T., Dunham W.R., Funk M.O.Jr.: Three-dimensional structure of a purple lipoxygenase. *J. Am. Chem. Soc.*, 2001, **123**, 10814-10820.
- [75] Skrzypczak-Jankun E., Zhou K., Jankun J.: Inhibition of lipoxygenase by (-)-epigallocatechin gallate: X-ray analysis at 2.1Å reveals degradation of EGCG and shows soybean LOX-3 complex with EGC instead. *Inter. J. Mol. Med.*, 2003, **12**, 415-422.
- [76] Smith J., Linforth R., Tucker G.A.: Soluble lipoxygenase isoforms from tomato fruit. *Phytochemistry*, 1997, **45**, 453-458.
- [77] Sok D.E., Kim M.R.: Conversion of α -linolenic acid to dihydro(pero)xyoctadecatrienoic acid isomers by soybean and potato lipoxygenases. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, **42**, 2703-2708.


- [78] Steczko J., Muchmore C.R., Smith J., Axelrod B.: Crystallization and preliminary X-ray investigation of lipoxygenase-1 from soybeans. *J. Biol. Chem.*, 1990, **265**, 11352-11354.
- [79] Suurmeijer C.N.S.P., Pérez-Gilbert M., van der Hijden H.T.W.M., Veldnik G.A., Vliegthart J.F.G.: Purification, product characterization and kinetic properties of soluble tomato lipoxygenase. *Plant Physiol. Biochem.*, 1998, **36**, 657-663.
- [80] Theerakulkait C., Barrett D. M.: Lipoxygenase in sweet corn germ: Isolation and phytochemical properties. *J. Food Sci.*, 1995, **5**, 1029-1032.
- [81] Theorell H., Holman R.T., Akesson A.: Crystalline lipoxydase. *Acta Chem. Scand.*, 1947, **1**, 571-576.
- [82] Todd J.F., Paliyath G., Thompson J.E.: Characteristic of a membrane-associated lipoxygenase in tomato fruit. *Plant Physiol.*, 1990, **94**, 1225-1232.
- [83] Tomchick D.R., Phan P., Cymbrowski M. Minor W., Holman T.R.: Structural and functional characterization of second-coordination sphere mutants of soybean lipoxygenase-1. *Biochemistry*, 2001, **40**, 7509-7517.
- [84] Ueda N., Susuki H., Yamamoto S.: Mammalian lipoxygenases: structure, function and evolutionary aspects. In *Eicosanoids and Related Compounds in Plants and Animals*, Rowley A. F., Kühn K., Schewe T. eds, Portland Press, 1998, pp. 47-67.
- [85] Zhang Y., Gebhard M.S., Solomon E.I.: Spectroscopic studies of non-heme ferric active site in soybean lipoxygenase: Magnetic circular dichroism as a probe of electronic and geometric structure. Ligand-field origin of zero field splitting. *J. Am. Chem. Soc.*, 1991, **113**, 5162-5175.
- [86] Zhuang H., Barth M.M., Hilderband D.F.: Packing influenced total chlorophyll, soluble protein, fatty acid composition and lipoxygenase activity in broccoli florets. *J. Food Sci.*, 1994, **59**, 1171-1174.
- [87] Van der Heijdt L.M., Feiters M.C., Navarantam S., Nolting H.F., Hermes C., Velding H.J., Vliegthart J.F.G.: X-ray absorptin spectroscopy of soybean lipoxygenase L-1. *Biochemistry*, 1992, **207**, 793-802.
- [88] Velasco P. J., Lim M. H., Pangborn R. M., Whitaker J. R.: Enzymes responsible for off-flavour and off-aroma in blanched and frozen stored vegetables. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 1989, **11**, 118-127.
- [89] Veldnik G.A., Hilbers M.P., Nieuwenhuizen W.F., Vliegthart J.F.G.: Plant lipoxygenase: structure and mechanism. In: *Eicosanoids and Related Compounds in Plants and Animals* – ed. A.F. Rowley, K. Kühn, T. Schewe. Portland Press, 1998, pp. 69-95.
- [90] Wardale D.A., Lambert E.A.: Lipoxygenase from cucumber fruit: localization and properties. *Phytochemistry*, 1980, **19**, 1013-1016.
- [91] Whittaker J.W., Solomon E.I.: Spectroscopic studies on ferrous non-heme iron active sites: Magnetic circular dichroism of monomolecular Fe sites on superoxide dismutase and lipoxygenase. *J. Am. Chem. Soc.*, 1988, **110**, 5329-5339.
- [92] Whitehead I.M., Muller B.L., Dean C.: Industrial use of soybean lipoxygenase for the production of natural green note flavor compounds. *Cereal Foods World*, **40**, 193-197.
- [93] Williams D. C., Lim M. H., Chen A. O., Pangborn R. M., Whitaker J. R.: Blanching of vegetables for freezing – which is indicator enzyme to choose. *Food Technol.*, 1986, **40**, 130-140.
- [94] Williams M., Salas J.J., Sanchez J., Harwood J.L.: Lipoxygenase pathway in olive callus cultures (*Olea europaea*). *Phytochemistry*, 2000, **53**, 13-19.
- [95] Wu Z., Robinson D. S., Hughes R. K., Casey R., Hardy D., West S.: Co-oxidation of β -carotene catalysed by soybean and recombinant pea lipoxygenases. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 4899-4906.
- [96] Yamamoto S.: Mammalian lipoxygenases: molecular structure and function. *Biochim. Biophys. Acta*, 1992, **1128**, 117-131.

- [97] Yamenicioğlu A., Özkan M., Velioğlu S., Cameroğlu B.: Thermal inactivation kinetics of peroxidase and lipoxygenase from fresh pinto beans (*Phaseolus vulgaris*). *Z Lebensm Unters Forsch A*, 1998, **206**, 294-296.
- [98] Yoon S., Klein B.P.: Some properties of pea lipoxygenase isoenzymes. *J. Agric. Food Chem.*, 1979, **27**, 955-962.
- [99] Yoshie-Stark Y., Wäsche A.: Characteristics of crude lipoxygenase from commercially de-oiled lupin flakes for different types of lupins *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius*). *Food Chem.*, 2004, **88**, 287-292.

LIPOXYGENASE IN FOOD OF PLANT ORIGIN

S u m m a r y

Lipoxygenase (EC 1.13.11.12, linoleate:oxygen oxidoreductase) is an iron-containing dioxygenase which catalyses the oxidation of polyunsaturated fatty acids and esters containing cis,cis-1,4-pentadiene system. The main reaction products are conjugated unsaturated fatty acids and hydroperoxides. The hydroperoxides generated by lipoxygenase are substrates for hydroperoxide lyase, hydroperoxide isomerase, peroxygenase and allene oxide synthase. The initial products of lipoxygenase activity may be degraded to variety of products, including several aldehydes, ketones and alcohols and characteristic aroma compounds. Lipoxygenases (LOX) may also catalyse the co-oxidation of carotenoids, including β -carotene, resulting in the loss of essential nutrients and the development of off-flavours. Lipoxygenase has been found in various organs of plants. Plant LOX proteins consist of a single polypeptide chain with a molecular mass about 75–100 kDa. The physiological role of lipoxygenase in plants is not certain, although there is considerable evidence indicating its involvement in wounding and other stress responses (drought and pest/pathogen attack) because lipoxygenases are believed to be on the biosynthetic pathways to the plants regulators abscisic acid and methyl jasmonate. Lipoxygenase activity is also the first step in the pathway leading to the formation of a number of flavour and aroma compounds. Lipoxygenases are of interest to food scientists because of their ability to form free radicals and peroxides which can be involved in indirect oxidation of vitamins, colours, phenolic and proteins.

Key words: structure of lipoxygenase, activity mechanisms, products of fatty acids oxygenation 

MAŁGORZATA WRONIAK, MONIKA KWIATKOWSKA,
KRZYSZTOF KRYGIER

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH OLEJÓW TŁOCZONYCH NA ZIMNO

Streszczenie

Celem pracy było określenie jakości olejów tłoczonych na zimno, pochodzących z rynku warszawskiego. Uwzględniając cechy sensoryczne oraz fizykochemiczne ocenę jakości olejów przeprowadzono. Oznaczono: barwę spektrofotometrycznie, liczbę kwasową, l. nadtlenkową i l. anizydynową, wyliczając wskaźnik Totox, oznaczając stabilność oksydacyjną w teście Rancimat oraz zawartość następujących pierwiastków: Fe, Cu, Cd, Pb, As, Hg i Zn.

Badane oleje, tłoczone na zimno, charakteryzowały się dobrą jakością sensoryczną. Smakowitość olejów i oliw była charakterystyczna dla poszczególnych gatunków tego typu produktów. Stwierdzono, że pożądalność konsumencka olejów była wyższa niż oliw extra virgin. Barwa olejów była różnicowana ze względu na gatunek surowca, z którego je otrzymano. Oliwy extra virgin zawierały mniej wolnych kwasów tłuszczowych, w porównaniu z olejami z nasion, ale więcej nadtlenków i aldehydów. Duże wartości liczby nadtlenkowej i anizydynowej badanych olejów wpłynęły na wysokie wartości wskaźnika Totox, przekraczające wartość 10, wyznaczającą dobrą jakość oleju jadalnego. Najwyższą stabilność oksydacyjną w teście Rancimat stwierdzono w oliwach extra virgin i w oleju z pestek dyni, a najniższą w oleju słonecznikowym. Zawartość pierwiastków oznaczonych w olejach była niska i nie przekraczała wymaganych wartości normatywnych dla tego typu olejów, z wyjątkiem zawartości miedzi w oleju z pestek z dyni.

Słowa kluczowe: oleje tłoczone na zimno, oliwy extra virgin, liczba kwasowa, liczba nadtlenkowa, liczba anizydynowa, Totox, stabilność oksydacyjna, pierwiastki

Wprowadzenie

Spośród dostępnych na rynku polskim olejów coraz bardziej popularne są oleje tłoczone na zimno różnych gatunków m.in. rzepakowy, słonecznikowy, sojowy, sezamowy, arachidowy, kukurydziany, z pestek dyni i winogron oraz oliwa z oliwek extra virgin, zwana dziewiczą. Oleje te nie są rafinowane, a więc zawierają wiele substancji

Dr inż. M. Wroniak, mgr inż. M. Kwiatkowska, prof. dr hab. K. Krygier, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Technologii Żywności, SGGW, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

towarzyszących lipidom. Z żywieniowego punktu widzenia mogą to być składniki bardzo cenne, np. polifenole, tokoferole, skwalen i karotenoidy [10, 26, 28, 29] lub też niekorzystne, np. produkty autooksydacji, toksyczne pierwiastki śladowe, pestycydy, polichlorowane bifenyle oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne [7, 8, 10, 28, 29]. Dotychczasowe badania potwierdziły dobrą jakość szczególnie oleju rzepakowego tłoczonego na zimno [10, 11, 25, 28], a biorąc pod uwagę zawartość zanieczyszczeń, nie stwierdzono w nich przekroczeń maksymalnych dopuszczalnych ilości [7, 8].

Dostępne są bardzo liczne publikacje na temat technologii, jakości sensorycznej i fizykochemicznej oraz wartości żywieniowej oliwy z oliwek, popularnej od wieków na południu Europy. Jest to oczywiste ze względu na jej szeroką dostępność w tym regionie i szczególnie miejsce, jakie zajmuje w diecie śródziemnomorskiej, która pozytywnie wpływa na organizm człowieka [6, 10, 12, 14, 32, 33]. Jednak na temat innych gatunków olejów tłoczonych na zimno, zarówno w literaturze krajowej, jak i zagranicznej nie ma wielu informacji.

Uzyskanie oleju tłoczonego dobrej jakości wymaga przede wszystkim stosowania do produkcji dojrzałego, czystego, nieuszkodzonego i prawidłowo przechowywanego surowca [11, 25, 28]. Na końcową jakość i trwałość oleju mają również wpływ warunki higieniczne przerobu i parametry tłoczenia (głównie temperatura i czas), właściwa filtracja oraz warunki przechowywania gotowego wyrobu [1, 4, 5, 11, 25, 28, 30]. W związku z tym jakość olejów tłoczonych na zimno może być w dużym stopniu zróżnicowana [4, 5, 14, 25, 28, 30].

Celem pracy było określenie jakości spożywczych olejów tłoczonych na zimno, znajdujących się na rynku warszawskim. Zakres pracy obejmował ocenę jakości sensorycznej, fizykochemicznej oraz badanie stabilności oksydacyjnej olejów.

Material i metody badań

Spośród dostępnych w sklepach warszawskich olejów tłoczonych na zimno wybrano: 11 olejów z nasion tłoczonych na zimno i 10 oliw dziewiczych (extra virgin) różnych producentów (tab. 1).

Wszystkie oleje charakteryzowały się aktualną datą przydatności do spożycia. Długość okresu przydatności olejów do spożycia ustalono na podstawie dat umieszczonych na opakowaniach.

Jakość sensoryczną olejów oceniał 10-osobowy zespół, określając: smakowitość, barwę i klarowność (metodą opisową) oraz stopień pożądalności konsumenckiej metodą skalowania [2] (skalę stanowił odcinek 10 cm – 10 jednostek umownych, z określeniami brzegowymi „niepożądany” i „bardzo pożądan”). Oznaczano: barwę spektrofotometrycznie [20], liczbę kwasową [23], liczbę nadtlenkową [22], liczbę anizydynową [21] i wskaźnik Totox [18], oraz stabilność oksydacyjną olejów – test Rancimat w temp. 120°C [24]. Metodą spektrometrii absorpcji atomowej (aparat Perkin Elmer 1100

Tabela 1

Charakterystyka handlowa olejów z nasion tłoczonych na zimno i oliw extra virgin.
The market characteristics of cold – pressed seeds oils and extra virgin olive oils.

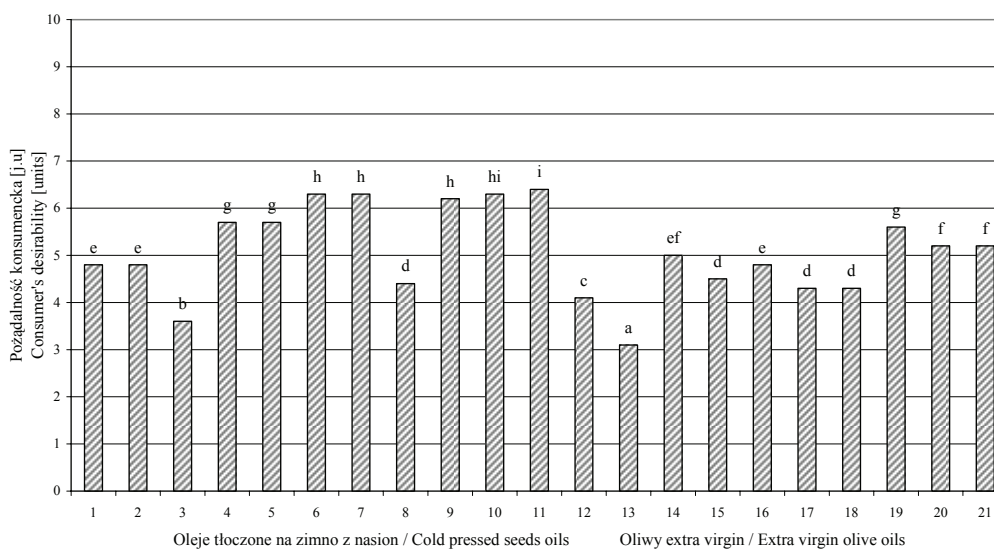
Lp.	Oleje Oils	Kraj pochodzenia Country of origin	Materiał opakowania Package material	Pojemność Container [dm ³]	Przydatność do spożycia [miesiące] Best for pe- riod [month]
1	Sojowy / Soybean	Polska / Poland	Szkło jasne Clear glass	0,25	3
2	Sezamowy / Sesame	Polska / Poland	Szkło jasne Clear glass	0,25	3
3	Słonecznikowy nr 1 Sunflower no 1	Polska/Poland	PET	0,5	5
4	Słonecznikowy nr 2 Sunflower no 2	Niemcy Germany	Szkło brązowe Brown glass	0,5	4
5	Rzepakowy / Rapeseed	Polska / Poland	PET	0,5	4
6	Kukurydziany / Maize	Polska / Poland	PET	0,5	4
7	Arachidowy nr 1 / Peanut no 1	Polska / Poland	Szkło jasne Clear glass	0,25	3
8	Arachidowy nr 2 / Peanut no 2	Polska / Poland	Szkło jasne Clear glass	0,25	4
9	Z pestek dyni / Pumpkin	Austria / Austria	Szkło ciemne Dark glass	0,5	3
10	Z pestek winogron nr 1 Grapeseed no 1	Włochy Italy	Szkło jasne Clear glass	0,5	16
11	Z pestek winogron nr 2 Grapeseed no 2	Hiszpania Spain	Szkło jasne Clear glass	0,5	21
12	Oliwa nr 1 / Olive no 1	Włochy / Italy	Szkło zielone Green glass	0,5	-
13	Oliwa nr 2 / Olive no 2	Włochy / Italy	Szkło jasne Clear glass	0,5	14
14	Oliwa nr 3 / Olive no 3	Włochy / Italy	Puszka / Metal can	1,0	14
15	Oliwa nr 4 / Olive no 4	Włochy / Italy	Szkło jasne Clear glass	0,5	13
16	Oliwa nr 5 / Olive no 5	Włochy / Italy	Szkło zielone Green glass	0,5	18
17	Oliwa nr 6 / Olive no 6	Grecja / Greece	Szkło jasne Clear glass	0,5	20
18	Oliwa nr 7 / Olive no 7	Francja / France	Szkło jasne Clear glass	0,5	16
19	Oliwa nr 8 / Olive no 8	Hiszpania / Spain	Szkło zielone Green glass	0,5	14
20	Oliwa nr 9 / Olive no 9	Hiszpania / Spain	Szkło jasne Clear glass	0,5	14
21	Oliwa nr 10 / Olive no 10	Hiszpania / Spain	Szkło jasne Clear glass	0,5	16

z przystawką FIAS i HGA 700) oznaczano również zawartość następujących pierwiastków: Fe, Cu, Cd, Pb, As, Hg i Zn.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą programu Statgraphics 4.0, stosując jednoczynnikową analizę wariancji.

Wyniki i dyskusja

Wszystkie analizowane oleje tłoczone na zimno były produktami o dobrej jakości sensorycznej. Miały przyjemny, swoisty smak i zapach, typowy dla surowców, z których je otrzymano. Biorąc pod uwagę pożądalność konsumencką (rys. 1) stwierdzono, że najbardziej pożądane były oleje z pestek winogron oraz sezamowy, z pestek dyni i arachidowy.



Objaśnienia 1-21, jak w tab. 1. / Explanatory notes 1-21 the same as in Tab. 1.

Rys. 1. Pożądalność konsumencka olejów tłoczonych na zimno.

Fig 1. Consumers desirability for cold pressed oils.

Spośród oliw najwyżej oceniono hiszpańską nr 8, natomiast najmniej pożądana okazała się oliwa włoska nr 2. Pożądalność konsumencka olejów z nasion tłoczonych na zimno była wyższa w porównaniu z pożądalnością oliw z oliwek, co wskazuje, że polski konsument preferuje oleje o delikatnym, łagodnym smaku i zapachu. Nie jest przyzwyczajony do charakterystycznego smaku i aromatu oliwy z oliwek, która nadal pozostaje w Polsce olejem mało popularnym.

Pod względem klarowności tylko trzy oleje tłoczone na zimno: 2 arachidowe oraz sezamowy wykazywały zmętnienie w temperaturze pokojowej. Zmętnienie mogło być

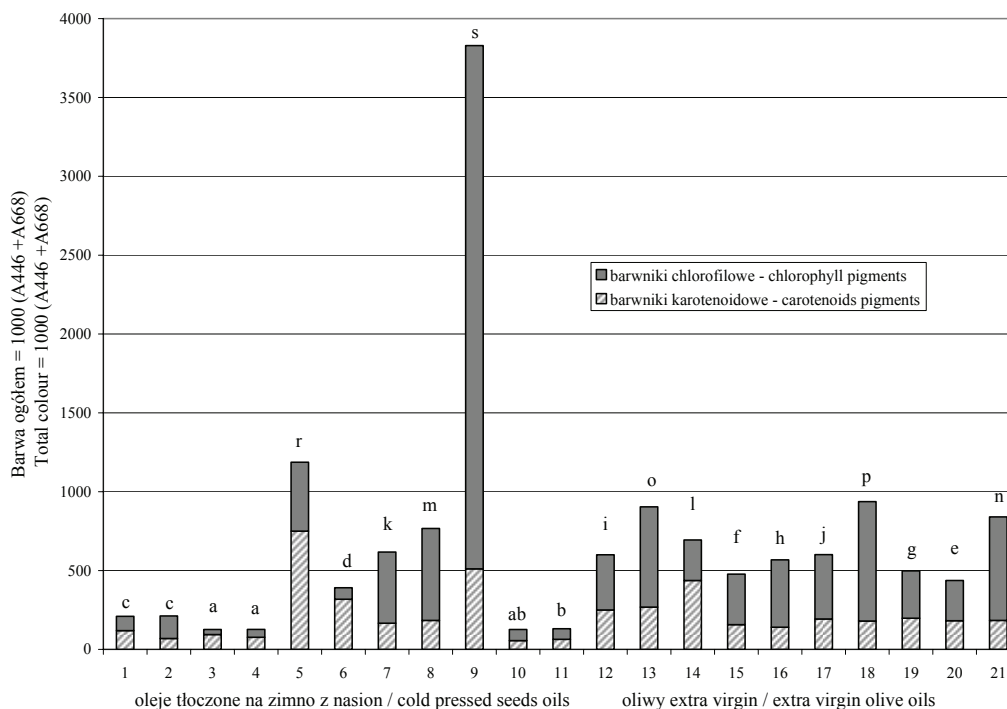
spowodowane obecnością wosków, wody lub innych zanieczyszczeń naturalnych w niepoddanych rafinacji olejach. Oliwy z oliwek podczas przechowywania w warunkach chłodniczych ulegały zmętnieniu i zestaleniu, jednak w temperaturze pokojowej odzyskiwały klarowność. Zmiana konsystencji oliw w warunkach chłodniczych jest spowodowana wytrącaniem się triacylogliceroli zawierających nasycone kwasy tłuszczowe (palmitynowy i stearynowy) [15].

Barwa olejów z nasion była zróżnicowana: jasnozielona – olejów z pestek z winogron, jasnosłomkowa – olejów słonecznikowego, sezamowego, sojowego i arachidowego, pomarańczowa – oleju kukurydzianego, zielonobrunatna – oleju rzepakowego oraz ciemnozielona – oleju z pestek z dyni. Wszystkie oliwy z oliwek były barwy jasnozielonej. Analizując barwę oznaczoną spektrofotometrycznie stwierdzono, że najciemniejszym z olejów był olej z pestek dyni (najwyższa wartość barwy ogółem) (rys. 2). Zawartość barwników chlorofilowych była w nim ponad sześć razy większa niż karotenoidowych. Najjaśniejszą barwą odznaczały się oleje: słonecznikowy i z pestek winogron. Wzajemny stosunek barwników chlorofilowych i karotenoidowych w olejach z nasion tłoczonych na zimno był zmienny, chociaż zazwyczaj więcej było barwników karotenoidowych. W przypadku oliw z oliwek tylko w jednej występowała przewaga karotenoidów, w pozostałych udział chlorofili był zdecydowanie wyższy. Stwierdzono, że barwa olejów tłoczonych na zimno była zależna od poszczególnych gatunków surowców, z których uzyskano analizowane oleje.

Zawartość barwników karotenoidowych i chlorofilowych we wszystkich olejach roślinnych zależy od gatunku i dojrzałości surowców oraz od technologii otrzymywania i rafinacji olejów [26]. Barwniki te są bardzo istotne ze względu na swoje funkcje żywieniowe i technologiczne, a szczególnie ich aktywność pro- lub antyoksydacyjną. Obecność barwników chlorofilowych, szczególnie w olejach tłoczonych na zimno, jest ważna ze względu na ich udział w reakcjach fotochemicznych. Chlorofile są fotosensybilizatorami, które umożliwiają przekształcanie się tlenu do postaci singletowej, inicjującej utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych [26]. Jest to ważne szczególnie przy doborze warunków przechowywania olejów. Dostęp światła, jak również tlenu, można ograniczyć poprzez zastosowanie odpowiednich opakowań np. puszek metalowych lub butelek z ciemnego szkła, co potwierdzają wyniki badań, wykazujące niski stopień utlenienia opakowanych w nie olejów [30, 31]. Dowiedziono również [31], że stabilność oksydacyjna olejów pakowanych w butelki plastikowe (przepuszczające tlen) była niższa niż pakowanych w opakowania szklane, niezależnie od temperatury przechowywania i rodzaju przechowywanego oleju [31].

Liczba kwasowa (LK), określająca ilość wolnych kwasów tłuszczowych, olejów tłoczonych na zimno wahała się od 0,3 do 4,9 mg KOH/g (tab. 2). Tylko LK oleju kukurydzianego przekroczyła określoną w normie wartość równą 4 mg KOH/g [3, 34]. Niskie wartości LK (0,3) miały jedynie oleje z pestek winogron. W oliwach LK kształ-

towała się na poziomie od 0,7 do 1,8 mg KOH/g. Oznacza to, że wszystkie oleje oliwkowe charakteryzowały się niskimi wartościami LK i spełniały wymagania jakościowe zawarte w Codex Alimentarius [3]. Podobne wyniki oliw extra virgin prezentują Giovacchino i wsp. [6] (0,2–0,7 mg KOH/g) oraz Matuszewska i wsp. [13] (1,7–2,6 mg KOH/g).



Objaśnienia 1-21, jak w tab. 1. / Explanatory notes 1-21, the same as in Tab. 1.

Rys. 2. Barwa olejów tłoczonych na zimno oznaczona spektrofotometrycznie.
Fig. 2. Spectrophotometric colour of cold pressed oils.

Zmiany hydrolityczne w olejach tłoczonych na zimno, jak i w oliwach dziewiczych, mogą zachodzić pod wpływem wody i działania enzymów [30]. Nie bez znaczenia dla stopnia hydrolizy tych olejów jest więc jakość użytego surowca (stopień uszkodzenia, wilgotność), jak też sposób postępowania w procesie technologicznym, szczególnie zastosowana metoda wydobywania oleju i jego oczyszczania [4, 6, 25] oraz warunki przechowywania [30, 31].

Liczba nadtlenukowa (LOO), określająca w olejach ilość pierwotnych produktów utlenienia, wahała się w bardzo szerokich granicach od 3,1 do 27,6 meq O₂/kg (tab. 2). Dopuszczalna ilość nadtlenuków w olejach tłoczonych na zimno jest znacznie wyższa niż w rafinowanych (< 5 meq O₂/kg) [19]. Wartości LOO analizowanych olejów tłoczonych

na zimno nie przekroczyły określonej w normach wartości 10 meq O₂/kg [34], z wyjątkiem LOO olejów: słonecznikowego nr 1 oraz z pestek dyni. W badaniach Krygiera i wsp. [11] również stwierdzono przekroczenie wartości LOO = 10 oleju słonecznikowego tłoczonego na zimno, na 3–4 miesiące przed upływem terminu przydatności do spożycia. Większość polskich olejów tłoczonych na zimno cechuje się półrocznym okresem przydatności do spożycia [34], a oleje rafinowane najczęściej rocznym lub dwuletnim. Porównując stopień utlenienia dwóch olejów słonecznikowych (o zbliżonym okresie przydatności do spożycia) zapakowanych w różne opakowania (tab. 1) zaobserwowano, że olej zapakowany w bursztynowe szkło miał wielokrotnie niższą zawartość nadtlenków niż olej w opakowaniu z jasnego tworzywa sztucznego PET (tab. 2). Badania Tańskiej i Rodkiewicz [30] wykazały istotny wpływ okresu przydatności do spożycia oraz rodzaju opakowania na wysokość LOO olejów handlowych. Oleje zapakowane w ciemne butelki miały niższe LOO niż zapakowane w szkło bezbarwne.

W przypadku oliw dziewiczych wartości LOO były bardzo zróżnicowane i wahały się od 5,8 do 36,7 meq O₂/kg. Nie zaobserwowano zależności między ich okresem przydatności do spożycia a stopniem utlenienia. Analizowane oliwy miały bardzo długie, nawet dwuletnie okresy przydatności do spożycia. Liczba nadtlenkowa dwóch oliw przekroczyła graniczną wartość 20 meq O₂/kg [3], na ponad rok przed upływem terminu przydatności do spożycia. Zbliżony zakres wartości LOO w oliwach podają Koski i wsp. [10] (18 i 27 meq O₂/kg), Matuszewska i wsp. [14] (10,4–22,2 meq O₂/kg) oraz Flaczyk i wsp. [5] (10,7–19,1 meq O₂/kg). Flaczyk i wsp. [5] stwierdzili w swoich badaniach, że podczas przechowywania oliw extra virgin w niskiej temperaturze, bez dostępu światła (szczególnie po 6 i 10 miesiącach), nastąpił statystycznie istotny spadek zawartości nadtlenków i wzrost stabilności oksydacyjnej oliw w teście Rancimat, co prawdopodobnie spowodowane zostało regeneracją naturalnych przeciwutleniaczy.

Na podstawie zawartości nadtlenków, jako jedynej cechy charakterystycznej, nie można wysnuć jednoznacznych wniosków o stanie utlenienia oleju. Liczba anizydynowa (LA) określając zawartość aldehydów – produktów rozkładu nadtlenków i hydroksynadtlenków, pozwala stwierdzić faktyczny stan oleju i wnioskować o jego stabilności [9]. Wartości LA olejów z nasion tłoczonych na zimno wahały się od 0,5 do 10,9, a w przypadku oliw od 3,2 do 7,3 (tab. 2). Najmniej wtórnych produktów utlenienia zawierały oleje: arachidowe, sezamowy, kukurydziany, słonecznikowy nr 2, a najwięcej oleje z pestek winogron i oliwy extra virgin, podobnie jak w badaniach Tańskiej i Rotkiewicz [30]. Spośród analizowanych olejów najwyższymi wartościami LA, przekraczającymi określoną w normie dla olejów rafinowanych wartość 8 [19], charakteryzowały się oleje z pestek winogron. Może to świadczyć o tym, że zostały poddane w procesie technologicznym rafinacji, szczególnie że potwierdziły to również inne oceniane wyróżniki jakości. Oleje te były bez smaku i zapachu, miały bardzo jasną

barwę i najniższą z analizowanych liczbę kwasową, również okres przydatności do spożycia tych olejów był bardzo długi (16 i 21 miesięcy). Na etykiecie producent nie deklarował rafinacji, była tylko informacja „tłoczony na zimno”.

Oleje tłoczone na zimno, w odróżnieniu od rafinowanych, charakteryzują się znacznie niższą liczbą anizydynową, ponieważ nie stosuje się wysokiej temperatury w procesie ich otrzymywania. Proces rafinacji szczególnie odwanianie, zdaje się decydować o wysokiej zawartości wtórnych produktów utlenienia w olejach rafinowanych [13].

Oznaczenie LOO i LA umożliwiło dodatkowo określenie wskaźnika Totox, który w sposób umowny wyraża ogólny stopień utlenienia olejów [9, 18, 29]. Wartość wskaźnika Totox wahała się w szerokim zakresie, od 7,2 w oleju słonecznikowym nr 2 do 62,2 w oleju z pestek dyni (tab. 2). W przypadku oliw jego wartość była również wysoka (17,9–77,5). Uznaje się, że graniczny poziom wyznaczający dobrą jakość olejów jadalnych, to wartość wskaźnika Totox równa 10 [1, 9, 17, 29]. Zatem uzyskane w pracy bardzo wysokie wartości LOO i LA świadczyły o niskiej jakości analizowanych olejów, na wiele miesięcy przed upływem deklarowanego terminu przydatności do spożycia, z wyjątkiem oleju słonecznikowego nr 2. Można przewidywać, że stopień ich utlenienia jeszcze bardziej pogłębił się w tym okresie. Należy jednak pamiętać, że oleje tłoczone na zimno mają określony w normach wyższy stopień utlenienia niż oleje rafinowane [3, 19, 34]. Równie wysokie wartości wskaźnika Totox w przypadku oliw extra virgin i olejów z pestek winogron publikowane są w literaturze przedmiotu [5, 30]. Najniższą wartość wskaźnika Totox miał olej słonecznikowy zapakowany w butelkę ze szkła bursztynowego, a jedną z najwyższych olej z pestek dyni, też w ciemnej butelce, oba o zbliżonym okresie przydatności do spożycia, wynoszącym 3 i 4 miesiące.

Wydaje się, że decydujący wpływ na zmiany oksydacyjne w olejach naturalnych, nierafinowanych, ma skład chemiczny lipidów (skład kwasów tłuszczowych, zawartość naturalnych przeciwutleniaczy i proutleniaczy) i w związku z tym podatność danego oleju na działanie czynników środowiska [29]. Wysoki stopień utlenienia badanych olejów tłoczonych na zimno mógł być spowodowany również złą jakością użytego surowca, a w dalszej kolejności nieodpowiednimi warunkami otrzymywania i przechowywania olejów.

Stabilność oksydacyjna oleju jest bardzo ważnym wyróżnikiem jakości, określającym przydatność tego produktu do celów spożywczych. Do badania stabilności olejów coraz częściej stosuje się testy przyspieszone, jednym z nich jest test Rancimat [16, 29]. Najwyższą stabilność w teście Rancimat miały oliwy z oliwek. Najdłuższy czas indukcji miała oliwa włoska nr 2 (20,9 h), a najkrótszy hiszpańska oliwa nr 8 (4,2 h). Podobnie dużą rozpiętość czasu indukcji w teście Rancimat, w oliwach extra virgin, uzyskali inni badacze [5, 6, 10, 14]. Wśród olejów z nasion najbardziej stabilny był olej z pestek dyni (12,3 h), a najmniej olej słonecznikowy nr 1 (2,1 h) (tab. 2). Należy zaznaczyć, że badane oleje i oliwy miały różną datę przydatności do spożycia i różny

stopień utlenienia. Niska wyjściowa LOO nie wpłynęła istotnie na dłuższy czas indukcji olejów w teście Rancimat, najbardziej stabilne były oliwy i olej z pestek dyni charakteryzujące się bardzo wysokimi LOO. Taki wpływ sugerowano w badaniach Krygiera i wsp. [11]. Również Flaczyk i wsp. [5] nie stwierdzili bezpośredniego związku

Tabela 2

Charakterystyka olejów z nasion tłoczonych na zimno i oliw extra virgin.

The cold – pressed seeds oils and extra virgin olive oils characteristics.

Oleje Oils	LK Acid value [mg KOH/g]	LOO Peroxide value [meq O ₂ /kg]	LA Anisidine value	Wskaźnik Totox Totox index	Czas indukcji Induction time [h]
Sojowy / Soybean	2,24 ^l	9,40 ^g	4,67 ^{ij}	23,47 ^h	4,23 ^c
Sezamowy / Sesame	1,34 ^g	5,02 ^c	0,75 ^b	10,79 ^b	4,70 ^{de}
Słonecznikowy nr 1 Sunflower no 1	2,35 ^l	17,55 ^l	4,01 ^g	39,11 ^k	2,11 ^a
Słonecznikowy nr 2 Sunflower no 2	2,23 ^l	3,36 ^b	0,50 ^a	7,22 ^a	3,10 ^b
Rzepakowy / Rapeseed	1,68 ^j	5,23 ^c	1,21 ^d	11,67 ^c	5,12 ^e
Kukurydziany / Maize	4,93 ⁿ	6,16 ^e	0,97 ^c	13,29 ^d	4,33 ^c
Arachidowy nr 1 Peanut no 1	1,35 ^g	7,33 ^f	0,86 ^{b,c}	15,52 ^e	4,90 ^{de}
Arachidowy nr 2 Peanut no 2	1,57 ⁱ	5,81 ^d	0,90 ^c	15,52 ^e	4,55 ^{cd}
Z pestek dyni / Pumpkin	2,87 ^m	27,62 ⁿ	6,92 ^m	62,16 ^l	12,27 ⁱ
Z pestek winogron nr 1 Grapeseed no 1	0,34 ^a	7,29 ^f	7,90 ^o	22,48 ^h	3,03 ^c
Z pestek winogron nr 2 Grapeseed no 2	0,34 ^a	3,12 ^a	10,9 ^p	17,14 ^f	3,31 ^c
Oliwa nr 1 / Olive no 1	1,01 ^e	15,28 ^k	3,37 ^f	33,93 ^j	7,92 ^f
Oliwa nr 2 / Olive no 2	0,86 ^c	13,00 ⁱ	7,30 ⁿ	33,30 ^j	20,87 ^k
Oliwa nr 3 / Olive no 3	0,90 ^d	13,55 ⁱ	5,93 ^l	33,03 ^j	10,53 ^h
Oliwa nr 4 / Olive no 4	1,23 ^f	36,72 ^o	4,10 ^h	77,54 ^m	9,09 ^g
Oliwa nr 5 / Olive no 5	0,90 ^d	18,08 ^l	3,19 ^e	39,35 ^k	7,79 ^f
Oliwa nr 6 / Olive no 6	1,46 ^h	17,26 ^l	5,81 ^l	40,33 ^l	7,82 ^f
Oliwa nr 7 / Olive no 7	1,80 ^k	21,18 ^m	4,48 ⁱ	46,84 ^l	5,17 ^e
Oliwa nr 8 / Olive no 8	1,01 ^e	5,85 ^d	6,18 ^l	17,88 ^g	4,23 ^c
Oliwa nr 9 / Olive no 9	0,67 ^b	11,11 ^h	4,62 ⁱ	26,84 ⁱ	14,33 ^j
Oliwa nr 10 / Olive no 10	1,01 ^e	14,3 ^j	5,10 ^k	33,36 ^j	10,47 ^h

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b .. - wartości oznaczone tą samą literą w kolumnie nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha = 0,05$,

a, b .. - values marked by the same letter in the column are not significantly different at $\alpha = 0,05$.

między zawartością nadtlenków w oliwach a ich stabilnością oksydacyjną. Czynnikiem decydującym o wysokiej trwałości olejów jest m.in. skład kwasów tłuszczowych oraz obecność naturalnych przeciwutleniaczy (związki fenolowe, tokoferole, skwalen) szczególnie w przypadku oliw extra virgin [10, 14, 29].

