POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 6 (73)

Kraków 2010

Rok 17

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 12/ 293-50-54

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

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof dr hab. Włodzimierz Grajek, prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, prof. dr hab. Stefan Ziajka

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr inż. Anna Gręda (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. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Teresa Fortuna, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław Gwiazda, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Piotr Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński, prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Adolf Horubała, prof. dr hab. Jan Kisza, 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 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 2010

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:
31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 650 egz.

SKŁAD I DRUK:

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

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 6 (73) naszego czasopisma, którym kończymy 16. rok istnienia na rynku wydawniczym i służby naukom o żywności.

Dzięki pracy: Redakcji, Rady Programowej, Rady Konsultacyjnej, Stałych Współpracowników, a przede wszystkim Autorów i Recenzentów umacniamy nasza pozycję w obszarze nauk o żywności. Jesteśmy polskojęzycznym czasopismem naukowym o zasięgu międzynarodowym (patrz bazy zamieszczające abstrakty).

Od nowego roku wprowadzamy następująca zmianę: kończymy publikowanie cyklu pt.: „Współczesny leksykon wiedzy o żywności", który drukowaliśmy w ŻYWNOŚCI od nr 3(28), 2001 r. Dziękuję Panu prof. Henrykowi Kostyrze i Jego Zespołowi za opracowywanie haseł. Zgodnie z decyzją ZG PTTŻ w przyszłym roku planujemy „Leksykon" wydać w formie zwartej.

Od nr 1(74) rozpoczynamy publikację nowego cyklu pt.: „Interakcje składników żywności", który również będzie przygotowywany przez Pana prof. H. Kostyrę z Zespołem.

W Nowym 2011 Roku wszystkim naszym Autorom, Czytelnikom i Przyjaciołom życzymy wszelkiej pomyślności.

Kraków, grudzień 2010 r.

Redaktor Naczelny

Tadeusz Sikora

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość – liczba punktów 9 – Ujednolicony wykaz czasopism naukowych, grupa B, poz. 1788.

Prof. dr hab. dr h.c. Nina Baryłko-Pikiekna wyróżniona Medalem im. Michała Oczapowskiego

W dniu 6 grudnia 2010 r. w Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie odbyła się uroczystość, podczas której Pani prof. Nina Baryłko-Pikielna została wyróżniona Medalem im. Michała Oczapowskiego.

Laureatce, Autorce, Recenzentce i aktywnej członkini Rady Programowej naszego czasopisma składamy serdeczne gratulacje i życzenia dalszej owocnej działaności.

Redakcja

Medal im. Michała Oczapowskiego ustanowiony został w 1988 roku i przyznawany jest przez Wydział Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych Polskiej Akademii Nauk za wybitny wkład w rozwój nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych – osobie lub instytucji (uczelni, placówce naukowej, czasopismu naukowemu, z okazji jubileuszów działalności) zarówno w Polsce, jak i za granicą.

SPIS TREŚCI

Od redakcji ... 3

KATARZYNA SAMBORSKA: Suszenie rozpyłowe enzymów – przyczyny inaktywacji oraz metody i mechanizmy ich stabilizacji ... 7

PIOTR P. LEWICKI: Kiełki nasion jako źródło cennych składników odżywczych ... 18

BOHDAN ACHREMOWICZ, WIKTOR BERSKI, HALINA GAMBUŚ: Wykorzystanie metody SRC (Solvent Retention Capacity) do oceny jakości technologicznej mąk pszennych ... 34

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, ANNA CZUBASZEK, DOROTA ŁUCZAK, ANNA FRĄCZAK: Jakość ciasta i pieczywa pszennego z dodatkiem serwatki ... 46

RENATA STANISŁAWCZYK, MARIUSZ RUDY, BERNADETTA ŚWIĄTEK: Występowanie mikotoksyn w zbożach i przetworach zbożowych znajdujących się w placówkach handlowych województwa podkarpackiego ... 58

MAŁGORZATA MIŚNIAKIEWICZ: Wpływ procesu fermentacji na poziom zanieczyszczeń ciasta chlebowego ... 67

ALDONA SOBOTA, MARTA DOBOSZ: Jakość dostępnych na rynku makaronów pełnoziarnowych ... 83

TOMASZ TARKO, ALEKSANDRA DUDA-CHODAK, PIOTR POGOŃ: Charakterystyka owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego ... 100

ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Zastosowanie bakterii potencjalnie probiotycznych do fermentacji przecieru z dyni ... 109

DARIUSZ KOWALCZYK, EWA PIKULA, BARBARA BARANIAK: Wpływ jadalnej powłoki białkowo-woskowej na jakość przechowywanych chłodniczo brokułów ... 120

EMILIA BERNAŚ, GRAŻYNA JAWORSKA: Zawartość aminokwasów w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull: Fr.)) ... 134

KAROL MIŃKOWSKI, STANISŁAW GRZEŚKIEWICZ, MAŁGORZATA JERZEWSKA, MAGDALENA ROPELEWSKA: Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych ... 146

EWELINA SIEPKA, ŁUKASZ BOBAK, TADEUSZ TRZISZKA: Frakcjonowanie żółtka w celu pozyskiwania preparatów wzbogaconych w substancje biologicznie aktywne ... 158

ALEKSANDRA SUŁEK, EWA DOMIAN: Wpływ ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach stabilizowanych białkami mleka ... 168

MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA: Wpływ probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na jakość sensoryczną sera edamskiego ... 177

EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KAROL BORZUTA, DARIUSZ LISIAK, JAN STRZELECKI, PIOTR JANISZEWSKI: Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus dorsi* mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (d x p) 189

HANNA JANKOWIAK, MARIA BOCIAN, WOJCIECH KAPELAŃSKI, ALEKSANDRA ROŚLEWSKA: Zależność między otłuszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń 199

EWA DĄBROWSKA, MONIKA MODZELEWSKA-KAPITUŁA, ALEKSANDRA KWIATKOWSKA, BARBARA JANKOWSKA, MAREK CIERACH: Wpływ obróbki cieplnej w środowisku pary wodnej na teksturę, soczystość i rozpuszczalność białek kolagenowych wołowego mięśnia podgrzebieniowego 209

MARTA CHMIEL, KRZYSZTOF DASIEWICZ, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI: Ocena jakości drobnego mięsa wołowego metodą komputerowej analizy obrazu 219

MARIOLA FRIEDRICH, ZUZANNA GOLUCH-KONIUSZY, JOANNA SADOWSKA: Ocena wpływu składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na przemiany białkowe w badaniach modelowych na szczurach 228

KATARZYNA PYSZ-IZDEBSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, ANETA KOPEĆ, ESTERA NOWACKA, BARBARA BUGAJ: Pokrycie zapotrzebowania na energię i wybrane składniki odżywcze w diecie pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej oraz ocena ich parametrów antropometrycznych 239

GRAŻYNA MORKIS: Zakres wdrożenia GHP, GMP i HACCP w przemyśle spożywczym 255

GRAŻYNA MORKIS: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym 271

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR: Współczesny leksykon wiedzy o żywności 274

ANNA GRĘDA: Nowe książki 276

Technolog Żywności 281

Spis treści czasopisma „Żywność" Nr 68–73 285

Wykaz nazwisk Autorów w 2010 roku 291

Wykaz nazwisk Recenzentów w 2010 roku 294

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 7 – 17

KATARZYNA SAMBORSKA

SUSZENIE ROZPYŁOWE ENZYMÓW – PRZYCZYNY INAKTYWACJI ORAZ METODY I MECHANIZMY ICH STABILIZACJI

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

Inaktywacja enzymów wywołana procesem suszenia oraz próby opisu jej przyczyn i mechanizmów są przedmiotem wielu publikacji naukowych. W niniejszym artykule przedstawiono analizę najważniejszych przyczyn inaktywacji oraz podano przykłady badań obrazujących opisane mechanizmy. Do przyczyn tych zaliczono: działanie podwyższonej temperatury, niekorzystny wpływ ubytku wody z układu, niekorzystny wpływ adsorpcji białek na powierzchni międzyfazowej oraz uszkodzenia mechaniczne. Opisano również, oraz zilustrowano przykładami, metody i mechanizmy stabilizacji aktywności enzymów w czasie suszenia rozpyłowego, takie jak: zastępowanie wody, stan szklisty oraz adsorpcja międzyfazowa.

Słowa kluczowe: suszenie rozpyłowe enzymów, przyczyny inaktywacji, mechanizmy stabilizacji

Wprowadzenie

Preparaty enzymatyczne stanowią integralną część nowoczesnego przetwórstwa żywności. Enzymy są katalizatorami (biokatalizatorami) przemian chemicznych, wytwarzanymi przez żywe organizmy. Jedynie w ich obecności może zachodzić wiele reakcji metabolicznych we względnie łagodnych warunkach, tzn. w temperaturze poniżej 100 ºC, przy ciśnieniu atmosferycznym i obojętnym pH [29]. Człowiek praktycznie wykorzystywał działanie enzymów na długo przed tym, zanim potrafił uzasadnić to naukowo. Pierwszym enzymem otrzymanym na skalę przemysłową dla przemysłu spożywczego była podpuszczka, uzyskana przez duńskiego naukowca Christiana Hansena w 1874 r. z żołądków cieląt i użyta w produkcji serów [17]. Na początku XXI w. trudno podać przykład produkcji żywności bez udziału preparatów enzymatycznych; wykorzystywanych jest ponad 100 znanych enzymów, a liczba ta każdego roku zwiększa się [19]. Zastosowanie preparatów enzymatycznych w praktyce jest szerokie, gdyż

Dr inż. K. Samborska, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

obejmuje prawie wszystkie gałęzie przemysłu spożywczego. Najważniejsze korzyści płynące z zastosowania enzymów to: przyspieszenie procesów technologicznych, możliwość uruchomienia produkcji nowych asortymentów żywności (w tym żywności funkcjonalnej), podniesienie jakości i atrakcyjności oraz wydłużenie trwałości produktów żywnościowych, możliwość zwiększenia wydajności tradycyjnie stosowanych surowców i zmniejszenie kosztów produkcji [19, 25, 28].

Suszenie preparatów enzymatycznych jest jedną z metod ich utrwalania, prowadzącą do otrzymania suchych produktów wygodnych w dalszym obrocie i stosowaniu. Preparaty suszone charakteryzują się znacznie większą trwałością. Czas przechowywania preparatu o wysokiej aktywności może wynosić do kilku lat [20]. Niemniej jednak, parametry procesu suszenia powinny być starannie dobrane w celu uniknięcia degradacji enzymów, gdyż te, jako substancje białkowe, łatwo ulegają zmianom prowadzącym do utraty aktywności w niekorzystnych warunkach środowiskowych. Zmniejszenie degradacji enzymów w czasie procesu suszenia rozpyłowego można osiągnąć również poprzez zastosowanie dodatku substancji stabilizujących.

Inne substancje o funkcjach enzymatycznych

Większość enzymów ze źródeł naturalnych charakteryzuje się niską aktywnością i stabilnością, dlatego zaczęto je intensywnie udoskonalać i dostosowywać do potrzeb konkretnych procesów technologicznych. Osiągane jest to z zastosowaniem technik inżynierii genetycznej lub metodami chemicznej modyfikacji enzymów. W wyniku zastosowania tej ostatniej metody otrzymuje się synzymy, czyli enzymy semisyntetyczne. Do grupy tej zaliczane są także otrzymywane „w probówce" peptydy, których sekwencja i struktura przestrzenna wzorowana jest na fragmentach cząsteczek enzymów [8].