Tabela 3

Zawartość wybranych pierwiastków w olejach z nasion tłoczonych na zimno i oliwach extra virgin [mg/kg]
Content of chosen elements in cold-pressed seeds oils and extra virgin olive oils [mg/kg]

Oleje / Oils	Fe	Cu	Cd	Pb	As	Hg	Zn
Sojowy / Soybean	1,90	0,17	0,010	0,06	<0,005	<0,005	0,63
Sezamowy / Sesame	0,57	0,07	0,012	0,05	<0,005	<0,005	0,62
Słonecznikowy nr 1 / Sunflower no 1	0,50	0,05	0,015	0,07	<0,005	<0,005	0,37
Słonecznikowy nr 2 / Sunflower no 2	0,57	0,03	0,005	0,05	0,010	<0,005	0,13
Rzepakowy / Rapeseed	0,50	0,05	0,010	0,09	<0,005	<0,005	0,13
Kukurydziany / Maize	0,49	0,10	0,005	0,09	<0,005	<0,005	1,57
Arachidowy nr 1 / Peanut no 1	0,98	0,12	0,017	0,09	<0,005	<0,005	0,75
Arachidowy nr 2 / Peanut no 2	0,85	0,12	0,004	0,05	<0,005	<0,005	1,05
Z pestek dyni / Pumpkin	1,30	1,10	0,005	0,10	<0,005	<0,005	0,33
Z pestek winogron nr1 / Grapeseed no 1	0,99	0,07	0,010	0,10	<0,005	<0,005	0,10
Z pestek winogron nr 2 / Grapeseed no 2	0,22	0,11	0,005	0,05	<0,005	<0,005	0,07
Oliwa nr 1 / Olive no 1	0,64	0,02	0,005	0,08	<0,005	<0,005	0,42
Oliwa nr 2 / Olive no 2	0,69	0,09	0,007	0,03	<0,005	<0,005	0,46
Oliwa nr 3 / Olive no 3	0,60	0,03	0,002	0,06	<0,005	<0,005	0,32
Oliwa nr 4 / Olive no 4	0,20	0,07	0,002	0,06	<0,005	<0,005	0,27
Oliwa nr 5 / Olive no 5	0,86	0,05	0,013	0,07	<0,005	<0,005	0,44
Oliwa nr 6 / Olive no 6	0,25	0,03	0,005	0,05	<0,005	<0,005	0,25
Oliwa nr 7 / Olive no 7	0,52	0,05	0,002	0,03	<0,005	<0,005	0,23
Oliwa nr 8 / Olive no 8	1,70	0,02	0,008	0,02	<0,005	<0,005	0,38
Oliwa nr 9 / Olive no 9	0,35	0,03	0,024	0,03	<0,005	<0,005	0,30
Oliwa nr 10 / Olive no 10	0,60	0,007	0,002	0,06	<0,005	<0,005	0,27

Zawartość oznaczanych pierwiastków jest w olejach niepożądana, jak również może przyczyniać się do zmniejszenia trwałości na skutek katalitycznego działania metali na proces utleniania tłuszczów; dotyczy to szczególnie miedzi i żelaza [1, 29]. Metale są usuwane w procesie rafinacji olejów, istnieje w związku z tym przeświadczenie, że oleje tłoczone na zimno zawierają ich za dużo. Jednak zawartość wybranych

badanych pierwiastków w olejach tłoczonych na zimno i oliwach z oliwek była na niskim poziomie, nie przekroczyła dopuszczonych wartości [3, 27] (tab. 3) i była zbliżona do uzyskiwanych w innych badaniach [11, 14]. Jedynie w przypadku oleju z pestek dyni oznaczono zbyt wysoką zawartość miedzi (1,1 mg/kg) w stosunku do przewidzianej w rozporządzeniu MZ [27] wartości 0,4 mg/kg w olejach surowych. Wśród prooksydantów właśnie miedź stanowi największe zagrożenie ze względu na bardzo niskie stężenie tego pierwiastka, rzędu setnych części mg/kg, przy których już obserwuje się przyspieszenie utleniania [29]. Wysoka zawartość miedzi w oleju z pestek dyni, przy jednocześnie bardzo wysokiej zawartości barwników chlorofilowych najprawdopodobniej przyczyniła się do wysokiego stopnia utlenienia tego oleju (Totox = 62,2 meq O₂/kg).

Wnioski

1. Badane oleje i oliwy były produktami o dobrej jakości sensorycznej. Pożądanłość konsumencka olejów z nasion tłoczonych na zimno była wyższa niż oliw extra virgin. Barwa olejów była bardzo zróżnicowana, charakterystyczna dla gatunku surowca, z którego pochodził olej.
2. Dziewicze oliwy z oliwek zawierały mniej wolnych kwasów tłuszczowych w porównaniu z olejami tłoczonymi z nasion, ale więcej nadtlenków i aldehydów. Ogólny stopień utlenienia analizowanych olejów, wyrażony wskaźnikiem Totox, był bardzo wysoki i przekroczył wielokrotnie graniczny poziom, wyznaczający dobrą jakość olejów jadalnych, na wiele miesięcy przed upływem terminu przydatności do spożycia.
3. Najwyższą stabilnością oksydacyjną w teście Rancimat charakteryzowały się dziewicze oliwy z oliwek i olej z pestek dyni, pomimo wysokiej zawartości zarówno pierwotnych, jak i wtórnych produktów utlenienia w tych olejach. Najniższą stabilność oksydacyjną wykazały, szczególnie podatne na utlenianie, oleje słonecznikowe.
4. Zawartość pierwiastków: Fe, Cu, Cd, Pb, As, Hg, Zn była niska w analizowanych olejach i mieściła się w wymaganiach norm dla tego typu olejów, z wyjątkiem podwyższonej zawartości miedzi w oleju z pestek z dyni.

Literatura

- [1] Allen J. C., Hamilton R. J.: Rancidity in foods. Elsevier Science Publishers LTD, London 1998, pp. 30-34.
- [2] Barylko-Pikielna N.. Sensoryczna analiza profilowa i ocena konsumencka w opracowaniu nowych produktów żywnościowych. Mat. Konf. "Food Product Development". AR Poznań, 1995, s. 207-220.

- [3] Codex Alimentarius: Join FAO/WHO food standards programme. Codex Alimentarius Commission 24 th Session, Geneva (Report of the 17 th Session of the Codex Committee on fats & oils), London 2001.
- [4] De Panfilis F., Toschi G. T., Lecker G.: Quality control for cold-pressed oils. *INFORM*, 1998, **9**, 212-221.
- [5] Flaczyk E., Rudzińska M., Górecka D., Szczepaniak B., Klimczak S., Korczak J.: Ocena wybranych wskaźników jakościowych przechowywanej oliwy „extra virgin”. *Rośliny Oleiste*, 2004, **25**, 213-224.
- [6] Giovacchino L., Sestili S., Vincenzo D.: Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 9-10, 587-601.
- [7] Jankowski P. S., Karpiński R., Cozel A., Krygier K., Cieślak B., Bartnikowska E., Obiedziński M. W.: Badania porównawcze wybranych skażeń chemicznych w olejach roślinnych. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, 279-289.
- [8] Jankowski P. S., Obiedziński M. W.: Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych w rzepaku i produktach olejarskich. *Tłuszcze Jadalne*, 2000, **35**, 3-4, 112-125.
- [9] Jerzewska M.: Wprowadzenie metody oznaczania liczby anizydynowej i współczynnika Totox w olejach roślinnych i tłuszczach do krajowej praktyki laboratoryjnej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tłuszcz.*, 1991, **28**, 107-117.
- [10] Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M.: Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil. *Eur. Food Res. Technol.*, 2002, **214**, 294-298.
- [11] Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz St., Obiedziński M. W.: Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, 573-582.
- [12] Luchetti F.: Importance and future of olive oil in the world market – an introduction to olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 9-10, 559-563.
- [13] Makareviciene V., Janulis P.: Analiza jakości olejów jadalnych oraz obowiązkowe wymagania. *Tłuszcze Jadalne*, 1999, **34**, 1-2, 15-31.
- [14] Matuszewska M., Wroniak M., Obiedziński M. W., Krygier K.: Charakterystyka wybranych rynkowych oliw z oliwek pod względem jakości w świetle praw Unii Europejskiej i Polski. *Tłuszcze Jadalne*, 2000, **35**, 3-4, 77-90.
- [15] Niewiadomski H.: Surowce tłuszczowe. WTN. Warszawa 1984, s. 87-250.
- [16] Płatek T.: Metoda określania stabilności oksydatywnej olejów i tłuszczów w aparacie Rancimat. *Tłuszcze Jadalne*, 1995, **30**, 25.
- [17] Podmore J.: Controlling quality in an edible oil refinery. *INFORM*, 1992, **3**, 317-318.
- [18] PN-93/A-86926. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby anizydynowej oraz obliczanie wskaźnika oksydacji tłuszczu Totox.
- [19] PN-A-86908: 2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Rafinowane oleje roślinne.
- [20] PN-A-86934: 1995. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne oznaczenie barwy.
- [21] PN-EN ISO 6885: 2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [22] PN-ISO 3960: 1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby nadtlenkowej.
- [23] PN-ISO 660: 1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby kwasowej i kwasowości.
- [24] PN-ISO 6886: 1997. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie stabilności oksydatywnej. Test przyspieszonego utleniania.

- [25] Rotkiewicz D., Konopka I.: Trwałość olejów rzepakowych tłoczonych na zimno z nasion o zróżnicowanej jakości. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, **2**, 583-591.
- [26] Rotkiewicz D., Konopka I., Tańska M.: Barwniki karotenoidowe i chlorofilowe olejów roślinnych oraz ich funkcje. *Rośliny Oleiste*, 2002, **23**, 561-579.
- [27] Rozporządzenie MZ z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności, Dz. U. 2003 r. Nr 37, poz. 326.
- [28] Sionek B.: Oleje tłoczone na zimno. *Roczniki PZH*, 1997, **48**, **3**, 283- 294.
- [29] Szukalska E.: Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, 42-61.
- [30] Tańska M., Rotkiewicz D.: Stopień przemiany lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych, *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, **3-4**, 147-155.
- [31] Tawfik M. S., Huyghebaert A.: Interaction of packaging materials and vegetable oils: oil stability. *Food Chemistry*, 1999, **64**, 451-459.
- [32] Velasco J., Dobarganes C.: Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, **9-10**, 661-676.
- [33] Wahrburg U., Kratz M., Cullen P.: Mediterranean diet, olive oil and health. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, **9-10**, 698-705.
- [34] ZN-94/SGO-01. Tłuszcze roślinne jadalne. Oleje tłoczone na zimno.

CHARACTERISTIC OF SELECTED COLD PRESSED OILS

S u m m a r y

The aim of this study was to investigate quality of cold-pressed oils coming from Warsaw market. In each oil sensory and physicochemical quality were examined: spectrofotometric colour, acid value, peroxide value, anisidine value, Totox index, oxidative stability in Rancimat test and content of following elements such as: Fe, Cu, Cd, Pb, As, Hg and Zn.

The cold pressed oils characterized of good sensory quality. The flavours of oils and olives were characteristic for each species of types of these products. The consumer desirable for cold pressed seeds oils was higher then for extra virgin olive oils. The colour of cold-pressed oils was different, considering to oil species. Extra virgin olive oil contented less free fatty acids in comparison to cold-pressed seeds oils while more peroxides and aldehydes. Large peroxide and anisidine value of examined oils finally give high value of Totox index 10, which fix good quality of consumption oils. The highest oxidative stability in Rancimat test was stated for extra virgin olive oils and pumpkin seeds oil. The lowest oxidative stability had sunflower oil. Content of marked elements was low in all oils and didn't exceed the set up standards for these types of oils, except cooper content in pumpkin oil.

Key words: cold-pressed oils, extra virgin olive oils, acid value, peroxide value, anisidine value, Totox, oxidative stability, elements ☒

ARNOLD REPS, MARIA WACHOWSKA, KRYSZYNA WIŚNIEWSKA

WPLYW WYSOKICH CIŚNIEŃ NA PROCES DOJRZEWANIA SERA TYPU HOLENDERSKIEGO

Streszczenie

Sery edamskie bezpośrednio po soleniu oraz po 4, 6, 8 tygodniach dojrzewania poddawano działaniu ciśnienia 50 i 100 MPa / 30 min w temp. $18\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sery ciśnieniowane oraz sery kontrolne analizowano bezpośrednio po soleniu oraz po 4, 6, 8 tygodniach dojrzewania. Wyniki analizy chemicznej tych serów wykazały prawidłowy przebieg procesu dojrzewania. Ciśnieniowanie wpłynęło na przyspieszenie procesu dojrzewania serów, o czym świadczył wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego (w środowisku o pH 4,6) i azotu niebiałkowego, w porównaniu z serem kontrolnym. Ciśnienie nie wpłynęło na intensywność zmian zawartości azotu aminokwasowego w serze. W porównaniu z serem kontrolnym, ciśnieniowanie wyrobu (po soleniu) w 50 MPa zwiększało aktywność enzymów proteolitycznych w miarę przedłużania czasu dojrzewania sera, natomiast proces przeprowadzony w 100 MPa wpływał na obniżenie aktywności enzymów proteolitycznych. W ocenie sensorycznej potwierdzono wysoką jakość serów ciśnieniowanych. Odnaczały się one przede wszystkim bardziej elastyczną konsystencją od serów kontrolnych.

Słowa kluczowe: wysokie ciśnienie, proteoliza, ser edamski, dojrzewanie serów

Wprowadzenie

HP – (High Pressure) technologia wysokociśnieniowa jest nietermiczną metodą utrwalania i przetwarzania żywności, stosującą w temp. pokojowej ciśnienie rzędu 100-1000 MPa.

W 1992 r. Yokoyama [18] zaproponował wykorzystanie tej metody do skracania czasu dojrzewania serów. Stwierdził, że poddanie sera cheddar trzydniowemu ciśnieniu o wartości 50 MPa w temp. 25°C pozwoliło, bez zmiany cech sensorycznych, skrócić czas dojrzewania sera z 6 miesięcy do 3 dni.

Możliwość zastosowania tej metody w technologii serowarstwa wzbudziło duże zainteresowanie, albowiem stosując odpowiednie ciśnienia, można wpływać na liczbę

mikroorganizmów oraz szybkość reakcji enzymatycznych w serze. Saldo i wsp. [11], działając na ser ciśnieniem 400 MPa, zaobserwowali przyspieszenie procesu dojrzewania sera, co najprawdopodobniej było wynikiem zwiększenia ilości i aktywności enzymów bakterii mlekowych.

Kolejnym powodem badania wpływu wysokiego ciśnienia na sery jest możliwość otrzymania produktów o korzystniejszych cechach smakowo-zapachowych i konsystencji. Messens i wsp. [4] po ciśnieniowaniu sera gouda, w zakresie 100–400 MPa przez 0,5–4h, stwierdzili, że ciśnienie powyżej 300 MPa może powodować rozerwanie sieci para-kazeiny, powodując przyspieszenie procesu proteolizy w serze. Kołakowski i wsp. [3] nie stwierdzili wpływu czterogodzinnego ciśnienia do 500 MPa na przebieg proteolizy w serze gouda. Natomiast Johnston i Darcy [2] ciśnieniuąc ser mozzarella, tylko w początkowym okresie dojrzewania zauważyli różnice w przebiegu procesu proteolizy między serem poddanym obróbce wysokociśnieniowej a kontrolnym. Podobnie Sendra i wsp. [14] intensywniejszą proteolizę, w porównaniu z serem kontrolnym, zaobserwowali w serze z ciśnieniowanym (50 MPa/4 h) mleka koziego.

Produkcja serów z wykorzystaniem wysokich ciśnień stwarza nowe perspektywy w ulepszaniu technologii, jednak opracowanie optymalnych parametrów wymaga dalszych badań.

Dlatego też celem podjętych badań było określenie wpływu ciśnienia 50 i 100 MPa na sery typu holenderskiego (edamskie), o różnym stopniu dojrzałości.

Material i metody badań

Ser edamski bezpośrednio po soleniu oraz o zróżnicowanym stopniu dojrzałości, tj. po 4, 6 i 8 tygodniach dojrzewania, powlekano warstwą polioctanu winylu, parafinowano, pakowano w osłonki barierowe, a następnie poddawano, w temp. $18 \pm 2^\circ\text{C}$, obróbce wysokociśnieniowej w 50 i 100 MPa/30 min – generator ciśnienia firmy UNIPRESS EQUIPMENT Warszawa. Kompresję i dekompresję uzyskiwano w czasie odpowiednio 40 i 20 s.

Sery po ciśnieniowaniu oraz ser kontrolny – niepoddany działaniu ciśnienia, dojrzewały w zakładzie mleczarskim, w którym zostały wyprodukowane.

Sery doświadczalne i kontrolne bezpośrednio po soleniu oraz po 4, 6 i 8 tygodniach dojrzewania poddawano analizie chemicznej i ocenie sensorycznej. Analiza chemiczna obejmowała oznaczanie zawartości: wody [9], azotu ogólnego [9], azotu rozpuszczalnego w wodnym ekstrakcie sera, azotu rozpuszczalnego w pH 4,6 [15], azotu niebiałkowego [13] oraz azotu aminokwasowego [16]. Oznaczano również kwasowość czynną [9] oraz aktywność proteolityczną enzymów w wodnym ekstrakcie sera wg zmodyfikowanej metody Anson [1] i Westhoff [17].

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych analiz (tab. 1) stwierdzono, że stopień dojrzałości sera poddanego ciśnieniowaniu oraz wysokość stosowanego ciśnienia nie miały znaczącego wpływu na zawartość wody w serach. We wszystkich serach doświadczalnych, jak i kontrolnych, zawartość wody była zgodna z normą jakościową [19].

Kwasowość czynna (pH) serów poddanych obróbce wysokociśnieniowej po soleniu obniżyła się nieznacznie. Jednak po 4 tygodniach dojrzewania w serach poddanych ciśnieniowaniu zaobserwowano szybszy wzrost pH niż w serze kontrolnym. Natomiast po 6 tygodniach dojrzewania wartości pH wszystkich serów były na zbliżonym poziomie. Ciśnieniowanie serów o zróżnicowanym stopniu dojrzałości również powodowało nieznaczny wzrost ich pH (tab. 1). Podobnie Messens i wsp. [4, 6] oraz Saldo i wsp. [11], badając wpływ ciśnienia na sery dojrzewające, zaobserwowali niższą niż w serach kontrolnych kwasowość serów ciśnieniowanych (a tym samym wyższe pH), co ma wpływ na intensywność degradacji białek sera.

Zawartość azotu ogólnego we wszystkich badanych serach była porównywalna i wynosiła 4,14-4,43% (tab.1).

W trakcie dojrzewania obserwowano wzrost zawartości badanych form związków azotowych tj. azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6, azotu niebiałkowego i aminokwasowego, zarówno w serach kontrolnych, jak i poddanych wysokociśnieniowej obróbce, co świadczyło o prawidłowym przebiegu procesu ich dojrzewania.

W serach kontrolnych oraz ciśnieniowanych bezpośrednio po soleniu zawartość związków azotowych rozpuszczalnych w środowisku o pH 4,6 utrzymywała się na zbliżonym poziomie, lecz w miarę dojrzewania w serach poddanych obróbce wysokociśnieniowej obserwowano większy przyrost ich zawartości (rys. 1). Przykładowo zawartość azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6 w serze ciśnieniowanym w 50 MPa, bezpośrednio po soleniu wynosiła 4,02% N_{og} , w serze ciśnieniowanym w 100 MPa – 3,87% N_{og} , a w serze kontrolnym – 4,11% N_{og} , natomiast po 8 tygodniach dojrzewania zawartość tego parametru w wymienionych serach wynosiła odpowiednio: 12,01; 12,36 i 9,52% N_{og} .

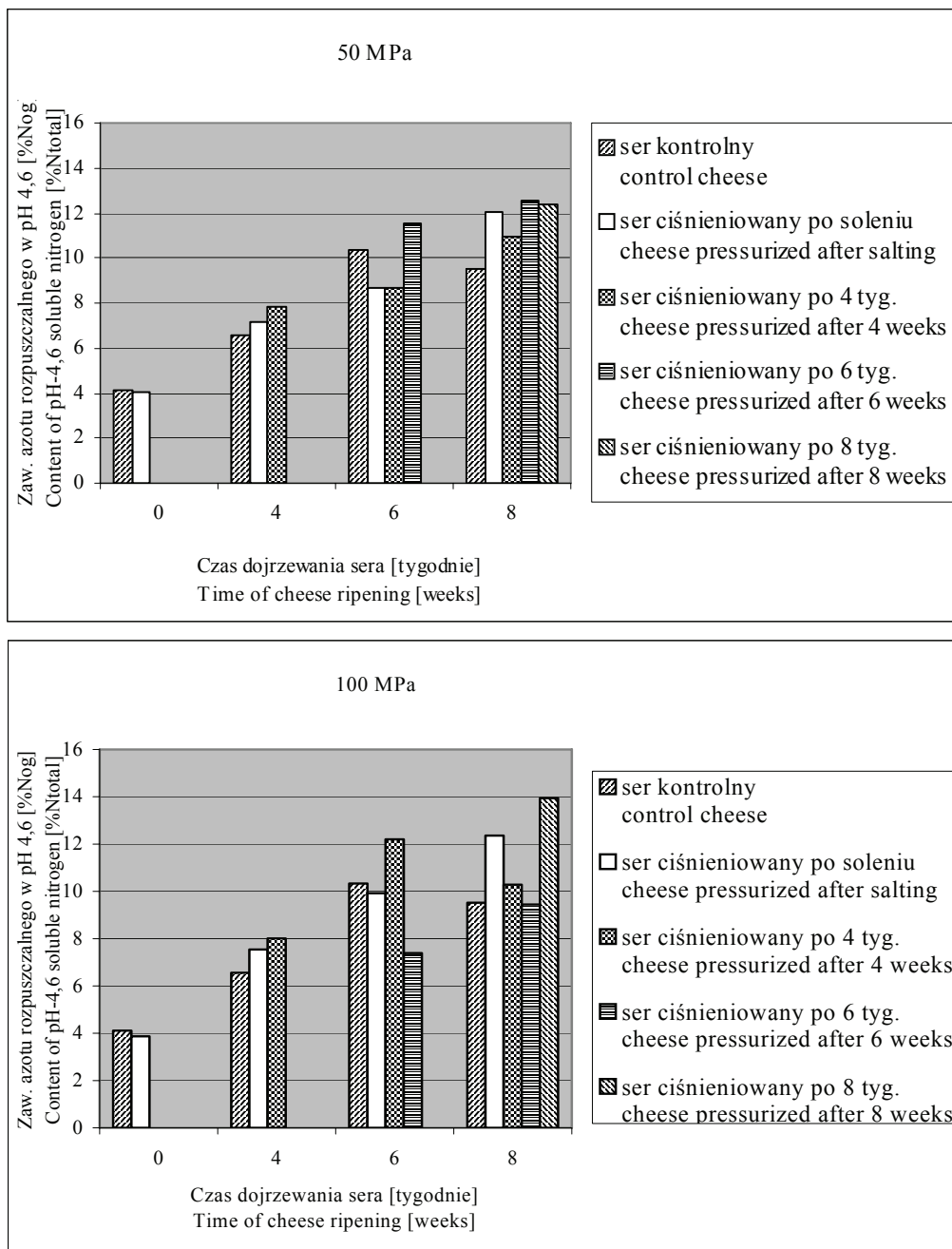
Ciśnieniowanie serów po 4 tygodniach dojrzewania, w porównaniu z serami kontrolnymi, spowodowało niewielki wzrost zawartości związków rozpuszczalnych w środowisku o pH 4,6. Natomiast znaczące różnice zawartości związków azotowych rozpuszczalnych w pH 4,6 stwierdzono w serach poddanych obróbce wysokociśnieniowej po 6 i 8 tygodniach dojrzewania – różnica zawartości wymienionej formy azotu po 8 tygodniach dojrzewania była o 3–4,5% N_{og} wyższa niż w serze kontrolnym. Podobne tendencje stwierdzili Messens i wsp. [8], badając wpływ ciśnienia 50 MPa/8 h na ser paillardin. Zawartość azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6 w początkowym okresie dojrzewania w serze ciśnieniowanym i serze kontrolnym była zbliżona, jednak po 30 dniach dojrzewania w serze ciśnieniowanym zawartość azotu rozpuszczalnego w pH

Tabela 1

Analiza chemiczna sera.

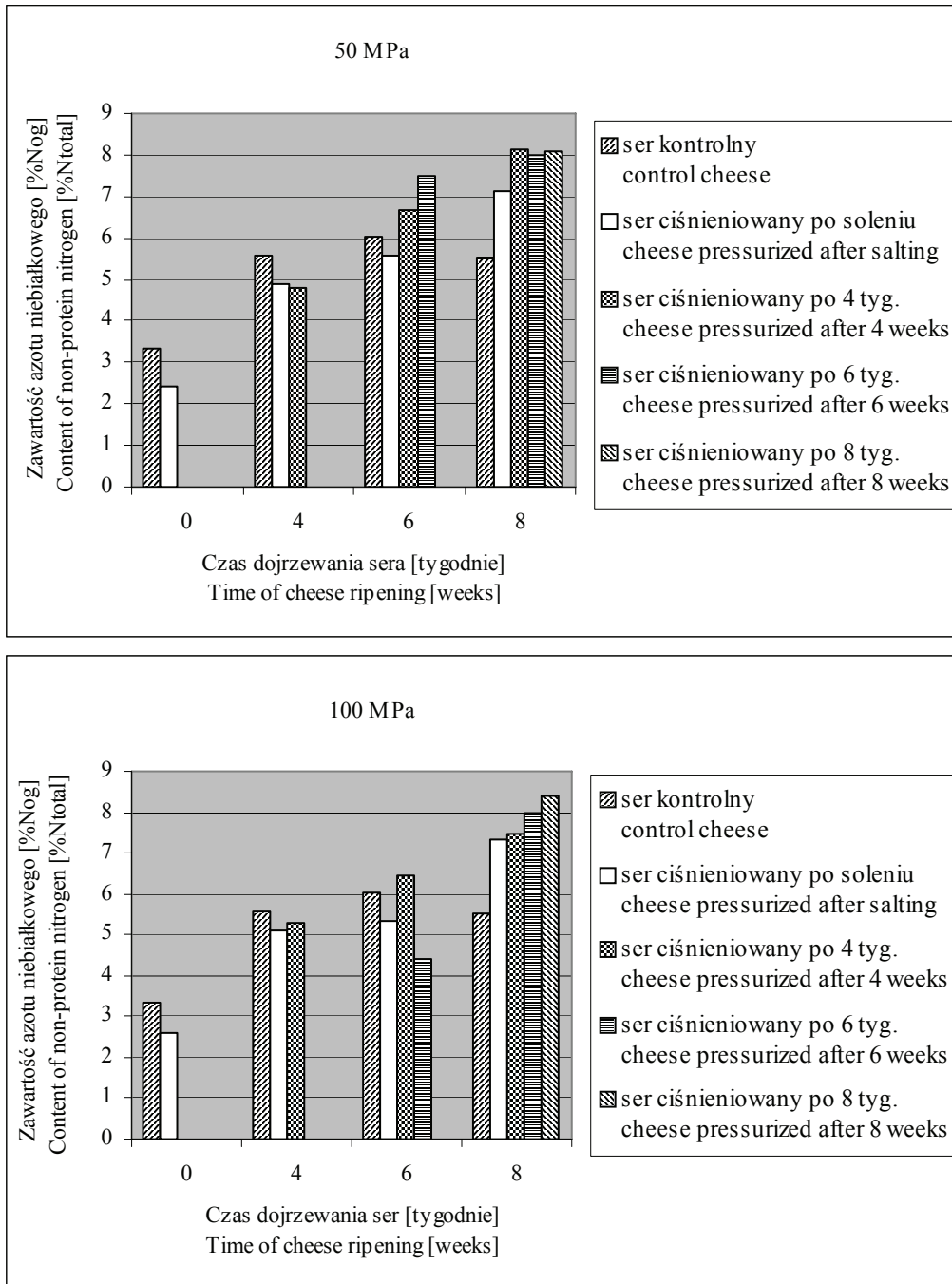
Chemical analysis of cheese.

Ser The cheese	Czas dojrzewania [tygodnie] Time of ripening [weeks]	Kwasowość czynna [pH] Acidity [pH]	Zawartość wody [%] Water content [%]	Zawartość N _{og} [%] N Total content [%]
kontrolny control	po soleniu after salting	5,34	41,50	4,21
	4	5,49	40,93	4,26
	6	5,53	39,45	4,17
	8	5,52	40,41	4,29
ciśnieniowany w 50 MPa pressurized at 50 MPa	Ser ciśnieniowany po soleniu Cheese pressurized after salting			
	po soleniu after salting	5,31	40,01	4,31
	4	5,53	39,36	4,43
	6	5,54	39,82	4,43
	8	5,52	39,15	4,15
	Ser ciśnieniowany po 4 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 4 weeks ripening			
	4	5,49	40,04	4,35
	6	5,52	39,68	4,20
	8	5,57	39,84	4,18
	Ser ciśnieniowany po 6 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 6 weeks ripening			
	6	5,56	40,56	4,18
	8	5,55	40,21	4,23
	Ser ciśnieniowany po 8 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 8 weeks ripening			
	8	5,54	40,96	4,19
ciśnieniowany w 100 MPa pressurized at 100 MPa	Ser ciśnieniowany po soleniu Cheese pressurized after salting			
	po soleniu after salting	5,34	39,95	4,33
	4	5,53	39,76	4,38
	6	5,52	39,58	4,29
	8	5,52	40,46	4,43
	Ser ciśnieniowany po 4 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 4 weeks ripening			
	4	5,48	40,30	4,26
	6	5,52	40,50	4,26
	8	5,52	40,37	4,28
	Ser ciśnieniowany po 6 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 6 weeks ripening			
	6	5,54	39,96	4,32
	8	5,54	40,79	4,33
	Ser ciśnieniowany po 8 tygodniach dojrzewania Cheese pressurized after 8 weeks ripening			
	8	5,57	39,97	4,14

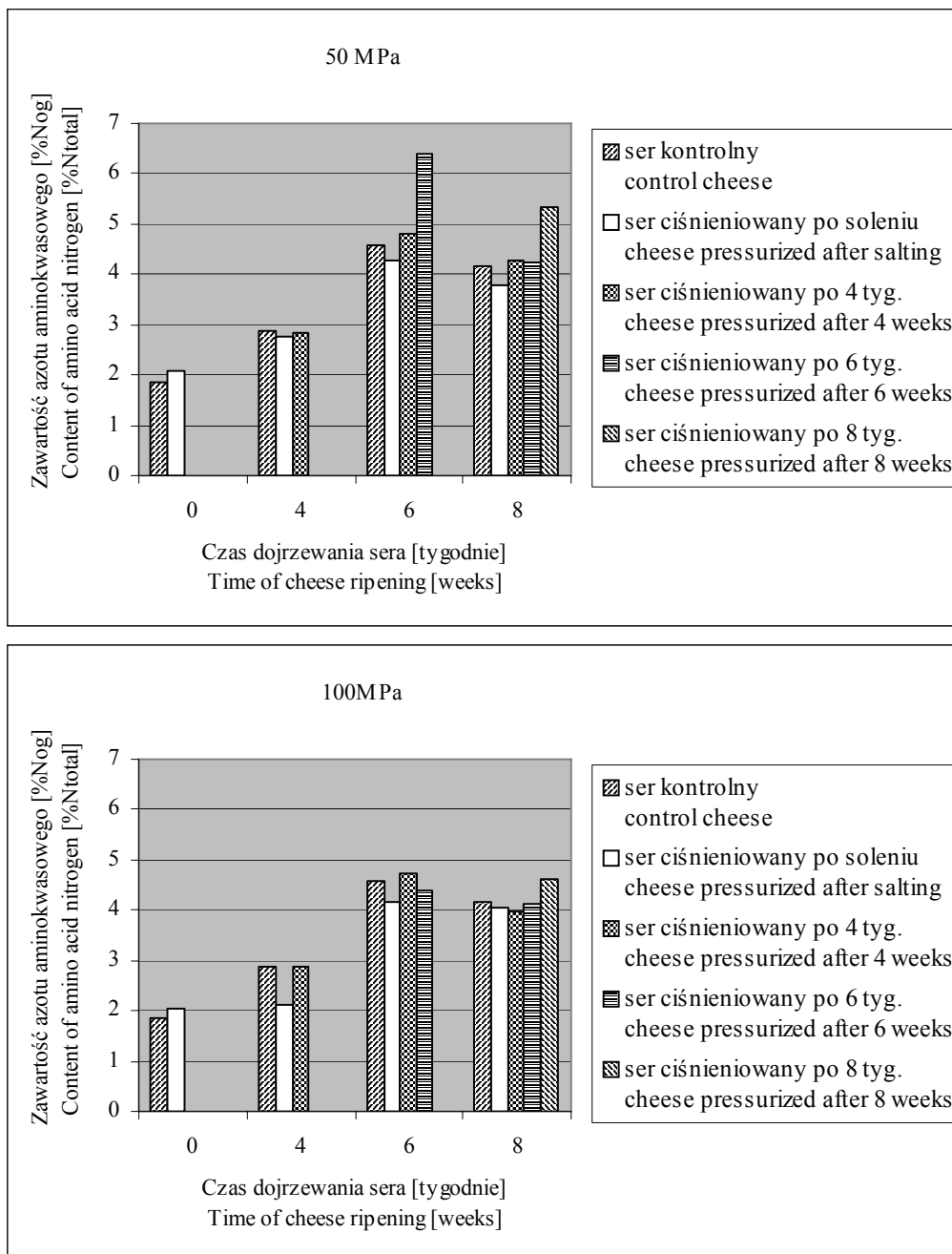


Rys. 1. Wpływ wysokiego ciśnienia na zawartość azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6 w serach edamskich.

Fig. 1. Effect of high pressure on the content of pH 4.6-soluble nitrogen in Edam cheese samples.



Rys. 2. Wpływ wysokiego ciśnienia na zawartość azotu niebiałkowego w serach edamskich.
Fig. 2. Effect of high pressure on the content of non-protein nitrogen in Edam cheese samples.



Rys. 3. Wpływ wysokiego ciśnienia na zawartość azotu aminokwasowego w serach edamskich.
 Fig. 3. Effect of high pressure on the content of amino acid nitrogen in Edam cheese samples.

4,6 była znacznie większa. Kołakowski i wsp. [3] także uzyskali wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w pH 4,6 w ciśnieniowanym (50 MPa/4 h) serze camembert. Natomiast wysokociśnieniowa obróbka sera gouda w 50 MPa i 225 MPa/4 h, w przeciwieństwie do ciśnieniowania w 400 MPa, nie spowodowała wzrostu zawartości omawianej formy azotu [4]. O'Reilly i wsp. [10] dowiedli, że po ciśnieniowaniu sera cheddar w 50 MPa/72 h/25°C zawartość w nim azotu rozpuszczalnego w pH 4,6 była większa niż w serze kontrolnym, jednak w miarę procesu dojrzewania różnice te ulegały zmniejszeniu.

Zawartość azotu niebiałkowego w serach po soleniu poddanych ciśnieniu 50 MPa i 100 MPa zmniejszyła się, jednak w miarę dojrzewania sera wzrosła (rys. 2). Obserwowane zmniejszenie zawartości azotu niebiałkowego w serach może być wynikiem wzmożonego przenikania do wnętrza komórek bakteryjnych krótkołańcuchowych peptydów i aminokwasów, co również stwierdzili inni badacze [11]. W serach ciśnieniowanych w trakcie dojrzewania, po 8 tygodniach składowania, zawartość azotu niebiałkowego była znacznie większa niż w serze kontrolnym. Przykładowo zawartość azotu niebiałkowego w serze ciśnieniowanym w 50 MPa wynosiła 8,07% N_{og}, w 100 MPa - 8,40% N_{og}, a w serze kontrolnym 5,54% N_{og}. Również Kołakowski i wsp. [3] wykazali wzrost zawartości azotu niebiałkowego w serze camembert poddanym ciśnieniu 50 MPa/4 h.

Podobnie, jak w badaniach Saldo i wsp. [12], nie stwierdzono wpływu ciśnienia 50 MPa i 100 MPa na zawartość azotu aminokwasowego w serach, bez względu na okres dojrzewania, w którym sery były poddane ciśnieniowaniu (rys. 3).

Analizując wpływ ciśnienia na aktywność enzymów proteolitycznych zaobserwowano, że ciśnieniowanie sera po soleniu w 50 MPa zwiększało aktywność enzymów w miarę przedłużania czasu dojrzewania sera. Wysokociśnieniowa obróbka sera o różnym stopniu dojrzałości, w porównaniu z serem kontrolnym, obniżała aktywność enzymów. W serach poddanych działaniu 100 MPa aktywność proteolityczna enzymów była niższa od aktywności enzymów w produkcie kontrolnym (tab. 2). Wysoka aktywność proteolityczna ekstraktu z sera po soleniu wyrażona w jednostkach aktywności wg Westhoff jest najprawdopodobniej wynikiem aktywności proteolitycznej preparatu koagulującego i aktywności enzymów rodzimych bakterii mlekowych, których największa liczba jest w początkowym okresie dojrzewania.

Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej stwierdzono, że sery ciśnieniowane w 50 MPa i 100 MPa, bez względu na okres dojrzewania, w którym poddano je obróbce wysokociśnieniowej, miały smak i zapach łagodny, typowy dla sera edamskiego, a ich konsystencja była bardziej elastyczna niż serów kontrolnych, co potwierdzają badania innych autorów [7, 11]. Oceniający podkreślili, że smak i zapach serów ciśnieniowanych po 6 i 8 tygodniach dojrzewania był bardziej intensywny.

Wnioski

1. We wszystkich badanych serach zawartość wody odpowiadała wartościom normatywnym.
2. Wysokociśnieniowa obróbka sera nieznacznie wpłynęła na kwasowość czynną serów (pH).
3. Zmiany zawartości badanych form związków azotowych tj. azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6, niebiałkowego i aminokwasowego w serach poddanych obróbce wysokociśnieniowej oraz kontrolnych świadczyły o prawidłowym przebiegu procesu ich dojrzewania.
4. Okociśnieniowa obróbka sera w 50 MPa i 100 MPa spowodowała, w porównaniu z serem kontrolnym, wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w środowisku o pH 4,6 i niebiałkowego, co świadczy o przyspieszeniu procesu dojrzewania, jednak nie miała wpływu na zawartość azotu aminokwasowego.
5. Okociśnieniowa obróbka sera w 50 MPa zwiększała aktywność enzymów proteolitycznych w serze.
6. Na intensywność proteolizy w serach miał wpływ stopień dojrzałości sera poddanego obróbce wysokociśnieniowej.
7. Ocena sensoryczna potwierdziła wyższą jakość serów poddanych obróbce wysokociśnieniowej, w porównaniu z serami kontrolnymi, a cechą szczególnie wyróżniającą była bardziej elastyczna konsystencja.
8. Potwierdzono, że obróbka wysokociśnieniowa sera może mieć praktyczne znaczenie w technologii serowarstwa.

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych w latach 2003-2006 jako projekt badawczy.

Literatura


- [1] Anson M.L.: The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J. Gen. Physiol.*, 1938, **22**, 79-81.
- [2] Johnston D.E., Darcy P.C.: The effect of high pressure treatment on immature mozzarella cheese. *Milchwissenschaft*, 2000, **55**, 617-620.
- [3] Kołakowski P., Rejs A., Babuchowski A.: Characteristics of pressurized ripened cheeses. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **3**, 473-482.
- [4] Messens W., Dewettinck K., van Camp J., Huyghebaert A.: High pressure brining of gouda cheese and its effect on the cheese serum. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1998, **31**, 552-558.
- [5] Messens W., Estepar-Garcia J., Dewettinck K., Huyghebaert A.: Proteolysis of high pressure-treated gouda cheese. *Int. Dairy J.*, 1999, **9**, 775-782.
- [6] Messens W., Foubert I., Dewettinck K., Huyghebaert A.: Proteolysis of high-pressure-treated smear-ripened cheese. *Milchwissenschaft*, 2000, **55**, 328-332.

- [7] Messens W., van de Walle D., Arevalo J., Dewettinck K., Huyghebaert A.: Rheological properties of high-pressure-treated gouda cheese. *Int. Dairy J.*, 2000, **10**, 359-367.
- [8] Messens W., Foubert I., Dewettinck K., Huyghebaert A.: Proteolysis of a high-pressure-treated mould-ripened cheese. *Milchwissenschaft*, 2001, **56**, 201-203.
- [9] Official methods of analysis AOAC 15th edition. 1990.
- [10] O'Reilly C.E., O'Connor P.M., Murphy P.M., Kelly A.L., Beresford T.P.: The effect of exposure to pressure of 50 MPa on cheddar cheese ripening. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2000, **1**, 109-117.
- [11] Saldo J., Sendra E., Guamis B.: High hydrostatic pressure for accelerating ripening of goat's milk cheese: proteolysis and texture. *J. Food Sci.*, 2000, **4**, 636-639.
- [12] Saldo J., McSweeney P.L.H., Sendra A.L., Guamis B.: Proteolysis in caprine milk cheese treated by high pressure to accelerate cheese ripening. *Int. Dairy J.*, 2002, **12**, 35-44.
- [13] Schober R., Niclaus W., Christ W.: Anwendung der „Finger-Abdruck-Methode“ auf die kennzeichnung von käsesorten durch ihre proteolytischen inhaltsstoffe. *Milchwissenschaft*, 1961, **16**, 140-148.
- [14] Sendra E., Saldo J., Capellas M., Guamis B.: Decrease of free amino acids in high-pressure treated cheese. *High Pressure Res.*, 2000, **19**, 33-36.
- [15] Sode-Mogensen T.: Determination of the degree of proteolytic decomposition in cheese with special reference to the formal titration. *Meddelande. 21, Fran. Stans Majesiforsh.Alnarp-Akarp*, 1948.
- [16] Stadhouders I.: De eiwhydrolyse tijdens de kaasrijping. De enzymen die het eiwit in kaas hydrolyseren. *Ned. Melk. Zuiveltijdschr.*, 1960, **142**, 82.
- [17] Westhoff D.C., Cowman R.A., Speck M.L.: Isolation and partial characterization of a particulate proteinase from a slow acid producing mutant of *Streptococcus lactis*. *J. Dairy Sci.*, 1971, **54**, 1253-1258.
- [18] Yokoyama H., Sawamura N., Motobaya-shi N., USA Patent US005 180 59 6A, 1993.
- [19] Zbiór norm zakładowych – mleko i przetwory mleczarskie: Oficyna wydawnicza „Hoża” Warszawa, 1993.