Oprócz substancji białkowych funkcje biokatalizatorów spełniają również substancje zbudowane z kwasu rybonukleinowego RNA (rybozymy) oraz przeciwciała o charakterze enzymatycznym (abzymy). Kwasy nukleinowe i pokrewne do nich związki najprawdopodobniej odgrywały rolę kluczowych biokatalizatorów podczas najwcześniejszych etapów ewolucji, jednak zostały zastąpione w jej kolejnych etapach przez enzymy [8, 30]. Abzymy od enzymów różni dużo mniejsza szybkość reakcji (zwykle 3 – 4 rzędy wielkości).

Rola wody w enzymach

Woda w preparatach enzymatycznych może występować jako woda wolna lub związana. Wodę wykazującą ciśnienie pary równe ciśnieniu czystej wody nazywa się wodą wolną. Jej występowanie (jako rozpuszczalnik lub środowisko reakcji) jest warunkiem koniecznym do zachodzenia reakcji. Cząsteczki wody, ze względu na swój charakter dipolowy, tworzą wiązania wodorowe z grupami polarnymi makrocząste-

czek, tworząc dookoła nich warstwę hydratacyjną. Tę część wody, która występuje w postaci wody związanej, nazywa się wodą strukturalną. Woda związana wykazuje mniejsze ciśnienie pary niż ciśnienie nad wodą wolną w tej samej temperaturze [1].

Rola wody w strukturze biopolimerów, jakimi są też białka enzymatyczne, ma złożony charakter. Z jednej strony występowanie wody strukturalnej jest konieczne i pomocne w utrzymaniu natywnej aktywnej struktury makrocząsteczki. Z drugiej strony oddziaływania woda – biopolimer określają ruchliwość makrocząsteczki w środowisku. Przy wysokiej aktywności wody zwiększona jest mobilność cząsteczek, prowadząca do zachodzenia zmian konformacyjnych powodujących denaturację białka, co jest związane z inaktywacja enzymów. Suszenie powoduje obniżanie aktywności wody w preparacie enzymatycznym, prowadzi do zmniejszenia mobilności cząsteczek i sprawia, że białko enzymatyczne jest mniej podatne na występowanie niekorzystnych zmian strukturalnych prowadzących do denaturacji. Jednak cząsteczki wody strukturalnej, niezbędne do utrzymania natywnej struktury makrocząsteczki, a usuwane stopniowo w czasie suszenia, muszą być zastąpione cząsteczkami innych substancji [10, 27].

Wpływ suszenia na aktywność enzymów

Najbardziej rozpowszechnionym sposobem produkcji stałych preparatów enzymatycznych jest suszenie rozpyłowe. Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie z tych względów, że można suszeniu poddawać preparaty płynne, proces jest wysokowydajny i ciągły oraz charakteryzuje się korzystnymi wskaźnikami ekonomicznymi. Bardzo ważne jest występowanie tzw. chłodzącego efektu odparowania, będącego skutkiem gwałtownego odparowania ze znacznie rozwiniętej powierzchni międzyfazowej dzięki rozpyleniu i pobierania przez parującą wodę ciepła przemiany fazowej. Efekt ten jest szczególnie istotny w przypadku suszenia materiałów termolabilnych, takich jak enzymy. Temperatura cząstek w czasie suszenia jest utrzymywana na stosunkowo niskim poziomie, nawet gdy zastosowana temperatura powietrza wlotowego jest wysoka. Przyjmuje się, że maksymalna temperatura cząstek w czasie suszenia jest równa temperaturze powietrza wylotowego, i że jest to temperatura, w której następuje odparowanie wody [14, 15, 23].

W literaturze z ostatnich lat podano szereg przykładów badań nad suszeniem różnych enzymów, w większości dotyczących suszenia rozpyłowego. Jako metodę porównawczą często przedstawia się suszenie sublimacyjne, korzystniejsze pod względem zachowania aktywności enzymów, lecz charakteryzujące się długim czasem i wysokimi kosztami prowadzenia procesu.

Devakate i wsp. [5] suszyli rozpyłowo i sublimacyjnie bromelainę wyekstrahowaną z owoców ananasa. Aktywność względna po suszeniu rozpyłowym wynosiła 78 %, a po suszeniu sublimacyjnym 95 %. Innym enzymem poddawanym suszeniu

rozpyłowemu była dehydrogenaza alkoholowa, suszona w obecności trehalozy i substancji ochronnych [31]. Maksymalną aktywność względną, na poziomie 85 %, uzyskano po zastosowaniu dodatku β-laktoglobuliny i albuminy serum wołu. Samborska i Witrowa-Rajchert [21] suszyły rozpyłowo α-amylazę z *Aspergillus oryzae* na nośniku maltodekstrynowym. Stwierdzono, że suszenie rozpyłowe jest odpowiednią metodą odwadniania tego enzymu, za pomocą której, pod warunkiem zastosowania odpowiednich parametrów procesu, możliwe jest otrzymanie preparatu enzymatycznego o wysokiej aktywności. Aktywność względna α-amylazy w otrzymanych suszach wahała się od 56,7 do 90,1 %.

Przyczyny postępującej inaktywacji enzymów w czasie suszenia rozpyłowego

Postępująca inaktywacja enzymów w czasie suszenia jest procesem bardzo złożonym, którego przyczyny i mechanizmy mają wieloraki charakter. Utrudnieniem w identyfikacji przyczyn stopniowej inaktywacji jest fakt, że wszystkie mechanizmy zachodzą w czasie procesu niemal równocześnie. Do podstawowych przyczyn inaktywacji można zaliczyć: działanie podwyższonej temperatury, ubytek wody strukturalnej z enzymu, niekorzystny wpływ adsorpcji białek na powierzchni międzyfazowej oraz uszkodzenia mechaniczne.