EFFECT OF HIGH PRESSURES ON THE PROCESS OF HOLLAND TYPE CHEESE RIPENING

S u m m a r y

Samples of Edam cheese directly after salting and Edam cheese after 4, 6, 8 weeks of ripening were subjected to pressurization at a pressure of 50 MPa and 100 MPa for 30 min at temp 18±2 °C. Both the pressurized and the control cheese samples were analysed directly after salting and after 4, 6, 8 weeks of ripening. Based on a chemical analysis, the ripening process was regular in pressurized and control cheeses. The pressurization had an effect on the acceleration of the cheese ripening process, which was exhibited by an increase in the content of the pH 4.6-soluble and non-protein nitrogen in comparison to the control cheese. The pressurization did not influence the amino acid nitrogen content. In comparison to the control cheese the process of pressurization of cheese at 50 MPa after salting caused an increase in the activity of proteolytic enzymes during the ripening period, while pressurization at 100 MPa decreased the activity of these enzymes. Based on a sensory analysis, the quality of pressurized cheese was highly evaluated. The pressurized cheeses had more flexible consistency than the control cheeses.

Key words: high pressure, Edam cheese, proteolysis, cheese ripening 

SŁAWOMIR PIETRZYK, TERESA FORTUNA, MAGDALENA SOWA

WPLYW KATALIZATORÓW NA EFEKTYWNOŚĆ PROCESU UTLENIANIA SKROBI I JEJ WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE

Streszczenie

Skrobie: ziemniaczaną, kukurydzianą i kukurydzianą woskową poddano reakcji utleniania nadtlakiem wodoru bez i w obecności jonów Cu(II) i Fe(II) jako katalizatorów. Skrobie wyjściowe oraz preparaty modyfikowane przebadano odnośnie zawartości grup karboksylowych, aldehydowych, fosforu całkowitego, amylozy, zdolności wiązania wody i rozpuszczalności w wodzie oraz charakterystyki kleikowania.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że jony Fe(II), użyte jako katalizator w procesie utleniania, spowodowały największy przyrost grup karboksylowych i aldehydowych w użytych skrobiach oraz przyczyniły się do znacznego zmniejszenia (ok. 60%) zawartości amylozy. Najbardziej podatna na zastosowane warunki utleniania, bez względu na zastosowane katalizatory, była skrobia ziemniaczana. Największy ubytek fosforu stwierdzono w skrobi ziemniaczanej utlenionej w obecności katalizatorów (ok. 30%). W temp. 80°C użyte katalizatory całkowicie rozpuściły skrobię ziemniaczaną oraz zwiększyły rozpuszczalność pozostałych skrobi. Zastosowane warunki modyfikacji skrobi z użyciem katalizatorów znacznie obniżyły wyznaczone parametry charakterystyki kleikowania. Utlenianie skrobi nadtlakiem wodoru w obecności jonów Cu(II), jako katalizatora, przyczyniło się do stabilności termicznej uzyskanych kleików w całym zakresie kleikowania.

Słowa kluczowe: skrobia, utlenianie, katalizatory, właściwości fizykochemiczne

Wstęp

Skrobia naturalna jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych zagęstników stosowanych w produkcji żywności. Ma ona jednak ograniczone zastosowanie i często uniemożliwia otrzymanie określonych produktów gotowych. Celem modyfikacji jest dostosowanie właściwości skrobi do warunków procesów technologicznych, aby w ten sposób zapewnić powstawanie określonej postaci lub konsystencji produktu oraz dobrej trwałości i stabilności wyrobu podczas przechowywania [19].

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod modyfikacji skrobi, oprócz hydrolizy, jest utlenianie. Polega ono na wytworzeniu w skrobi grup karboksylowych

i/lub aldehydowych. Liczba tych grup uzależniona jest od rodzaju zastosowanego czynnika utleniającego, warunków reakcji, jak również od pochodzenia botanicznego skrobi [6, 13, 16].

Liczba nowo wytworzonych grup karboksylowych i/lub aldehydowych, jak również proces depolimeryzacji zwykle towarzyszący procesowi utleniania, wpływają zasadniczo na właściwości fizykochemiczne powstałych modyfikatów [4, 5, 25, 29].

W trakcie procesu utleniania coraz częściej stosowane są związki, które spełniają rolę katalizatorów, zwiększając efektywność reakcji. Kato i wsp. [12] oraz Kweon i wsp. [14] modyfikowali skrobię chloranem(I) sodu z 2,2,6,6-tetrametylo-piperodynylo-1-oksyłowymi rodnikami (TEMPO) w obecności NaBr, natomiast Hebeish i wsp. [8] chloranem(III) w obecności formaldehydu.

Rolę katalizatorów spełniają również jony metali. Najczęściej wykorzystywanymi w trakcie procesu utleniania skrobi powietrzem lub nadtlenkiem wodoru są jony metali: Cu(II), Fe(II), V(V), W(VI) [1, 3, 7, 17, 21]

Do celów spożywczych w Polsce dopuszczone zostały tylko skrobie utlenione za pomocą chloranu(I) sodu i oznaczone symbolem E 1404 [27]. Nadal jednak prowadzone są badania nad zastosowaniem innych substancji modyfikujących, które nie będą miały szkodliwego wpływu na zdrowie konsumenta, a skutecznie podniosą wartość funkcjonalną i technologiczną skrobi utlenionej jako dodatku do produktów spożywczych.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatku jonów Cu(II) i Fe(II) (jako katalizatorów) na efektywność procesu utleniania nadtlenkiem wodoru skrobi różnego pochodzenia i porównanie właściwości fizykochemicznych uzyskanych modyfikatów.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły skrobie różnego pochodzenia tj. skrobia ziemniaczana „Superior” wyprodukowana w ZPZ Niechlów oraz skrobia kukurydziana i kukurydziana woskowa (National Starch & Chemical).

Wyżej wymienione skrobie poddano oddzielnie procesowi utleniania nadtlenkiem wodoru bez i z dodatkiem jonów Cu(II) ($0,016 \text{ M/dm}^3$) i jonów Fe(II) ($0,018 \text{ M/dm}^3$) zgodnie z metodą Parovuori i wsp. [21]. Odważano 100 g skrobi, a następnie dodawano wody destylowanej w takiej ilości, aby otrzymać 42% zawiesinę skrobi. Mieszaninę ogrzewano w temp. 40°C przez 15 min. Następnie do mieszaniny reakcyjnej dodawano kroplami 30% roztwór H_2O_2 (cz.d.a., POCh) tak, aby jego końcowe stężenie wynosiło 2 g/100 g s.m. skrobi. Mieszaninę termostatowano jeszcze przez 60 min.

Skrobie modyfikowane przemywano, suszono i rozdrabniano, a następnie przesiewano.

W skrobiach wyjściowych i utlenionych oznaczano zawartość: grup karboksylowych zgodnie z normą ISO 11214 [10]; grup aldehydowych wg Potze'a [22]; amylozy metodą spektrofotometryczną z jodem [18]. Pomiary absorbancji wykonywano przy długości fali $\lambda = 635$ nm, używając spektrofotometru Specord M 42 (Carl Zeiss, Niemcy); fosforu całkowitego metodą spektrofotometryczną zgodnie z normą ISO 3946 [11]. Oznaczano także zdolność wiązania wody i rozpuszczalność w wodzie w temp. 60 i 80°C zmodyfikowaną metodą Leacha [26] oraz charakterystykę kleikowania wodnych dyspersji skrobiowych w wiskozymetrze rotacyjnym Rheotest 2 przy stężeniu 7,2 g/100 g (z wyjątkiem suspensji skrobi ziemniaczanej, gdzie stężenie wynosiło 3,2 g/100 g). Próbkę ogrzewano przy ciągłym mieszaniu z szybkością 27 obr./min od temp. 50 do 96°C, następnie przetrzymywano w tej temp. przez 20 min, z kolei chłodzono do 50°C i przetrzymywano przez 10 min. Programowany wzrost i spadek temp. wynosił 1,5°C/min. Wartości lepkości i temperatury odczytywano w następujących punktach charakterystyki kleikowania: temperatura kleikowania (T_k) [°C], maksimum lepkości (η_{max}) [mPa·s], temperatura przy maksimum lepkości (t_{max}) [°C], lepkość w temp. 96°C ($\eta_{96^\circ C}$) [mPa·s], lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96°C ($\eta_{96^\circ C/20}$) [mPa·s], lepkość po ochłodzeniu w temp. 50°C ($\eta_{50^\circ C}$) [mPa·s], lepkość po 10 min przetrzymywania w temp. 50°C ($\eta_{50^\circ C/10}$) [mPa·s] [30].

W celu określenia istotności różnic pod względem zawartości grup karboksylowych, aldehydowych, fosforu całkowitego, amylozy oraz rozpuszczalności i zdolności wiązania wody zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji i test Duncana.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki dotyczące przyrostu grup karboksylowych i aldehydowych w skrobiach różnego pochodzenia. Użyte katalizatory w procesie utleniania skrobi nadtlakiem wodoru spowodowały większy przyrost zarówno grup karboksylowych, jak i aldehydowych, co świadczy o efektywniejszym przebiegu samego procesu utleniania. Jedynie w skrobi ziemniaczanej i kukurydzianej woskowej jony Fe(II) spowodowały mniejszy przyrost grup aldehydowych w porównaniu ze skrobią utlenioną bez katalizatorów. Efektywniejszym katalizatorem w reakcji utleniania skrobi okazały się jony Fe(II) niż jony Cu(II), które spowodowały większy przyrost grup karboksylowych i aldehydowych. Achremowicz i wsp. [1] również stwierdzili w swoich badaniach wpływ jonów Cu(II), w skrobi utlenionej powietrzem, na zwiększenie wytworzenia grup karboksylowych i aldehydowych. Wymienieni autorzy stwierdzili powstanie na powierzchni ziaren skrobi kompleksu karboksylanu miedzi, jak również miedź zaabsorbowaną na powierzchni. Odmiennie wyniki niż w prezentowanej pracy otrzymali Paurovori i wsp. [21], w badaniach których jony Cu(II) okazały się lepszym katalizatorem niż jony Fe(II) i W(VI). Różnice w uzyskanych wynikach mogą być spowo-

dowane powstaniem karboksylanu miedzi i obecnością zaabsorbowanej miedzi na powierzchni ziaren skrobi, a to może zakłócać wyniki oznaczania grup karboksylowych i aldehydowych metodami użytymi przez Paurovoriego i wsp. [21].

Tabela 1

Zawartość grup karboksylowych i aldehydowych w skrobiach utlenionych.
Content of carboxyl and aldehyde groups in oxidised starches.

Skrobia Starch	Zawartość grup karboksylowych w skrobiach utlenionych [%] Content of carboxyl groups in starches oxidised with [%]			Zawartość grup aldehydowych w skrobiach utlenionych [g CHO/100g s.m.] Content of aldehyde groups in starches oxidised with [g CHO/100 g d.m.]		
	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)	H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)
Ziemniaczana Potato	0,03	0,22	0,59	0,21	0,14	0,87
Kukurydziana Maize	0,01 ^a	0,08	0,32	0,10	0,31	0,76
Kukurydziana woskowa Waxy maize	0,01 ^a	0,05	0,41	0,13	0,04	0,75

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Małymi literami oznaczono wartości średnie nieróżniące się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$.
The same small letters indicate mean values that are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

Stosunek zawartości grup COOH/CHO w skrobi utlenionej chloranem(I) sodu wynosi przeważnie powyżej jeden, odmiennie niż jest to w skrobiach utlenionych nadlenkiem wodoru, w których wynosi poniżej jeden [13, 21, 31]. W powyższych badaniach zostało to potwierdzone. Jedynie jony Cu(II) w skrobi ziemniaczanej i kukurydzianej woskowej spowodowały większe wytworzenie grup COOH niż CHO, co jest związane ze stopniem utlenienia skrobi. Katalizatorem, który również zwiększa ilość wytwarzanych grup karbonylowych kosztem grup karboksylowych jest V(V), co w procesie utleniania skrobi powietrzem stwierdzili Hermon i wsp [7], a później potwierdzili Bala-Piasek i Tomasiak [3].

Spośród użytych skrobi największą podatność na proces utleniania, bez względu na zastosowane katalizatory, wykazała skrobia ziemniaczana, w której przyrost grup COOH i CHO był największy. W pozostałych skrobiach zawartość tych grup była mniejsza, lecz na poziomie zbliżonym do siebie. W obecności jonów Cu(II) jedynie skrobia kukurydziana utleniona charakteryzowała się największą ilością grup aldehydowych.

Jest to potwierdzeniem wcześniejszych badań autorów [24], jak również i innych badaczy [13], że skrobia ziemniaczana ulega łatwiej modyfikacji chemicznej niż skrobie zbożowe. Związane jest to nie tylko z wielkością, ale również z samą budową anatomiczną ziarna skrobi [15, 16]. Tak więc oprócz zastosowanych w modyfikacji katalizatorów również pochodzenie botaniczne wpłynęło na efektywność utleniania.

Tabela 2

Zawartość fosforu całkowitego i amylozy w skrobi przed i po utlenieniu.
Content of total phosphorus and amylose in starch before and after oxidation.

Skrobia Starch	Zawartość fosforu całkowitego w skrobiach [mg P/100 g s.m.] Content of total phosphorus in starches [mg P/100 g d.m.]				Zawartość amylozy w skrobiach [g/100 g s.m.] Content of amylose in starches [g/100 g d.m.]			
	naturalnych native	utlenionych oxidised with			naturalnych native	utlenionych oxidised with		
		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)
Ziemniaczana Potato	49,7	41,1	35,6	36,1	30,1	23,3	23,8	12,3 ^a
Kukurydziana Maize	13,3	9,2	8,9	8,7	22,4 ^b	22,1 ^b	19,6	12,4 ^a
Kukurydziana woskowa Waxy maize	7,0	6,1	5,5	6,8	*	*	*	*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Małymi literami oznaczono wartości średnie nieróżniące się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$.

The same small letters indicate mean values that are not significantly different at $\alpha=0.05$.

* - skrobia woskowa/ starch waxy

W skrobiach naturalnych zawartość fosforu całkowitego (tab. 2) wahała się od 7,0 mg P/100 g s.m. w skrobi kukurydzianej woskowej do 49,7 mg P/100 g s.m. w skrobi ziemniaczanej. Są to niższe wartości niż podawane w literaturze [28]. Spowodowane może to być ograniczeniami w stosowaniu nawozów sztucznych w gospodarstwach rolnych. Zawartość fosforu całkowitego w otrzymanych skrobiach utlenionych (tab. 2) była mniejsza w porównaniu ze skrobiami wyjściowymi, co zgodne jest z wcześniejszymi wynikami autorów [5, 6]. Zmniejszenie zawartości fosforu w skrobiach utlenionych w stosunku do skrobi naturalnych jest związane z uwalnianiem się go podczas modyfikacji, a następnie wymywaniem w trakcie otrzymywania modyfikatorów skrobiowych. Podobnie, jak we wcześniejszych badaniach [5, 6], zaobserwowano większe zmniejszenie zawartości fosforu w przypadku skrobi ziemniaczanej w porównaniu ze skrobią kukurydzianą i kukurydzianą woskową. Związane jest to z formą w jakiej fos-

for występuje w skrobi ziemniaczanej w porównaniu ze skrobiami zbożowymi [9, 28]. Obecność jonów Cu(II) jak i Fe(II) jako katalizatorów w procesie modyfikacji zwiększyła dodatkowo uwolnienie się fosforu ze skrobi ziemniaczanej. Wynika z tego, że w skrobi ziemniaczanej, gdzie fosfor występuje w postaci kwasu ortofosforowego(V), katalizatory te mają duży wpływ na uwalnianie się i łatwiejsze wymywanie go podczas procesu przemywania.

W skrobi ziemniaczanej wszystkie modyfikacje wpłynęły znacząco na zmniejszenie zawartości amylozy (tab. 2), natomiast w skrobi kukurydzianej jedynie proces utleniania w obecności jonów Fe(II). Zarówno w skrobi ziemniaczanej, jak i kukurydzianej, obecność katalizatora Fe(II) spowodowała efektywniejszy proces utleniania w porównaniu z pozostałymi modyfikacjami i przyczyniła się znacząco do zmniejszenia zawartości amylozy w otrzymanych skrobiach. Zmniejszenie zawartości amylozy spowodowane jest procesem depolimeryzacji, który zachodzi równocześnie z procesem utleniania; im jest on intensywniejszy, tym depolimeryzacja amylozy jest większa [2, 4, 25].

Tabela 3

Zdolność wiązania wody przez skrobię przed i po utlenieniu.
Water binding capacity of starch before and after oxidation.

Skrobia Starch	Zdolność wiązania wody przez skrobię [g/g s.m.] Water binding capacity of starch [g/g d.m.]							
	temp. 60°C				temp. 80°C			
	naturalne native	utlenione oxidised with			naturalne native	utlenione oxidised with		
		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ (Cu ²⁺)	H ₂ O ₂ Cu(II)
Ziemniaczana Potato	1,9 ^{ac}	1,7 ^a	3,2	0,7 ^d	42,6	25,5	-	-
Kukurydziana Maize	0,9 ^d	1,6 ^{ab}	1,4 ^b	4,22	6,5	7,7	12,3	14,2
Kukurydziana woskowa Waxy maize	1,3 ^b	2,0 ^c	2,9	2,0 ^c	23,6	28,6	6,0	15,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Małymi literami oznaczono wartości średnie nieróżniące się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$.

The same small letters indicate mean values that are not significantly different at $\alpha = 0.05$.

-- preparat całkowicie się rozpuścił / preparation was completely dissolved.

Zdolność wiązania wody w temp. 60°C uzyskanych skrobi utlenionych (tab. 3) nie wpłynęła znacząco na zmianę tej wartości w porównaniu ze skrobiami wyjściowymi.

W temp. 80°C (tab. 3), przeprowadzone procesy utleniania skrobi ziemniaczanej w obecności katalizatorów spowodowały jej całkowite rozpuszczenie. Utlenienie samym nadtlakiem wodoru zmniejszyło zdolność wiązania wody przez skrobię ziemniaczaną. W pozostałych skrobiach wartość tego parametru znacząco się nie zmieniła, z wyjątkiem skrobi kukurydzianej woskowej modyfikowanej w obecności jonów Cu(II), w przypadku której wartość ta zmniejszyła się z 23,6 g/g s.m. do wartości 6,0 g/g s.m.

W temp 60°C rozpuszczalność użytych skrobi (tab. 4) wzrosła w wyniku zastosowania wszystkich modyfikacji. Jedynie w skrobi kukurydzianej sam nadtlak wodoru, jak i w obecności jonów Cu(II), spowodował obniżenie tego parametru. Największą rozpuszczalnością w temp. 60°C charakteryzowały się skrobie utlenione w obecności jonów Fe(II).

Tabela 4

Rozpuszczalność w wodzie skrobi przed i po utlenieniu.
Solubility in water of starch before and after oxidation.

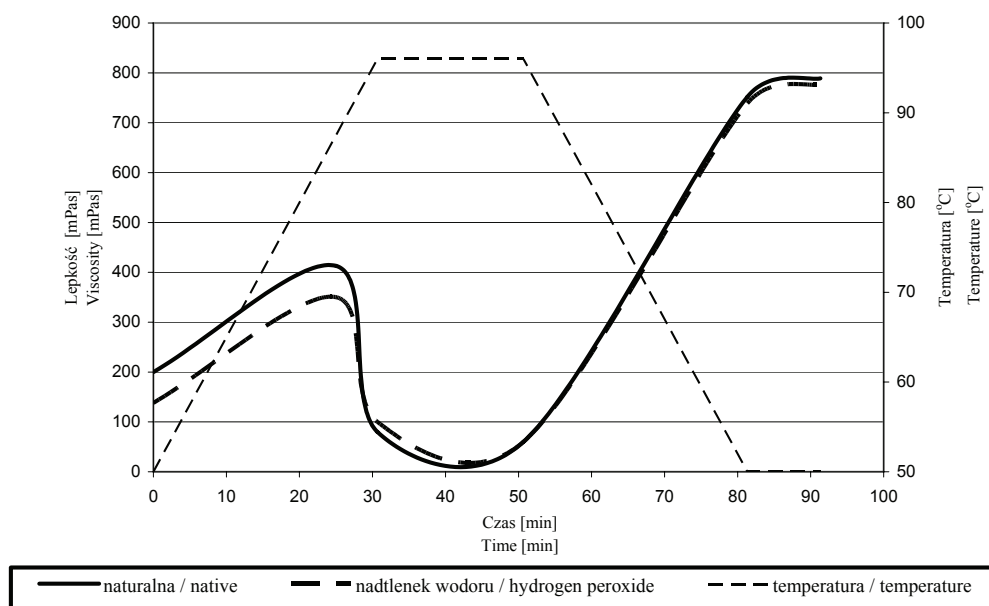
Skrobia Starch	Rozpuszczalność skrobi w wodzie [%] Solubility in water of starch [%]							
	temp. 60°C				temp. 80°C			
	naturalnych native	utlenionych oxidised with			naturalnych native	utlenionych oxidised with		
		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)		H ₂ O ₂	H ₂ O ₂ Cu(II)	H ₂ O ₂ Fe(II)
Ziemniaczana Potato	1,4 ^a	2,7	10,7	56,1	24,4	15,8	100	100
Kukurydziana Maize	10,0	1,3 ^a	1,4 ^a	30,4	5,2 ^a	5,5 ^a	30,2	71,5
Kukurydziana woskowa Waxy maize	1,2 ^a	4,8	21,7	91,5	3,1	8,9	95,9	98,0

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

Natomiast w temp. 80°C (tab. 4) zastosowane katalizatory w procesie utleniania zwiększyły rozpuszczalność wszystkich użytych skrobi. Nastąpiło całkowite rozpuszczenie skrobi ziemniaczanej, a rozpuszczenie skrobi kukurydzianej woskowej było bliskie wartości 100%.

Zdolność wiązania wody i rozpuszczalność w wodzie skrobi uzależnione jest od masy cząsteczkowej skrobi [9], która ulega zmniejszeniu w wyniku depolimeryzacji łańcuchów w trakcie procesów utleniania. Również obecność nowo wytworzonych grup karboksylowych powoduje łatwiejsze i większe wnikanie wody do wnętrza ziarna

[29]. Wynika z tego, że skrobie utlenione powinny wiązać mniej wody i łatwiej ulegać rozpuszczeniu w niej. Autio i wsp. [2], Wang i Wang [29], Forsell i wsp. [4] w swoich badaniach stwierdzili zmniejszenie zdolności wiązania wody i wzrost rozpuszczalności wraz ze stopniem utlenienia skrobi. Jednak na wartość tych parametrów większy wpływ ma m.in. zawartość: tłuszczu, białka, amylozy, fosforu, jak również struktura wewnętrzna i zewnętrzna ziarna skrobi [9, 20]. Wszystkie te wartości w trakcie procesu utleniania ulegają zmianie [13, 23, 24, 31]. Dlatego większy wpływ na wartość tych parametrów ma pochodzenie botaniczne skrobi niż sam proces zachodzącej depolimeryzacji i obecność nowo powstałych grup karboksylowych. Dodatkowo Achremowicz i wsp. [1] stwierdzają, że w trakcie procesu utleniania skrobi w obecności katalizatorów mogą powstawać kompleksy skrobi z jonami metali, które przeszkadzają w wiązaniu wody i rozpuszczalności powstałych skrobi utlenionych.



Rys. 1. Charakterystyka kleikowania skrobi ziemniaczanej przed i po utlenieniu.

Fig. 1. Pasting characteristics of potato starch before and after oxidation.

Zastosowane metody utleniania tak obniżyły lepkość skrobi ziemniaczanej (tab. 5), że wartość tego parametru była poniżej zakresu pomiaru aparatu. Jedynie utlenianie skrobi ziemniaczanej samym nadtlenkiem wodoru pozwoliło na wyznaczenie parametrów charakterystyki kleikowania. Modyfikacja podniosła temperaturę kleikowania (T_k) i obniżyła lepkość maksymalną (η_{max}) uzyskanej skrobi modyfikowanej. Pozostałe parametry nie zmieniły się znacząco. Proces utleniania (rys. 1) nie wpłynął istotnie na

przebieg całego procesu kleikowania, jedynie obniżając lepkość kleiku w trakcie ogrzewania do temp. 96°C.

Tabela 5

Charakterystyka kleikowania skrobi przed i po utlenieniu.
Pasting characteristics of starch before and after oxidation.

Skrobia Starch	Utleniona Oxidised with	T_k [°C]	η_{max} [mPa·s]	T_{max} [°C]	$\eta_{96°C}$ [mPa·s]	$\eta_{96/20}$ [mPa·s]	$\eta_{50°C}$ [mPa·s]	$\eta_{50/10}$ [mPa·s]
Ziemniaczana Potato	naturalna native	67	413	77,5	38	50	752	789
	H ₂ O ₂	68,5	351	82,5	88	50	739	777
	H ₂ O ₂ Cu(II)	*	*	*	*	*	*	*
	H ₂ O ₂ Fe(II)	*	*	*	*	*	*	*
Kukurydziana Maize	naturalna native	85	702	90,5	38	125	1190	1140
	H ₂ O ₂	81,5	852	89	50	175	1316	1266
	H ₂ O ₂ Cu(II)	73	326	83	188	38	150	163
	H ₂ O ₂ Fe(II)	*	*	*	*	*	*	*
Kukurydziana woskowa Waxy maize	naturalna native	68	2854	74	88	263	2358	1986
	H ₂ O ₂	67,5	1986	73	50	150	1737	1737
	H ₂ O ₂ Cu(II)	68	589	74	13	13	25	25
	H ₂ O ₂ Fe(II)	*	*	*	*	*	*	*

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*- Lepkość poniżej zakresu czułości aparatu / viscosity less than sensitivity viscosimeter

T_k – Temperatura kleikowania / pasting temperature,

η_{max} – lepkość maksymalna / maximum viscosity,

T_{max} – temperatura przy maksymalnej lepkości / temperature of maximum viscosity,

$\eta_{96°C}$ – lepkość w temperaturze 96°C / viscosity at 96°C,

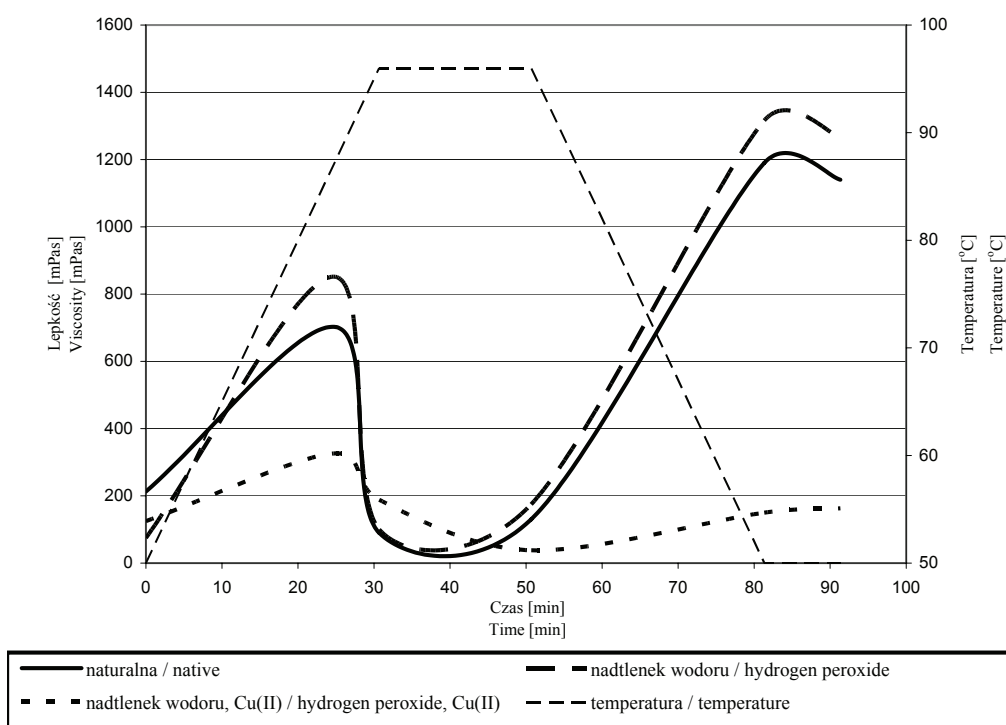
$\eta_{96/20}$ – lepkość po 20 min ogrzewania w temp. 96°C / viscosity after 20 min of heating at 96°C,

$\eta_{50°C}$ – lepkość po ochłodzeniu w temp. 50°C / viscosity after cooling to 50°C,

$\eta_{50/10}$ – lepkość po 10 min przetrzymywania w temp. 50°C / viscosity after 10 min at 50°C.

Zastosowanie modyfikacji skrobi kukurydzianej (tab. 5) z udziałem jonów Fe(II) jako katalizatora nie pozwoliło na wyznaczenie parametrów kleikowania. Modyfikacja skrobi kukurydzianej nadtlakiem wodoru obniżyła temperaturę kleikowania (T_k) i spowodowała wzrost wszystkich wyznaczanych wartości lepkości. Natomiast utlenianie jej w obecności jonów Cu(II) obniżyło temperaturę kleikowania (T_k) i wszystkie wartości lepkości, z wyjątkiem lepkości oznaczanej w temp. 96°C ($\eta_{96°C}$). Jedynie

utlenianie skrobi kukurydzianej w obecności katalizatora znacząco zmieniło lepkość uzyskanego kleiku we wszystkich wyznaczonych punktach, tworząc roztwór koloidalny bardziej stabilny w całym zakresie temperatury (rys. 2).



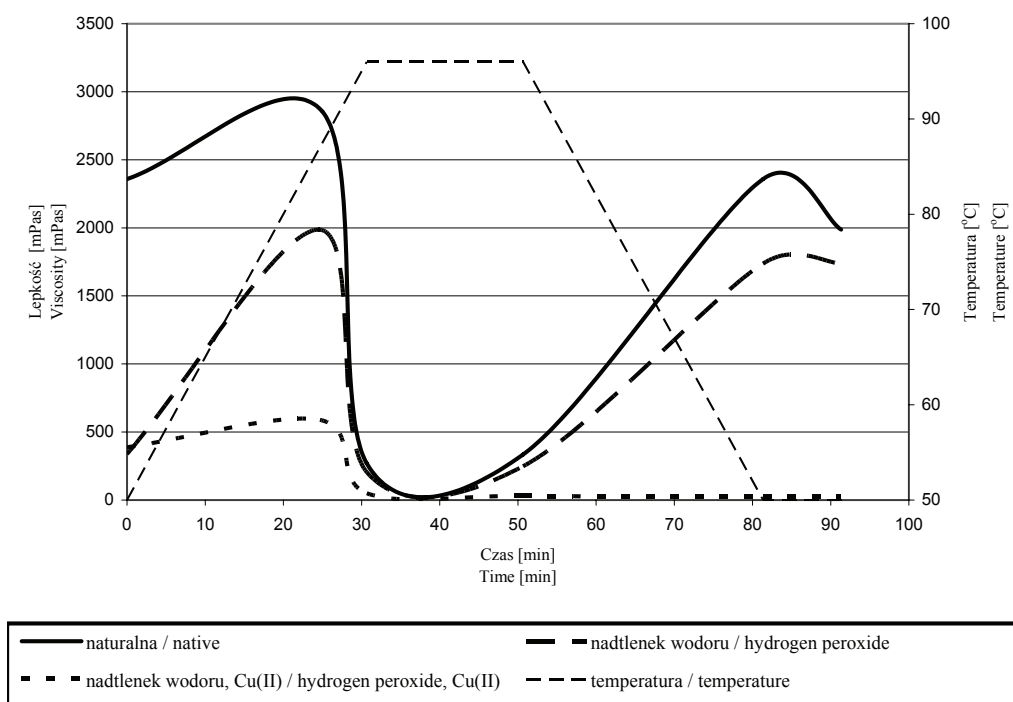
Rys. 2. Charakterystyka kleikowania skrobi kukurydzianej przed i po utlenieniu.

Fig. 2. Pasting characteristics of maize starch before and after oxidation.

Podobnie modyfikacja skrobi kukurydzianej woskowej w obecności jonów Fe(II) (tab. 5) nie pozwoliła na wyznaczenie parametrów kleikowania. Pozostałe modyfikacje tej skrobi nie wpłynęły znacząco lub wcale na zmianę temperatury kleikowania, natomiast spowodowały obniżenie pozostałych wyznaczonych wartości lepkości. Zmniejszenie lepkości skrobi kukurydzianej woskowej utlenianej w obecności jonów Cu(II) było znacznie większe niż bez katalizatora. Obecność katalizatora Cu(II) w trakcie utleniania skrobi kukurydzianej woskowej spowodowało uzyskanie skrobi modyfikowanej dającej roztwór koloidalny bardziej stabilny termicznie (rys. 3).

Uzyskane wyniki potwierdzają dane literaturowe [16, 19], że kleiki otrzymane ze skrobi utlenionych mają niższą temperaturę kleikowania (T_k), mniejszą lepkość oraz są bardziej stabilne termicznie. Podobny wzrost lepkości jaki wystąpił w przypadku skrobi kukurydzianej i wzrost temperatury kleikowania (T_k) w przypadku skrobi ziemnia-

czanej utlenionych samym nadtlenkiem wodoru zaobserwowali również Kuepekton i Wang [13] w skrobiach słabo utlenionych chloranem(I) sodu. Według nich wzrost ten wynika z oddziaływania elektrostatycznego grup karboksylowych, powodując łagodniejszy i większy proces pęcznienia ziaren skrobi. W wyniku tego zjawiska woda ma łatwiejszy dostęp do wnętrza ziarna skrobiowego, powodując wzrost temperatury kleikowania (T_k) i większą lepkość. Również grupy aldehydowe powstałe w wyniku utleniania skrobi mogą tworzyć usieciowane hemiacetale stabilizujące (w większym stopniu niż sama depolimeryzacja) wnikanie wody do wnętrza ziarna skrobi [29].



Rys. 3. Charakterystyka kleikowania skrobi kukurydzianej woskowej przed i po utlenieniu.

Fig. 3. Pasting characteristics of waxy maize starch before and after oxidation.

Wnioski

1. Jony Fe(II) użyte jako katalizator w procesie utleniania skrobi nadtlenkiem wodoru spowodowały największy przyrost grup karboksylowych i aldehydowych w zastosowanych skrobiach oraz przyczyniły się do znacznego zmniejszenia (o ok. 60%) zawartości amylozy w otrzymanych skrobiach.
2. Najbardziej podatna na zastosowane warunki utleniania, bez względu na zastosowane katalizatory, była skrobia ziemniaczana.

3. Wszystkie modyfikacje spowodowały zmniejszenie zawartości fosforu w otrzymanych skrobiach utlenionych. Największy ubytek fosforu stwierdzono w skrobi ziemniaczanej utlenionej z zastosowanymi katalizatorami (o ok. 30%).
4. Wykorzystane katalizatory nie wpłynęły istotnie na zdolność wiązania wody w temp. 60°C, natomiast w temp. 80°C spowodowały całkowite rozpuszczenie skrobi ziemniaczanej, a w pozostałych skrobiach zwiększyły ich rozpuszczalność.
5. Zastosowane warunki modyfikacji skrobi z użyciem katalizatorów znacznie obniżyły wyznaczone parametry charakterystyki kleikowania. Utlenianie skrobi nadtlakiem wodoru w obecności jonów Cu(II) jako katalizatora przyczyniło się do stabilności termicznej uzyskanych roztworów koloidalnych w całym zakresie kleikowania.

Literatura

- [1] Achremowicz B., Gumul D., Bala-Piasek A., Tomasik P., Haberko K.: Air oxidation of potato starch over Cu(II) catalyst. *Carbohydrate Polymers*, 2000, **42**, 45-50.
- [2] Autio K., Suortii T., Hamunen A., Poutanen K.: Heat-induced structural changes of acid-hydrolysed and hypochlorite-oxidized barley starches. *Carbohydrate Polymers*, 1996, **29**, 155-161.
- [3] Bala-Piasek A., Tomasik P.: Air oxidation of potato starch over vanadium (V) catalyst. *Carbohydrate Polymers*, 1999, **38**, 41-45.
- [4] Forsell P., Hamunen A., Autio K., Suorti T., Poutanen K.: Hypochlorite oxidation of barley and potato starch. *Starch/Stärke*, 1995, **47**, 371-377.
- [5] Fortuna T., Pietrzyk S.: Porównanie właściwości fizykochemicznych skrobi utlenionych chloranem(III) sodu i nadtlakiem wodoru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2002, **489**, 401-413.
- [6] Fortuna T., Juszcak L., Pietrzyk S., Wróbel M.: Physico-chemical properties of oxidized starches of different origin. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11/52**, 21-27.
- [7] Harmon R.E., Gupta S.K., Jahnson J.: Air-oxidation of starch using quinquivalent vanadium as catalyst. *Starch/Stärke*, 1971, **4**, 125-128.
- [8] Hebeish A., El-Sisy F., Abdel-Hafiz S.A., Abdel-Rahman A.A., El-Rafie M.H.: Oxidation of maize and rice starches using sodium chlorite along with formaldehyde. *Starch/Stärke*, 1992, **44**, 388-393.
- [9] Hoover R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: review. *Carbohydrate Polymers*, 2001, **45**, 253-267.
- [10] ISO 11214: 1996. Modified Starch – Determination of Carboxyl Group Content of Oxidized Starch.
- [11] ISO 3946: 2000. Skrobia i produkty skrobiowe. Oznaczanie zawartości fosforu.
- [12] Kato Y., Matsuo R., Isogai A.: Oxidation process of water-soluble starch in TEMPO-media system. *Carbohydrate Polymers*, 2003, **51**, 69-75.
- [13] Kuakpetoon D., Wang Y.J.: Characterization of different starches oxidized by hypochlorite. *Starch/Stärke*, 2001, **53**, 211-218.
- [14] Kweon D.K., Choi J.K., Kim E.K., Lim S.T.: Adsorption of divalent metal ions by succinylated and oxidized corn starches. *Carbohydrate Polymers*, 2001, **46**, 171-177.
- [15] Leszczyński W.: Zróżnicowanie właściwości skrobi. *Przem. Spoż.*, 2001, **3**, 38-41
- [16] Lewandowicz G., Mączyński M.: Chemiczna modyfikacja skrobi. Cz. II. Reaktywność skrobi różnych gatunków roślin. *Chemik*, 1990, **3**, 69-71.
- [17] Manelius R., Buleon A., Nurmi K., Bertoft E.: The substitution pattern in cationised and oxidised potato starch granules. *Carbohydrate Research*, 2000, **329**, 621-633.

- [18] Morrison W.R., Laignelet B.: An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.*, 1983, **1**, 9-20.
- [19] Nadison J.: Skrobia modyfikowana rodzaje, właściwości, zastosowanie produktu. *Przem. Spoż.*, 1995, **6**, 209-212.
- [20] Parker S., Ring S.G.: Aspects of the physical chemistry of starch. *J. Cereal Sci.*, 2001, **34**, 1-17.
- [21] Parovuori P., Hamunen A., Forsell P., Autio K., Poutanen K.: Oxidation of potato starch by hydrogen peroxide. *Starch/Stärke*, 1995, **47**, 19-23.
- [22] Potze J., Hiemstra P.: Über den einfluss der reaktionsbedingungen auf die oxydation der kartoffelstärke mit hypochlorit. *Starch/Stärke*, 1963, **15**, 217-225.
- [23] Pietrzyk S.: The changes in the internal structure of starch granules caused by oxidation. *EJPAU, Food Sci. Technol.*, 2005, **8/2**, 23.
- [24] Pietrzyk S., Fortuna T.: Oxidation induced changes in the surface structure of starch granules. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/55**, 159-164.
- [25] Pietrzyk S., Fortuna T.: Wpływ rodzaju skrobi i warunków jej utleniania na retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2(43)**, 23-33.
- [26] Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*, Leipzig, VEB Fachbuchverlag, 1968, 40.
- [27] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu. *Dz. U.* 2004 r. Nr 94, poz. 933.
- [28] Swinkels J.J.M.: Composition and properties of commercial native starch. *Starch/Stärke*, 1985, **37**, 1-5.
- [29] Wang Y., Wang L.: Physicochemical properties of common and waxy corn starches oxidized by different levels of sodium hypochlorite. *Carbohydrate Polymers*, 2003, **52**, 207-217.
- [30] Winkler S., Luckowi J., Donic H.: Absolute und Relative Verkleisterungscharakterik von Stärke, Teil. I Absolute Viskositätsmessung nach dem Cearte-Princip. *Starch/Stärke*, 1971, **23**, 235.
- [31] Zhu Q., Bertoft E.: Enzymatic analysis of structure of oxidized potato starches. *Int. J. Biol. Macromol.*, 1997, **21**, 131-135.

INFLUENCE OF CATALYSTS ON EFFECTIVENESS OF STARCH OXIDATION PROCESS AND ITS PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

Summary

Native starches: potato, maize and waxy maize were subjected to oxidation process by means of hydrogen peroxide in the presence (and absence) of Cu (II) and Fe(II) ions used as catalysts. Native and modified starches were analyzed on content of carboxylic and aldehyde groups, amylose and phosphorus. Also water binding capacity as well as solubility in water and pasting characteristics analyses were done. Basing on obtained results, it was concluded, that Fe(II) ions employed as catalyst in starch oxidation process caused the highest increase of carboxylic and aldehyde groups used in the investigated starch and drastically decreased amount of amylose content (about 60%). The most susceptible towards applied oxidation conditions regardless of catalyst presence was potato starch. Highest decrease of phosphorus content was discovered in potato starch oxidized in presence of catalysts (about 30%). Employing catalysts caused total solubility of potato starch at 80°C, and these catalysts increased their solubility of other starches. Applied oxidation conditions significantly diminished parameters of pasting profile. Oxidation of starch by means of hydrogen peroxide in presence of Cu(II) ions as catalyst caused thermal stability of the obtained whole range of the pasting.

Key words: starch, oxidation, catalysts, physico-chemical properties ☒

RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, PAWEŁ M. PISULEWSKI,
SZYMON POLASZCZYK

WPLYW PROCESÓW WODNO-CIEPLNYCH NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW BIOLOGICZNIE CZYNNYCH W NASIONACH FASOLI (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wybranych procesów cieplnych w połączeniu ze środowiskiem wodnym na zawartość składników odżywczych i nieodżywczych (inhibitorów trypsyny, polifenoli, tanin niehydrolizujących, fitynianów i α -galaktozydów – rafinozy i stachiozy) w nasionach wybranych odmian fasoli.

Przeprowadzono następujące zabiegi: (1) moczenie nasion w warunkach zmieniającej się temperatury (100–22°C/2 h), w trzech wariantach środowiska wodnego: a) w wodzie, b) w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego, c) w 0,07% roztworze węglaanu sodu; (2) gotowanie przez 60 min; (3) autoklawowanie pod ciśnieniem 1013,25 hPa w temp. 121°C przez 15 i 30 min oraz (4) działanie pola mikrofalowego 1300 i 2000 J/g.

Zawartość białka oraz poziom inhibitorów trypsyny w suchych nasionach fasoli wynosiły średnio 24,73% s.m. i 29,48 TIU/mg s.m. Zawartość polifenoli, tanin oraz fitynianów wynosiła odpowiednio 2,28 mg katechiny/g s.m., 4,39 mg/g s.m. oraz 19,25 mg/g s.m. Suche nasiona fasoli zawierały również rafinozę i stachiozę odpowiednio w ilości 5,90 oraz 60,28 mg/g s.m.

Nasiona fasoli poddane procesom moczenia zawierały mniej tanin ($P < 0,01$) w stosunku do nasion suchych. Autoklawowanie, mikrofalowanie i gotowanie nasion obniżało istotnie ($P < 0,01$) zawartość inhibitorów trypsyny, tanin oraz stachiozy, a gotowanie dodatkowo rafinozy ($P < 0,05$). Zastosowane procesy wodno-ciepne nie wpływały na zawartość polifenoli i fitynianów. Reasumując, można powiedzieć, że nasiona fasoli poddane odpowiednim zabiegom cieplnym w środowisku wodnym, w zależności od wybranych parametrów zabiegu, mogą być rozpatrywane jako źródło potencjalnych produktów funkcjonalnych.

Słowa kluczowe: fasola, procesy cieplne, składniki odżywcze, składniki nieodżywcze

Wprowadzenie

Charakterystyczną cechą nasion roślin strączkowych jest obecność licznych związków nieodżywczych, wykazujących jednocześnie wysoką aktywność biologiczną [9]. W efekcie, nasiona roślin strączkowych, jako składnik racji pokarmowej człowieka, mogą potencjalnie zapobiegać współczesnym chorobom cywilizacyjnym, przede wszystkim chorobom układu krążenia [2, 5, 16, 22, 24] i raka [24, 26, 27, 35]. W żywieniu człowieka nasiona roślin strączkowych poddawane są jednak różnym procesom, przede wszystkim wodno-cieplnym, których celem jest m. in. zmniejszenie lub eliminacja składników nieodżywczych. Prowadzić to może także do utraty składników nasion wykazujących aktywność biologiczną, w stopniu zależnym od zastosowanego procesu cieplnego. Zagadnieniu temu tj. wpływowi procesów termicznych na zawartość składników nieodżywczych w nasionach roślin strączkowych poświęcono wiele prac, zarówno polskich [13, 21, 30, 34], jak i zagranicznych [1, 18]. W pracach tych nie zwracano jednak uwagi na niepożądane skutki drastycznej eliminacji składników nieodżywczych, a mianowicie utratę aktywności biologicznej i właściwości funkcjonalnych nasion roślin strączkowych.

W związku z powyższym, celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych procesów cieplnych prowadzonych w środowisku wodnym, na zawartość składników nieodżywczych w nasionach czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanka, Małopolanka, Longina i Igołomska.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły nasiona czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanka, Małopolanka, Longina i Igołomska (pochodzące z Przedsiębiorstwa Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego „Polan” w Krakowie). Nasiona fasoli, zaopatrzone w odpowiednie świadectwa pochodzenia, były kwalifikowane jako material przedbazowy „PB”, dawniej określany jako super elita.

Suche nasiona badanych odmian traktowano jako próbę kontrolną. Zastosowano procesy: (1) moczenie nasion metodą skróconą „na gorąco” (100-22°C/2 h), według Waszkiewicz-Robak [40], tj. nasiona zalewano wodą o temp. 100°C (proporcja wody do nasion 4:1) i pozostawiano je w temp. pokojowej przez ok. 2 h (bez podgrzewania), uzyskując końcową temp. moczenia ok. 22°C). Proces moczenia prowadzono w trzech wariantach środowiska wodnego: a) w wodzie; b) w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego; c) w 0,07% roztworze węglańu sodu; (2) moczenie [40] i gotowanie przez 60 min w warunkach normalnego ciśnienia, z zachowaniem proporcji wody do nasion 2,5:1; (3) moczenie [40] i autoklawowanie pod ciśnieniem 1013,25 hPa w temp. 121°C przez 15 min oraz 30 min; (4) moczenie [40] i mikrofalowanie (Panasonic Dimension 4), stosując dawkę energii: 1300 i 2000 J/g nasion. Po każdym zabiegu nasiona fasoli

zamrażano (-20°C), liofilizowano i mielono. Materiał przechowywano w hermetycznie zamkniętych pojemnikach do czasu analiz.

Podstawowy skład nasion (zawartość: suchej masy, białka ogółem, ekstraktu eterowego i składników mineralnych w postaci popiołu) oznaczano standardowymi metodami AOAC [3], a łączną zawartość monosacharydów, oligosacharydów, polisacharydów, i błonnika wyliczano z różnicy pozostałych oznaczonych składników. Aktywność antytrypsynową nasion oznaczano metodą Kakade i wsp. [17] z zastosowaniem substratu syntetycznego BAPNA (N- α -benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-hydrochloride; Sigma). Ogólną zawartość polifenoli oznaczano metodą Swain i Hillis [36] z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteau'a (Sigma). Polifenole ekstrahowano 80% alkoholem etylowym pod chłodnicą zwrotną w temp. wrzenia przez 30 min. Zawartość tanin niehydrolizujących (skondensowanych) oznaczano metodą wanilinową według Price i wsp. [32]. Taniny ogółem ekstrahowano 1% HCl w metanolu, a ich stężenie wyrażano w ekwiwalentach (\pm)katechiny [mg/g s.m.]. Z uwagi na znikomą zawartość tanin w białych odmianach fasoli oznaczano je tylko w nasionach fasoli 'Małopolanka' (nasiona czerwone). Zawartość fitynianów oznaczano według Latta i Eskin [20]. Zawartość oligosacharydów (α -galaktozydów) oznaczano metodą wysoko-sprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) według Trugo i wsp. [38].

Analizy badanego materiału wykonano w trzech powtórzeniach z każdej odmiany fasoli. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi z 12 oznaczeń. Uzyskane dane poddano jednoczynnikowej analizie wariancji przy użyciu pakietu Statistica 6.1. Istotność różnic pomiędzy efektami zastosowanych procesów oceniano przy użyciu testu Duncana na poziomie istotności $P < 0,05$ i $P < 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Wpływ procesów wodno-cieplnych na zawartość składników odżywczych w nasionach fasoli

Średnia zawartość białka ogółem w suchych nasionach fasoli wynosiła 24,73% (tab. 1). Przeprowadzone procesy nie wpłynęły istotnie na zawartość tego składnika. Dane literaturowe wykazują podobne [18], niższe [25], jak również wyższe zawartości białka [41] po obróbce cieplnej, w porównaniu z wartościami nasion surowych. Zawartość tłuszczu w suchej fasoli kształtowała się na poziomie 1,41% s.m., co odpowiada wynikom przedstawianym przez innych autorów [1, 4, 12]. Procesy cieplne nie wpłynęły istotnie ($P > 0,01$) na zawartość tłuszczu w nasionach fasoli, z wyjątkiem zabiegów moczenia, po których stwierdzono wzrost zawartości tego składnika. Wzrost zawartości tłuszczu nie wynikał ze zwiększenia zawartości tego składnika netto, lecz miał charakter względny, wynikający ze zmian proporcji pomiędzy poszczególnymi składnikami odżywczymi w suchej masie produktu. W badaniach gotowanego fasolni-

ka chińskiego Prinyawiwatkul i wsp. [33] także uzyskali wyższe zawartości kwasów tłuszczowych, w porównaniu z próbą kontrolną, natomiast Iyer i wsp. [14] wykazali w gotowanej fasoli niższe ilości tego składnika (od 54,5% do 60%).

Tabela 1

Skład chemiczny nasion fasoli determinowany wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych [g/100 g s.m.].

Effect of water environment and thermal processing on chemical composition of common bean seeds [g/100 g d.m.].

Proces technologiczny Technological process	Białko Protein	Ekstrakt eterowy Ether extract	Popiół ogółem Total ash	Sacharydy ogółem Total saccharides
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	24,73±0,69 A	1,41±0,07 ABC	4,21±0,12 CD	69,65±0,67 ab
Moczenie w wodzie Soaking in water	24,12±0,70 A	1,80±0,04 DE	3,51±0,11 AB	70,58±0,66 b
Moczenie w 0,1 % roztwo- rze kwasu cytrynowego Soaking in 0,1% citric acid solution	24,30±0,83 A	2,22±0,03 F	4,04±0,10 BCD	69,44±0,82 ab
Moczenie w 0,07% roztwo- rze węglanu sodu Soaking in 0,07% sodium bicarbonate solution	24,63±0,81 A	1,96±0,07 EF	3,56±0,11 AB	69,86±0,73 ab
Autoklawowanie 15 min Autoclaving 15 min	25,44±1,08 AB	1,18±0,08 A	3,35±0,18 A	70,04±0,94 b
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	25,84±0,84 AB	1,28±0,03 AB	3,40±0,18 A	69,48±0,68 ab
Pole mikrofalowe 1300 J/g Microwave cooking 1300 J/g	26,00±0,99 AB	1,30±0,08 ABC	3,23±0,24 A	69,48±0,97 ab
Pole mikrofalowe 2000 J/g Microwave cooking 2000 J/g	25,97±1,20 AB	1,25±0,08 AB	3,27±0,23 A	69,51±1,04 ab
Gotowanie 60 min Cooking 60 min	24,64±0,94 A	1,59±0,12 CD	3,12±0,26 A	70,66±0,71 B

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

Zawartość składników mineralnych w postaci popiołu w nasionach fasoli wynosiła średnio 4,21%. Procesy cieplne spowodowały istotne ($P < 0,01$) zmniejszenie zawar-

tości popiołu w fasoli (od 16,6% w fasoli moczonej w wodzie do 25,8% w fasoli gotowanej). Podczas zabiegów moczenia oraz gotowania nastąpiła dyfuzja niektórych składników mineralnych z nasion do roztworu, co prowadziło do zmniejszenia ich zawartości w popiele. Takie same rezultaty uzyskali w podobnych badaniach Khalil i Mansour [18] oraz Marconi i wsp. [25]. Efektu tego nie obserwowano natomiast w przypadku moczenia nasion w 0,1% wodnym roztworze kwasu cytrynowego, co potwierdza wyniki wcześniej przeprowadzonych doświadczeń [15, 18, 25]. Iyer i wsp. [15] wykazali, że moczenie nasion w wodnym roztworze kwasu cytrynowego utwardza (wzmacnia) łuskę nasion, przez co nasiona wchłaniają mniej wody, w porównaniu z nasionami moczonymi w wodzie lub w roztworze zasadowym.

Łączna zawartość oligosacharydów, polisacharydów i błonnika w surowych nasionach fasoli wynosiła ogółem ok. 70% s.m., a zastosowane procesy cieplne nie wpłynęły statystycznie istotnie ($P > 0,05$) na ilościowe zmiany tych komponentów ocenianych sumarycznie i porównanych z próbą kontrolną.

Wpływ procesów wodno-cieplnych na zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli

Średnia aktywność antytrypsynowa surowych nasion fasoli wynosiła 29,5 TIU/mg (tab. 2). Wartość ta nie odbiegała od danych literaturowych [19]. Procesy moczenia nie wpłynęły statystycznie istotnie ($P > 0,01$) na poziom inhibitorów trypsyny. W zbliżonych warunkach doświadczeń podobne wyniki uzyskali Vidal-Valverde i wsp. [39] oraz Alonso i wsp. [1]. W niniejszych badaniach nie stwierdzono obniżenia aktywności antytrypsynowej w nasionach moczonych w 0,07% roztworze węglaanu sodu, natomiast w doświadczeniach Vidal-Valverde i wsp. [39], wykonanych w podobnych warunkach, wartość tego parametru uległa obniżeniu o 24%. Różnice w inaktywacji inhibitorów proteaz mogą być spowodowane czynnikami odmianowymi. Procesy cieplne prowadziły do zróżnicowanej inaktywacji inhibitorów trypsyny. Stopień ich degradacji, związany z termolabilnością tych białek, jak podaje Porzucek [31], jest funkcją temperatury, czasu, aktywności wody, a także stopnia rozdrobnienia nośnika inhibitora. Proces gotowania doprowadził do niemal całkowitego zaniku aktywności antytrypsynowej (obniżenie aktywności o 98%), w porównaniu z próbą kontrolną. Efekt ten uzyskali także inni badacze – Leontowicz i wsp. [21], Lisiewska [23] oraz Vidal-Valverde i wsp. [39]. Także procesy autoklawowania nasion, jak również mikrofalowania, wpłynęły statystycznie istotnie ($P < 0,01$) na obniżenie ilości inhibitorów trypsyny (odpowiednio o 57 i 97% oraz o 74 i 84%). Wydłużenie trwania procesu termicznego redukowało efektywniej ten składnik. Analogiczne wyniki uzyskali w podobnych badaniach Carbonaro i wsp. [8] w odniesieniu do autoklawowanych nasion fasoli oraz Peters i wsp. [29] w przypadku mikrofalowanej soi.

Tabela 2

Zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli, determinowana wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych.

Effect of water environment and thermal processing on non-nutrient composition of common bean seeds.

Proces technologiczny Technological process	Inhibitory trypsyny [TIU/mg s.m.] Trypsin inhibitors [TIU/mg d.m.]	Polifenole [mg katechiny/g s.m.] Polyphenols [mg catechin/g d.m.]	Taniny * [mg/g s.m.] Tannins [mg/g d.m.]	Fityniany [mg/g s.m.] Phytates [mg/g d.m.]
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	29,48±3,55 CD	2,28±0,63 Abc	4,39±0,07 F	19,25±1,80 A
Moczenie w wodzie Soaking in water	27,98±3,35 CD	1,59±0,31 Ab	3,20±0,04 C	21,38±1,47 A
Moczenie w 0,1% roztworze kwasu cytrynowego Soaking in 0,1% citric acid	37,79±7,14 D	2,24±0,33 Abc	3,72±0,01 D	20,68±1,28 A
Moczenie w 0,07% węglaanu sodu Soaking in 0,07% sodium bicarbonate	32,89±2,07 CD	1,90±0,34 Abc	3,18±0,02 C	21,88±1,19 A
Autoklawowanie 15 min Autoclaving 15 min	12,55±2,50 AB	1,70±0,39 Ab	3,05±0,02 B	18,24±2,39 A
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	0,94±0,16 A	1,59±0,33 Ab	0,95±0,01 A	18,70±2,28 A
Pole mikrofalowe 1300J/g Microwave cooking 1300 J/g	7,69±0,98 A	1,47±0,16 Ab	3,06±0,01 B	17,31±2,28 A
Pole mikrofalowe 2000J/g Microwave cooking 2000 J/g	4,70±0,43 A	1,39±0,10 Ab	2,93±0,03 B	17,82±2,04 A
Gotowanie 60 min Cooking 60 min	0,50±0,31 A	1,31±0,21 A	1,05±0,02 A	19,87±1,22 A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* Dane dot. nasion fasoli 'Małopolanka' (odmiana o czerwonych nasionach) / Data for Małopolanka bean seeds (a red seed cultivar),

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ statistically significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

Zawartość polifenoli w surowych nasionach fasoli wynosiła 2,28 mg/g s.m. Zastosowana obróbka cieplna doprowadziła do zmniejszenia zawartości tych związków, szczególnie w przypadku gotowania nasion (o 43%). Termolabilność polifenoli potwierdzają także inni badacze [1, 6, 8].

Zawartość tanin (niehydrolizujących) w surowych nasionach fasoli odmiany Małopolanka wynosiła 4,39 mg/g s.m. i mieściła się w zakresie 0,11–28,78 mg/g s.m., podanym przez Barampama i Simard [4]. Procesy cieplne spowodowały statystycznie istotne obniżenie ($P < 0,01$) zawartości tanin niehydrolizujących, przy czym najsilniej oddziaływały zabiegi 30 min autoklawowania oraz gotowania (odpowiednio 0,95 i 1,05 mg/g s.m.). Efekt związany z termolabilnością tych związków [14] był obserwowany wcześniej [10, 11]. Także Alonso i wsp. [1] wykazali drastyczne obniżenie zawartości tanin w nasionach autoklawowanych, będący m. in. wynikiem degradacji lub powstawania nierozpuszczalnych kompleksów tych związków.

Średnia zawartość fitynianów w nasionach fasoli przed zabiegami wynosiła 19,25 mg/g s.m. Zastosowane procesy cieplne nie spowodowały wyraźnych zmian zawartości tego składnika ($P > 0,01$) w porównaniu z nasionami suchymi. Efekt ten jest związany z termostabilnością tych związków, co potwierdzili w podobnych badaniach Alonso i wsp. [1]. Również Troszyńska i wsp. [37] podają, że zabiegi termiczne, takie jak gotowanie czy autoklawowanie, nie wpływają na degradację fitynianów w sposób zadowalający bez wsparcia procesami enzymatycznymi, ponieważ wiązania estrowe kwasu fitynowego są dość trwałe. Khalil i Mansour [18] wykazali przeciwną tendencję, stosując moczenie i gotowanie nasion roślin strączkowych, uzyskali do 20–30% spadku zawartości kwasu fitynowego.

Tabela 3

Zawartość α -galaktozydów w nasionach fasoli, determinowana wpływem środowiska wodnego i procesów cieplnych [mg/g s.m.].

Effect of water environment and thermal processing on the content of α -galactosides in common bean seeds [mg/g d.m.].

Proces technologiczny Technological process	Rafinoza Raffinose	Stachioza Stachyose
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	5,90±1,24 C	60,28±6,11 C
Moczenie w wodzie Soaking in water	4,24±0,55 Bc	45,17±5,14 BC
Autoklawowanie 30 min Autoclaving 30 min	3,84±0,57 Abc	35,29±6,40 B
Pole mikrofalowe 2000 J/g Microwave cooking 2000 J/g	3,42±0,53 Abc	35,82±6,65 B
Gotowanie 60 min Cooking 60 minut	2,30±0,54 Ab	26,36±5,55 B

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ statistically significantly at $P < 0,05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0,01$ level (A, B, C, D).

Zawartość rafinozy i stachiozy w suchych nasionach fasoli wyniosła odpowiednio 5,90 i 60,28 mg/g s.m. (tab. 3). Poziom stachiozy w nasionach fasoli po zastosowanych procesach wodno-cieplnych uległ w różnym stopniu istotnemu ($P < 0,01$) obniżeniu, natomiast w przypadku rafinozy tylko proces gotowania w bardzo znacznym stopniu wpłynął na spadek zawartości tego cukru ($P < 0,05$). W gotowanych nasiona fasoli stwierdzono najmniejszą ilość oligosacharydów (rafinoza 2,30 mg/g s.m., stachioza 26,36 mg/g s.m.). Zawartość rafinozy w surowej fasoli nie odbiegała od wartości podawanych w literaturze [7], natomiast w przypadku stachiozy uzyskane ilości były wyższe, co w znacznym stopniu było charakterystyczną cechą odmianową. Redukcja zawartości α -galaktozydów była obserwowana w podobnych doświadczeniach [18, 33, 40]. Według Prinyawiatkul i wsp. [33] uwodnienie nasion może aktywować enzymy powodujące endogenną degradację skrobi i innych polisacharydów do mniejszych cząsteczek, dyfundujących podczas moczenia. Jak podają Mulimani i Devendra [28], redukcja cukrów z rodziny rafinozy jest tym większa, im dłuższy jest czas gotowania nasion.

Wnioski

1. Różnice zawartości składników odżywczych w nasionach fasoli poddanych obróbce wodno-cieplnej w stosunku do nasion suchych wynikają ze zmian proporcji w suchej masie produktu przetworzonego.
2. Procesy wodno-cieplne obniżają statystycznie istotnie ($P < 0,01$) aktywność antytrypsynową (z wyjątkiem procesów moczenia), zawartość tanin niehydrolizujących oraz rafinozy i stachiozy w nasionach fasoli.
3. Spośród zastosowanych procesów wodno-cieplnych, procesy autoklawowania, mikrofalowania i gotowania, wpływają na częściową redukcję zawartości składników nieodżywczych (inhibitorów trypsyny, polifenoli i tanin) oraz rafinozy i stachiozy.

Literatura

- [1] Alonso R., Grant G., Dewey P., Marzo F.: Nutritional assessment in vitro and in vivo of raw and extruded peas (*Pisum sativum* L.). J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 2286-2290.
- [2] Anderson J.W., Major A.W.: Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. Br. J. Nutr., 2002, **88** (suppl. 3), 263-271.
- [3] AOAC Official Methods of Analysis (16th Ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA: 1995.
- [4] Barampama Z., Simard R.E.: Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) grown in Burundi. Food Chem., 1993, **47**, 159-167.
- [5] Bazzano L.A., He J., Ogden L.G., Loria C., Vupputuri S., Myers L., Whelton P.K.: Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women. Arch. Intern. Med. 2001, **161**, 2573-2578.

- [6] Bressani R., Elias L.G.: The nutritional role of polyphenols. W: *Polyphenols in Cereals and Legumes*, Hulse J.H., Ed., International Development Research Centre, Ottawa, Canada 1980, p. 61.
- [7] Burbano C., Muzquiz M., Ayet G., Cuadrado C., Pedrosa M.M.: Evaluation of antinutritional factors of selected varieties of *Phaseolus vulgaris*. *J. Sci. Food Agric.*, 1999, **79**, 1468-1472.
- [8] Carbonaro M., Mattera M., Cappelloni M.: Effect of processing on antinutritional compounds of common bean, faba bean, lentil, chickpea and pea. In: *Proc. of the 4th Eur. Conf. on Grain Legumes*, Cracow 2001, AEP (Ed), pp. 418-419.
- [9] Champ M.M.-J.: Non-nutrient bioactive substances of pulses. *Br. J. Nutr.* 2002, **88** (suppl. 3), 307-319.
- [10] Chang M.J., Collins J.L., Bailey J.W., Coffey D.L.: Cow peas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. *J. Food Sci.*, 1994, **5**, 1034-1036.
- [11] Deshpande S.S., Sathe S.K., Salunkhe D.K.: Soaking. W *CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization*, 1989, Volume III, pp. 133-140.
- [12] Ghorpade V.M., Kadam S.S.: Germination. W *CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization*, 1989, Volume III, pp. 165-176.
- [13] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetworczych i w czasie przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4** (37), 26-35.
- [14] Iyer V., Kadam S.S., Salunkhe D.K.: Cooking. *CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization*. 1989, Volume III, pp. 141-163.
- [15] Iyer V., Salunkhe D.K., Sathe S.K., Rockland L.B.: Quick cooking beans (*Phaseolus vulgaris*). II. Phytates, oligosaccharides and antienzymes. *Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, 1980, **30**, 45.
- [16] Kabagambe E.K., Baylin A., Ruiz-Narvarez E., Siles X., Campos H.: Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction. *J. Nutr.*, 2005, **135**, 1770-1775.
- [17] Kakade M.L., Rackis J.J., Mcghee J.E., Puski G.: Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chem.*, 1974, **51**, 376-382.
- [18] Khalil A.H., Mansour E.H.: The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. *Food Chem.*, 1995, **54**, 177-189.
- [19] Lampart-Szczapa E.: Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka. Wartość biologiczna i technologiczna. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1997, **446**, 61-81.
- [20] Latta M., Eskin M.: A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.*, 1980, **28**, 1313-1315.
- [21] Leontowicz H., Leontowicz M., Kostyra H., Gralak M.A., Kulasek G.W.: The influence of extrusion or boiling on trypsin inhibitor and lectin activity in leguminous seeds and protein digestibility in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1999, **8/49**, 77-87.
- [22] Leterme P.: Recommendations by health organizations for pulse consumption. *Br. J. Nutr.* 2002, **88** (suppl. 3), 239-242.
- [23] Lisiewska Z.: Naturalne związki ograniczające wartość odżywczą niektórych warzyw. *Post. Nauk Roln.*, 1991, **1-2**, 69-79.
- [24] Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L.: Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clinical Nutrition*, 2004, **79**, 727-747.
- [25] Marconi E., Ruggeri S., Cappelloni M., Leonardi D., Carnovale E.: Physicochemical, nutritional, and microstructural characteristics of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) following microwave cooking. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 5986-5994.
- [26] Mathers J.C.: Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. *Br. J. Nutr.* 2002, **88** (suppl. 3), 273-279.
- [27] Messina M.J.: Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am. J. Clwsp. Nutr.*, 1999, **70** (suppl), 439-450.

- [28] Mulimani V.H., Devendra S.: Effect of soaking, cooking and crude α -galactosidase treatment on the oligosaccharide content of red gram flour. *Food Chem.*, 1998, **4**, 475-479.
- [29] Peters J., Markus Z., Gelencser E., Bogar Z., Gajzago I., Czukur B.: Effect of dielectric heat treatment on protein nutritional values and some antinutritional factors in soya bean. *J. Sci. Food Agric.*, 1990, **53**, 35-41.
- [30] Pisulewski P.M., Pisulewska E.K., Sawina-Pysz J.: Wpływ procesów termicznych oraz kiełkowania na skład chemiczny i zawartość substancji nieodżywczych w suchych nasionach bobu (*Vicia faba var. major*). *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, 2000, **8**, 231-240.
- [31] Porzucek H.: Substancje antyodżywcze w surowcach owocowych i warzywnych. Cz. I. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1992, **36**, **9**, 17-18.
- [32] Price M.L., Scoyoc S.V., Butler L.G.: A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.*, 1978, **26**, **5**, 1214-1218.
- [33] Prinyawiwatkul W., Beuchat L.R., Mc Watters K.H., Phillips R.D.: Changes in fatty acid, simple sugar, and oligosaccharide content of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as a result of soaking, boiling, and fermentation with *Rhizopus microsporus var. oligosporus*. *Food Chem.*, 1996, **57**, **3**, 405-413.
- [34] Pysz M., Bieżanowska R., Pisulewski P.M.: Porównanie wpływu zabiegów termicznych i kiełkowania na skład chemiczny, zawartość substancji nieodżywczych oraz wartość odżywczą białka nasion grochu i soi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **1** (**26**), 85-92.
- [35] Serrano J., Goni I.: Effects of black bean *Phaseolus vulgaris* consumption on the nutritional status of Guatemalan population. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 2004, **54**, 36-44.
- [36] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 1959, **10**, 63-68.
- [37] Troszyńska A., Honke J., Zduńczyk Z.: Fityniany w surowcach roślinnych. Część I. Właściwości chemiczne fitynianów oraz sposoby ich usuwania. *Przem. Spoż.*, 1992, **3**, 78-81.
- [38] Trugo L.C., Farah A., Cabral L.: Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. *Food Chem.*, 1995, **52**, 385-387.
- [39] Vidal-Valverde C., Frias J., Diaz-Pollan C., Fernandez M., Lopez-Jurado M., Urbano G.: Influence of processing on trypsin inhibitor activity of faba beans and its physiological effect. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45** (**9**), 3559-3564.
- [40] Waszkiewicz-Robak B.: Możliwości skrócenia czasu trwania obróbki kulinarnej nasion soi i innych roślin strączkowych. *Biuletyn IHAR*, 1996, **198**, 171-177.
- [41] Wu W., Williams W., Kunkel M., Acton J., Huang Y., Wardlaw F., Grimes L.: True protein digestibility and digestibility-corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 1295-1298.

EFFECT OF WATER-THERMAL PROCESSING ON THE CONTENT OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) SEEDS


S u m m a r y

The objectives of this research were to study the effects of several thermal processing methods in connection to water environment on the content of nutrients and non-nutrients (trypsin inhibitors, polyphenols, tannins, phytates and α -galactosides – raffinose and stachyose) in common bean seeds. The processing methods were: (a) soaking in water, 0.1% citric acid, and 0.07% sodium carbonate; all treatments in

the temperature ranging from 100°C to 22°C, (b) cooking, (c) autoclaving (1at, 121°C) for 15 and 30 min, and (d) microwave treatment at 1300 and 2000 J/g.

Total protein content and trypsin inhibitor activity in dry seeds were, on average, 24.73% d.m. and 29.48 TIU/mg d.m., respectively. The concentrations of polyphenols, tannins and phytates were 2.28 mg/g d.m. (catechin equivalents), 4.39 mg/g d.m. and 19.25 mg/g d.m., respectively. Raffinose and stachyose concentrations were also in dry seeds at level 5.90 and 60.28 mg/g d.m.

Soaking of common bean seeds decreased ($P < 0.01$) the content of tannins. Cooking, autoclaving, and microwave treatment decreased ($P < 0.01$) the content of trypsin inhibitors, tannins and stachyose; in addition cooking decreased ($P < 0.05$) raffinose concentration. Alternatively, the above thermal processes had no effect on the concentrations of polyphenols and phytates. In conclusion, the thermal processing may favorably alter (depending on the treatment) the concentrations of bioactive non-nutrients in common bean seeds and retain their expected, functional properties.

Key words: common beans, thermal processing, nutrients, non-nutrients 

RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, MAGDALENA FRANCZYK,
PAWEŁ M. PISULEWSKI, SZYMON POLASZCZYK

**WPLYW FERMENTACJI PRZEZ *RHIZOPUS MICROSPORUS*,
OLIGOSPORUS SP. T3 ORAZ KIELKOWANIA NA ZMIANY
ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW NASION FASOLI (*PHASEOLUS
VULGARIS* L.)**

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu wybranych procesów biologicznych: fermentacji na podłożu stałym przy użyciu pleśni *Rhizopus microsporus var. oligosporus* sp-T3 oraz kielkowania na zawartość substancji odżywczych i nieodżywczych (inhibitorów trypsyny, polifenoli, tanin niehydrolizujących, fitynianów i α -galaktozydów – rafinozy i stachiozy) w nasionach fasoli.

Proces fermentacji nie wpłynął istotnie ($P > 0,05$) na podstawowy skład chemiczny nasion fasoli. Natomiast po 5-dniowym kielkowaniu materiału badawczego stwierdzono, że zawartość białka wzrosła statystycznie istotnie ($P < 0,05$) z 24,7% s.m. w nasionach suchych do 27,7% s.m. w nasionach skielkowanych, a zawartość węglowodanów zmalała ($P < 0,05$) z 69,7% s.m. do 66,2% s.m. Po procesie fermentacji stwierdzono zwiększenie zawartości polifenoli ($P < 0,05$) o 43,4%, w porównaniu z próbą kontrolną, oraz statystycznie istotne obniżenie ($P < 0,01$) zawartości inhibitorów trypsyny oraz tanin niehydrolizujących (odpowiednio o 100% i ok. 84%). W nasionach fasoli zarówno po fermentacji z *Rhizopus oligosporus* sp-T3, jak i po kielkowaniu (w ciągu 5 dni), bardzo znacznie zmalała zawartość rafinozy ($P < 0,05$) (odpowiednio o 86,3% i 66,4%) oraz stachiozy ($P < 0,01$) (odpowiednio o 88,4% i 90,3%).

Nasiona fasoli poddane powyższym procesom biologicznym, w zależności od wybranych parametrów zabiegu, mogą być rozpatrywane jako potencjalne źródło produktów funkcjonalnych.

Słowa kluczowe: nasiona fasoli, składniki odżywcze, składniki nieodżywcze, fermentacja, kielkowanie

Wprowadzenie

W nasionach roślin strączkowych występuje wiele związków nieodżywczych [4, 11], których systematyczne spożycie może zapobiegać rozwojowi chorób cywilizacyjnych, przede wszystkim chorób układu krążenia [2, 7] i raka [5, 14].

Dr inż. R. Bieżanowska-Kopeć, mgr inż. M. Franczyk, prof. dr hab. P. M. Pisulewski, mgr inż. Sz. Polaszczyk, Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, tel. (012) 662 48 21, e-mail: rkopec@op.pl

Poziom spożycia tych związków i ich aktywność biologiczna zależą w dużym stopniu od procesów obróbki, z reguły hydrotermicznych, którym poddawane są nasiona roślin strączkowych. Efektem procesów hydrotermicznych jest znaczna eliminacja związków nieodżywczych lub zmniejszenie ich aktywności biologicznej [4] i tym samym utrata potencjalnych właściwości funkcjonalnych nasion roślin strączkowych.

Do alternatywnych, nietermicznych metod przygotowania nasion roślin strączkowych do spożycia należą metody biologiczne, m. in. fermentacja na podłożu stałym i kiełkowanie. Metody te są postrzegane jako mniej drastyczne i umożliwiające zachowanie, przynajmniej częściowo, właściwości funkcjonalnych omawianych nasion.

W tym kontekście, celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych procesów biologicznych, tj. fermentacji na podłożu stałym i kiełkowania na zawartość składników odżywczych i nieodżywczych w nasionach czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanki, Małopolanki, Longiny i Igołomskiej.

Material i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiły nasiona czterech polskich odmian fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.): Polanka, Małopolanka, Longina i Igołomska (pochodzące z Przedsiębiorstwa Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego „Polan” w Krakowie). Nasiona fasoli, zaopatrzone w odpowiednie świadectwa pochodzenia, stanowiły materiał przedbazowy „PB”, dawniej określany jako super elita.

Fermentację nasion wykonywano przy użyciu szczepu pleśni *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* sp.–T3, pochodzącego z Institute for Microbial Resources z Tajwanu. Namnażanie szczepu pleśni prowadzono na wysterylizowanych w autoklawie (1 kg/cm²; 60 min) ziemniakach, które następnie inkubowano z *inoculum* w termostacie (temp. 30°C) przez 2 dni.

Przygotowanie nasion fasoli do zaszczepienia obejmowało: (a) moczenie nasion w warunkach zmieniającej się temperatury (100°C-22°C/2 h), według Waszkiewicz-Robak [22], tj. nasiona zalewano wodą o temp. 100°C (proporcja wody do nasion 4:1) i pozostawiano w temp. pokojowej przez ok. 2 h (bez podgrzewania), uzyskując końcową temp. moczenia ok. 22°C; (b) gotowanie (60 min); (c) schładzanie do temp. pokojowej (ok. 25°C); (d) zaszczepianie namnożonym *inoculum* w ilości 40·10⁶ spor /200 g mokrych nasion. Proces fermentacji fasoli prowadzono w termostacie (35°C/24 h), po czym materiał poddawano sterylizacji (100°C/10 min).

Przed kiełkowaniem nasiona fasoli wyjaławiano w 95% etanolu przez 1 min, następnie moczo w wodzie destylowanej (30 min, temp. pokojowa) i układano pomiędzy warstwy wilgotnej bibuły. Tak przygotowane nasiona poddawano kiełkowaniu w termostacie (temp. 28°C). Kielkujące nasiona zbierano codziennie przez kolejne 5 dni.

Zarówno po przeprowadzonym procesie fermentacji, jak i kiełkowania nasiona fasoli zamrażano (-20°C), liofilizowano i mielono. Materiał przechowywano w hermetycznie zamkniętych pojemnikach do czasu analiz.

Podstawowy skład nasion (zawartość suchej masy, białka ogółem, ekstraktu eterowego i popiołu) oznaczano standardowymi metodami AOAC [3], a łączną zawartość monosacharydów, oligosacharydów, polisacharydów i błonnika wyliczano z różnicy pozostałych oznaczonych składników. Aktywność antytrypsynową nasion oznaczano metodą Kakade i wsp. [8] z zastosowaniem substratu syntetycznego BAPNA (N- α -benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide-hydrochloride; Sigma). Ogólną zawartość polifenoli oznaczano metodą Swain i Hillis [18] z zastosowaniem odczynnika Folina-Ciocalteu'a (Sigma). Polifenole ekstrahowano 80% alkoholem etylowym pod chłodnicą zwrotną, w temp. wrzenia przez 30 min. Zawartość tanin niehydrolizujących (skondensowanych) oznaczano metodą wanilinową według Price i wsp. [16]. Taniny ekstrahowano 1% HCl w metanolu, a ich stężenie wyrażano w ekwiwalentach (\pm)katechiny (mg/g s.m.). Z uwagi na znikomą zawartość tanin w białych odmianach fasoli, oznaczano je tylko w Małopolance (odmianie o nasionach czerwonych). Zawartość fitynianów oznaczano według Latta i Eskin [13]. Zawartość oligosacharydów (α -galaktozydów) oznaczano metodą wysokosprawnej cieczonej chromatografii (HPLC) według Trugo i wsp. [20].

Analizy badanego materiału wykonano w trzech powtórzeniach z każdej odmiany fasoli. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi z 12 oznaczeń. Uzyskane dane poddano jednoczynnikowej analizie wariancji przy użyciu pakietu Statistica 6.1. Istotność różnic pomiędzy efektami zastosowanych procesów oceniano przy użyciu testu Duncana na poziomach istotności $P < 0,05$ i $P < 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Zgodnie z definicją pojęcia żywności funkcjonalnej, produkt spożywczy mający te właściwości, winien zachowywać wszelkie cechy produktu standardowego oraz dodatkowo oddziaływać na stan zdrowia człowieka w zakresie przekraczającym klasyczne efekty żywieniowe [10]. W tym kontekście ocena właściwości funkcjonalnych, w tym przypadku fasoli, winna być zawsze poprzedzona klasyczną oceną ich składu chemicznego.