Wpływ podwyższonej temperatury

Główną przyczyną degradacji białek enzymatycznych w czasie suszenia jest działanie podwyższonej temperatury prowadzące do denaturacji. Denaturacja termiczna enzymów wynika ze zwiększonej ruchliwości atomów w podwyższonej temperaturze, powodującej rozrywanie wiązań stabilizujących strukturę przestrzenną białka oraz wytwarzanie połączeń, w wyniku których następuje przejście konformacji aktywnej cząsteczki w konformację nieaktywną.

W badaniach nad suszeniem rozpyłowym bromelainy wzrost temperatury powietrza wlotowego ze 100 do 160 °C (czemu odpowiadał wzrost temperatury powietrza wylotowego z 40 do 60 °C) spowodował zmniejszenie aktywności względnej enzymu z 78 do 22 % [5]. Yoshii i wsp. [31], po podwyższeniu temperatury powietrza wlotowego w czasie suszenia rozpyłowego dehydrogenazy alkoholowej z 70 do 110 °C, wykazali zmniejszenie aktywności względnej enzymu z 85 do 30 %. Aktywność względna transglutaminazy ze *Streptococcus hygroscopius WSH03-13* wynosiła 89,6 % po suszeniu rozpyłowym w temp. powietrza wylotowego 60 °C, a po wzroście do 70 °C zmniejszyła się do 60,1 %. W obu przypadkach enzym suszono w 20 % roztworze maltodekstryny z dodatkiem 0,1 % glutationu [4]. Samborska i Witrowa-Rajchert [21] przedstawiły nieco odmienną zależność między temperaturą suszenia rozpyłowego a aktywnością względną suszonego enzymu. Zwiększanie intensywności

suszenia poprzez podwyższanie temperatury suszenia z 160 do 220 °C (przy zastosowaniu strumienia surowca 1,2 i 1,7 cm^3/s) prowadziło do zwiększenia aktywności względnej α-amylazy. Tłumaczono to szybszym osiągnięciem zwiększonej termoodporności enzymu w środowisku o małej zawartości wody. Jednak zależność ta była widoczna jedynie do osiągnięcia zawartości wody na poziomie 0,07 g H_2O/g s.s., kiedy to dalsze suszenie nie prowadziło do zwiększania aktywności względnej. Prawdopodobnie wywołane to było usunięciem wody strukturalnej stabilizującej cząsteczkę białka.

Wpływ ubytku wody

Bardzo ważną rolę w stabilizacji cząsteczek białek enzymatycznych pełni woda strukturalna. Dlatego też proces suszenia enzymów powinien być prowadzony tak, aby usuwana była wyłącznie woda wolna, a woda strukturalna, odpowiadająca za utrzymanie natywnej struktury makrocząsteczek, pozostała nienaruszona.

Liao i wsp. [11], susząc rozpyłowo lizozym, stwierdzili, że główną przyczyną denaturacji w czasie procesu jest ubytek wody. Za krytyczną zawartość wody, przy której rozpoczynają się niekorzystne zmiany konformacyjne, uznano 22 %. W badaniach Samborskiej i Witrowej-Rajchert [21] stwierdzono, że głównym parametrem decydującym o końcowej aktywności względnej α-amylazy suszonej rozpyłowo jest końcowa zawartość wody w suszu. Szybkie odparowanie wody, jakie następuje w czasie suszenia rozpyłowego, było korzystne ze względu na wzrost odporności enzymu na podwyższoną temperaturę, jednak nie może ono prowadzić do zbyt dużego stopnia wysuszenia, ponieważ może naruszyć strukturę białka enzymu w wyniku ubytku wody strukturalnej. Zawartość wody gwarantującą uzyskanie maksymalnej aktywności względnej α-amylazy w suszu nazwano optymalną zawartością wody w preparacie enzymatycznym. Przy poziomie wody 6,5 do 8,2 % w preparacie enzymatycznym nie obserwowano niekorzystnego wpływu ubytku wody na konfigurację przestrzenną białka. Temperatura powietrza wylotowego powinna wynosić 70 - 80 °C, aby otrzymać susz o takiej zawartości wody.

Wpływ adsorpcji międzyfazowej

Jedną z możliwych przyczyn degradacji enzymów w czasie suszenia rozpyłowego są zmiany konformacyjne struktury wtórnej białek, wynikające z adsorpcji enzymu na powierzchni kropel [12, 14]. Millqvist-Fureby i wsp. [14], susząc rozpyłowo trypsynę w obecności różnych sacharydów i substancji powierzchniowo czynnych, obserwowali korelację między ilością trypsyny zaadsorbowanej na powierzchni suszonych cząstek a aktywnością względną enzymu. Jednak stopień degradacji był również zależny od rodzaju użytej substancji stabilizującej oraz stężenia enzymu. Przykładowo, po zastosowaniu laktozy zwiększenie akumulacji białka enzymatycznego na powierzchni czą-

stek z 4 do 26 % spowodowało zmniejszenie aktywności enzymu z 93 do 83 %. Natomiast zmniejszenie adsorpcji enzymu po zastosowaniu dekstryny wywołało zmniejszenie aktywności enzymu zaledwie o 3 %.

Poza niekorzystnym wpływem powierzchniowej adsorpcji na strukturę cząsteczek enzymów, gromadzenie się ich na powierzchni kropel powoduje, że są one bardziej narażone na działanie podwyższonej temperatury oraz sił ścinających w czasie rozpylania.