Wpływ procesów biologicznych na zawartość składników odżywczych w nasionach fasoli

W składzie podstawowym suchych nasion fasoli (% s.m.), zawartość białka wynosiła 24,73% (tab. 1), tłuszczu 1,41%, związków mineralnych oznaczonych jako popiół 4,21% a łączna zawartość monosacharydów, oligosacharydów, polisacharydów i błonnika 69,65% (tab. 1).

T a b e l a 1

Podstawowy skład chemiczny nasion fasoli determinowany wpływem procesów biologicznych [g/100 g s.m.]

Effect of biological processing on gross chemical composition of common bean seeds [g/100 g d.m.]

Proces biologiczny Biological process	Białko Protein	Ekstrakt eterowy Ether extract	Popiół ogółem Total ash	Sacharydy ogółem Total saccharides
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	24,73±0,69 a	1,41±0,07 ABC	4,21±0,12 CD	69,65±0,67 bc
Fermentacja z <i>Rhizopus</i> <i>sp-T3</i> Fermentation with <i>Rhizopus sp-T3</i>	25,59±0,78 ab	1,32±0,11 ABC	3,39±0,12 A	69,69±0,89 bc
Kielkowanie 1 dzień Germination 1 day	25,88±0,78 ab	1,24±0,14AB	3,99±0,17 BC	68,89±0,87 bc
Kielkowanie 2 dni Germination 2 days	26,27±0 ab	1,28±0,13AB	4,12±0,16 CD	68,34±0,71 abc
Kielkowanie 3 dni Germination 3 days	26,51±0,67 ab	1,32±0,08 ABC	4,18±0,18 CD	68,00±0,79 abc
Kielkowanie 4 dni Germination 4 days	26,93±0,63 ab	1,44±0,12 ABC	4,39±0,15 CD	67,24±0,73 ab
Kielkowanie 5 dni Germination 5 days	27,70±0,85 b	1,49±0,08 BC	4,58±0,20 D	66,24±0,99 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub dla $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ significantly at $P < 0.05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0.01$ level (A, B, C, D).

Proces fermentacji nie wpłynął statystycznie istotnie ($P > 0,05$) na zawartość białka, w porównaniu z nasionami surowymi, natomiast kiełkowanie zwiększało systematycznie ilość tego składnika. W piątym dniu tego procesu zawartość białka wzrosła o 12,0% ($P < 0,05$). Wzrost ten, wynikający ze zmian proporcji pomiędzy poszczególnymi składnikami odżywczymi w suchej masie produktu, stwierdzili także w swych badaniach Alonso i wsp. [1], Donangelo i wsp. [6] oraz Khalil i Mansour [9]. Przeprowadzone procesy biologiczne nie wpłynęły istotnie ($P > 0,05$) na zawartość tłuszczu w nasionach fasoli. Wyniki uzyskane w kiełkowanych nasionach są także potwierdzeniem obserwacji Donangelo i wsp. [6].

Nasiona fermentowane przy użyciu kultury *Rhizopus microsporus* charakteryzowały się statystycznie istotnie niższą ($P < 0,01$) zawartością związków mineralnych, oznaczonych jako popiół, w porównaniu z nasionami surowymi. Zmiany te wynikają

z dyfuzji niektórych składników mineralnych z nasion do roztworu podczas procesu moczenia poprzedzającego proces fermentacji. Proces kiełkowania nasion fasoli nie wpłynął istotnie na zawartość popiołu, co potwierdza wcześniejsze badania Donangelo i wsp. [6].

Zastosowane procesy biologiczne nie wpłynęły znacząco na zawartość węglowodanów ogółem. Jedynie w 5. dniu procesu kiełkowania zawartość węglowodanów była istotnie mniejsza ($P < 0,05$) w porównaniu z nasionami surowymi (-4,9%). Efekt ten można tłumaczyć wykorzystaniem podstawowego energetycznego materiału zapasowego nasion fasoli, tj. węglowodanów w procesach kiełkowania. Podobny efekt obserwowali wcześniej Donangelo i wsp. [6]. Bardziej znaczące zmniejszenie zawartości węglowodanów (o 89,3%) wykazali w fermentowanych nasionach lędzwanu Kuo i wsp. [12]. Było to niewątpliwie związane z wykorzystaniem tego składnika przez badaną pleśń.

Wpływ procesów biologicznych na zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli

Zawartość inhibitorów trypsyny, polifenoli, tanin niehydrolizujących i fitynianów przedstawiono w tab. 2.

Średnia zawartość inhibitorów trypsyny w suchej fasoli wynosiła 29,48 TIU/mg s.m. Proces fermentacji fasoli przy użyciu *Rhizopus oligosporus*, poprzedzony moczeniem nasion „na gorąco” likwidował całkowicie aktywność inhibitorów trypsyny; było to prawdopodobnie efektem czynnika termicznego (denaturacją inhibitorów), a nie biologicznego. Natomiast proces kiełkowania nie wpływał statystycznie istotnie ($P > 0,01$) na zawartość inhibitorów trypsyny. Przeciwnie, Khalil i Mansour [9] wykazali, że kiełkowanie nasion bobiku (72 h) redukuje ich aktywność antytrypsynową o 31,9%, co wynikało prawdopodobnie ze wstępnego suszenia skiełkowanych nasion (50°C przez 12 h) w trakcie przygotowywania próbek do analiz.

W surowych nasionach fasoli średnia zawartość polifenoli wynosiła 2,28 mg/g s.m. Przeprowadzone procesy biologiczne zwiększały istotnie ($P < 0,05$) ilość polifenoli. Największą zawartość tych związków oznaczono po procesie fermentacji (+43,4%). Podobne zmiany w kiełkowanych nasionach bobu stwierdzili w swych badaniach Pisulewski i wsp. [15]. Natomiast znaczące zmniejszenie termolabilnych polifenoli po procesie kiełkowania, będące wynikiem suszenia nasion, uzyskano wcześniej [1].

Taniny niehydrolizujące (skondensowane) występują w nasionach fasoli białej w śladowych ilościach, dlatego też zawartość tego składnika oznaczano tylko w kolorowej fasoli ‘Małopolanka’. Poziom tanin w surowej fasoli wynosił 4,39 mg/g s.m. Proces fermentacji redukował bardzo znacząco ($P < 0,01$) zawartość tego składnika (0,71 mg/g s.m.). Taniny są związkami termolabilnymi, co miało wpływ na obniżenie ich zawartości po obróbce cieplnej (moczeniu i gotowaniu) poprzedzającej fermentację.

Przeprowadzony proces kiełkowania nie wpływał na zawartość tanin niehydrolizujących. Przeciwny efekt uzyskany przez Khalil i Mansour [9] w nasionach kiełkowanych był, podobnie jak wyżej, rezultatem suszenia próbek przed przeprowadzeniem analiz.

Tabela 2

Zawartość składników nieodżywczych w nasionach fasoli, determinowany wpływem procesów biologicznych

Effect of biological processing on non-nutrient composition in common bean seeds

Proces biologiczny Biological process	Inhibitory trypsyny [TIU/mg S.M.] Trypsin inhibitors [TIU/mg S.M.]	Polifenole [mg katechiny/g s.m.] Polyphenols [mg catechin/g d.m.]	Taniny * [mg/g s.m.] Tannins [mg/g d.m.]	Fityniany mg/g s.m. Phytates [mg/g d.m.]
Próba kontrolna (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	29,48±3,55 CD	2,28±0,63 A	4,39±0,07 B	19,25±1,80 A
Fermentacja z <i>Rhizopus sp-T3</i> Fermentation with <i>Rhizopus sp-T3</i>	0 A	3,27±0,54 C	0,71±0,02 A	16,62±1,18 A
Kiełkowanie 1 dzień Germination 1 day	24,46±5,53 BCD	2,40±0,65 Ab	4,83±0,04 BC	18,75±2,55 A
Kiełkowanie 2 dni Germination 2 days	23,85±4,80 BC	2,72±0,65 Abc	4,70±0,07 BC	18,78±2,28 A
Kiełkowanie 3 dni Germination 3 days	27,83±5,93 CD	2,82±0,66 Abc	4,55±0,03 BC	18,78±2,14 A
Kiełkowanie 4 dni Germination 4 days	27,49±5,92 CD	2,90±0,57 Bc	4,62±0,03 BC	18,49±2,09 A
Kiełkowanie 5 dni Germination 5 days	27,25±6,49 CD	2,95±0,47 Bc	4,25±0,02 B	18,38±2,19 A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* Dane odnoszące się do nasion fasoli 'Małopolanka' (odmiana o czerwonych nasionach) / Data for 'Małopolanka' bean seeds (a red seed cultivar)

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ significantly at $P < 0.05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0.01$ level (A, B, C, D).

Średnia zawartość fitynianów w surowej fasoli wynosiła 19,25 mg/g s.m. nasion. Zastosowane procesy biologiczne nie spowodowały istotnego zmniejszenia zawartości fitynianów ($P > 0,05$), jednak dłuższy czas kiełkowania wpływał na niższy poziom tego składnika. Podobne zmiany, wynikające z czasu kiełkowania, stwierdzili Alonso

i wsp. [1]. Również Donangelo i wsp. [6] wykazali, że dwa dni kiełkowania są niewystarczające do aktywacji fitazy rozkładającej kwas fitynowy, jednak efekty uzależnione są w dużej mierze od gatunku nasion.

Tabela 3

Zawartość α -galaktozydów nasion fasoli determinowana wpływem procesów biologicznych [mg/g s.m.]
Effect of biological processing on the content of α -galactosides in common bean seeds [mg/g d.m.]

Proces biologiczny Biological process	Rafinoza Raffinose	Stachioza Stachyose
Próba kontrolne (nasiona suche) Control sample (dry seeds)	5,90±1,24 c	60,28±6,11 C
Fermentacja z <i>Rhizopus sp-T3</i> Fermentation with <i>Rhizopus sp-T3</i>	0,81±0,68 a	7,00±0,97 A
Kiełkowanie 2 dni Germination 2 days	3,45±0,46 abc	45,15±11,32 BC
Kiełkowanie 5 dni Germination 5 days	1,98±1,17 ab	5,87±3,56 A

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie $P < 0,05$ (a, b, c, d) lub na poziomie $P < 0,01$ (A, B, C, D) / Mean values in the same column bearing different letters differ significantly at $P < 0.05$ level (a, b, c, d) or at $P < 0.01$ level (A, B, C, D).

Zawartość α -galaktozydów (rafinozy i stachiozy) w surowych nasionach fasoli wyniosła odpowiednio 5,90 i 60,28 mg/g s.m. (tab. 3). Proces fermentacji redukował zawartość rafinozy i stachiozy odpowiednio o 86 i 88%, a kiełkowanie odpowiednio o 66 i 90%. Podobne zmiany, wynikające z procesu fermentacji, uzyskali Kuo i wsp. [12]. Używany szczep *Rhizopus oligosporus* ma zdolność hydrolizy i fermentacji monosacharydów i oligosacharydów, m.in. glukozy, fruktozy, galaktozy oraz rafinozy i stachiozy [12, 17]. Redukcja zawartości α -galaktozydów podczas kiełkowania była zbliżona do wyników podobnych doświadczeń [6, 19, 21].

Wnioski

1. Proces fermentacji nasion prowadzi do wzrostu zawartości polifenoli oraz bardzo znaczącej eliminacji niektórych składników nieodżywczych, m.in. inhibitorów tripsyny i tanin oraz rafinozy i stachiozy.
2. Nasiona fasoli poddane procesowi kiełkowania charakteryzują się wyższą zawartością białka i polifenoli, natomiast niższym poziomem rafinozy i stachiozy.
3. Zastosowane procesy biologiczne, po optymalizacji warunków eliminacji związków nieodżywczych, mogą być rozpatrywane jako metody przygotowywania na-

sion roślin strączkowych do spożycia, pozwalające na zachowanie właściwości funkcjonalnych omawianych nasion.

Literatura

- [1] Alonso R., Grant G., Dewey P., Marzo F.: Nutritional assessment in vitro and in vivo of raw and extruded peas (*Pisum sativum* L.) J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 2286-2290.
- [2] Anderson J.W., Major A.W.: Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 263-271.
- [3] AOAC Official Methods of Analysis (16th Ed). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA: 1995.
- [4] Champ M.M.-J.: Non-nutrient bioactive substances of pulses. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 307-319.
- [5] Darewicz M., Dziuba J., Panfil T.: Biologicznie aktywne składniki żywności funkcjonalnej w profilaktyce chorób nowotworowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37), 36-47.
- [6] Donangelo C.M., Trugo L.C., Trugo N.M.F., Eggum B.O.: Effect of germination of legume seeds on chemical composition and protein and energy utilization in rats. Food Chem., 1995, **53**, 23-27.
- [7] Grajek W.: Rola przeciwutleniaczy w zmniejszeniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **1**(38), 3-11.
- [8] Kakade M.L., Rackis J.J., Mcghee J.E., Puski G.: Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem., 1974, **51**, 376-382.
- [9] Khalil A.H., Mansour E.H.: The effect of cooking autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans. Food Chem., 1995, **54**, 177-189.
- [10] Kostyra H.: Nauka o żywności na progu XXI wieku. Przem. Spoż., 1999, **9**, 68-70.
- [11] Kozłowska H., Zduńczyk Z., Honke J.: Legume grains for food and non food uses. In: Proceedings of the 3rd European Conference on Grain Legumes, Valladolid, AEP (Ed), 1998, pp. 23-26.
- [12] Kuo Y.H., Bau H.M., Quemener B., Khan J.K., Lambein F.: Solid-state fermentation of *Lathyrus sativus* seeds using *Aspergillus oryzae* and *Rhizopus oligosporus* sp T-3 to eliminate the neurotoxin β -ODAP without loss of nutritional value. J. Sci. Agric., 1995, **69**, 81-89.
- [13] Latta M., Eskin M.: A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. J. Agric. Food Chem., 1980, **28**, 1313-1315.
- [14] Mathers J.C.: Pulses and carcinogenesis: potential for the prevention of colon, breast and other cancers. Br. J. Nutr. 2002, **88** (suppl. 3), 273-279.
- [15] Pisulewski P.M., Pisulewska E.K., Sawina-Pysz J.: Wpływ procesów termicznych oraz kiełkowania na skład chemiczny i zawartość substancji nieodżywczych w suchych nasionach bobu (*Vicia faba* var. *major*). Bibl. Fragm. Agron., 2000, **8**, 231-240.
- [16] Price M.L., Scoyoc S.V., Butler L.G.: A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grawsp. J. Agric. Food Chem., 1978, **26**, 5, 1214-1218.
- [17] Schwertz A., Villaume C., Decaris B., Percebois G., Mejean L.: New identification of the strain *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* spT3 as *Rhizopus microsporus* var. *chinensis*. Can. J. Microbiol., 1997, **43**, 971-976.
- [18] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric., 1959, **10**, 63-68.
- [19] Trugo L.C., Donangelo C.M., Trugo N.M.F., Knudsen K.E.B.: Effect of heat treatment on nutritional quality of germinated legume seeds. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 2082-2086.
- [20] Trugo L.C., Farah A., Cabral L.: Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. Food Chem., 1995, **52**, 385-387.

- [21] Vidal-Valverde C., Frias J., Lambein F., Kuo Y.H.: Increasing the functionality of legumes by germination. W: Proceedings of the 4th European Conference on Grain Legumes, Cracow, AEP (Ed), 2001, s. 422.
- [22] Waszkiewicz - Robak B.: Możliwości skrócenia czasu trwania obróbki kulinarnej nasion soi i innych roślin strączkowych. Biuletyn IHAR, 1996, **198**, 171-177.

EFFECT OF *RHIZOPUS MICROSPORUS*, *OLIGOSPORUS SP-T3* FERMENTATION AND GERMINATION PROCESSING ON CONTENTS OF COMPOUNDS IN COMMON BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) SEEDS

S u m m a r y

The objectives of this research were to study the effects of two biological processing methods, namely solid-state fermentation (using *Rhizopus microsporus var. oligosporus* sp-T3) and germination on the content of nutrients (protein, fat, ash and carbohydrates) and non-nutrients (trypsin inhibitors, polyphenols, tannins, phytates and α -galactosides – raffinose and stachyose) in common bean seeds (*Phaseolus vulgaris L.*).

Fermentation process had no statistically significant effect ($P > 0.05$) on gross chemical composition of common bean seeds. However after 5-day germination protein content statistically significant increased ($P < 0.05$) (from 24.73% d.m in dry seeds to 27.7% d.m.) and content of carbohydrate concentration decreased ($P < 0.05$) (from 69.7% d.m. to 66.2% d.m.). Solid-state fermentation increased ($P < 0.05$) polyphenol concentration by 43.4% and decreased ($P < 0.01$) both trypsin inhibitors (by 100%) and tannins (by 84%). Solid-state fermentation and 5 days germination led to significant elimination of raffinose ($P < 0.05$) (adequate by 86.3% and 66.4%) and stachyose ($P < 0.01$) (adequate by 88.4% and 90.3%) in the common bean seeds. In conclusion, the above biological processing methods may favorably alter the concentrations of bioactive non-nutrients in common bean seeds and retain their expected, functional properties.

Key words: common beans, nutrients, non-nutrients, fermentation, germination ☒

JAROSŁAW KORUS, DOROTA GUMUL, MAREK GIBIŃSKI

**WPLYW EKSTRUZJI NA ZAWARTOŚĆ POLIFENOLI
I AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCĄ NASION FASOLI
ZWYCZAJNEJ (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)**

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ parametrów ekstruzji na skład i zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą nasion dwóch odmian fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Badane odmiany zawierały przed ekstruzją 777–996 mg polifenoli ogółem w 100 g suchej masy. Zidentyfikowano następujące związki: mirycetynę, kwercetynę, kempferol, cyjanidynę oraz kwasy: chlorogenowy, kawowy, ferulowy i *p*-kumarowy. Po ekstruzji zmniejszyła się zawartość polifenoli ogółem (o 30-32%), jak również, w większości przypadków, zawartość poszczególnych związków. Najmniejsze straty przeciwutleniaczy stwierdzono w ekstrudatach otrzymanych przy nawilżeniu surowca do 20% i w temp. procesu 120°C. Aktywność przeciwutleniająca badanych odmian fasoli, mierzona w układzie β -karoten/kwas linolowy, kształtowała się na zbliżonym poziomie, zarówno przed, jak i po ekstruzji. Najbardziej niekorzystnie wpłynęły na tę cechę parametry ekstruzji: 20% wilgotności i temp. 180°C.

Słowa kluczowe: fasola, ekstruzja, polifenole, aktywność przeciwutleniająca

Wstęp

Nasiona fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) są bogatym źródłem nie tylko podstawowych składników odżywczych, ale zawierają także stosunkowo dużo przeciwutleniaczy. Prozdrowotne działanie tych związków wynika m.in. z unieczynniania wolnych rodników inicjujących procesy utleniania, chelatowania jonów metali katalizujących te procesy, hamowania enzymów oksydacyjnych [5, 7, 8, 11, 14, 19]. Do naturalnych przeciwutleniaczy zalicza się wiele różnych grup związków, wśród których największą stanowią polifenole. Do tych drugorzędowych metabolitów roślin należą kwasy fenolowe (hydroksybenzoesowe i hydroksycynamonowe), flawonoidy (flawonole, flawony, flawanole), taniny niehydrolizujące (procyjanidyny) i inne [3, 8, 10, 13, 14, 20].

Dzięki spożywaniu żywności bogatej w przeciwutleniacze zmniejsza się podatność organizmu na choroby serca i układu krążenia, różne formy raka, wolniej zachodzą także zmiany degeneracyjne wywołane starzeniem organizmu [8, 16]. Według Schneider [17], czynnikiem ograniczającym spożycie nasion roślin strączkowych jest długi czas ich obróbki kulinarnej oraz brak na rynku nowych produktów typu ready-to-eat. Wiadomo, że procesy przetwórcze w różny sposób wpływają na zawartość przeciwutleniaczy i tym samym aktywność przeciwutleniającą otrzymanych produktów – aktywność produktów może być wyższa lub niższa niż surowca [4, 8, 12].

Celem badań było określenie wpływu parametrów ekstruzji na zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą suchych nasion fasoli.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były nasiona dwóch nowych polskich odmian fasoli (wpisane do rejestru COBORU w 2005 r.), o różnym zabarwieniu okrywy nasiennej: czerwonym – Augusta i czarnym – Nigeria, które pochodziły z Zakładu Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego PlantiCo w Szymanowie. Nasiona do badań rozdrabniono w młynku Pulverisette 14 firmy Fritsch i nawilżano do 14 lub 20% wilgotności. Ekstruzję prowadzono w ekstruderze jednoślindakowym 20DN firmy Brabender. Stosowano dwa profile temperaturowe w poszczególnych sekcjach ekstrudera: 80/100/120°C i 120/160/180°C.

Przygotowanie ekstraktów

Zmieloną próbkę w ilości 1 g ekstrahowano początkowo 40 cm³ 0,16 M HCl w 80% metanolu (v/v) przez 2 godz., z delikatnym mieszaniem w wytrząsarce z łaźnią wodną o temp. 20 ±2°C (typ WB 22 firmy Memmert). Następnie próbki wirowano (4000 x g), supernatant zachowywano, a osad ponownie ekstrahowano w podanych warunkach 40 cm³ 70% wodnego roztworu acetonu (v/v). Po odwirowaniu (jak wyżej) oba ekstrakty łączono i przechowywano w temp. -20°C.

Ogólna zawartość polifenoli

Ogólną zawartość polifenoli oznaczano według Heimler i wsp. [5]. Do 0,125 cm³ ekstraktu dodawano 0,5 cm³ dejonizowanej wody i 0,125 cm³ odczynnika Folina-Ciocalteu'a (Fluka), a po 6 min 1,25 cm³ 7% wodnego roztworu Na₂CO₃ i 1 cm³ dejonizowanej wody. Po 90 min odczytywano absorbancję przy długości fali λ=760 nm wobec wody (Helios γ spectrophotometer Thermo Electron Corp.). Wyniki wyrażano w mg kwasu galusowego/100 g s.m. próbki.

Analiza HPLC polifenoli po hydrolizie enzymatycznej

Do 0,5 g zmielonej próbki dodawano mieszaninę enzymów (Drum pektynaza 263, Seclin, Francja; β -glukozydaza; Hesperydinaza; Sulfataza typ H-2, Sigma) rozpuszczonych w 5 cm³ buforu cytrynianowego o pH 5,5 i poddawano inkubacji w łaźni wodnej o temp. 40°C przez 1 godz., po czym pozostawiano na 20 godz. w ciemni, w temp. pokojowej, w celu przeprowadzenia hydrolizy enzymatycznej. Po tym czasie do próbek dodawano 5 cm³ czystego metanolu i wstawiano na 10 min do łaźni ultradźwiękowej. Po odwirowaniu w wirówce laboratoryjnej próbki poddawano analizie chromatograficznej.

Związki fenolowe oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC w chromatografii cieczowej z detektorem diodowym Merck-Hitachi L-7455. Detektor współpracował z pompą L-7100 i systemem mieszania odczynników D-7000 HSM Multisolvant Delivery System. Rozdział prowadzono w kolumnie LiChro-CART® 125-3 Purospher® RP-18 (5 μ m) Merck, którą termostatowano w temp. 30°C. Jako eluent użyto 80% roztwór acetonitrylu w 4,5% kwasie mrówkowym (odczynnik A) i 2,5% kwas octowy (odczynnik B), przy przepływie 1 cm³/min, wg gradientu: stężenie odczynnika A zwiększano liniowo od 0 do 7 min w zakresie od 0 do 15%, następnie od 8 do 15 min stężenie odczynnika A zwiększano do 20% i od 16 min do końca analizy – do 100%. Po 10 min wymywania kolumny przy 100% stężeniu odczynnika A i 0% odczynnika B, stężenie roztworu A obniżano do 0% celem stabilizacji kolumny przez 10 min, do następnego podania próbki. W czasie analizy roztwory były odgazowywane w urządzeniu firmy Merck. Rejestrację prowadzono przy $\lambda = 320$ nm – fenolokwasy, 340 nm – flawonony, 360 nm – flawonole i 520 nm – antocyjany. Związki identyfikowano na podstawie widm w zakresie od 200 do 600 nm oraz czasów retencji porównywanych z wzorcami. Wyniki podano w mg/100 g suchej masy próbek.

Aktywność przeciwutleniająca w układzie β -karoten/kwas linolowy

Oznaczenie wykonano według Al-Saikhana i wsp. [1]: 4 mg β -karotenu (Sigma) rozpuszczano w 40 cm³ chloroformu, następnie pobierano 3 cm³ i dodawano 40 mg kwasu linolowego (Fluka) oraz 400 mg odczynnika Tween 40 (Sigma). Chloroform odparowywano pod zmniejszonym ciśnieniem (pompa próżniowa, typ PL-2, AGA-labor) w temp. $45 \pm 2^\circ\text{C}$ ogrzewając próbkę w łaźni wodnej. Do otrzymanej emulsji dodawano 100 cm³ 10% H₂O₂ (v/v), następnie pobierano 3 cm³ i dodawano 0,12 cm³ badanych ekstraktów. Próbkę umieszczano w łaźni wodnej o temp. $50 \pm 2^\circ\text{C}$ i co 10 min mierzono absorbancję przy długości fali $\lambda = 470$ nm. Próbka kontrolna zawierała 0,12 cm³ wody destylowanej zamiast ekstraktu. Aktywność przeciwutleniającą AA obliczano według Al-Saikhana i wsp. [1], zaś współczynnik utlenienia ORR według Oomaha i wsp. [15].

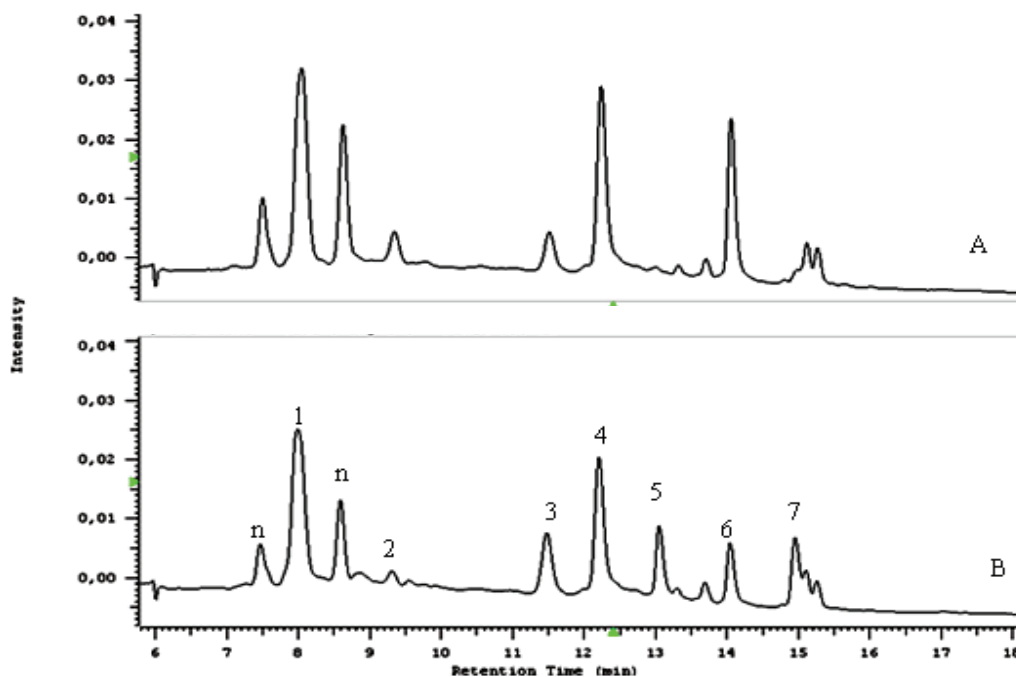
Analiza statystyczna

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej testem F Snedecora i t-Studenta. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano na poziomie $p=0,01$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość polifenoli ogółem oraz poszczególnych składników zamieszczono w tab. 1. Suche nasiona fasoli odmiany Augusta zawierały 996 mg polifenoli ogółem (w przeliczeniu na kwas galusowy) w 100 g s.m., co było wartością o około 28% wyższą w stosunku do drugiej badanej odmiany. Wartości te są trudne do porównania z danymi literaturowymi ze względu na stosowane przez innych autorów różne metody ekstrakcji, oznaczania i wyrażania wyników. W celu łatwiejszego porównania wyników ujednotoczono skalę, przeliczając dane innych autorów na 100 g produktu. Oomah i wsp. [15] podają zawartość polifenoli w sześciu badanych odmianach fasoli w zakresie 328–1661 mg katechiny. Z kolei Vinson i wsp. [18] uzyskali zawartość polifenoli na poziomie 3590 μM katechiny (1042 mg) w fasoli ‘Kidney’ i 3190 μM katechiny (926 mg) w ‘Pinto’. Wu i wsp. [21] oznaczyli w różnych odmianach fasoli od 223 mg do 1247 mg polifenoli, w przeliczeniu na kwas galusowy. Heimler i wsp. [5] stwierdzili w badanych 12 włoskich odmianach fasoli od 117 do 440 mg polifenoli, jako kwas galusowy. Oprócz samej metody oznaczania bardzo istotny jest także sposób ekstrakcji polifenoli z badanego materiału. Amarowicz i wsp. [2] oznaczyli w zależności od stosowanego roztworu ekstrakcyjnego zawartość polifenoli w tej samej próbce soczewicy w granicach 292–721 mg/100 g. Uzyskane wyniki są zbliżone do podanych przez Wu i wsp. [21], którzy stosowali, podobnie jak w niniejszej pracy, ekstrakcję dwustopniową.

Fasola odmiany Augusta zawierała więcej niż ‘Nigeria’ kwercetyny, kwasu chlorogenowego, kawowego, ferulowego, natomiast ‘Nigeria’ była zasobniejsza w kempferol i kwas *p*-kumarowy, a dodatkowo zawierała nieobecne w nasionach ‘Augusty’ mirycetynę i cyjanidynę (rys. 1, tab. 1). Zidentyfikowane związki polifenolowe stanowią łącznie tylko część polifenoli ogółem oznaczonych przy użyciu odczynników Folina-Ciocalteu’a. Rozbieżność wynika z tego, że w skład polifenoli wchodzi także frakcje, których nie oznaczano chromatograficznie, np. taniny skondensowane, a niektórych związków widocznych na chromatogramach nie udało się zidentyfikować. Ponadto metoda spektrofotometryczna jest mniej dokładna od analizy chromatograficznej, gdyż stosowany w niej odczynnik może reagować nie tylko z polifenolami, ale także innymi związkami, np. białkami, co dodatkowo wpływa na podwyższenie wyniku.



1 – kwas chlorogenowy / chlorogenic acid, 2 – kwas kawowy / caffeic acid, 3 – kwas *p*-kumarowy / *p*-coumaric acid, 4 – kwas ferulowy / ferulic acid, 5 – mirycetyna / myricetin, 6-kwercetyna / quercetin, 7-kempferol / kaempferol, n – związki niezidentyfikowane / n – not identified compounds.

Rys. 1. Chromatogramy HPLC kwasów fenolowych (320 nm) i flawonoli (360 nm) w ekstraktach fasoli odmiany Augusta (A) i Nigeria (B).

Fig. 1. HPLC chromatograms of phenolic acids (320 nm) and flavonols (360 nm) in Augusta (A) and Nigeria (B) bean extracts.

Po ekstruzji zawartość polifenoli ogółem w obu odmianach fasoli zmniejszyła się w podobnym stopniu, średnio przy wszystkich parametrach ekstruzji o 32% w ‘Augustacie’ i 30% w ‘Nigerii’. Spośród poszczególnych parametrów ekstruzji najmniejsze straty polifenoli stwierdzono przy nawilżeniu surowca przed procesem do 20% i temp. procesu 120°C. W podanych warunkach straty w fasoli odmiany Augusta wyniosły 21% (w pozostałych parametrach ekstruzji 32-38%), a w nasionach odmiany Nigeria odpowiednio 21 i 28–37%. Biorąc pod uwagę temperaturę ekstruzji wyższe straty zanotowano w temp. 180°C, średnio w obu odmianach 34% wobec 27% w temp. 120°C. Wyższy stopień nawilżenia nasion przed procesem sprzyjał zachowaniu większej ilości polifenoli. Średnie straty polifenoli w obu odmianach przy nawilżeniu materiału do 14% wyniosły w stosunku do surowca 34%, a przy 20% wilgotności – 27%. Wynika z tego, że niższa temperatura procesu ekstruzji, jak i wyższa zawartość wody w surow-

cu wpływają na mniejszy spadek zawartości polifenoli. Podobną zależność w odniesieniu do składu chemicznego ekstrudowanej fasoli stwierdzili także Ismail i Zahran [6] oraz Korus i wsp. [9].

Tabela 1

Zawartość zidentyfikowanych polifenoli oraz polifenoli ogółem w suchych nasionach fasoli i ekstrudatach [mg/100 g s.m.].

Content of total phenolics and phenolic compounds in raw bean seeds and their extrudates [mg/100 g d.m.].

Składniki Phenolic	Nasiona fasoli odmiany Augusta Augusta variety bean seeds					Nasiona fasoli odmiany Nigeria Nigeria variety bean seeds				
	S*	14**/120***	20/120	14/180	20/180	S	14/120	20/120	14/180	20/180
Mirycetyna Myricetin	-	-	-	-	-	11,50 c	11,59 c	9,04 a	9,95 b	8,74 a
Kwercetyna Quercetin	21,58 d	19,69 c	18,49 b	17,55 a	18,42 b	9,18 b	8,40 b	6,83 a	6,60 a	6,34 a
Kempferol Kaempferol	1,10 a	1,13 a	1,48 a	1,16 a	1,05 a	9,68 c	10,02 c	8,72 b	8,50 ab	7,67 a
Kwas chlorogenowy chlorogenic acid	21,89 d	16,53 ab	18,41 c	15,78 a	17,12 b	19,47 e	13,39 b	18,53 d	11,65 a	16,20 c
Kwas kawowy Caffeic acid	1,59 a	1,43 a	1,52 a	1,42 a	1,49 a	0,67 a	0,62 a	0,53 a	0,54 a	0,66 a
Kwas ferulowy Ferulic acid	6,91 a	7,22 a	7,40 a	7,25 a	7,21 a	5,82 bc	6,20 c	4,46 a	5,89 bc	5,13 ab
Kwas <i>p</i> -kumarowy <i>p</i> -Coumaric acid	1,84 a	1,83 a	1,83 a	1,85 a	1,86 a	2,96 b	2,91 b	3,05 c	2,74 a	3,20 d
Cyjanidyna Cyanidin	-	-	-	-	-	26,17 d	5,44 c	0,15 a	1,61 b	0,15 a
Ogółem Total	996 d	621 a	784 c	674 b	647 ab	777 e	559 c	615 d	488 a	521 b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* S – surowiec / raw seeds,

** 14, 20 - wilgotność ekstrudowanego materiału / initial humidity of extruded materials [%],

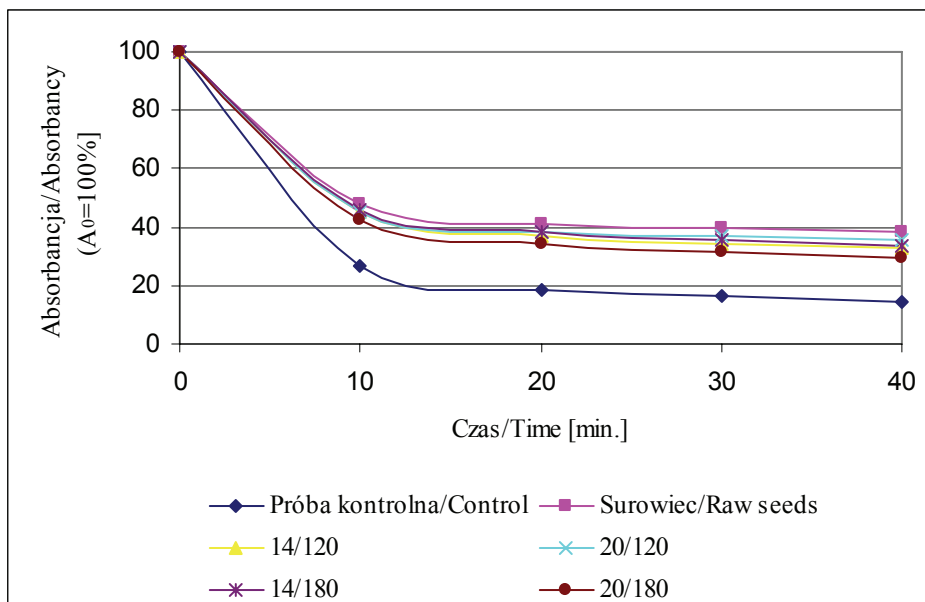
*** 120, 180 – temp. ekstruzji / extrusion temperature [°C],

- nie stwierdzono/not detected,

- składniki oznaczone w rzędach różnymi literami różnią się w obrębie odmian statystycznie istotnie (NIR_{p=0,01}) / compounds in rows marked with different letters is statistically different within varieties (LSD_{p=0,01}).

Zawartość poszczególnych związków polifenolowych w większości przypadków zmniejszyła się w wyniku ekstruzji (tab. 1). Najbardziej zmniejszyła się zawartość cyjanidyny w nasionach odmiany Nigeria – średnio ekstrudaty zawierały 93% mniej tego składnika w stosunku do materiału wyjściowego. Duże straty wystąpiły także

w przypadku kwasu chlorogenowego, średnio w obu odmianach 23%, przy czym kwercetyny – 19% i mirycetyny w nasionach odmiany Nigeria – 14%.



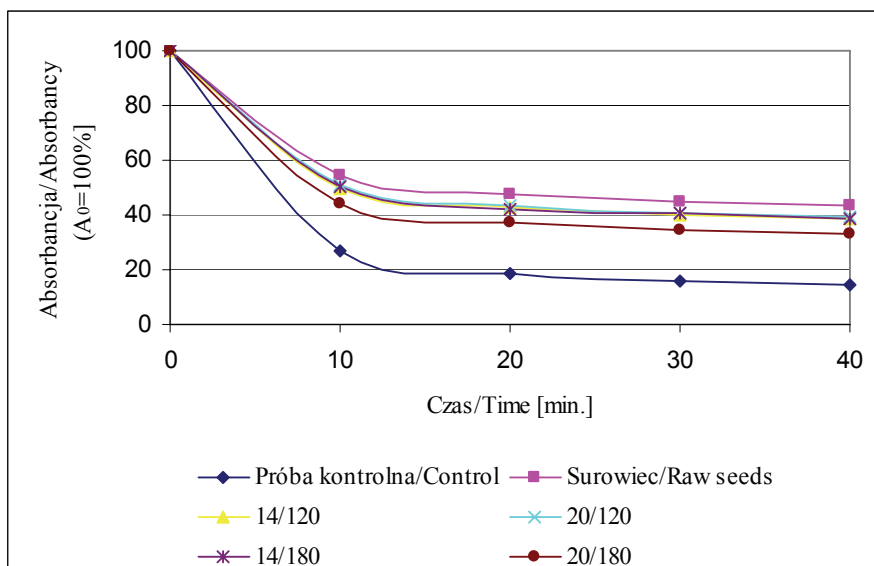
A_0 = absorbancja wyjściowa próbki / initial absorbance of sample; 14, 20 - wilgotność ekstrudowanego materiału [%] / initial humidity of extruded materials [%]; 120, 180 – temperatura ekstruzji [°C] / extrusion temperature [°C]

Rys. 2. Aktywność przeciwutleniająca nasion i ekstrudatów z fasoli odmiany Augusta (wyższa wartość absorbancji wskazuje na wyższą aktywność przeciwutleniającą).

Fig. 2. Antioxidant activity of raw bean seeds var. Augusta and their extrudates (higher absorbancy indicated stronger antioxidant activity).

Dynamika zaniku barwy β -karotenu wskazuje na mniejszą aktywność przeciwutleniającą ekstrudatów w porównaniu z surowcem (rys. 2 i 3). W obu odmianach najwyższą aktywność wykazywały surowe nasiona fasoli, a najniższą ekstrudaty uzyskane w temp. 180°C i 20% wilgotności. Aktywność przeciwutleniająca pozostałych ekstrudatów kształtowała się na zbliżonym poziomie. Nie odnotowano istotnych różnic pomiędzy obu odmianami, choć nieco wyższą aktywność miały surowe nasiona ‘Nigerii’ i uzyskane z nich ekstrudaty (tab. 2). W obu odmianach najwyższą wartość aktywności przeciwutleniającej wykazywał materiał wyjściowy, a najniższą – ekstrudaty 20%/180°C. Aktywność przeciwutleniająca ekstrudatów uzyskanych w pozostałych parametrach nie różniła się statystycznie.

Odwrotna tendencja wystąpiła w przypadku stopnia rozkładu β -karotenu ORR. Najwyższe wartości ORR wykazano w ekstrudatach 20%/180°C, a najniższe w surowcu.



Objaśnienia jak na rys. 2 / Explanatory notes the same as on Fig. 2.

Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca nasion i ekstrudatów z fasoli odmiany Nigeria (wyższa wartość absorbancji wskazuje na wyższą aktywność przeciwutleniającą).

Fig. 3. Antioxidant activity of raw bean seeds var. Nigeria and their extrudates (higher absorbancy indicated stronger antioxidant activity).

Tabela 2

Aktywność przeciwutleniająca (AA) i współczynnik utlenienia β -karotenu (ORR) badanych nasion i ekstrudatów z fasoli.

Antioxidant activity and β -carotene oxidation rate (ORR) of bean seeds and extrudates.

Próbka Sample	Nasiona fasoli odmiany Augusta Augusta variety bean seeds		Nasiona fasoli odmiany Nigeria Nigeria variety bean seeds	
	AA	ORR	AA	ORR
S*	47,5 c	0,525 a	55,6 c	0,444 a
14/120	45,6 bc	0,544 ab	49,6 b	0,504 b
20/120	43,7 b	0,563 b	50,4 b	0,496 b
14/180	42,5 b	0,575 b	49,6 b	0,504 b
20/180	38,2 a	0,618 c	40,6 a	0,594 c

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* surowiec / raw seeds,

- składniki oznaczone różnymi literami różnią się w obrębie odmian statystycznie istotnie ($NIR_{p=0,01}$),

- compounds marked with different letters is statistically different within varieties ($LSD_{p=0,01}$),

14, 20 – wilgotność ekstrudowanego materiału / initial humidity of extruded materials [%],

120, 180 – temperatura ekstruzji / extrusion temperature [$^{\circ}$ C].

Wnioski

1. Najmniejsze straty polifenoli ogółem, wynoszące średnio 21%, w nasionach fasoli odmian Augusta i Nigeria, spowodowała ekstruzja materiału nawilżonego do 20%, prowadzona w temp. 120°C.
2. Spośród zidentyfikowanych polifenoli najbardziej podatna na rozkład podczas ekstruzji okazała się cyjanidyna, której straty sięgały 99%.
3. Proces ekstruzji spowodował obniżenie aktywności przeciwutleniającej fasoli. Największe obniżenie aktywności przeciwutleniającej stwierdzono, stosując parametry ekstruzji: 20% wilgotności i temp. 180°C.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki w latach 2004-2006 jako projekt badawczy zamawiany nr PBZ-KBN-094/P06/2003/29

Literatura


- [1] Al-Saikhan M.S., Howard L.R., Miller J.C.: Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.). J. Food Sci., 1995, **60** (2), 341-343, 347.
- [2] Amarowicz R., Piskula M., Honke J., Rudnicka B., Troszyńska A., Kozłowska H.: Extraction of phenolic compounds from lentil seeds (*Lens culinaris*) with various solvents. Pol. J. Food Nut. Sci., 1995, **4/45** (3), 53-61.
- [3] Cheynier V.: Polyphenols in foods are more complex than often thought. Am. J. Clinic. Nutr., 2005, **81** Suppl., 223S-229S.
- [4] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetwórczych i w czasie trawienia. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37), 26-35.
- [5] Heimler D., Vignolini P., Dini M.G., Romani A.: Rapid tests to assess the antioxidant activity of *Phaseolus vulgaris* L. dry beans. J. Agric. Food Chem. 2005, **53**, 3053-3056.
- [6] Ismail F.A., Zahran G.H.: Studies on extrusion conditions of some cereals and legumes. Egyptian J. Food Sci., 2002, **30** (1), 59-76.
- [7] Joseph J.A., Shukitt-Halle B., Casadesus G.: Reversing the deleterious effects of aging on neuronal communication and behavior: beneficial properties of fruit polyphenolic compounds. Am. J. Clinic. Nutr., 2005, **81** Suppl., 313S-316S.
- [8] Kaur C., Kapoor H.C.: Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health. Int. J. Food Sci. Technol., 2001, **36**, 703-725.
- [9] Korus J., Gumul D., Achremowicz B.: The influence of extrusion on chemical composition of dry seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Elec. J. Pol. Agric. Univ., 2006, **9**, (w druku).
- [10] Kusznierewicz B., Wolska L., Bartoszek A., Namieśnik J.: Charakterystyka polifenoli: występowanie, właściwości, przegląd metod analitycznych. Bromat. Chem. Toksykol., 2005, **XXXVIII**, 81-92.
- [11] Lambert J.D., Hong J., Yang G., Liao J., Yang C.S.: Inhibition of carcinogenesis by polyphenols: evidence from laboratory investigations. Am. J. Clinic. Nutr., 2005, **81** Suppl., 284S-291S.
- [12] Nicoli M.C., Anese M., Parpinel M.: Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. Trends Food Sci. Technol., 1999, **10**, 94-100.
- [13] Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G.: Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends Plant Sci., 1997, **2** (4), 152-159.

- [14] Rosicka-Kaczmarek J.: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności. *Przeg. Piek. Cuk.*, 2004, 12-16.
- [15] Oomah B.D., Cardador-Martinez A., Loarca-Piña G.: Phenolics and antioxidative activities in common beans (*Phaseolus vulgaris* L). *J. Sci. Food Agric.*, 2005, **85**, 935-942.
- [16] Scalbert A., Johnson I.T., Salmarsh M.: Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am. J. Clinic. Nutr.*, 2005, **81** Suppl., 215S-217S.
- [17] Schneider A. V. C.: Overview of the market and consumption of pulses in Europe. *Br. J. Nutr.*, 2002, **88** Suppl. 3, S243-S250.
- [18] Vinson J.A., Hao Y., Su X., Zubik L.: Phenol antioxidant quantity and quality in foods : vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 1998, **46**, 3630-3634.
- [19] Vita J.A.: Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function. *Am. J. Clinic. Nutr.*, 2005, **81** Suppl., 292S-297S.
- [20] Wiczowski W., Piskula M.K.: Food flavonoids. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, **13** (54), 101-114.
- [21] Wu X., Beecher G.R., Holden J.M., Haytowitz D.B., Gebhardt S.E., Prior R.L.: Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 4026-4037.

INFLUENCE OF EXTRUSION ON PHENOLICS CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

Summary

The influence of extrusion parameters on changes in phenolics amount and composition as well as antioxidant activity of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) was presented. Total phenolics in varieties varied from 777 to 996 mg/100g d.b. Myricetin, quercetin, kaempferol, cyanidin, chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid and *p*-coumaric acid were identified. Content of total phenolics decreased during extrusion about 30–32%. Also, content of the majority of phenolic compounds was lowered after extrusion in comparison to raw seeds. The lowest losses of phenolics was observed in extrudates obtained of processing parameters: 20% initial humidity, temperature 120°C. Antioxidant activity, evaluated in β -carotene/linoleic acid model system, both raw seeds and extrudates were similar in two investigated varieties. The highest decrease of antioxidant activity was observed in extrudates obtained with parameters 20% humidity and temperature 180°C.

Key words: bean, extrusion, phenolics, antioxidant activity 

AGNIESZKA WÓJTOWICZ, PAULINA BALTYN

OCENA WYBRANYCH CECH JAKOŚCIOWYCH POPULARNYCH PRZEKĄSEK ZIEMNIACZANYCH

Streszczenie

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki oznaczeń wybranych cech fizycznych oraz parametrów tekstury popularnych przekąsek ziemniaczanych dostępnych w handlu. Oceniano wyróżniki jakościowe pięciu typów przekąsek o zróżnicowanym składzie surowcowym i kształcie. Badano wilgotność, gęstość w stanie usypowym, odporność na uszkodzenia, wodochłonność, wybrane parametry tekstury (twardość, łamliwość) oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną przekąsek.

Wyniki badanych wyróżników jakościowych wszystkich ocenianych produktów przekąskowych były zbliżone i zawierały się w przyjętych dla tego typu wyrobów granicach określonych w normach przedmiotowych oraz fachowej literaturze. Najlepszymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się przekąski przestrzenne Twistos 3D, zaś najmniejszą akceptację uzyskały prażynki naturalne. Wyniki oceny sensorycznej potwierdzają rezultaty badań instrumentalnych, w szczególności parametrów tekstury.

Słowa kluczowe: przekąski, pelety, cechy fizyczne, tekstura, komora Kramera

Wstęp

Popularność różnego rodzaju przekąsek powoduje, że producenci żywności starają się powiększać ofertę asortymentową. Jest to związane z udoskonalaniem metod wytwarzania lub wdrażaniem zupełnie nowych technologii. Wdrożenie techniki ekstruzji umożliwiło wytwarzanie szerokiej gamy wyrobów gotowych do spożycia z wykorzystaniem popularnych i niedrogich surowców [12]. W ostatnich latach, poza ekstrudowanymi chrupkami kukurydzianymi, popularność na rynku zyskały przekąski nowego typu: przekąski kukurydziano–zbożowe oraz ziemniaczane. Ich produkcja odbywa się dwuetapowo – w pierwszej fazie wytwarzane są jako tzw. pelety, które w drugim etapie są ekspandowane [4, 23].

Do produkcji peletów wykorzystuje się różne surowce skrobiowe, głównie ze zbóż i produktów ziemniaczanych. Całkowita zawartość skrobi w recepturze powinna

wynosić ok. 60%, co gwarantuje otrzymanie po usmażeniu snacków niezbyt twardych i o delikatnej teksturze. Podczas produkcji krótkich form peletów zbożowych, skleikowane i podgotowane w ekstruderze ciasto przepuszczane zostaje przez matrycę formera, która nadaje masie ciasta kształty np. kółeczka, gwiazdki, misie itp. Zastosowanie odpowiedniego systemu chłodzącego cylinder i głowicę ekstrudera oraz formera zapewnia kontrolę cech reologicznych ciasta oraz ułatwia kształtowanie i krojenie peletów [18]. Następnym etapem produkcji jest stopniowe suszenie peletów, aż do uzyskania odpowiedniej wilgotności, co zapewnia maksymalny stopień ekspansji podczas ich dalszej obróbki. Odpowiedni dobór parametrów pracy formera zapewnia otrzymywanie ciasta pozbawionego pęcherzyków powietrza oraz ułatwia zachowanie stabilnej jakości peletów o odpowiednich cechach sensorycznych [11, 18]. Innym typem są pelety laminowane, wycinane z szerokich taśm ciasta uprzednio walcowanych, dzięki czemu otrzymane wyroby charakteryzują się równomiernym kształtem i grubością. W ostatnich latach popularność zdobyła nowa forma peletów określana mianem snacków trzeciej generacji tzw. 3D – form trójwymiarowych, przypominających wyglądem poduszeczki lub różki. Przygotowanie do spożycia wymaga obróbki termicznej peletów powodującej ekspansję i uzyskanie przestrzennej formy przekąsek [18]. Podczas smażenia mogą one zaabsorbować nawet do 35% tłuszczu, dlatego wydaje się, że korzystniejszym rozwiązaniem jest poszukiwanie alternatywnych metod ekspansji (np. gorącym powietrzem czy mikrofalami), dzięki którym otrzymane wyroby będą cechować się znacznie mniejszą kalorycznością [10].

Tekstura obejmuje wiele właściwości reologicznych żywności, umożliwiających ocenę zmian zachodzących w czasie wytwarzania oraz przechowywania [19, 20, 22]. Szczególnie pożądane przez konsumentów cechy tekstury to: kruchość, chrupkość, jędrność, nieakceptowane natomiast to łykowatość, grudkowatość, rozpadanie się czy śluzowatość, które bywają także wskaźnikiem utraty świeżości produktów spożywczych [22].

Do badań tekstury polegających na ścinaniu próbki stosuje się urządzenia jedno- i wieloostrowe. Najbardziej znanym wieloostrowym szerometrem do badań ścinania jest prasa Kramera. Jej element pomiarowy składa się z 5 lub 10 równoległych ostrzy przechodzących przez wypełnioną próbką celę, mającą taką samą liczbę otworów. Na badany obiekt działa układ sił ścinających i ściskających, a dodatkowo jego część ulega wytłoczeniu. Prasa Kramera stosowana jest do analizowania tekstury wielu wyrobów: produktów roślinnych, ciast, chrupiek, płatków śniadaniowych.

Celem pracy było zbadanie wybranych właściwości fizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem tekstury oraz ocena sensoryczna popularnych przekąsek ziemniaczanych dostępnych na rynku.

Materiały i metody badań

W zakres pracy wchodziło określenie podstawowych właściwości fizycznych oraz cech tekstury przekąsek. W Laboratorium Oceny Środków i Urządzeń Spożywczych określano wilgotność metodą suszarkową w trzech powtórzeniach [7], gęstość w stanie usypowym [1], wskaźnik absorpcji wody WAI [4], wytrzymałość mechaniczną w aparacie Pfosta, poddając próbkę obracaniu przez 5 min przy obrotach 50 obr·min⁻¹ i określając odporność na uszkodzenia mechaniczne [1]. Oznaczenia wykonano w 10 powtórzeniach, jako wynik przyjęto średnią z pomiarów.

Badanie wybranych cech tekstury przekąsek ziemniaczanych prowadzono przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick z zastosowaniem 5-ostrowej komory Kramera wyposażonej w głowicę 500 N. Do badań zastosowano prędkość przesuwu głowicy 100 mm/min. Próby do badania każdorazowo układano w jednej warstwie na dnie komory. Podczas badania tekstury przekąsek ziemniaczanych określano wybrane cechy tekstury próbek poddanych testowi podwójnego ściskania. Twardość określano w momencie wystąpienia najwyższej siły niezbędnej do zniszczenia próby, łamliwość określano jako pierwszy górny wierzchołek obciążenia podczas ściskania próby w momencie naruszenia jej struktury [16, 17].

Ocenę sensoryczną badanych przekąsek ziemniaczanych przeprowadzono z udziałem 12-osobowego zespołu oceniającego, zapoznanego z metodyką oceny poszczególnych parametrów. Sprawdzenie struktury i tekstury wyrobów przeprowadzono wzrokowo i doustnie, oceniano poszczególne cechy, takie jak: wygląd, smak, zapach, barwa, twardość, kruchość, chrupkość, adhezyjność, zgodnie z opisem tych wyznaczników zawartych w normach przedmiotowych [14, 15, 16]. Jako wynik oceny sensorycznej przyjęto wartości średnie z oceny poszczególnych cech przekąsek.

Testom poddano 5 rodzajów popularnych przekąsek ziemniaczanych o zróżnicowanym kształcie i wielkości (o składzie podanym przez producenta na opakowaniu):

- ‘Prażynki ziemniaczane naturalne’. Skład: susz ziemniaczany (64% - skrobia, grysik ziemniaczany, mączka roślin strączkowych, sól), olej roślinny 36%;
- ‘Prażynki ziemniaczane – zielona cebulka’. Skład: susz ziemniaczany (56%), płatki ziemniaczane, skrobia ziemniaczana, sól, olej roślinny (41%), posypka smakowa (3%) wzmacniacz smaku E621, ekstrakty przypraw, ekstrakty drożdżowe;
- ‘Misie POM-BAR’. Skład: mąka ziemniaczana (31%), olej roślinny, skrobia, skrobia modyfikowana, sól, sól jodowana, cukier, emulgator: lecytyna sojowa (z białkiem mleka i laktozą), ekstrakt drożdżowy, przyprawy;
- ‘Twistos’ – przekąski ziemniaczane o smaku śmietankowym. Skład: skrobia, olej roślinny, granulát ziemniaczany, płatki ziemniaczane, preparat aromatyzujący – białka mleka, ser w proszku, substancje wzmacniające smak i zapach (glutaminian sodu, rybonukleotydy disodowe), aromaty, regulator kwasowości (kwas cytryno-

wy, cytrynian sodu), barwniki (ekstrakt z papryki, kurkumina), skrobia modyfikowana (fosforan diskrobiowy), sól;

- ‘Peppies snack bacon’ – chrupki o smaku bekonu. Skład: mąka pszenna, skrobia ziemniaczana, tłuszcz roślinny, sól, przyprawy, substancja wzmacniająca smak i zapach: glutaminian sodu, aromat identyczny z naturalnym.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń wilgotności poszczególnych rodzajów przekąsek ziemniaczanych przedstawiono w tab. 1. Zawierała się ona w przedziale 1,97–3,57%. Największą wilgotnością charakteryzowały się ‘Misie’, natomiast najmniejszą ‘Prażynki ziemniaczane naturalne’. Pozostałe przekąski: ‘Prażynki ziemniaczane cebulowe’, ‘Peppies snack bacon’ oraz ‘Twistos 3D’ miały zbliżoną wilgotność. Prawidłowa wilgotność przekąsek nie powinna przekraczać 5%. Wójtowicz i wsp. [23], w badaniach przekąsek ziemniaczanych smażonych w warunkach laboratoryjnych z peletów, uzyskali wilgotność wyrobów zawierającą się w przedziale 3,2–6,5%. Badania różnego asortymentu produktów przekąskowych przeprowadzone przez Jonesa i wsp. [8] wskazują wilgotność w granicach od 1,13% (pierścionki kukurydziane) do 8,4% (pierścionki kukurydziane z dodatkiem otrąb owsianych i włókien błonnikowych). Wilgotność przekąsek ziemniaczanych dostępnych w handlu była więc mniejsza od wilgotności wyrobów uzyskiwanych w warunkach laboratoryjnych.

Gęstość to istotny parametr przy opracowywaniu zagadnień związanych z przechowywaniem i transportem produktów spożywczych. W znacznym stopniu zależy od czynników technologicznych, takich jak wskaźnik ekspandowania lub kształtu wyrobu. Wartości badanego parametru zawierały się w granicach 43,75–66,71 kg/m³ (tab. 1). Gęstość wszystkich badanych próbek określona została na zbliżonym poziomie, co jest spowodowane regularnym kształtem i przestrzenną formą przekąsek.

Według badań różnych autorów gęstość w stanie usypowym maleje wraz ze wzrostem stopnia skleikowania skrobi oraz ekspandowaniem produktów [4, 5, 13]. Jones i wsp. [8] uzyskali następujące wartości gęstości badanych produktów: pierścionki kukurydziane – 15 kg/m³, płatki kukurydziane – 38 kg/m³, pelety – 144 kg/m³. Podaje się, że dopuszczalne wartości gęstości w stanie usypowym przekąsek wytworzonych na bazie peletów kształtują się na poziomie 75–100 kg/m³ w Stanach Zjednoczonych oraz 40–60 kg/m³ w krajach azjatyckich, w zależności od zastosowanych surowców [21].

Wartości wytrzymałości kinetycznej oznaczonej w przeprowadzonych badaniach wahały się w granicach 67,34–90,91%. Wyniki te świadczą o wysokiej odporności przekąsek ziemniaczanych na uszkodzenia mechaniczne, które mogą wystąpić w czasie pakowania, transportu i przechowywania. Wyniki pomiarów wytrzymałości kinetycznej badanych przekąsek ziemniaczanych przedstawiono w tab. 1. Najniższą wytrzyma-

łością charakteryzowały się prażynki cebulowe (67,34%) mające kształt pustych w środku pierścieni i były tym samym podatne na uszkodzenia. Podczas pomiarów zaobserwowano także duży rozrzut wyników pomiędzy poszczególnymi próbkami ze względu na kształt prażynek oraz ich bardzo niską wilgotność. Natomiast największą odpornością na uszkodzenia odznaczały się przekąski ziemniaczane ‘Misie’. Mimo porowatej struktury i nieregularnego kształtu przekąski te wykazały dosyć dużą twardość. W przypadku przekąsek ‘Peppies’ oraz ‘Twistos 3D’ zaobserwowano utratę barwy oraz posypki smakowej w czasie badania. Rezultaty badań przeprowadzonych przez Wójtowicz i wsp. [23], określających odporność na uszkodzenia przekąsek ziemniaczanych otrzymanych ze smażonych peletów, są porównywalne z uzyskanymi wynikami. Testując najbardziej wyekspandowane produkty uzyskano największą liczbę uszkodzonych elementów, co wskazuje na niską wytrzymałość kinetyczną przekąsek.

Tabela 1

Wilgotność, gęstość, wytrzymałość i wodochłonność badanych przekąsek ziemniaczanych.
Moisture, bulk density, durability and WAI of tested potato snacks.

Rodzaj produktu Type of product	Wilgotność Moisture [%]	Odchylenie standardowe Standard deviation	Gęstość Bulk density [kg/m ³]	Odchylenie standardowe Standard deviation	Wytrzymałość Durability [%]	Odchylenie standardowe Standard deviation	WAI [%]	Odchylenie standardowe Standard deviation
Misie POM-BAR	3,57	0,081	66,71	1,261	90,91	5,16	55,78	2,26
Peppies snack bacon	2,86	0,256	60,63	0,766	77,86	5,60	62,09	2,03
Prażynki naturalne Natural snacks	1,97	0,392	43,75	0,745	85,20	4,99	99,85	1,46
Prażynki cebulowe Onion snacks	2,17	0,176	52,28	1,018	67,34	10,11	89,24	2,22
Twistos 3D Twistos	2,69	0,081	59,27	1,189	76,40	9,30	56,45	5,22

Wskaźnik absorpcji wodnej WAI jest miarą zdolności pochłaniania i utrzymywania wody przez badane próbki. W znaczącym stopniu WAI zależy od zastosowanej temperatury obróbki termicznej w czasie wytwarzania przekąsek oraz zawartości wody

w surowcach [2, 4, 5, 13]. Wartości tego parametru w badaniach wahały się w granicach 56,45 – 99,85% (tab. 1). Największą chłonnością wody charakteryzowały się przekąski ziemniaczane naturalne, w których recepturze zastosowano susz ziemniaczany dobrze pochłaniający wodę. Prażynki te miały gładką powierzchnię oraz jednorodną strukturę wewnętrzną umożliwiającą zatrzymywanie wody. Przekąski w kształcie misiów wykazywały najmniejszą wodochłonność związaną z porowatą powierzchnią, dużą liczbą pęcherzyków wewnątrz przekąski oraz płaskim, nieregularnym kształtem. Przekąski ziemniaczane naturalne i cebulowe wytworzone z dużym udziałem surowców skrobiowych w recepturze wykazują największą zdolność chłonięcia i zatrzymywania wody.

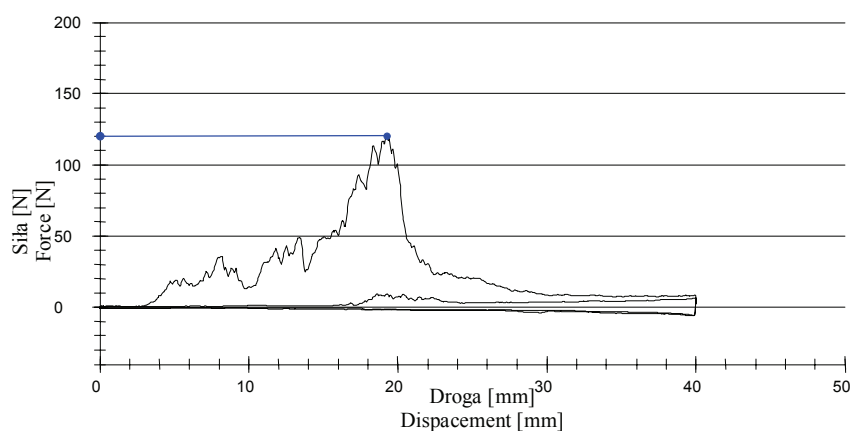
W badaniach przeprowadzone przez Wójtowicz i wsp. [23] określono wskaźnik wodochłonności smażonych przekąsek ziemniaczanych na poziomie 40–70%. Ograniczeniem w pochłanianiu wody przez badane próbki była duża zawartość tłuszczu w smażonych przekąskach ziemniaczanych w porównaniu z bezpośrednio ekspandowanymi ekstrudatami zbożowymi. Badania przeprowadzone przez Jonesa i wsp. [8] dot. ekstrudowanych produktów zbożowych wykazują wartości wodochłonności peletów na poziomie 290%, zaś kulek zbożowych - 630%. Wskaźnik absorpcji wody ma w tym przypadku tendencję do wzrostu przy wyższej zawartości skrobi. Fornal [2], badając ekstrudaty spożywcze, określiła wodochłonność produktów o różnym składzie surowcowym oraz z różnymi dodatkami. Wyniki badań ekstrudatów z mąki owsianej kształtowały się na poziomie od 210 do 620%, dodatek skrobi ziemniaczanej w niewielkim stopniu wpłynął na zwiększenie wodochłonności do 690%. Natomiast wartości WAI ekstrudatów z udziałem mąki gryczanej i białek mleka wahały się w granicach od 440 do 570% ze względu na niższy udział skrobi w recepturze.

Wyniki pomiarów cech tekstury zostały określone na podstawie przebiegu teksturogramów uzyskanych w programie TestXpert v1011 poprzez wyznaczenie miejsca odczytu każdej z badanych cech. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi z 10 powtórzeń oznaczeń każdego rodzaju przekąsek.

Twardość jest parametrem bardzo często określanym w badaniach produktów spożywczych, przy ocenie wyrobów ekstrudowanych jednym z najważniejszych określających ich przydatność konsumpcyjną. W produktach przekąskowych powinna być jak najmniejsza, co wpływa na wysoką kruchość wyrobów [19]. Twardość w przeprowadzonych badaniach wyznaczono w miejscu występowania maksymalnej siły obciążenia. Przykładowy przebieg wyznaczania twardości przedstawiono na rys. 1.

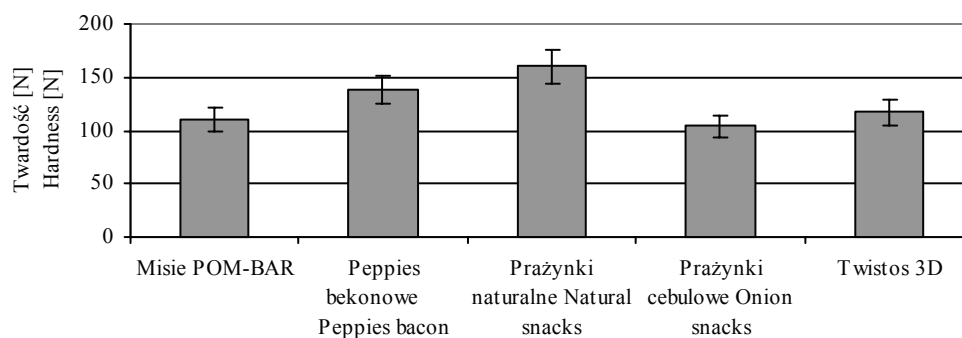
Na rys. 2 przedstawiono wyniki pomiarów twardości badanych przekąsek ziemniaczanych. W zależności od składu surowcowego i kształtu, twardość przekąsek zawierała się w przedziale od 104,00 do 160,21 N. Największą twardością charakteryzowały się prażynki ziemniaczane naturalne, natomiast najniższą prażynki ziemniaczane o smaku cebulowym. Prażynki ziemniaczane wyprodukowane z dużą zawartością su-

szu ziemniaczanego charakteryzowały się wysoką wytrzymałością kinetyczną, wysoką wodochłonnością, zwartą konsystencją i regularnym kształtem, co również wpłynęło na wysoką twardość badanych przekąsek. Najmniejsza twardość (N) związana była z kształtem badanych prażynek, forma pierścienia z dużą pustą przestrzenią wewnątrz powodowała łatwość zniszczenia struktury, przejawem czego była niska wytrzymałość kinetyczna, a uzyskane siły obciążenia wskazały na niską twardość wyrobu. Stosunkowo niskie wartości twardości uzyskano podczas badania wyrobów 'Twistos 3D' również ze względu na przestrzenną formę i perforowaną powierzchnię przekąski.



Rys. 1. Przykładowa krzywa pomiaru twardości przekąsek 'Peppies snack bacon'.

Fig. 1. Sample of hardness test of 'Peppies snack bacon'.



Rys. 2. Twardość badanych przekąsek ziemniaczanych.

Fig. 2. Hardness of tested potato snacks.

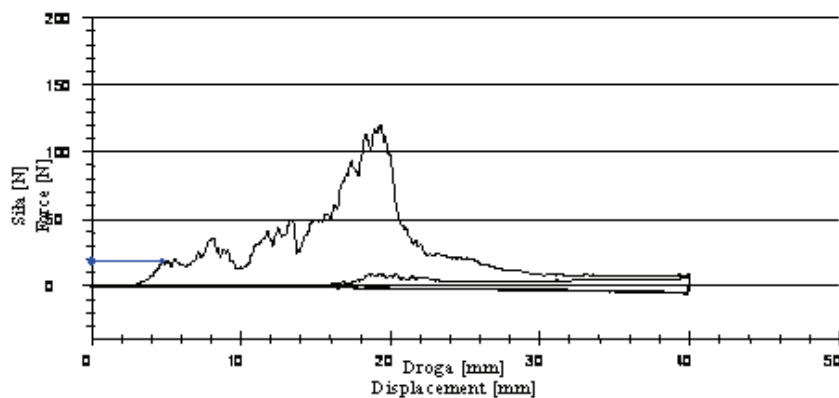
Wyniki dostępnych badań wskazują na wpływ parametrów produkcji oraz składu surowcowego na twardość wyrobów ekstrudowanych i przekąskowych. Fornal [2] podaje twardość ekstrudatów z mąki owsianej z dodatkiem skrobi ziemniaczanej od 95

do 135 N, natomiast twardość ekstrudatów z dodatkiem kazeiny od 47 do 86 N. Zaobserwowano również, że dodatek mąki owsianej do ekstrudatów wpływał na zwiększenie twardości wyrobów. Przy zastosowaniu 85% mąki owsianej twardość wynosiła 63 N, zaś udział 95% mąki owsianej w recepturze wpłynął na uzyskanie twardości 132 N.

Podobne badania przeprowadzili Gambuś i wsp. [3], wykorzystując do testów wytrzymałościowych komorę Kramera. Ekstrudaty z otrąb z różnymi dodatkami smakowymi charakteryzowały się twardością od 40,4 do 76,8 N. W badaniach tych określono też twardość podczas ściskania tłokiem, uzyskane wyniki wahały się od 46,7 do 98,2 N.

W przypadku wielu produktów przekąskowych istotnym parametrem jest siła, przy której produkt ulega trwałej deformacji – pęknięciu [19]. W przeprowadzonym teście jako łamliwość określano pierwszy górny wierzchołek obciążenia podczas ściskania próby w momencie naruszenia jej struktury. Na rys. 3. przedstawiono przykładowy przebieg teksturogramu przy wyznaczaniu łamliwości.

Na rys. 4. przedstawiono wyniki pomiaru łamliwości badanych przekąsek ziemniaczanych. Wartości tej cechy wahały się w przedziale od 0,70 do 4,74 N. Najmniejszą podatność na złamanie wykazały prażynki naturalne o regularnym, prostokątnym kształcie, charakteryzujące się wysoką twardością. Łamliwość prażynek cebulowych była najwyższa, siła niezbędna do deformacji struktury prażynki wynosiła zaledwie 0,7 N. Również ten produkt charakteryzował się najmniejszą twardością w poprzednich testach.

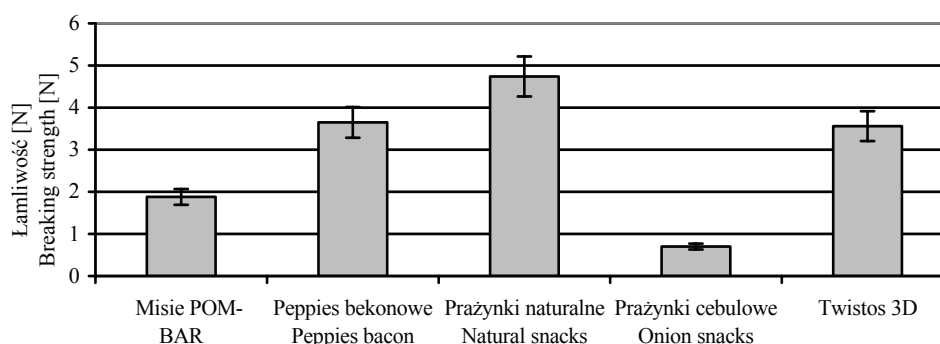


Rys. 3. Przykładowa krzywa łamliwości przekąsek 'Peppies snack bacon'.

Fig. 3. Sample of breaking strength test of 'Peppies snack bacon'.

Łamliwość jest cechą charakterystyczną przy ocenie tradycyjnych czipsów ziemniaczanych oraz prażynek, jako jeden z najważniejszych parametrów jakościowych. Kita i wsp. [9] badali teksturę czipsów ziemniaczanych smażonych w różnego rodzaju tłuszczach określając ich łamliwość. Wartości tego parametru zmieniały się w miarę wydłużania, okresu przechowywania czipsów i wynosiły od 24 N bezpośrednio po

usmażeniu, około 40 N po 4-5 tygodniach przechowywania do około 30 N po 2 miesiącach przechowywania. Związane to jest ze zwiększaniem wilgotności czipsów w czasie przechowywania i zmianie konsystencji z łamliwej na bardziej elastyczną. Gambuś i wsp. [3], badając jakość ekstrudowanych chrupek z otrąb zbożowych, uzyskali wyniki łamliwości w przedziale od 43,91 (wyroby ekstrudowane z otrąb pszenżytnich o wilgotności 14%) do 96,80 N (chrupki ekstrudowane z otrąb żytnich o 14% wilgotności). Na podstawie danych literaturowych można się spodziewać uzyskiwania wyższej siły potrzebnej do deformacji, w miarę zwiększania się wilgotności badanych przekąsek [5, 6, 17, 20, 22].



Rys. 4. Łamliwość badanych przekąsek ziemniaczanych.

Fig. 4. Breaking strength of tested potato snacks.

Ocenę sensoryczną przeprowadzono w skali 5–punktowej [14, 16]. Oceniane cechy sensoryczne to: kształt, barwa, twardość, kruchość, adhezyjność, chrupkość, smak oraz zapach. Wyniki przeprowadzonej oceny sensorycznej przedstawiono w tab. 2.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że najwyższe noty za kształt uzyskały prażynki ziemniaczane cebulowe, natomiast osobom oceniającym najmniej odpowiadał kształt przekąsek ‘Misie’. Najlepszą barwę, smak i zapach miały przekąski ziemniaczane ‘Twistos 3D’, które za pozostałe oceniane cechy otrzymały wysokie oceny. Przekąski te zyskały najwyższą akceptację zespołu oceniającego. Barwa, zapach oraz smak prażynek ziemniaczanych naturalnych najmniej odpowiadała oceniającym – uzyskały one najniższe noty. Najbardziej twarde w odczuciu oceniających były przekąski ‘Peppies’, najlepszą kruchością charakteryzowały się przekąski ‘Misie’ oraz ‘Twistos 3D’. Najwyżej oceniono chrupkość prażynek ziemniaczanych naturalnych. Największą adhezyjność w jamie ustnej obserwowano przy ocenie sensorycznej przekąsek ziemniaczanych ‘Misie’.

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej przekąsek ziemniaczanych w skali 5-punktowej.
Sensory evaluation results of potato snacks in 5-score scale.

Badany produkt Tested product	Cecha sensoryczna Sensory parameter							
	Kształt Shape	Barwa Colour	Twardość Hardness	Kruchość Crispness	Adhezyjność Adhesiveness	Chrupkość Crunchiness	Smak Taste	Zapach Odour
Misie POM-BAR	3,8	4,1	3,8	4,3	4,3	4,6	3,8	3,8
	max 5	max 5	max 4	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
	min 2	min 3	min 2	min 2	min 3	min 4	min 3	min 3
Peppies snack bacon	4,4	4,5	4,1	4,3	4,0	4,6	3,8	4,2
	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
	min 2	min 3	min 2	min 3	min 2	min 3	min 1	min 1
Prażynki naturalne Natural snacks	3,9	3,7	3,3	3,5	3,8	4,5	3,6	3,5
	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
	min 1	min 2	min 2	min 2	min 3	min 2	min 2	min 2
Prażynki cebulowe Onion snacks	4,7	4,3	3,7	3,4	3,8	3,3	4,0	3,6
	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
	Min 4	min 3	min 2	min 2	min 2	min 2	min 3	min 2
Twistos 3D	4,4	4,6	3,8	4,3	3,8	4,5	4,8	4,7
	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
	min 3	min 4	min 3	min 3	min 4	min 2	min 4	min 4

Gambuś i wsp. [3] dokonali oceny jakości ekstrudowanych chrupek z otrąb zbożowych. Największą akceptacją konsumentką cieszyły się ekstrudaty z otrąb pszenżytnich o 14% wilgotności, ich smak i zapach oceniono na 3,5 pkt., twardość na 4 pkt. a strukturę na 4,3 pkt. Produktem, który był najmniej akceptowany przez zespół oceniający były chrupki z otrąb żytnich. Zespół przeprowadzający badania stwierdził, że wilgotność jest jednym z głównych czynników wpływających na twardość i strukturę ekstrudatów. Jest to cecha wyczuwalna sensorycznie, bez konieczności stosowania analizy instrumentalnej.

Wnioski

1. Właściwości fizyczne badanych wyrobów przekąskowych były porównywalne z dostępnymi wynikami pomiarów tego typu produktów.
2. Najmniej korzystnymi właściwościami reologicznymi tj. największą twardością i największą siłą potrzebną do skruszenia charakteryzowały się prażynki ziemniaczane naturalne.

3. Najbardziej pożądaną teksturą charakteryzowały się przekąski ziemniaczane ‘Twistos 3D’. Odznaczały się one największą kruchością, a więc cechą, która jest często uznawana jako najważniejszy wyróżnik jakościowy przekąsek, snacków, czipsów czy paluszków.
4. Najlepszą barwą, smakiem i zapachem charakteryzowały się przekąski ziemniaczane ‘Twistos 3D’, które pod względem pozostałych cech sensorycznych uzyskały również wysokie noty.

Literatura

- [1] ASAE Standard: ASAE S269.3. Wafers, pellet, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability and moisture content.
- [2] Fornal L.: Ekstruzja produktów skrobiowych – nowe wyroby. *Pasze Przemysłowe*, 1998, **3**, 7-14.
- [3] Gambuś H., Golachowski A., Bala-Piasek A., Nowotna A., Surówka K., Mikulec A., Bania M.: Ocena jakości ekstrudowanych chrupek z otrąb zbożowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4** (25), 55-63.
- [4] Harper J.M.: *Extrusion of Foods* vol. I i II. CRC Press, Inc. Floryda USA 1981.
- [5] Huber G.: Snacks foods from cooking extruders. *Snack Foods Processing*, ed. Lusac W.E., Rooney L. CRC Press LLC, USA, 2002, chapter 12.
- [6] Jacoby D., King C.: Sensory evaluation in snack foods development and production. *Snack Foods Processing*. Ed. Lusac W.E., Rooney L. CRC Press LLC, USA, 2002, chapter 22.
- [7] Jakubczyk T., Haber T.: *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR. Warszawa 1993.
- [8] Jones D., Chinnaswamy R., Tan Y., Hanna M.: Physiochemical properties of ready-to-eat breakfast cereals. *Cereal Foods World*, 2000, **4**, 164-167.
- [9] Kita A., Lisińska G.: Wpływ rodzaju tłuszczu smażalniczego na właściwości sensoryczne czipsów ziemniaczanych podczas przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1** (38), 55-63.
- [10] Lee E.Y., Lim K., Lim J., Lim S.T.: Effect of gelatinization and moisture content of extruded starch pellets on morphology and physical properties of microwave-expanded products, *Cereal Chemistry*, 2000, **77**, **6**, 769-773
- [11] Mościcki L., Nizniowska A.: Produkcja pelletów. *Przegl. Zboż.- Młyn.*, 2004, **1**, 36-37.
- [12] Mościcki L.: Technika ekstruzji w przetwórstwie rolno-spożywczym. *Przeg. Zboż. Młyn.*, 2000, **5**, 2-8.
- [13] Mościcki L.: Wpływ procesu ekstruzji na zmiany właściwości fizycznych surowców roślinnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 1987, **321**, 145-153.
- [14] PN-A-74780: 1996. Smażone przekąski ziemniaczane.
- [15] PN-A-888034: 1998. Chrupki.
- [16] PN-ISO 11036: 1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
- [17] Rosenthal A.: *Food Texture. Measurement and Perception*. Aspen Publisher Inc., Maryland, 1999.
- [18] Sunderland R.: Production of third-generation snacks. *Cereal Foods World*, 1996, **1**, 68.
- [19] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem. Spoż.*, 2000, **10**, 12-17.
- [20] Szcześniak S.: Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 2002, **13**, 215-225.
- [21] Virtucio L.: Uwarunkowania procesu ekstruzji przy produkcji pelletów do wyrobu snacków. *Przeg. Zboż. Młyn.*, 1999, **7**, 18-20.
- [22] Wilkinson C., Dijksterhuis G.B., Minekus M.: From food structure to texture. *Trends in Food Science & Technology*, 2000, **11**, 442-450.