Wpływ uszkodzeń mechanicznych

Podczas suszenia rozpyłowego płynnych preparatów enzymatycznych niekorzystnym czynnikiem jest działanie naprężeń ścinających w czasie procesu rozpylania. W wyniku ich działania może następować niszczenie struktury cząsteczek enzymu. Intensywność naprężeń ścinających zależy od parametrów rozpylania: rodzaju rozpylacza, ciśnienia powietrza w dyszy rozpylającej, szybkości zasilania surowcem, a także od właściwości suszonego płynnego preparatu: lepkości i napięcia powierzchniowego [14, 16].

Metody i mechanizmy stabilizacji

Wpływ zastępowania wody

Występowanie wody strukturalnej w cząsteczkach białek o aktywności enzymatycznej jest niezbędne do utrzymania ich natywnej struktury. W celu zmniejszenia negatywnych skutków ubytku wody w czasie suszenia dodaje się substancje, których cząsteczki mają zdolność zastąpienia wody związanej. Zastępowanie wody substancjami stabilizującymi może w znacznym stopniu zrekompensować efekt inaktywacji dehydratacyjnej enzymów [3, 27]. Do takich substancji można zaliczyć: oligo- i polisacharydy (np. sacharoza, trehaloza, laktoza), alkohole wielowodorotlenowe (np. glicerol, sorbitol), a także białka innego rodzaju. Tworzą one wiązania wodorowe z białkiem enzymu, zastępując w nim cząsteczki wody związanej. Dodatek cukrów wzmacnia również interakcje hydrofobowe między grupami niepolarnymi, które uważane są za bardzo istotne czynniki stabilizujące strukturę białka. Efekt ochronny dodatków zależy od zastosowanego stężenia substancji stabilizującej. Zbyt duże stężenie może wywoływać efekt odwrotny i powodować zwiększoną degradację enzymu [9, 15].

Liao i wsp. [11], susząc rozpyłowo lizozym w obecności sacharozy i trehalozy, stwierdzili, że zastępowanie cząsteczek wody na powierzchni białka jest głównym mechanizmem działania ochronnego tych cukrów. Suszenie rozpyłowe trypsyny z dodatkiem mannitolu, sacharozy, laktozy oraz dekstryny i cyklodekstryny wykazało, że mannitol i sacharoza charakteryzują się mniej znaczącym efektem ochronnym niż po-

zostałe substancje [14]. Badania nad suszeniem α-amylazy z *Aspergillus oryzae* w obecności sacharozy, sorbitolu i glicerolu przeprowadzone przez Samborską i wsp. [22] wykazały, że zastosowanie sorbitolu i glicerolu w odpowiedniej dawce (100 mg/ml sorbitolu, 8,1 % glicerolu) może być metodą zmniejszenia degradacji tego enzymu w czasie suszenia rozpyłowego. Sacharoza zastosowana w mniejszym stężeniu (140 mg/ml) nie wpłynęła na zmianę aktywności względnej enzymu w porównaniu z suszeniem bez dodatku, a wyższy jej dodatek (705 mg/ml) spowodował znaczne obniżenie aktywności względnej.

Wpływ stanu szklistego

Wiele cukrów (zarówno polisacharydów o długich łańcuchach, np. maltodekstryna, jak i niskocząsteczkowych, np. trehaloza) w stanie amorficznym wytworzonym w czasie suszenia charakteryzuje się właściwościami szklisto-twórczymi. Stan szklisty wyróżnia się bardzo wysoką lepkością, rzędu 10^{12} Pa·s, i znacznie ograniczoną ruchliwością cząsteczek [18]. Denaturacja (inaktywacja) białek enzymatycznych jest wynikiem zmian w konformacji przestrzennej, dlatego też stan szklisty, w którym możliwość zajścia tych zmian jest znacznie ograniczona, wpływa korzystnie na stabilność enzymów. Konieczny jest zatem dodatek stabilizatora szklistotwórczego do roztworu enzymu poddawanego suszeniu [2, 7, 13, 24]. Najczęściej stosowanymi substancjami szklisto-twórczymi są dwucukry (sacharoza, trehaloza) i polisacharydy (maltodekstryna).

Potwierdzeniem pozytywnego wpływu suszenia na nośniku maltodekstrynowym na zachowanie aktywności enzymu mogą być badania suszenia rozpyłowego transglutaminazy ze *Streptococcus hygroscopius WSH03-13* [4]. Aktywność względna enzymu suszonego w temp. powietrza wylotowego 60 °C wynosiła 24,5 %. Dodatek 20 % maltodekstryny pozwolił na zmniejszenie inaktywacji i osiągnięcie aktywności względnej 80,4 %. Devakate i wsp. [5] za pomocą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) badali temperaturę przemiany szklistej suszonej bromelainy i stwierdzili, że w celu uniknięcia zmian strukturalnych i denaturacji enzymu temp. powietrza wylotowego podczas suszenia powinna być niższa niż 61 °C.

W przypadku stabilizatorów, które w czasie zmniejszania zawartości wody mogą występować zarówno w stanie amorficzno-szklistym, jak i krystalicznym ważne jest, aby znacznie przeważał udział fazy szklistej. Millqvist-Fureby i wsp. [14] wykazali, że istnieje odwrotnie proporcjonalna zależność między stopniem krystalizacji składników mieszaniny a aktywnością względną suszonej rozpyłowo trypsyny. Autorzy ci stwierdzili, że występowanie sacharozy w stanie krystalicznym powoduje wykluczanie trypsyny z wnętrza kropel. Równocześnie zwiększa się jej gromadzenie na powierzchni, co wywołuje zwiększone zmiany w strukturze enzymu prowadzące do denaturacji. Suzuki i wsp. [26] badali wpływ stężenia sacharozy oraz stopnia jej krystalizacji na

stabilność dehydrogenazy mleczanowej suszonej sublimacyjnie w czasie przechowywania. Enzym suszony bez dodatku sacharozy po 5 dniach przechowywania miał aktywność względną na poziomie 46 %. Po takim samym okresie enzym suszony z dodatkiem 30 mg sacharozy w stanie krystalicznym wykazał podobną aktywność, na poziomie 52 %. Dodatek amorficznej sacharozy w ilościach: 4 i 10 mg miał znacząco stabilizujący wpływ i aktywność po przechowywaniu wynosiła odpowiednio 85 i 97 %. Dalszy wzrost stężenia amorficznej sacharozy do 20 lub 30 mg nie powodował dalszej stabilizacji enzymu, którego aktywność wynosiła odpowiednio 63 i 46 %. Autorzy tłumaczą tę zależność szybką krystalizacją sacharozy w dwóch wyższych stężeniach oraz niekorzystnym wpływem stanu krystalicznego, ze względu na jego mniejszą podatność do tworzenia wiązań wodorowych z cząsteczką białka.