- [23] Wójtowicz A., Dobosz R., Hodara K.: Ocena cech użytkowych pelletów ziemniaczanych. Inżynieria Rolnicza, 2001, **10**, 405-410.

EVALUATION OF SOME QUALITY PARAMETERS OF POPULAR POTATO SNACKS

S u m m a r y

The results of evaluation some physical and textural parameters of popular potato snacks are presented in the paper. Quality parameters were performed for 5 types of snacks with different raw materials used and final shape. The moisture content, bulk density, durability, water absorption index, chosen texture parameters (hardness, breaking strength) and sensory evaluation of snacks were tested.

The results of investigations for all tested products contained in ranges for this type of snacks cited in the literature. The best characteristics were performed for three-dimensional 'Twistos 3D' snacks and low acceptability was occurred for natural potato snacks. The sensory evaluation results were similar to instrumental measurement results, especially in the aspect of texture parameters.

Key words: snacks, pellets, physical characteristics, texture, Kramer cell 

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, HANNA SUBDA, ANNA CZUBASZEK

WPLYW DODATKU MĄKI JĘCZMIENNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI CIASTA I PIECZYWA UZYSKANEGO Z MĄKI PSZENIC JARYCH I OZIMYCH

Streszczenie

Badaniom poddano mąkę z ziarna 3 odmian pszenicy ozimej (Izolda, Korweta, Roma) i 4 odmian pszenicy jarej (Hena, Torka, Santa, Jasna), z dwóch lat zbioru oraz mąkę jęczmienną z przemiału laboratoryjnego. W mące pszennej określono zawartość białka ogółem, ilość i jakość glutenu mokrego, liczbę sedymentacji oraz liczbę opadania. Mieszanki pszenno-jęczmienne oceniono farinograficznie oraz wykonano z nich wypieki laboratoryjne. Stwierdzono, że 5% dodatek mąki jęczmiennej do mąki pszennej powodował wzrost wodochłonności mąki ze wszystkich ocenianych odmian pszenicy. Zastąpienie mąki pszennej mąką jęczmienną wpływało niejednakowo na cechy reologiczne ciasta wytworzonego z poszczególnych mieszanek. Objętość pieczywa pszenno-jęczmiennego była na ogół większa od objętości chleba pszennego.

Słowa kluczowe: jęczmień, pszenica, reologia ciasta, wypiek

Wprowadzenie

W diecie człowieka duży udział mają produkty zbożowe, a szczególnie pieczywo. W Polsce najczęściej pieczywo produkuje się z mąki jasnej pozbawionej cennych składników odżywczych. Mąka ta jest uboższa w witaminy, sole mineralne i błonnik pokarmowy, które są obecne w okrywie owocowo-nasiennej. W celu zwiększenia wartości odżywczej pieczywa stosuje się różnego rodzaju dodatki. Jednym z nich może być jęczmień. Wartość biologiczna białka tego zboża, ze względu na zawartość lizyny, jest wyższa niż pszenicy [15]. Ponadto jęczmień charakteryzuje się dużą zawartością błonnika pokarmowego, w tym β -glukanów odgrywających ważną rolę w profilaktyce chorób cywilizacyjnych [7, 9, 11]. Hallfrisch i wsp. [8] zwracają uwagę na to, że zwiększenie udziału jęczmienia i owsa w diecie może obniżyć ryzyko zachorowania na cukrzycę typu II. Kawka [11], w badaniach klinicznych z udziałem osób cierpiących na

Dr inż. Z. Karolini-Skaradzińska, prof. Dr hab. H. Subda, dr inż. A. Czubaszek, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław

hipercholesterolemię, stwierdziła, że zastąpienie w diecie pieczywa tradycyjnego pieczywem z udziałem wysokobłonnikowego produktu jęczmiennego reguluje wskaźniki gospodarki lipidowej. Ponadto podaje, że dieta zawierająca produkty jęczmienne wspomaga i uzupełnia leczenie farmakologiczne. W związku z tym wydaje się, że spożywanie pieczywa z dodatkiem nawet niewielkich ilości produktów jęczmiennych może w pewnym stopniu przyczynić się do dłuższego zachowania pełni zdrowia. Z tego względu konieczne jest prowadzenie badań nad możliwością wykorzystania jęczmienia w produkcji pieczywa oraz wdrażania uzyskanych wyników do praktyki piekarskiej.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku mąki jęczmiennej do mąki pszennej, na właściwości fizyczne ciasta i cechy jakościowe pieczywa. Badaniom poddano mąki pszenne uzyskane z ziarna różnych odmian pszenicy.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły mąki z ziarna 3 odmian pszenicy ozimej: Izolda, Korweta i Roma oraz 4 odmian pszenicy jarej: Hena, Torka, Santa i Jasna, z dwóch lat zbioru. W roku 1998 ziarno do badań uzyskano ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Tarnowie Śląskim, a w roku 1999 z SDOO w Jeleniej Górze. Przemiał ziarna pszenicy przeprowadzono w młynie Quadrumat Senior (Brabender OHG Duisburg/Germany), uzyskując średnią wydajność mąki 54,6% z ziarna odmian ozimych i 53,4% z ziarna pszenic jarych. Mąkę jęczmienną stosowaną w badaniach uzyskano z laboratoryjnego przemiału ziarna jęczmienia (mieszanka odmian: Rodos, Orthegea, Refren, Rodion, Rabel, Rataj, Bryl, Krotan, Gregor, Gil, Tramp, Horus) w młynie laboratoryjnym Quadrumat Junior. Średnia wydajność mąki jęczmiennej wynosiła 26,3%. Mąka ta zawierała 9,7% białka ogółem (N x 6,25) i charakteryzowała się niską aktywnością α -amylazy (liczba opadania 382 s). Udział mąki jęczmiennej w mieszankach z mąką pszenną wynosił 5%.

Wartość wypiekową mąki pszennej oceniano na podstawie oznaczenia zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla (N x 5,7), ilości i rozpląwalności glutenu mokrego według Polskich Norm [17] oraz liczby sedymentacji [2]. Określano także aktywność α -amylazy na podstawie liczby opadania [18]. Wykonywano również ocenę farinograficzną mąki pszennej i jej mieszanek z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej według AACC [1] oraz wypieki laboratoryjne pieczywa metodą Biskupskiego opisaną przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [10].

Wyniki badań opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie badanych parametrów w przypadku poszczególnych odmian pszenicy oraz wartości średnie i odchylenia standardowe (SD) w przypadku jej form jarych i ozimych.

Wyniki i dyskusja

Wyniki 10-letnich badań przeprowadzonych przez Subdę [19] wskazują, że mąka pszenna zawiera od 9,8 do 12,2% białka ogółem. Podobne ilości tego składnika oznaczono w niniejszych badaniach. Najmniej białka ogółem zawierała mąka z ziarna pszenicy jarej odmiany Hena (9,5%), a najwięcej było go w mące z ziarna pszenicy ozimej odmiany Roma (12,3%) (tab. 1). Linnemann i wsp. [14] podają, że wartość wypiekowa mąki pszennej w dużej mierze zależy od glutenu, czyli gliadyny i gluteniny, białek występujących w bielmie. W praktyce piekarskiej uważa się, że mąka chlebowa powinna zawierać powyżej 25% glutenu mokrego. W przeprowadzonych badaniach ilość glutenu mokrego uzyskana z mąki odmian jarych (31,2%) i ozimych (32,0%) była podobna (tab. 1). Dużą zawartością glutenu odznaczały się mąki z ziarna pszenicy 'Roma' i 'Santa' (35,8 i 35,1%). Jakość glutenu można określać na podstawie jego rozplywalności. Gluten mocny tylko w niewielkim stopniu rozplywa się podczas termostatowania w temp. 30°C. Średnia rozplywalność glutenu była mała. W mąkach ocenianych odmian jarych i ozimych pszenicy wynosiła odpowiednio 4,6 i 4,9 mm (tab. 1). Można było jednak zauważyć znaczne różnice w wartościach tej cechy pomiędzy odmianami. Małą rozplywalność glutenu wykazały pszenice 'Torka' (1,8 mm) oraz 'Korweta' (2,8 mm), a prawie trzykrotnie większą 'Izolda' (7,0 mm) i 'Santa' (6,8 mm). Dobrym wskaźnikiem jakości glutenu, a tym samym wartości wypiekowej mąki pszennej, jest liczba sedymentacji oznaczana w roztworze SDS [14]. Moonen i wsp. [16] wykazali wysoką zależność pomiędzy liczbą sedymentacji a objętością pieczywa. Na podstawie liczby sedymentacji korzystniej pod względem jakości białek glutenowych oceniono pszenice jare (73 cm³) niż ozime (50 cm³) (tab. 1). Na uwagę zasługuje pszenica jara odmiany – 'Torka', w mące której uzyskano największą wartość tego testu (83 cm³). Stosunkowo niskie liczby sedymentacji stwierdzono w przypadku mąki 'Korweta'* (38 cm³) i 'Izolda' (41 cm³). W ocenie jakości mąki ważna jest także aktywność enzymów amylolitycznych. Aktywność α -amylazy można określać pośrednio na podstawie liczby opadania. Przy dużej aktywności tego enzymu kleiki są szybko upłynniane, a liczba opadania jest niska [6]. Mąka z ziarna badanych odmian pszenicy charakteryzowała się liczbą opadania w granicach od 306 do 401 s, co świadczy o małej aktywności amylolitycznej.

Jedną z cech określanych farinograficznie jest wodochłonność, która w ocenianych mąkach pszennych wahała się od 59,4 (Izolda) do 63,8% (Hena) (tab. 2). Jak podaje Subda i wsp. [21, 22], wodochłonność mąki jęczmiennej w zależności od odmiany ziarna i warunków uprawy wynosi od 66,3 do 75,9%. Również Bhaty [5] uwa-

* W celu uproszczenia tekstu, w dalszej analizie wyników będzie używane pojęcie: mąka 'Korweta' na określenie mąki z ziarna pszenicy odmiany Korweta. Podobne uproszczenie dotyczy badanych mąk z ziarna innych odmian pszenicy.

za, że mąka jęczmienna odznacza się dużą zdolnością wiązania wody. Znaczna wodochłonność mąki jęczmiennej spowodowała, że w przeprowadzonych badaniach jej 5% dodatek do mąki pszennej przyczynił się do zwiększenia ilości wody wchłanianej średnio o 2,5%, zarówno przez mieszanki mąk z ziarna odmian jarych, jak i ozimych (tab. 2).

Tabela 1

Średnie wartości cech jakościowych mąki z ziarna pszenicy jarej i ozimej ze zbiorów w latach 1998-1999. Means values of qualitative traits of flour of spring and winter wheat grain, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Zawartość białka ogółem Total protein content [%]	Zawartość glutenu mokrego Wet gluten content [%]	Rozpływalność glutenu Flowness of gluten [mm]	Liczba sedymentacji Sedimentation value [cm ³]	Liczba opadania Falling number [s]
Ozime Winter Izolda	10,2	28,2	7,0	41	306
Korweta	12,0	32,1	2,8	38	401
Roma	12,3	35,8	5,0	70	385
$\bar{x} \pm SD$	11,5±1,1	32,0±5,4	4,9±3,7	50±15	364±73
Jare Spring Hena	9,5	28,0	4,0	67	350
Torka	10,1	27,9	1,8	83	353
Santa	11,9	35,1	6,8	69	372
Jasna	11,6	33,7	5,8	72	373
$\bar{x} \pm SD$	10,8±1,3	31,2±4,4	4,6±2,7	73±8	362±49

Ciasto pszenno-jęczmienne otrzymane z mąki pszenic odmian ozimych charakteryzowało się krótszym czasem rozwoju, w porównaniu z ciastem pszennym (średnio o 0,7 min) (tab. 2). Największe skrócenie czasu rozwoju ciasta pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej obserwowano w mieszankach z mąką 'Roma' (1,6 min), a małe z mąką 'Izolda' (0,1 min) i 'Korweta' (0,4 min). Natomiast spośród jarych odmian pszenicy tylko mąka 'Santa' reagowała skróceniem czasu rozwoju ciasta o 0,6 min. Czas rozwoju ciasta otrzymanego z mąki pozostałych pszenic jarych ('Hena' i 'Jasna') z 5% udziałem mąki jęczmiennej był dłuższy (odpowiednio o 0,3 i 0,4 min) niż samego ciasta pszennego.

Długi czas stałości ciast pszennych świadczy o dobrej jakości technologicznej mąki z ziarna badanych odmian. Ciasta uzyskane z mąki Santa' (21,7 min) i 'Korweta' (14,0 min) (tab. 2) najdłużej utrzymywały konsystencję podczas mieszania. Pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej czas stałości ciasta z mąki pszenic odmian ozimych skracał się średnio o 1,6 min, a z mąki pszenic jarych o 3,4 min. Wyjątek stanowiły pszenice odmian Izolda (ozima) i Jasna (jara), ponieważ po dodaniu mąki jęczmiennej

stwierdzono wydłużenie czasu stałości ciasta sporządzonego z mąk tych mieszanek (odpowiednio 0,4 i 1,1 min). Największe zmiany zaobserwowano w mące z pszenicy jarej ‘Santa’ (stałość ciasta krótsza o 13,3 min). O osłabieniu ciasta pszennego pod wpływem udziału mąki jęczmiennej (10–40%) informują także Basman i Köksel [3]. Przyczyną niekorzystnego oddziaływania mąki jęczmiennej na właściwości ciasta pszenno-jęczmiennego jest przypuszczalnie krótki czas rozwoju i stałości ciasta jęczmiennego, co sugerują Bhaty [4] oraz Subda i wsp. [20, 21].

Tabela 2

Średnie wartości cech farinograficznych mąki z ziarna pszenicy jarej i ozimej bez dodatku i z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej ze zbiorów 1998-1999.
Means values of farinographic traits of flour of spring and winter wheat grain without and with 5% addition of barley flour, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Wodochłonność mąki Water absorption [%]		Rozwój ciasta Dough development [min]		Stałość ciasta Dough stability [min]		Czas do załamania Time to breakdown [min]		Współczynnik tolerancji na mieszenie Tolerance index [BU]	
	Dodatek mąki jęczmiennej / Addition of barley flour [%]									
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Ozime Winter										
Izolda	59,4	61,6	1,7	1,6	1,8	2,2	3,6	4,0	80	85
Korweta	60,2	63,0	2,0	1,6	14,0	11,5	18,6	13,6	30	35
Roma	62,2	64,8	3,1	1,5	6,8	4,0	9,2	7,4	45	50
$\bar{x} \pm SD$	60,6±1,9	63,1±2,5	2,3±0,4	1,6±0,1	7,5±7,0	5,9±5,5	10,5±8,7	8,3±5,3	50±26	55±23
Jare Spring										
Hena	63,8	66,5	1,6	1,9	4,7	4,0	8,0	6,4	35	50
Torka	62,0	65,0	1,5	1,6	7,0	6,6	9,7	9,7	25	38
Santa	63,0	65,8	2,4	1,8	21,7	8,4	31,8	11,6	30	35
Jasna	63,2	64,8	1,5	1,9	4,8	5,9	6,6	9,0	30	35
$\bar{x} \pm SD$	63,0±2,5	65,5±4,0	1,8±0,7	1,8±0,2	9,6±10,8	6,2±3,9	14,0±16,1	9,2±4,5	30±17	40±15

Ciasta z mąk ocenianych odmian pszenicy różniły się czasem do załamania. Średnia wartość tej cechy dotycząca mąk z ziarna odmian ozimych była niższa (10,5 min) w porównaniu z jarymi (14,0 min) (tab. 2). Wśród pszenic ozimych na uwagę pod względem tej cechy zasługiwała odmiana Korweta (18,6 min), a z jarych Santa (31,8 min). Dodatek mąki jęczmiennej powodował na ogół skrócenie czasu do załamania konsystencji ciasta. Tylko ciasto uzyskane z mąki ‘Jasna’ z udziałem mąki jęczmiennej wykazywało dłuższy czas do załamania (o 2,4 min) w porównaniu z ciastem pszennym.

Dodatek mąki jęczmiennej wpływał także niekorzystnie na współczynnik tolerancji ciasta na mieszenie. Jego wartość w cieście pszenno-jęczmiennym była większa niż w cieście pszennym (tab. 2). Jednak obniżenie jakości ciasta z dodatkiem mąki jęcz-

miennej było niewielkie i wynosiło w mące z pszenicy ozimej średnio 5 jB, a w przypadku mąki z pszenicy jarej 10 jB. Z badań Basmana i Köksela [3] wynika, że kierunek oddziaływania mąki jęczmiennej na wartość współczynnika tolerancji na mieszenie zależy od jakości pszenicy.

Badania Kawki i wsp. [12] wskazują, że wzrost udziału przetworów jęczmiennych w cieście pszenno-jęczmiennym może powodować poprawę jego cech reologicznych w porównaniu z ciastem kontrolnym. Autorzy ci stwierdzili, że całe płatki jęczmienne korzystniej wpływają na czas rozwoju i stałości ciasta oraz współczynnik tolerancji na mieszenie niż płatki jęczmienne o mniejszej granulacji. Rozbieżności w ocenie wpływu produktów jęczmiennych na właściwości fizyczne ciasta podawane przez różnych autorów [3,12] mogą być spowodowane użyciem do badań zróżnicowanych jakościowo mąk pszenicznych oraz zastosowaniem różnorodnych produktów jęczmiennych.

Uzyskane pieczywo różniło się objętością (tab. 3). Małą objętością odznaczały się chleby wypieczone z mąki z pszenicy ozimej 'Izolda' (549 cm^3) oraz z mąki pszenic jarych 'Santa' (542 cm^3) i 'Torka' (548 cm^3). Największą objętością charakteryzowały się chleby z mąki pszenicy ozimej 'Roma' (628 cm^3) i jarej 'Hena' (597 cm^3). Nadpiek chleba pszennego kształtował się na poziomie od 47,9% ('Izolda') do 52,0% ('Hena'). Dodatek mąki jęczmiennej do mąki pszennej powodował na ogół wzrost objętości pieczywa oraz nadpieku chleba. Obserwowano znaczne zwiększenie objętości chleba z mąki pszenicy jarej 'Santa' (34 cm^3) oraz z mąki pszenicy ozimej 'Izolda' (18 cm^3). Podobnie, jak w niniejszych badaniach, Subda i wsp. [22], określając wpływ 5% dodatku mąki różnych odmian jęczmienia do mąki pszennej, uzyskali wzrost objętości chleba pszenno-jęczmiennego od 4 do 56 cm^3 . Natomiast Kawka i wsp. [12] wykazali, że dodatek produktów jęczmiennych powyżej 5% do mąki pszennej powoduje obniżenie objętości chleba. Subda i Karolini-Skaradzińska [23], oceniając mieszanki mąk z różnych odmian pszenicy z udziałem 20% dodatku śruty i otrąb jęczmiennych oraz dodatku cukru, tłuszczu i odtłuszczonego mleka w proszku, stwierdziły wzrost objętości chleba. Według Klamczyńskiego i Czuchajowskiej [13] pieczywo pszenno-jęczmienne z 20% udziałem mąki z jęczmienia woskowego wykazuje mniejszą objętość w porównaniu z chlebem kontrolnym, a dodatek takiej samej ilości mąki z jęczmienia niewoskowego nie przyczynia się do zmiany objętości gotowego produktu, w stosunku do pieczywa wytworzonego z mąki pszennej.

Porowatość miękiszu chleba pszennego, oceniana w skali 8-punktowej, wahała się od 6 do 8 pkt (tab. 3). Spośród pszenic ozimych wysoko oceniono miększy chleba z mąki 'Korweta', a nisko z mąki 'Izolda'. Miększy pieczywa z mąki pszenic jarych odznaczał się jednakową porowatością (6,5 pkt). Mąka jęczmienna w mieszance z mąką pszenną różnie wpływała na porowatość miękiszu. Miększy chleba wypieczonego z mieszanek mąki pszennej 'Roma', 'Torka' i 'Santa' oraz z mąki jęczmiennej odzna-

czął się lepszą porowatością, w porównaniu z chlebem wypieczonym tylko z mąki pszennej. Natomiast porowatość miękiszu chleba pszenno-jęczmiennego uzyskanego z mąki 'Izolda' i 'Korweta' została niżej oceniona w stosunku do chleba kontrolnego. Struktura miękiszu pieczywa z mąki 'Hena' i 'Jasna' nie zmieniała się pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej. Subda i Karolini-Skaradzińska [23] wykazały, że pieczywo pszenno-jęczmienne uzyskane z mąki pszenicy jarej miało mniej równomierną porowatość w porównaniu z chlebem kontrolnym, a chleb z mąki pszenic ozimych charakteryzował się lepszą strukturą miękiszu. Według Toufeili'ego i wsp. [24] zastąpienie skrobi pszennej skrobią jęczmienną w modelowym chlebie arabskim nie powodowało zmian w strukturze miękiszu tego pieczywa. Podobnie wyniki badań Basmana i Köksela [3] oraz Klamczyńskiego i Czuchajowskiej [13] wskazują na to, że porowatość chleba pszenno-jęczmiennego jest porównywalna z pieczywem pszennym.

Tabela 3

Średnie wartości cech wypiekowych mąki z pszenicy jarej i ozimej bez dodatku i z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej ze zbioru 1998-1999.
Mean values of baking traits of flour of spring and winter wheat without and with 5% addition of barley flour, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour [cm ³]		Nadpiek chleba Overbake [%]		Porowatość miękiszu według skali Dallmanna Crumb porosity by Dallmanns scale	
	Dodatek mąki jęczmiennej Addition of barley flour [%]					
	0	5	0	5	0	5
Ozime Winter						
Izolda	549	567	47,9	49,2	6,0	5,5
Korweta	581	589	50,5	51,5	8,0	7,0
Roma	628	617	48,0	51,2	6,5	7,5
$\bar{x} \pm SD$	586±48	591±28	48,8±1,7	50,6±1,4	6,8±1,6	6,7±1,4
Jare Spring						
Hena	597	595	52,0	52,0	6,5	6,5
Torka	548	553	51,7	51,8	6,5	7,0
Santa	542	576	50,0	50,2	6,5	7,0
Jasna	580	583	49,2	50,8	6,5	6,5
$\bar{x} \pm SD$	567±28	577±22	50,7±2,7	51,2±3,0	6,5±0,5	6,8±1

Wnioski

1. Udział mąki jęczmiennej w mieszance z pszeną powodował wzrost wodochłonności mąki uzyskanej z ziarna wszystkich ocenianych odmian pszenicy.
2. Dodatek 5% mąki jęczmiennej do mąki pszennej, uzyskanej z ziarna poszczególnych odmian, niejednakowo wpływał na cechy reologiczne ciasta sporządzonego z tych mieszanek. Korzystny wpływ dodatku mąki jęczmiennej zaobserwowano tylko w mieszance z mąką pszenicy jarej 'Jasna', której wszystkie parametry oceny farinograficznej były bardziej korzystne niż ciasta pszenne.
3. Objętość i nadpiek pieczywa pszenno-jęczmiennego były na ogół większe niż chleba pszenne.
4. Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na porowatość miększu był niejednakowy. Korzystne zmiany stwierdzono w miększu chleba z mąki pszenicy ozimej 'Roma' oraz jarej 'Torka' i 'Santa'.

Literatura

- [1] American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 54-21. The Association, St. Paul.MN 2000.
- [2] Axford D.W.E., Mc Dermott E.E., Redman D.G.: Note on the sodium dodecyl sulfate test on bread making quality comparison with Pelshenke and Zeleny tests. *Cereal Chem.*, 1979, **56**, 582-584.
- [3] Basman A., Köksel H.: Properties and composition of Turkish flat bread (bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 506-511.
- [4] Bhatti R.S.: Physicochemical properties of roller-milled barley bran and flour. *Cereal Chem.*, 1993, **70**, 397-402.
- [5] Bhatti R.S.: Milling of regular and waxy starch hull - less barley for the production of bran and flour. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 693-699.
- [6] Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P.: Wartość technologiczna żyta i metody jej oceny. W: *Żyto chemia i technologia* - pod red. H. Gąsiorowskiego. PWRiL. Poznań 1994, s. 170-184.
- [7] Hallfrisch J., Behal K.M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nu-trim X). I. Breath hydrogen, methane, and gastrointestinal symptoms. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 76-79.
- [8] Hallfrisch J., Schfield D.J., Behal K.M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nu-trim X). II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 80-83.
- [9] Kahlon T.S., Woodruff C.L.: In vitro binding of bile acids by rice bran, oat bran, barley and B-glucan enriched barley. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 260-263.
- [10] Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A.: Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2 (87)**, 68-77.
- [11] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe. Zeszyt 342*. Poznań 2004.
- [12] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *Electr. J. Pol. Agri. Univ. Food Sci. Techn.*, 1999, **2**, 1- 8.

- [13] Klameczyński A.P., Czuchajowska Z.: Quality of flours waxy and nonwaxy barley for production of baked products. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 530-535.
- [14] Linnemann L., Leithold G., Rauber R.: Kleberqualität als Bewertungskriterium der Backqualität von Weizen – Neue Erkenntnisse zu einem alten Thema. *Getreide Mehl u. Brot*, 2002, **56 (3)**, 147-153.
- [15] Maciejewicz-Ryś J., Hanczakowski P.: Improvement of the nutritive value of cereals by leaf protein supplementation. *J. Sci. Food Agric.*, 1990, **50**, 99-104.
- [16] Moonen J.H.E., Scheepstra A., Graveland A.: Use of the SDS-sedimentation test and SDS-polyacrylamidgel electrophoresis for screening breeders samples of wheat for bread making quality. *Euphytica*, 1982, **31**, 677-690.
- [17] PN-77/A-74041:1989. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego.
- [18] PN-ISO 3093:1996. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [19] Subda H.: Charakterystyka biochemiczna i technologiczna pszenicy jarej i ozimej. Cz. I. Ilość i jakość białek. *Hod. Rośl. Aklim.*, 1991, **35**, 69-82.
- [20] Subda H., Gniłka P., Czubaszek A.: Charakterystyka jakości ziarna i mąki jęczmienia jarego i ozimego. *Mat. XXVII Sesji Nauk. KTichZ PAN. Szczecin 1996*, s. 24-31.
- [21] Subda H., Gniłka P., Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Skład chemiczny i wartość technologiczna mąki odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 1997, **203**, 147-157.
- [22] Subda H., Piątek A., Augustowska I., Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A.: Charakterystyka wartości technologicznej ziarna i mąki kilku odmian jęczmienia. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 2000, **215**, 167-177.
- [23] Subda H., Karolini-Skaradzińska Z.: Jakość chleba pszennego z dodatkiem produktów jęczmieniowych. W: *Technologia żywności a oczekiwania konsumentów - pod red. T. Haber, H. Porzucek*. Wyd. Technologii Żywności SGGW, KTichZ PAN, Warszawa 2001, 4 s.
- [24] Toufeili I., Habbal Y., Shadarevian S., Olabi A.: Substitution of wheat starch with non-wheat starches and cross-linked waxy barley starch affects sensory properties and staling of Arabic bread. *J. Sci Food Agric.*, 1999, **79**, 1855-1860.

INFLUENCE OF ADDITION OF BARLEY FLOUR ON PROPERTIES OF DOUGH AND BREAD OBTAINED FROM FLOURS OF SPRING AND WINTER WHEAT'S

S u m m a r y

The tests were conducted on flour from grain of 3 cultivars of winter wheat ('Izolda', 'Korweta', 'Roma') and 4 spring cultivars ('Hena', 'Torka', 'Santa', 'Jasna') coming from two years of harvest, and on barley flour from laboratory grinding. The total amount of proteins, quantity and quality of wet gluten, sedimentation number and drop (precipitation) number were described in the flour. In wheat-barley blends a farinographic evaluation was performed together with laboratory baking. It was stated that a 5% addition of barley flour to wheat flour caused an increase in water absorbency of flour from all evaluated wheat cultivars. Replacement of wheat flour with barley flour had a diverse influence on rheologic features of dough produced from flour particular cultivars. Volume of wheat-barley bread was generally larger than comparing to volume of wheat bread.

Key words: barley, wheat, dough rheology, baking ☒

MAREK NOWAK, TADEUSZ TRZISZKA

PREFERENCJE KONSUMENTÓW ŻYWNOSCI WYGODNEJ Z MIĘSA DROBIOWEGO

Streszczenie

Na podstawie badań ankietowych oceniono preferencje konsumentów żywności wygodnej z mięsa drobiowego, oferowanej na rynku wrocławskim. Badaniami objęto grupę 280 respondentów dokonujących zakupów w centrach handlowych, sklepach i na targowiskach.

Wykazano, że zakupy żywności w postaci obiadowych dań gotowych deklarowało tylko 6% gospodarstw domowych, a 18% ankietowanych pragnęło spożywać posiłek poza domem w celu oszczędności czasu.

Większość konsumentów (82–92%) kupowała mięso drobiowe i jego przetwory w małych sklepach i na rynkach lokalnych. Sugeruje się więc, aby w takich miejscach sprzedaży dokonywać prezentacji i informować klientów o walorach żywności wygodnej. Ten typ edukacji może mieć istotne znaczenie zarówno dla klientów, jak i dla przemysłu drobiarskiego. Na uwagę zasługuje fakt, że większość respondentów przy zakupie produktów mięsnych (w tym drobiowych) kierowała się przede wszystkim jakością a nie ceną wyrobu.

Słowa kluczowe: mięso drobiowe, żywność wygodna, badania rynkowe, preferencje konsumentów

Wprowadzenie

Zachodzące w ostatnich piętnastu latach przeobrażenia związane ze zmianami organizacji czasu pracy i czasu wolnego oraz dążenie do podnoszenia standardu życia znajdują swój wyraz w doskonaleniu produktów przemysłu garmazeryjnego oraz w ofertach dotyczących uproszczonego przygotowania żywności, skierowanych do gospodarstw domowych.

Potrzebę wyżywienia można zaspokajać poprzez samodzielne sporządzanie posiłków lub ich nabywanie na rynku usług gastronomicznych. Przygotowanie posiłków we własnym zakresie wymaga wykorzystania odpowiednich czynników produkcji, takich jak: praca osób tworzących gospodarstwo domowe, niezbędne urządzenia (chłodziarka,

Dr M. Nowak, Katedra Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa, Akademia Rolnicza, pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, prof. dr hab. T. Trziszka, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Akademia Rolnicza, ul. C. K. Norwida 25, 50-375 Wrocław

kuchenka, zmywarka) oraz produktów wykorzystywanych do przygotowania posiłków (surowce, woda, energia elektryczna, środki czystości). Natomiast celem przygotowania posiłku jest osiągnięcie satysfakcji kulinarnej, co czyni koniecznym użycie surowców żywnościowych w odpowiednich ilościach oraz czasu koniecznego na zakupy, przygotowanie posiłku, konsumpcję i posprzątanie [7, 11].

Jak w każdej produkcji, zachodzić tu może proces substytucji wykorzystywanych zasobów, np. stosowanie dań gotowych pozwala zmniejszyć ilość czasu niezbędnego do przygotowywania posiłków. Czas jest zasobem, którego ilość nie może ulec zwiększeniu, a większość współczesnych konsumentów odczuwa jego deficyt. Z jednej strony poczucie braku czasu wynika z rosnących możliwości jego wykorzystania w sposób alternatywny (rozrywka, kultura, edukacja, turystyka), z drugiej – zaspokojenie rozbudzonych potrzeb wymaga pieniędzy, których zarabianie pochłania coraz więcej czasu. Oba te zjawiska prowadzą do sytuacji, w której konsumentom szkoda czasu na tradycyjnie powtarzane czynności, takie jak gotowanie i jedzenie w domu.

Cenę czasu pracy w gospodarstwie domowym można ustalić posługując się metodą oceny kosztów okazji do zarobku [2]. Wartość posiłków wytwarzanych w gospodarstwie domowym określa się poprzez wielkość potencjalnego przychodu, utraconego przez członków gospodarstwa domowego w wyniku przeznaczenia części dnia na gotowanie w domu. W krajach wysoko rozwiniętych od kilkadziesiąt lat trwa proces zastępowania posiłków przygotowywanych według tradycyjnych przepisów w domu przez żywność wygodną, (convenience food), kupowaną w formie produktów do szybkiego samodzielnego przyrządzenia, i/lub gotowe posiłki serwowane w barach szybkiej obsługi (fast food) [6].

Jednym z pierwszych produktów, które dziś zaliczylibyśmy do żywności wygodnej były preparaty bulionowe produkowane w Urugwaju w latach 60. XIX w. z wyciągów mięsnych, oraz kostki bulionowe Maggi'ego. W 1880 r., w Szwajcarii, Maggi uruchomił pierwszą fabrykę przypraw, która dała podwaliny rozwojowi przemysłu koncentratów spożywczych [4, 12]. Istotnym czynnikiem mobilizującym do poszukiwania nowych form żywności było zawsze zapotrzebowanie wojska. W okresie II wojny światowej rozwinęła się produkcja konserw na potrzeby armii USA. Po II wojnie światowej zapotrzebowanie w dziedzinie kosmonautyki sprawiło, że w USA opracowano technologie produktów typu instant, a więc skoncentrowanych napojów (kawa, mleko, soki), potraw (np. makaron z mięsem) oraz deserów [4, 11].

Najbardziej szczegółowo pojęcie żywności wygodnej oddaje definicja Paulusa: „Jest to żywność, która przez odpowiednią obróbkę, w tym utrwalenie, przechodzi przez wszystkie niezbędne fazy procesu technologicznego nadającego jej wysoką trwałość. Żywność, która może być zjedzona bezpośrednio po ogrzaniu do temperatury spożycia. Żywność, której sortymenty stanowią pełny posiłek, pojedynczo lub w kombinacji z innymi przygotowanymi składnikami” [4].

Obserwacja wrocławskiego rynku żywności wygodnej wytworzonej z mięsa drobiowego wykazała, że w sklepach detalicznych, hurtowniach i barach szybkiej obsługi dostępne są przetwory drobiowe gotowe do podgrzania, wykonane z mięsa kurcząt [3].

Celem podjętych badań konsumenckich było określenie możliwości wprowadzenia na rynek substytucyjnych produktów w postaci żywności wygodnej (burgery, puszki panierowane, elementy w przyprawach, rolady, zrazy, kotlety de volaille), wyprodukowanej z mięsa niosek kur towarowych po zakończeniu eksploatacji nieśnej. Przyjęto, że do zakupu nowych produktów skłoni potencjalnych nabywców oszczędność czasu w przygotowaniu posiłku oraz cena niższa niż w przypadku podobnych produktów wykonanych z mięsa kurczaków.

Material i metody badań

Przyjęto, że docelową grupą konsumentów będą osoby aktywne (pracujące i uczące się), o przeciętnych dochodach, samodzielnie przygotowujące posiłki dla siebie bądź całej rodziny, poszukujące żywności o relatywnie niskich cenach w super- i hipermarketach.

W celu weryfikacji prawidłowości powyższych założeń podjęte zostały badania opinii rzeczywistych i potencjalnych nabywców żywności wygodnej wytwarzanej z mięsa drobiowego. Zastosowano w nich wywiad kwestionariuszowy bezpośredni. Pytania dotyczyły sortymentów kupowanych produktów drobiowych, kryteriów i częstotliwości ich zakupu, czasochłonności i sposobu przygotowania tych produktów oraz preferencji i zwyczajów konsumpcyjnych nabywców produktów żywnościowych wytwarzanych z mięsa drobiowego. Badania przeprowadzono w 2004 r. na dobranej celowo próbie 280 respondentów dokonujących zakupów we wrocławskich centrach handlowych, sklepach i na targowiskach.

Wyniki i dyskusja

Żywność wygodna wytwarzana z mięsa drobiowego – zwłaszcza z mięsa o niższej przydatności kulinarnej, jakim jest mięso niosek po okresie produkcyjnym – stanowi alternatywę zarówno dla przemysłu drobiarskiego, jak i dla konsumentów poszukujących tanich, gotowych produktów do szybkiego przyrządzenia w gospodarstwie domowym.

Niniejsza praca stanowi wycinek szerszego programu realizowanych badań konsumenckich, które skierowane są z jednej strony na ocenę możliwości zagospodarowania mięsa niosek po okresie produkcyjnym, z drugiej strony na przygotowanie oferty wyrobów o cechach żywności wygodnej.

Wyniki badań przedstawiono w tab. 1 do 4.

Jak wynika z danych zawartych w tab. 1., wśród respondentów przeważały kobiety (64%). W wieku 18-25 lat było 23% badanych, 26-35 lat –30%, 36-45 lat i 46-60 lat

– po 17% i ponad 60 lat – 13%. Status pracownika miała ponad połowa respondentów, studenta – 30%, emeryta lub rencisty – 16,5%, bezrobotnego – 1,5%, przedsiębiorcy – 1%. Największa część osób, z którymi przeprowadzono wywiady (32%) deklarowała dochody miesięczne w przedziale 401–800 zł, 26% – poniżej 400 zł, 19% – w przedziale 801–1200 zł, 14% w przedziale 1201–1500 zł i 9% ponad 1500 zł. W gospodarstwach domowych wieloosobowych żyło 87% badanych, a 13% – w jednoosobowych.

Tabela 1

Charakterystyka respondentów.

Characteristics of respondents.

L.p. No	Wyszczególnienie Specification	Odeśtek respondentów [%] Percentage of respondents
1.	Płeć: / Sex:	
	a) kobiety / women	64
	b) mężczyźni / men	6
2.	Wiek: / Age:	
	a) 18-25	23
	b) 26-35	30
	c) 36-45	17
	d) 46-60	17
	e) > 60	13
3.	Status / Status	
	a) pracownik / employee	51
	b) student / student	30
	c) przedsiębiorca / businessman	1
	d) emeryt/rencista / pensioner	16,5
	e) bezrobotny / unemployed	1,5
4.	Dochód miesięczny netto [zł] Net monthly income (in PLN)	
	a) < 400	26
	b) 400-800	32
	c) 801-1200	19
	d) 1201-1500	14
	e) > 1500	9
5.	Gospodarstwo domowe / Household	
	a) jednoosobowe / one-men	13
	b) wieloosobowe / numerous	87

W tab. 2. przedstawiono charakterystykę respondentów pod względem miejsc zakupu i spożycia oraz preferowanych cech analizowanych produktów. Niemal wszystkie badane osoby (98%) wykazały zainteresowanie spożyciem mięsa drobiowego. Jako miejsce spożycia wskazywano głównie dom (mieszkanie) – 75%, następnie dom i/lub obiekty gastronomiczne – 23,5% oraz placówki żywienia zbiorowego – 1,5%. Zakupów produktów drobiarskich dokonywano przede wszystkim w małych sklepach (92%) oraz w marketach sieci handlowych (5%) i na targowiskach (3%). Za główne kryterium zakupu uznano świeżość produktów drobiowych (77%), następnie wygląd (16%), znajomość producenta (4%) i cenę (3%).

Tabela 2

Miejsce zakupu, spożycia i preferencje konsumentów.

Place of shopping, place of consumption and the preferences of consumers.

Lp. No	Wyszczególnienie Specification	Udział procentowy odpowiedzi Answers percentage
1.	Zainteresowanie spożyciem mięsa drobiowego Interest in poultry meat consumption	
	a) wysokie / high	98
	b) brak / none	2
2.	Miejsce spożycia Place of consumption	
	a) w domu / at home	75
	b) w placówce żywienia zbiorowego / restaurant, fast food bar	1,5
	c) częściowo w domu, częściowo poza nim / at home and out of home	23,5
3.	Miejsce zakupu produktów drobiarskich Place of poultry products shopping	
	a) małe sklepy / small shops	92
	b) duże sieci handlowe / chain of supermarkets	5
	c) wolna sprzedaż, targowiska / market-squares	3
4.	Cechy decydujące o zakupie produktów drobiarskich Criteria of poultry products shopping	
	a) świeżość/trwałość / freshness/permanence	77
	b) wygląd zewnętrzny / external appearance	16
	c) cena / price	3
	d) rodzaj firmy (producenta) / kind of producer	4

Zdecydowana większość respondentów (93%) nie wykazała zainteresowania zakupem żywności wygodnej wytwarzanej z mięsa drobiowego (tab. 3). Osoby zaintere-

sowane tego typu produktami (7%) najchętniej kupowałyby gotowe elementy (54%), następnie rolady, zrazy i kotlety (23%), paluszki drobiowe (21%) i hamburgery (2%). Cotygodniowe zakupy analizowanych produktów deklarowało najwięcej, bo 58% potencjalnych nabywców, zakupy dwa razy w tygodniu – 32%, co dwa tygodnie – 7%, raz w miesiącu i dwa razy w roku – po 1,5%. Jako preferowany sposób opakowania żywności wygodnej z mięsa drobiowego najczęściej wskazywano tacę foliowaną (72%), następnie opakowanie próżniowe (21%) i kartonik (7%).

Tabela 3

Preferencje i forma dystrybucji produktu.
Preferences and form of product distribution.

Lp. No	Wyszczególnienie Specification	Udział procentowy odpowiedzi Answers percentage
1.	Zainteresowanie żywnością wygodną pochodzenia drobiowego Interest in poultry convenience food	
	a) istotne/duże / significant/great	7
	b) brak / none	93
2.	Jaki produkt drobiowy byłby najchętniej nabywany przy gwarancji zapewnienia jakości Which poultry product, with quality guarantee, would be bought most eagerly	
	a) burgery / burgers	2
	b) paluszki drobiowe / poultry fingers	21
	c) gotowe elementy (po obróbce) / ready-to-eat elements	54
	d) rolady, zrazy, de volaille / rolls, slices, de volaille cutlets	23
3.	Jak często produkty żywności wygodnej byłyby nabywane przez klientów How often the convenience food products would be bought by clients	
	a) 2 x tydzień / twice a week	32
	b) 1 x tydzień / once a week	58
	c) 1 x 2 tygodnie / once a fortnight	7
	d) 1 x miesiąc / once a month	1,5
	e) 1 x 6 miesięcy / once a half year	1,5
4.	Preferowana forma opakowania Preferred packaging	
	a) produkt foliowany na tacce / plastic wrapped product on a tray	72
	b) produkt w opakowaniu próżniowym / vacuum packed product	21
	c) produkt w opakowaniu zamkniętym (kartonik) / closed packaging (small carton)	7

W tab. 4. przedstawiono źródła informacji o sposobie przygotowania dań z drobiu oraz czasie i sposobie ich obróbki cieplnej. Najszerzej wykorzystywanym źródłem informacji o sposobach przyrządzania dań z drobiu były własne doświadczenie i przekaz rodzinny – po 33,5% wskazań, następnie książki kucharskie – 20%, telewizja – 5%, czasopisma – 4,5%, informacje na opakowaniach – 1,5% oraz internet i porady znajomych – po 1%. Większość respondentów (66,5%) poświęciłaby 10–15 min na

przygotowanie posiłku z produktów o cechach żywności wygodnej, 31,5% przeznaczyłoby na tę czynność 15–30 min, a 3% tylko 5 min. Smażenie na oleju, jako sposób obróbki cieplnej, wybrała ponad połowa (53,5%) potencjalnych nabywców badanych produktów, 34,5% wskazało na pieczenie w piekarniku, a po 6% na grilowanie i podgrzewanie w kuchence mikrofalowej [14].

Tabela 4

Źródła informacji, sposób i czas przygotowania posiłków.
Information sources, method and time of meal preparation.

Lp. No	Wyszczególnienie Specification	Udział procentowy odpowiedzi Answers percentage
1.	Źródło wiedzy o sposobie przyrządzania dań z drobiu Competence in poultry meal preparation source	
	a) książka kucharska / cookbook	20
	b) doświadczenie własne / self experience	33,5
	c) przekaz rodzinny / family tradition	33,5
	d) internet / Internet	1,0
	e) TV / TV	5,0
	f) czasopisma / periodicals	4,5
	g) informacja na opakowaniu / information on the packaging	1,5
	h) informacje od znajomych / information from friends	1,0
2.	Czas przygotowania produktów o cechach żywności wygodnej Time of preparation of the convenience food qualities product	
	a) 5 min / 5 min	3
	b) 10-15 min / 10-15 min	65,5
	c) 15-30 min / 15-30 min	31,5
3.	Sposób obróbki cieplnej gotowego produktu Thermal processing method	
	a) mikrofalowanie / microwave	6
	b) pieczenie w piekarniku / oven roasting	34,5
	c) smażenie na oleju / oil frying	53,5
	d) grilowanie / grilling	6

Przedstawione powyżej wyniki badań są zbieżne z wynikami badań marketingowych poświęconych nabywcom produktów drobiowych [1, 3, 5, 6, 9].

Z prowadzonych badań nad zachowaniem polskich konsumentów żywności wynika, że właśnie oszczędność czasu wskazywana była jako główna przyczyna kupowania żywności wygodnej [1, 5, 9]. Przygotowanie posiłków w domu deklarowało 71,3% badanych, zaś 17,7% wolało zjeść szybko, nie tracąc czasu na przygotowanie i konsumowanie posiłków [5]. Prawie 82% respondentów dokonywało zakupów mięsa i jego przetworów w małych sklepach spożywczych, zwracając uwagę przede wszystkim na świeżość produktów [8, 10]. Częste zakupy gotowych dań obiadowych deklarowało 5% badanych [13].

Badania struktury asortymentowej wrocławskiego rynku mięsa z kurcząt wykonane w 2003 r. [3] wykazały, że 41% mięsa przeznaczonego do przygotowania posiłków w domu kupiono w elementach (ćwiartki, filety z piersi, nogi, udźce, skrzydła, podudzia), czyli w najprostszej postaci żywności wygodnej wytworzonej z drobiu, a 59% – w formie tuszek. Na potrzeby stołówek instytucji publicznych (przedszkola, szkoły wszystkich szczebli, szpitale, jednostki wojskowe) kupowano podobne ilości elementów (49%) i tuszek (51%). Natomiast w zakupach mięsa z kurcząt realizowanych przez bary i restauracje, zdecydowanie większy udział miały elementy (75%) niż tuszki (25%).

Z przeprowadzonych badań i przeglądu literatury przedmiotu wynika, że rynek docelowy żywności wygodnej, wytwarzanej z mięsa kur niosek po okresie produkcyjnym, powinni stanowić właściciele barów sprzedających dania do szybkiej konsumpcji, a nie – jak zakładano – osoby przygotowujące posiłki w domu.

Wnioski

1. Zakupy żywności wygodnej w postaci gotowych dań obiadowych deklarowało 6% gospodarstw domowych, zaś spożywanie posiłków poza miejscem zamieszkania 25-29%.
2. Znaczny odsetek konsumentów (18%) pragnął zjeść posiłek możliwie szybko poza domem, oszczędzając w ten sposób czas potrzebny na czynności związane z przygotowaniem obiadów.
3. Zdecydowana większość nabywców (82-92%) kupowała mięso drobiowe i wykonane z niego produkty w małych sklepach, umiejscowionych na rynkach lokalnych. Tam też powinny zostać przeprowadzone prezentacje i degustacje umożliwiające potencjalnym konsumentom zaznajomienie się z opisywanymi wyrobami oraz możliwościami wytwarzania z nich produktów. To zaś, z uwagi na warunki lokalowe i sanitarne oraz duże rozproszenie takich punktów sprzedaży, wymagałoby znacznych nakładów finansowych, związanych z wdrożeniem systemów gwarantujących bezpieczeństwo zdrowotne produktów finalnych.
4. Większość nabywców analizowanych produktów mięsnych kierowała się przy zakupie jakością, a nie ceną. Nie byłoby więc celowe kierowanie do nich tańszego substytutu dostępnych na rynku dań gotowych z mięsa kurcząt w postaci potraw na przykład z restrukturuwanego mięsa niosek.
5. Wrocławscy konsumenci, przygotowujący samodzielnie posiłki w domu, główną część mięsa kupowali w postaci tuszek kurcząt (59%). Właściciele placówek gastronomicznych kupowali natomiast ten rodzaj mięsa głównie w formie elementów (75%). Oni więc, nabywając produkty z restrukturuwanego mięsa niosek, mogliby znacząco obniżyć koszty wytwarzania posiłków.

Literatura

- [1] Adamczyk G.: Konsument na rynku żywności wygodnej. Roczn. Nauk. SERiA, Warszawa-Poznań-Puławy, 2004, t. VI, z. 2, p. 11.
- [2] Antonides G., van Raij W. F.: Zachowanie konsumenta. PWN. Warszawa 2003, s. 333-334.
- [3] Ciećka D.: Struktura rynku mięsa i podrobów z kurczaków we Wrocławiu, Praca magisterska. Akademia Rolnicza, Wrocław 2003, s.77
- [4] Janicki A.: Żywność wygodna, definicje i etapy rozwoju. Przem. Spoż., 1993, 9, 227-230.
- [5] Jeżewska-Zychowicz M.: Charakterystyka zachowań konsumentów na rynku żywności gotowej do spożycia oraz usług gastronomicznych. Roczn. Nauk. SERiA. Warszawa 2004, t. VI, z. 2, 121.
- [6] Kijowski J., Richardson R.: Przetwórcze wykorzystanie mięsa drobiowego. Mięso i Wędliny, 1997, 5, 56-62
- [7] Lambin J. J.: Strategiczne zarządzanie marketingowe. PWN, Warszawa 2001, s. 112.
- [8] Łagiewka P., Sznajder M.: Źródła zaopatrywania się w żywność przez polskich konsumentów w zależności od przynależności do grupy społeczno-zawodowej. Roczn. Nauk. SERiA. Warszawa, 2004, t. VI, z. 2, 182.
- [9] Matysik R.: Żywność wygodna w opinii konsumentów. Zeszyty Naukowe SERiA, Warszawa-Poznań-Koszalin, 2003, t. V, z. 3, 103.
- [10] Nieżurawski L.: Wpływ pomiaru zadowolenia klienta na doskonalenie jakości (na przykładzie przedsiębiorstwa przetwórstwa drobiu). Roczn. Nauk. SERiA. Warszawa 2003, t. V, z. 2.
- [11] Rosa J. J.: Vrais et faux besoins, IN.: Rosa J. J., Aftalion F. (ed.): L'economique retrouve., Economica, Paris 1977, s. 164.
- [12] Rutkowski A.: Wczoraj-dziś-jutro żywności wygodnej. Przem. Spoż. 1993, 9, 231-233, 237.
- [13] Sznajder M., Gorzyńska E.: Spożycie gotowej żywności wśród Polaków. Roczn. Nauk. SERiA, Warszawa 2004, t. VI, z. 2, 297.
- [14] Szymkowiak S.: Ocena konsumencka i marketingowa żywności wygodnej wytworzonej z mięsa drobiowego. Praca magisterska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Wrocław 2004, s. 36-53.

CONSUMERS' PREFERENCES OF POULTRY MEAT CONVENIENCE FOOD

Summary

The preferences of consumers of convenience food products made of poultry meat were assessed based on results of a survey conducted among the customers from the Wrocław market. The survey was conducted among 280 persons shopping at shopping centers, local shops and marketplaces.

The results indicate that only 6% of the surveyed households buy ready-to-eat dinner dishes. 18% prefer eating their meals out of their homes in order to save time. A vast majority of the customers (82-92%) buys poultry meat and poultry products in small shops and at local marketplaces. It is suggested that at such places information on and presentation of the qualities of convenience food products should be made available. This type of education may be important for both the consumers and poultry industry. Moreover, it should be noted that the majority of the customers buying meat products (including poultry) makes the decision based on the quality rather than price of the products.

Key words: poultry meat, convenience food, market survey, consumer preferences 

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE KRAJOWYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw i Monitorze Polskim. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 5 czerwca 2006 r.

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 29 marca 2006 r. w sprawie wymagań, jakim powinien odpowiadać projekt technologiczny zakładu, w którym ma być prowadzona działalność w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2006 r. Nr 59, poz. 415).

Rozporządzenie zawiera szczegółowy opis wymagań jakie powinien zawierać projekt technologiczny zakładu, w którym ma być prowadzona działalność w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego przeznaczonych do sprzedaży bezpośredniej oraz w którym ma być prowadzona działalność w zakresie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego o tradycyjnym charakterze.

2. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 13 kwietnia 2006 r. w sprawie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego wyprodukowanych na obszarach podlegających ograniczeniom (Dz. U. 2006 r., Nr 71, poz. 492).

W rozporządzeniu zawarto:

- wykaz chorób zakaźnych zwierząt, ze względu na które wprowadza się zakaz albo ograniczenie wprowadzania na rynek produktów pochodzenia zwierzęcego (załącznik nr 1 do rozporządzenia),
- sposób produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego wyprodukowanych na obszarach podlegających ograniczeniom wydanym na podstawie przepisów o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt, w tym sposób znakowania świeżego mięsa wyprodukowanego na takich obszarach,

- wymagania, jakie powinno spełniać świadectwo zdrowia dla produktów pochodzenia zwierzęcego.
3. Ustawa z dn. 17 lutego 2006 r. o ratyfikacji Ramowej Konwencji Światowej Organizacji Zdrowia o Ograniczeniu Użycia Tytoniu, sporządzonej w Genewie dnia 21 maja 2003 r. (Dz. U. 2006 r. Nr 66, poz. 464).

Sejm wyraził zgodę na dokonanie przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej ratyfikacji Ramowej Konwencji Światowej Organizacji Zdrowia o Ograniczeniu Użycia Tytoniu, sporządzonej w Genewie dnia 21 maja 2003 r.
 4. Ustawa z dn. 10 marca 2006 r. o zmianie ustawy o organizacji rynków owoców i warzyw, rynku chmielu, rynku tytoniu oraz rynku suszu paszowego (Dz. U. 2006 r. Nr 66, poz. 473).

Wprowadzone zmiany w ustawie dotyczą szczegółowych uregulowań dotyczących rynku tytoniu.
 5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 22 maja 2006 r. w sprawie wzorów wniosków o rejestrację nazw i oznaczeń produktów rolnych lub środków spożywczych oraz wzorów wniosków o zmianę specyfikacji (Dz. U. 2006 r. Nr 92, poz. 644).

Został określony wzór wniosku o:

 - rejestrację nazwy pochodzenia albo oznaczenia geograficznego produktu rolnego lub środka spożywczego oraz nazwy specyficznego charakteru produktu rolnego lub środka spożywczego,
 - zmianę specyfikacji produktu rolnego lub środka spożywczego, którego nazwa została zarejestrowana jako nazwa pochodzenia albo oznaczenie geograficzne oraz nazwa specyficznego charakteru.
 6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 25 kwietnia 2006 r. w sprawie współpracy organów Inspekcji Weterynaryjnej, Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Państwowej Inspekcji Farmaceutycznej, Inspekcji Handlowej, Inspekcji Transportu Drogowego, Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych oraz jednostek samorządu terytorialnego przy zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt, w tym chorób odzwierzęcych (Dz. U. 2006 r. Nr 83, poz. 575).

Rozporządzenie określa warunki, tryb i formę współpracy na obszarze powiatu województwa i kraju organów Inspekcji Weterynaryjnej, Państwowej Inspekcji Sanitarnej, Państwowej Inspekcji Farmaceutycznej, Inspekcji Handlowej, Inspekcji Transportu Drogowego, Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych oraz jednostek samorządu terytorialnego przy zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt, w tym chorób odzwierzęcych.
 7. Ustawa z dn. 24 lutego 2006 r. o zmianie ustawy o organizacji rynku mleka i przetworów mlecznych (Dz. U. 2006 r. Nr 50, poz. 363).

Wprowadzono zmiany w ustawie z dnia 20 kwietnia 2004 r. o organizacji rynku mleka i przetworów mlecznych (Dz. U. 2005 r. Nr 244, poz. 2081) dotyczące m.in. zasad ponownego wpisu do rejestru podmiotów, pobieraniu zaliczek na poczet opłat oraz zasadach przyznawania w roku kwotowym 2006/2007 indywidualnych ilości referencyjnych z krajowej rezerwy ilości referencyjnej przeznaczonej dla dostawców hurtowych.

8. Rozporządzenie Ministra Finansów z dn. 28 lutego 2006 r. w sprawie minimalnej stawki akcyzy na papierosy (Dz. U. 2006 r. Nr 38, poz. 263).
Obowiązuje nowa minimalna stawka akcyzy na papierosy w wysokości 150,00 zł za każde 1.000 sztuk.
9. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 3 marca 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie materiału biologicznego wykorzystywanego w rozrodzie zwierząt gospodarskich (Dz. U. 2006 r. Nr 44, poz. 316).
Wprowadzone zmiany dotyczą jaj indyczych i gęsich jako materiału biologicznego wykorzystywanego w rozrodzie zwierząt gospodarskich.
10. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 10 marca 2006 r. w sprawie szczegółowych warunków utrzymywania zwierząt laboratoryjnych w jednostkach doświadczalnych, jednostkach hodowlanych i u dostawców (Dz. U. 2006 r. Nr 50, poz. 368).
W rozporządzeniu określono szczegółowe warunki utrzymania zwierząt laboratoryjnych w jednostkach doświadczalnych, jednostkach hodowlanych i u dostawców. Zwierzęta te powinny być utrzymywane w pomieszczeniach dla zwierząt, w klatkach, w kojcach i na wybiegach.
11. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 29 marca 2006 r. w sprawie wprowadzania na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej ziemniaków pochodzących z Arabskiej Republiki Egiptu (Dz. U. 2006 r. Nr 58, poz. 402).
W rozporządzeniu określono zasady odstępstwa od zakazu wprowadzania na terytorium Polski bulw ziemniaków pochodzących z Arabskiej Republiki Egiptu określonego w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 kwietnia 2005 r. w sprawie zakazu wprowadzania na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej ziemniaków pochodzących z Arabskiej Republiki Egiptu (Dz. U. 2005 r. Nr 86, poz. 741) oraz szczegółowy sposób przeprowadzania granicznej kontroli fitosanitarnej ziemniaków.
12. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 4 kwietnia 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jednostek organizacyjnych, którym można powierzyć przeprowadzanie kontroli w zakresie zakupu i sprzedaży interwencyjnej zbóż, uznawania przetwórców, stanów magazynów oraz zasadności udzielania dopłat do przetwarzania (Dz. U. 2006 r. Nr 60, poz. 427).

Zmiana dotyczy suszarki elektrycznej, która powinna być odpowiednio wentylowana i skonstruowana w taki sposób, że jest możliwe ustawienie wytwarzanej przez nią temperatury z dokładnością do $\pm 1^{\circ}\text{C}$ i szybkie jej regulowanie.

13. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 6 kwietnia 2006 r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych dla prowadzenia stacji kwarantanny, miejsc odpoczynku lub przeładunku zwierząt oraz miejsc wymiany wody przy transporcie zwierząt akwakultury (Dz. U. 2006 r. Nr 64, poz. 453).
Stacja kwarantanny powinna spełniać wymagania ustawy z dnia 27 sierpnia 2003 r. o weterynaryjnej kontroli granicznej. Rozporządzenie określa szczegółowe wymagania weterynaryjne dla prowadzenia stacji kwarantanny, miejsc odpoczynku lub przeładunku zwierząt oraz miejsc wymiany wody przy transporcie zwierząt akwakultury. Stacja kwarantanny powinna być ogrodzona i zabezpieczona przed dostępem zwierząt innych niż poddawane kwarantannie. Podmiot prowadzący stację kwarantanny zobowiązany jest prowadzić ewidencję zwierząt poddawanych kwarantannie.
14. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 19 kwietnia 2006 r. w sprawie środków podejmowanych w związku ze zwalczaniem u drobiu wysoce zjadliwej grypy ptaków d. pomoru drobiu (Dz. U. 2006 r. Nr 71, poz. 493).
Rozporządzenie określa środki, jakie należy podejmować przy zwalczaniu u drobiu wysoce zjadliwej grypy ptaków d. pomoru drobiu wywołanej wirusem grypy A podtyp H5N1.
15. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 28 kwietnia 2006 r. w sprawie zarządzenia środków związanych z zagrożeniem wystąpienia wysoce zjadliwej grypy ptaków d. pomoru drobiu (Dz. U. 2006 r. Nr 75, poz. 525).
W związku z zagrożeniem wystąpienia wysoce zjadliwej grypy ptaków d. pomoru drobiu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej wprowadzono zakaz: organizowania targów, wystaw, pokazów i konkursów z udziałem żywych ptaków oraz utrzymywania kur, kaczek, gęsi, indyków, przepiórek, perlic, strusi oraz innych bezgrzebieniowców, gołębi, bażantów i kuropatw na otwartej przestrzeni.
16. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 22 lutego 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia jednostek chorobowych, sposobu prowadzenia kontroli oraz zakresu badań kontrolnych zakażeń zwierząt (Dz. U. 2006 r. Nr 44, poz. 315).
W rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 17 grudnia 2004 r. w sprawie określenia jednostek chorobowych, sposobu prowadzenia kontroli oraz zakresu badań kontrolnych zakażeń zwierząt (Dz. U. 2004 r. Nr 282, poz. 2813) zostały wprowadzone zmiany dotyczące m.in. kontroli występowania gąbczastej encefalopatii bydła, brucelozы kóz i owiec, enzootycznej białaczki bydła oraz trzęsawki owiec.

17. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 4 kwietnia 2006 r. w sprawie wprowadzenia programów zwalczania gruźlicy bydła, brucelozy bydła, gąbczastej encefalopatii bydła oraz wścieklizny (Dz. U. 2006 r. Nr 82, poz. 572).
Wprowadzono w Polsce program zwalczania: gruźlicy bydła (*Bovine tuberculosis*), brucelozy bydła (*B. abortus*), gąbczastej encefalopatii bydła (*Bovine spongiform encephalopathy* –BSE), oraz wścieklizny (*Rabies*). ☒

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 20. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

BIOIZOSTERY / BIOIZOSTERS – podstawniki lub grupy wykazujące podobieństwo właściwości fizycznych lub chemicznych i na ogół właściwości biologicznych

cDNA / cDNA – sekwencje, które ulegają transkrypcji w określonym typie komórek lub wybranej tkance

cDNA / cDNA – dwuniciowa kopia DNA wytworzona na matrycy mRNA za pomocą enzymu odwrotnej transkryptazy

CENTYMORGAN / CENTIMORGAN – jednostka odległości genetycznej odpowiadająca prawdopodobieństwu rekombinacji wynoszącemu 1%

CROSSING-OVER / CROSSING-OVER – wymiana odcinków chromosomów homologicznych podczas mejozy, której skutkiem jest rekombinacja genetyczna

ELEKTROFOREZA W PULSUJĄCYM POLU ELEKTRYCZNYM / ELECTROPHORESIS IN PULSATORY ELECTRIC FIELD – metoda rozdziału fragmentów DNA o dużych rozmiarach

HETERODUPLEKS / HETERODUPLEX – cząsteczka dwuniciowa utworzona z dwóch podobnych, ale nieidentycznych nici DNA lub RNA

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

- kb / kb (Kilobase)** – skrót oznaczający tysiąc zasad (purynowych lub pirymidynowych)
- LIPOSOM / LIPOSOME** – sztucznie wytworzony pęcherzyk z podwójnej błony lipidowej, wykorzystywany do przenoszenia przez błonę komórkową różnych związków, w tym klonowanych genów
- PATENTOM / PATENTOM** – zestaw opatentowanych genów
- PROPERDYNA / PROPERDIN** – substancja białkowa obecna w surowicy krwi, biorąca udział w aktywacji układu dopełniacza
- SYDEROFOR / SIDEROPHORE** – mała cząsteczka wydzielana przez mikroorganizm do środowiska, ułatwiająca specyficzne wiązanie żelaza, tworząc rozpuszczalny kompleks, który może być wchłaniany przez organizm
- SONDA / PROBE** – klonowana sekwencja DNA, używana do identyfikacji homologicznych do niej sekwencji w drodze hybrydyzacji kwasów nukleinowych
- TELOMER / TELOMERE** – specyficzna struktura DNA występująca na końcach chromosomów
- TRANSGEN / TRANSGENE** – klonowany gen wstawiony do obcego genomu
- TRANSWERSJA / TRANSVERSION** - typ mutacji polegających na zamianie puryny na pirymidynę lub odwrotnie
- TRANZYCJA / TRANSITION** – typ mutacji polegający na zamianie zasady pirymidynowej na inną zasadę pirymidynową (np. T na G) ☒

NOWE KSIĄŻKI**Cheese. Chemistry, Physics & Microbiology. III ed.**

[Ser. Chemia, fizyka i mikrobiologia] III wyd.

P. F. Fox, University College Cork, Ireland; P. McSweeney, University College Cork, Ireland; T. Cogan, Dairy Products Research Centre, Ireland; T. Guinee, Teagasc, Ireland

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2006, ISBN 0122636511, stron 1056, cena 360,00 €

Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Rynek serów, którym poświęcono niniejszą książkę, rozwijał się szybko w ostatnich latach i teraz obejmuje w niektórych krajach około 30% całej produkcji żywności. Trzecie wydanie podręcznika ukazało się w dwóch częściach zatytułowanych: „Aspekty ogólne” oraz „Główne grupy serów”. W publikacji zawarto aktualny przegląd literatury z zakresu chemicznych, biochemicznych, mikrobiologicznych i fizykochemicznych właściwości serów. W pierwszej części autorzy przedstawili ogólne aspekty nauki o serach, a tom drugi poświęcono charakterystyce głównych grup serów.

Encyclopedia of Food Microbiology

[Encyklopedia mikrobiologii żywności]

R. K. Robinson, Department of Food Science and Technology, The University of Reading, Berkshire, U.K.; C. A. Batt, Cornell University, Department of Food Science, Ithaca, New York, U.S.A.; P. Patel, Leatherhead Food Research Association, Surrey, U.K.

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2005, ISBN 0122270703, stron 2372, cena 980,00 €

Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Encyklopedia składa się z trzech tomów i jest największym, źródłowym kompendium aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie mikrobiologii żywności. Zamieszczono w niej blisko 400 artykułów światowych uczonych, w których kompleksowo omówio-

no drobnoustroje od *Acetobacter* do *Zymomonas*. Każdy artykuł zawiera w przybliżeniu 4000 słów i jest ilustrowany tabelami, rysunkami, czarno-białymi fotografiami oraz zdjęciami wykonanymi za pomocą mikroskopu elektronowego. Autorzy w sposób krytyczny odnoszą się do wielu osiągnięć tej dziedziny nauki.

Biotechnology and Safety Assessment

[Biotechnologia i ocena ryzyka]

J. A. Thomas, University of Texas Health Science Center, San Antonio, U.S.A; Roy L. Fuchs, Monsanto Company, St. Louis, Missouri, U.S.A.

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2005, ISBN 0126887217, stron 400, cena 95,95 €

Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

W przyszłości, źródłem żywności będą w szerszym zakresie rośliny modyfikowane genetycznie, co może zapewnić konsumentowi m.in. produkty o wyższej wartości odżywczej. Także skuteczniej działające lekarstwa, o dużej specyficzności, jak również nowoczesne szczepionki, mogą być pozyskiwane metodami biotechnologicznymi. W celu przybliżenia czytelnikowi aktualnej problematyki biotechnologii autorzy przedstawiają:

- zagadnienia agrobiotechnologii oraz bioterapii,
- rolę mikroorganizmów modyfikowanych genetycznie w rozwoju nowych produktów żywnościowych i leków,
- środowiskowe i ekologiczne uwarunkowania upraw roślin modyfikowanych genetycznie.

Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease

[Rola odżywiania w zapobieganiu i leczeniu schorzeń]

A. Coulston, American Dietetic Association; C. Rock, University of California, San Diego U.S.A.; E. Monsen, University of Washington, Seattle, U.S.A.

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2006, ISBN 0121931552, stron 801, cena 100,00 €

Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Książka zawiera aktualny stan wiedzy o odżywianiu klinicznym. Przedstawiono racjonalne zasady takiego odżywiania. Zagadnienia teoretyczne powiązано następnie z praktycznymi aspektami zastosowania ich zarówno w terapii, jak i profilaktyce schorzeń. Autorzy zdefiniowali podstawowe pojęcia dotyczące żywności i odżywiania oraz omówili monitoring prowadzony w badaniach kliniczno-epidemiologicznych w zakresie schorzeń.

Technologia przetwórstwa mięsa

A. Olszewski

Wydawnictwo: WNT, ISBN 832043212X, stron 364, cena 44,10 zł, Warszawa 2006

Jest to podręcznik przeznaczony dla uczniów i studentów poszukujących wiedzy na temat przetwórstwa mięsa. Może także okazać się przydatny dla specjalistów zawodowo związanych z przemysłem mięsnym.

Obejmuje całość zagadnień dotyczących technologii przetwórstwa mięsnego, od surowca do gotowego produktu. Podano wiadomości dotyczące podziału żywca rzeźnego i kryteriów oceny wartości rzeźnej zwierząt. Opisano proces uboju, obróbki i ocenę poubojową mięsa, a także uboczne produkty poubojowe. Scharakteryzowano rozbiór mięsa i metody jego utrwalania. Szczegółowo przedstawiono produkcję wędlin, konserw i tłuszczów topionych. Uwzględniono również zagadnienia dotyczące systemu HACCP. Dodatkowym atutem tego podręcznika jest również wyczerpujący materiał ilustracyjny.

Chemia żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności

Z.E. Sikorski (red.)

Wydawnictwo: WNT, ISBN 8320432103, stron 578, cena 72,00 zł, Warszawa 2006

W podręczniku przedstawiono skład chemiczny, właściwości fizyczne i chemiczne oraz przemiany składników żywności, ze szczególnym uwzględnieniem tych cech, które wpływają na jakość sensoryczną, wartość odżywczą oraz przydatność technologiczną surowców i produktów żywnościowych. Omówiono również dodatki do żywności, ich właściwości chemiczne i funkcjonalne, a także regulacje prawne odnoszące się do ich stosowania oraz rolę żywności w profilaktyce chorób nowotworowych. Opisano w niej stan skażenia żywności, oszacowano wynikające z niego zagrożenia dla zdrowia konsumentów oraz przedstawiono techniczne możliwości zmniejszenia tych zagrożeń. Podano także wiele informacji przydatnych w przetwórstwie żywności i żywieniu człowieka, dotyczących m.in.: jakości i uzdatniania wody, strat występujących na skutek obróbki produktów żywnościowych, metod oznaczania oraz wartości biologicznej składników żywności i obecnych w niej związków kancerogennych.

Podręcznik ten jest przeznaczony dla studentów oraz pracowników naukowych zajmujących się technologią żywności, chemią żywności, towaroznawstwem, a także dla kadry inżynierjno-technicznej, technologów i producentów żywności.

Hodowla i użytkowanie bydła

Z. Litwińczuk, T. Szulc (red.)

Wydawnictwo: PWRiL, ISBN 8309017944, stron 412, cena 51,30 zł, Warszawa 2005

W książce omówiono całość problematyki dotyczącej gospodarczego znaczenia bydła, jego pochodzenie, systematykę i szczegółową charakterystykę współczesnych ras, metody oceny pokroju. Ważną częścią podręcznika są rozdziały dotyczące rozrodu bydła (z wykorzystaniem biotechnik), organizacji pracy hodowlanej, wychowu cieląt, żywienia bydła, w tym głównie krów mlecznych, uwzględniające najnowsze wprowadzane w tym zakresie technologie. Obok wiadomości podstawowych podano również wiele informacji szczegółowych, przydatnych bezpośrednio w praktyce hodowlanej i stanowiących istotną część w programie nauczania na akademiach rolniczych. W podręczniku przedstawiono również metody oceny jakości produktów uzyskiwanych od tych zwierząt, uwzględniające wymagania prawne Unii Europejskiej oraz aktualną strukturę organizacji i zarządzania hodowlą bydła w kraju.

Podręcznik przeznaczony jest dla studentów i pracowników naukowych akademii rolniczych, hodowców bydła i producentów mleka.

Podstawy toksykologii. Kompendium wiedzy dla studentów szkół wyższych

K. Piotrowski (red.)

Wydawnictwo: WNT, ISBN 8320431220, stron 492, cena 62,10 zł, Warszawa 2006

Omawiana publikacja stanowi kompendium wiedzy z dziedziny toksykologii. Przedstawiono niej charakterystykę związków chemicznych pod względem ich toksyczności, omówiono toksykokinetykę i mechanizmy działania toksycznego. Dokonano przeglądu toksykologicznego metali ciężkich, wybranych substancji nieorganicznych, węglowodorów i ich pochodnych, pestycydów, leków i środków odurzających, promieniowania jonizującego itd. Przedstawiono zdrowotne skutki ich działania. Zwrócono też uwagę na problem utylizacji odpadów.

Novel Macromolecules in Food Systems

[Nowe makromolekuły w systemach żywności]

G. Doxastakis, V. Kiosseoglou, Aristotle University School of Chemistry, Laboratory of Food Chemistry and Technology, Thes Saloniki, Greece.

Wydawnictwo: Elsevier Science, 2005, ISBN 0444829326, stron 468, cena 165,00 €

Zamówienia: www.foodscience.elsevier.com

Podręcznik stanowi cenną pozycję dla wszystkich, którzy pracują nad zagadnieniami dotyczącymi rozwoju produktu i podstawowych badań żywności. Omówiono w nim problematykę postępu w chemii żywności, ze szczególnym uwzględnieniem struktury i właściwości funkcjonalnych „nowatorskich białek i polisacharydów”. Zależności te autorzy przeanalizowali w sposób szczegółowy.

Systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (ocena stanu wdrożenia po roku integracji z Unią Europejską)

G. Morkis

Wydawnictwo: IERiGŻ-PIB, ISBN 83-89666-33-2, stron 79, egzemplarz bezpłatny, Warszawa 2005

W Polsce dotychczas nie zbadano stanu wdrożenia i wdrażania obligatoryjnych oraz nieobligatoryjnych systemów zarządzania jakością w skali całego przemysłu spożywczego. Autorka przedstawiła wyniki monitoringu stanu wdrożenia obligatoryjnych i nieobligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego po roku integracji Polski z Unią Europejską. Stan wdrożenia i wdrażania GHP, GMP i HACCP przedstawiono ogółem w skali przemysłu spożywczego oraz w ujęciu branżowym i w ujęciu strukturalnym – uwzględniając podział przedsiębiorstw ze względu na wielkość zatrudnienia (małe, średnie i duże przedsiębiorstwa). Przedstawiony został także stan wdrożenia i wdrażania nieobligatoryjnych systemów zarządzania jakością w krajowym przemyśle spożywczym.

Opracował: *Stanisław Popek*

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI**INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

Rok 16 Nr 2

czerwiec 2006

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWAZarząd Główny

W dniu 6.04.2006 r. odbyło się w Warszawie zebranie Zarządu Głównego PTTŻ. W Związku z kończąca się kadencją podjęto uchwałę o zwołaniu Walnego Zebrania Delegatów w IV kwartale br.

Sekcja Młodej Kadry Naukowej

W dniach 24–25.05. br. odbyła się XI Sesja Młodej Kadry Naukowej zorganizowana w Warszawie przy udziale Oddziału Warszawskiego PTTŻ i Wydziału Technologii Żywności SGGW. Udział wzięło około 120 osób. Prezentowane referaty, poszerzone do formy artykułów, będą wydane w Suplemencie „Żywności”.

W dniu 24.05. br. odbyły się wybory nowych władz Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, nową przewodniczącą Sekcji została Dr inż. Katarzyna Marciniak – Łukasiak z SGGW.

Oddział Wrocławski

Zebranie sprawozdawczo-wyborcze Oddziału Wrocławskiego odbyło się w dniu 26.06. br.

Oddział Warszawski

W dniu 29.06.br odbyło się zebranie sprawozdawczo-wyborcze Oddziału Warszawskiego.

Z CENTRALNEJ KOMISJI KWALIFIKACYJNEJ

Sekcja Nauk Rolniczych i Leśnych w zakresie nauki o żywności zatwierdziła habilitacje następujących osób:

- dr hab. Elżbieta Gójska, UWM Olsztyn 29.05.2006
- dr hab. Andrzej Jarmoluk, AR Wrocław 5.06.2006

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE I KONGRESY
NAUKOWE W 2006 r.

Czerwiec

- 7 – 9 GOTHENGURG, Sweden = International Symposium “Food Factory of the Future 3”
Contact: SIK, Eivor Johansson, Box 5401, SE-402 29
- 14 – 16 YSTADS SALTSJOBAD, Sweden = International Symposium “Novel Aspect of Fatty
Acids – Nutrition and Biological Function” Contact: Agneta Hartlen
e-mail: agneta.hartlen@snf.ideon.se

Lipiec

- 9 – 15 PHILADELPHIA = 18 th World Congres of Soil Science (WCSS)
Contact: Co-Chair Lee E. Sommers, Colorado State University
e-mail: Lee.Sommers@colostate.edu

Wrzesień

- 17 – 21 NANTES, France = IUfoST 13th World Congres of Food Science and Technology
Contact: INRA, BP 71 627, 44 316 Nantes Cedex 3, France
e-mail: iufost@nantes.inra.fr; www.inra.fr/iufost2006

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin.**

Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**

Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **TECHNEX Sp. z o.o., Szczecin.**

Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**

Przy Oddziale Wielkopolskim: **PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU FERMENTACYJNEGO „AKWAWIT” S.A., Leszno, HORTIMEX Sp. z o.o., Konin, SŁAWSKI ZAKŁAD PRZETWÓRSTWA MIĘSA I DROBIU s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”, Wróblów k. Sławy, POZMET S.A., Poznań.**

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Materiał zawarty w Nr 2/2006 Biuletynu podano według stanu informacji do dnia 10 czerwca 2006 r.

Opracowanie: Antoni Rutkowski.

Materiały do Nr 3/2006 prosimy nadsyłać do dnia 1września 2006 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

1. Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**

2. Informacji dotyczących punktacji czasopism specjalistycznych należy szukać na stronie **www.mnisw.gov.pl**

Po otwarciu tej strony trzeba kliknąć na ikonkę „Na skróty”, następnie wejść na „Listę czasopism”, po czym otworzyć „Zbiorczą listę czasopism”. Na str. 134 znajduje się informacja: „W przypadku czasopism lub wydawnictw niewymienionych imiennie na obecnej liście czasopism, zaś objętych listą punktową obowiązującą w latach 2001 – 2004, liczba punktów nie może być mniejsza niż dotychczasowa”.

Kwartalnik **Żywność**, jak większość czasopism z dziedziny nauk o żywności i żywieniu, z nieznanym nam przyczyn nie znalazł się na „Zbiorczej liście czasopism”, wobec czego zacytowana uwaga odnosi się także do niego. W celu potwierdzenia liczby 4 punktów za publikację naukową umieszczoną w naszym czasopiśmie trzeba wrócić na stronę „Lista czasopism”, następnie otworzyć „Listę czasopism punktowanych byłych zespołów KBN” i w Zespole Nauk Rolniczych i Leśnych (P-06) odszukać poz. 170. W tej pozycji umieszczony jest kwartalnik **Żywność**, który ma nadaną kategorię B. Według objaśnień, zamieszczonych poniżej wykazu czasopism, tej kategorii odpowiadają 4 punkty.