Wpływ adsorpcji

Jedną z możliwych przyczyn inaktywacji enzymów w czasie suszenia rozpyłowego są zmiany konformacyjne struktury wtórnej białek wynikające z adsorpcji enzymu na powierzchni kropel stabilizatora. Zmniejszenie adsorpcji można osiągnąć przez dodatek substancji, które będą wypierały enzym z powierzchni międzyfazowej, np. środków powierzchniowo czynnych lub białek konkurujących z enzymem o miejsce na powierzchni kropel [12, 14]. Prowadzone są również badania nad mikrokapsułkowaniem białek w kapsułkach utworzonych z dwóch wzajemnie niemieszających się cieczy [6]. Wypieranie enzymów z powierzchni kropel zmniejsza nie tylko możliwość zachodzenia zmian strukturalnych, lecz również ogranicza ilość enzymu narażonego na działanie sił ścinających oraz podwyższonej temperatury.

Suszenie rozpyłowe dehydrogenazy alkoholowej w obecności trehalozy, β-laktoglobuliny, albuminy serum wołu oraz środka powierzchniowo czynnego Tween 80 przeprowadzili Yoshii i wsp. [31]. Enzym suszony jedynie z dodatkiem 30 % trehalozy miał aktywność względną na poziomie 43 %. Dodatek białek do roztworu enzymu suszonego powodował liniowy wzrost aktywności względnej enzymu aż do stosunku masowego 1:1, przy którym ta zależność była już liniowa. Wówczas odnotowano maksymalną wartość aktywności względnej enzymu na poziomie 85,5 %, która była niezależna od rodzaju białka. Natomiast dodatek środka powierzchniowo czynnego Tween 80 spowodował wzrost aktywności względnej dehydrogenazy alkoholowej o 10 %.

Podsumowanie

Enzymy, jako substancje białkowe, łatwo ulegają denaturacji w niekorzystnych warunkach, jakie panują w środowisku podczas suszenia rozpyłowego. Denaturacja białek enzymatycznych jest związana ze zmianami w strukturze natywnej, które prowadzą do utraty aktywności enzymatycznej. Zmiany te mogą być wywołane zarówno działaniem podwyższonej temperatury, jak i ubytkiem wody oraz działaniem sił ścina-

jących. Szczególną rolę w stabilizacji struktury enzymów pełni woda strukturalna. Występowanie w cząsteczce enzymu wody strukturalnej jest konieczne, aby cząsteczka utrzymała swoją aktywną konfigurację przestrzenną. Jeżeli woda ta jest usuwana w czasie suszenia, to w celu uniknięcia denaturacji konieczne jest jej zastąpienie substancjami stabilizującymi strukturę wtórną białek enzymatycznych poprzez tworzenie wiązań wodorowych i inne interakcje. Do substancji takich zalicza się m.in. cukry i alkohole wielowodorotlenowe. Innym sposobem stabilizacji struktury enzymów jest wytworzenie w czasie procesu suszenia stanu szklistego, w którym możliwość występowania zmian konformacyjnych jest znacznie ograniczona. Najpopularniejszą substancją szklisto-twórczą stosowaną w czasie suszenia jest maltodekstryna.

Literatura

[1] Brennan J.G.: Spray drying. In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Eds. B Caballero, LC Trugo, PM Finglas. Academic Press Elsevier Science Ltd., Oxford, UK, 2003.

[2] Cardona S., Schebor C., Buera M.P., Karel M., Chirife J.: The thermal stability of invertase in reduced-moisture amorphous matrices in relation to glassy state of trehalose. J. Food Sci., 1997, **62**, 105-112.

[3] Carpenter J.F., Crowe J.H.: An infrared spectroscopy study of the interactions of carbohydrates with dried proteins. Biochemistry, 1989, **28**, 3916-3922.

[4] Cui L., Zhang D., Huang L., Liu H., Du G., Chen J.: Stabilization of a new microbial transglutaminase form *Streptomyces hydroscopius* WSH03-13 by spray drying. Proc. Biochem., 2006, **41**, 1427-1431.

[5] Devakate R.V., Patil V.V., Waje S.S., Thorat B.N.: Purification and drying of bromelain. Sep. Pur. Technol., 2009, **64**, 259-264.

[6] Elversson J., Millqvist-Fureby A.: Aqueous two-phase systems as a formulation concept for spray-dried protein, Int. J. Pharmac., 2005, **294**, 73-87.

[7] Franks F., Hatley R., Mathias S.: Materials science and the production of shelf-stable biologicals. BioPharm 1991, **4**, 38-55

[8] Kalinowska H., Buchowiecka A., Bielecki S.: Biokataliza. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 2007, **56 (3-4)**, 327-334

[9] Klibanov A.M.: Thermostabilisation of enzymes. Adv. App. Microbiol., 1983, **29**, 1-29.

[10] Lewicki P.P.: Water as a determinant of food engineering properties. A review. J. Food Eng., 2004, **61 (4**), 483-495.

[11] Liao Y-H., Brown M.B. Nazir T., Quader A., Martin G.P.: Effects of sucrose and trehalose on the preservation of the native structure of spray-dried lysozyme. Pharm. Res., 2002, **19 (12),** 1847-1853.

[12] Maa, Y.F., Nguyen, P.A., Hsu, S.W.: Spray-drying of air-liquid interface sensitive recombinant human growth hormone. J. Pharm. Sci., 1998**, 87**, 152-159.

[13] Mazzobre M.F., Buera M.P., Chirife J.: Protective role of trehalose on thermal stability of lactase in relation to its glass and crystal forming properties and effect of delaying crystallization. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 1997, **30**, 324-329.

[14] Millqvist-Fureby A., Malmsten M., Bergenstahl B.: Spray-drying of trypsin – surface characterisation and activity preservation. Int. J. Pharm., 1999, **188**, 243-253.

[15] Morgan C. A., Herman N., White P. A., Vesey G.: Preservation of microorganisms by drying; a review. J. Microb. Meth., 2006, **66**, 183-193.
[16] Ohtake S., Martin R.A., Yee L., Chen D., Kristensen D.D., Lechuga-Ballesterosa D., Truong-Lea V.: Heat-stable measles vaccine produced by spray drying. Vaccine, 2010, **28**, 1275-1284.
[17] Olempska-Beer Z.S., Merker R.I., Ditto M.D., DiNovi M.J.: Food-processing enzymes from recombinant microorganisms - a review. Reg. Toxic. Pharmac., 2006, **45**, 144-158.
[18] Pałacha Z., Sitkiewicz I.: Temperatura przemiany szklistej – parametr stabilności żywności. Przem. Spoż., 2008, **62 (9),** 32-37.
[19] Praca zbiorowa. Enzymatyczna modyfikacja składników żywności (red. E. Kołakowski, W. Bednarski, S. Bielecki). Wyd. AR w Szczecinie, Szczecin 2005.
[20] Rosiński M., Piasecka-Kwiatkowska D., Warchalewski J.R. Przegląd metod separacji i oczyszczania białek przydatnych w badaniach i analizie żywności. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3 (44)**, 5-22.
[21] Samborska K., Witrowa-Rajchert D.: Enzyme spray drying. The influence of water content on α-amylase activity. Inż. Chem. Proc., 2006, **27**, 559-565.
[22] Samborska K., Wronka M., Witrowa-Rajchert D.: Wpływ dodatków stabilizujących na degradację preparatu α-amylazy w czasie suszenia rozpyłowego. Mat. VII Konferencji Naukowej „Jakość i bezpieczeństwo żywności", Warszawa 2009, s. 84.
[23] Samborska K.: Suszenie rozpyłowe w przemyśle spożywczym. Post. Techn. Przem. Spoż., 2008, **1**, 63-69.
[24] Schebor C, Buera M.P, Chirife J.: Glassy state in relation to the thermal inactivation of the enzyme invertase in amorphous dried matrices of trehalose, maltodextrin and PVP. J. Food Eng, 1996, **30**, 269-282.
[25] Shahidi F., Janak K.: Enzymes from fish and aquatic invertebrates and their application in the food industry. Trends Food Sci. Technol. 2001, **12**, 435-464.
[26] Suzuki T., Imamura K., Fujimoto H., Okazaki M.: Role of sucrose-LDH hydrigen Bond for thermal stabilizing effect on freeze-dried LDH. Drying Technol. 1999, **17 (7-8),** 1429-1439.
[27] Terebiznik M.R., Buera M.P., Pilosof A.M.R.: Thermal stability of dehydrated α-amylase in trehalose matrices in relation to its phase transitions. Lebensm.- Wiss. u.-Technol., 1997, **30**, 513-518.
[28] Warchalewski J.R.: Zastosowanie enzymów w produkcji żywności na przełomie wieków. Przem. Spoż., 2001, **55 (8)**, 40-44.
[29] Whitaker J.R.: Enzymes – functions and characteristics. In: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. Eds. B Caballero, LC Trugo, PM Finglas. Academic Press Elsevier Science Ltd., Oxford, UK, 2003.
[30] Wróblewska B., Kostyra H.: Immunologia żywności. Przem. Spoż., 2000, **54 (5)**, 8-10.
[31] Yoshii H., Buche F., Takeuchi N., Terrol C., Ohgawara M., Furuta T.: Effects of protein on retention of ADH enzyme activity encapsulated in trehalose matrices by spray drying. J. Food Eng., 2008, **87**, 34-39.

SPRAY-DRYING OF ENZYMES: CAUSES OF INACTIVATION, METHODS AND MECHANISMS OF STABILIZING THEM

S u m m a r y

Enzyme inactivation generated by the spray drying process and attempts to describe both the possible causes and the mechanisms thereof constitute a subject matter of many scientific papers. In the present

paper, the analysis of the most important causes of inactivation is presented, and some examples are given to illustrate the mechanisms described. The causes of inactivation include: impact of increased temperature, adverse effect of removing water from the system, adverse effect of protein adsorption on interfacial surface, and mechanical damages. Some methods and mechanism applied to stabilize the enzyme activity during spray-drying are described and exemplified, such as: water replacement, glassy state, and interfacial adsorption.

Key words: spray-drying of enzymes, causes of inactivation, stabilization mechanisms

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 18 – 33

PIOTR P. LEWICKI

KIEŁKI NASION JAKO ŹRÓDŁO CENNYCH SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH

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

W pracy omówiono zmiany zachodzące w nasionach podczas kiełkowania i ich powiązanie ze składem chemicznym kiełków. Wykazano, że kiełki są bogatym źródłem podstawowych składników żywności, takich jak: aminokwasy, witaminy, substancje mineralne, nienasycone kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy. Ponadto kiełki zawierają substancje nieobecne, lub występujące w niewielkich ilościach w innych produktach spożywczych. Należą do nich przede wszystkim związki o działaniu przeciwutleniającym. Podano przykłady wpływu parametrów procesu technologicznego i składu cieczy nawilżającej na proces kiełkowania i skład chemiczny kiełków. Produkcja kiełków jest prosta i umożliwia otrzymanie produktu bogatego w pożądany składnik lub składniki. Jakość mikrobiologiczna kiełków może być problemem tak w procesie produkcji, jak i w sprzedaży. Z tego względu warto rozpatrywać kiełki jako surowiec dla przetwórstwa np. suszenia, zamrażania i utrwalania w opakowaniach hermetycznych oraz jako źródło naturalnych składników istotnych pod względem żywieniowym.

Słowa kluczowe: kiełkowanie nasion, skład chemiczny, właściwości przeciwutleniające, polifenole, makro- i mikroelementy

Wprowadzenie

Współczesny przemysł spożywczy, wytwarzając niezliczoną liczbę produktów z ograniczonej liczby surowców, korzysta z różnego rodzaju dodatków. Dodatki mają za zadanie poprawić cechy surowca lub uzupełnić jego skład o składniki odżywcze, a także umożliwić wytworzenie nowych produktów o zaprojektowanych walorach sensorycznych i zdrowotnych. Z kolei suplementy diety mają za zadanie uzupełnić dietę o witaminy, składniki mineralne oraz inne substancje wykazujące efekt odżywczy lub fizjologiczny. W składzie suplementów diety występują w większości surowce roślinne, w tym również surowce farmakopealne, jednak w dawkach dużo mniejszych niż dawki lecznicze [48].

Prof. dr hab. inż. P.P. Lewicki, Instytut Technologii Żywności, Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży, ul. Akademicka 14, 18-400 Łomża

Zapotrzebowanie na dodatki do żywności jest bardzo duże, jednak istnieją określone ograniczenia związane z ich stosowaniem. Przede wszystkim jest to stosunek konsumentów do obecności dodatków w żywności. W wyniku oczekiwań konsumentów, a także dbałości o bezpieczeństwo i gwarantowaną jakość żywności poszukuje się nowych metod produkcji i nowych źródeł substancji istotnych z żywieniowego punktu widzenia.

Wśród potencjalnych naturalnych źródeł substancji, którymi można uzupełniać żywność i podnosić jej funkcjonalność znajdują się skiełkowane nasiona wielu roślin. Wynika to z faktu, że są one bogatym źródłem witamin, soli mineralnych, a także przeciwutleniaczy, a ich produkcja jest stosunkowo łatwa. Ponadto, kiełkujące nasiona charakteryzują się intensywnym metabolizmem, który może być modyfikowany w kierunku produkcji określonych składników czy związków.

Kiełkowanie nasion

Faza kiełkowania w życiu rośliny jest najbardziej intensywnym okresem, w którym substancje zapasowe są rozkładane na łatwo przyswajalne związki proste. Uaktywniają się enzymy i syntetyzowane są witaminy [25]. Skrobia, białka i tłuszcze rozkładane są na związki stanowiące źródło energii i substratów dla nowo syntetyzowanych substancji. Kiełki wykazują bardzo dużą aktywność enzymatyczną. Aktywne są enzymy amylolityczne, proteolityczne, lipolityczne i inne, a ich ilość jest od 10 do 100 razy większa niż w dorosłych roślinach [10, 37]. Enzymy uruchamiają trzy grupy procesów:

- rozpad substancji zapasowych najpierw w zarodku, a następnie, po przebiciu okrywy przez korzeń zarodkowy, w bielmie i przetransportowanie produktów hydrolizy do organów zarodka,
- procesy oddechowe służące jako źródło energii dla rosnącego zarodka,
- synteza związków wielkocząsteczkowych w rosnących częściach zarodka.

Substancje te muszą być najpierw przekształcone w niskocząsteczkowe produkty rozpuszczalne w wodzie, aby mógł nastąpić transport tych składników do zarodka. Zmiana substancji zapasowych na prostsze zachodzi przy udziale enzymów, które zostają wytworzone w czasie kiełkowania. W procesie kiełkowania zachodzą następujące przemiany: wzrost kiełków, tworzenie enzymów oraz przemiana materii [21].

Już w pierwszej fazie kiełkowania zaczynają działać enzymy ksylanaza i glukanaza rozszczepiające hemicelulozy (materiał konstrukcyjny ścian komórkowych) na cukry proste. Działanie tych enzymów powoduje rozluźnienie komórek bielma i warstwy aleuronowej ziarniaków, co otwiera innym enzymom drogę do wnętrza wszystkich komórek. W trakcie kiełkowania ziarniaków polisacharydy są rozkładane przez całą gamę enzymów do dwucukrów i cukrów prostych. Po ich przemianie są zużywanie

przez kiełki jako źródło energii oraz do syntezy wielocukrów ściany komórkowej, lipidów strukturalnych, aminokwasów i białek oraz innych związków [37].

W momencie przebicia okrywy przez korzeń zarodkowy rozpoczyna się rozpad białek zapasowych bielma pod działaniem wielu grup enzymów proteolitycznych. Jednocześnie następuje synteza dwu- i trójpeptydów oraz nowych białek w zarodku. Według Kunze [21], podczas kiełkowania tworzenie enzymów stymulowane jest przez hormony znajdujące się w tarczce zarodkowej ziarna. Tworzone są enzymy β-glukanaza, potem α-amylaza i proteazy. Te enzymy znajdują się w warstwie aleuronowej natomiast β-amylaza powstaje w bielmie.

Lipazy uaktywniają się, gdy zawartość wody w ziarniakach przekroczy tzw. wartość krytyczną. Duży wpływ na działanie tego enzymu mają światło i temperatura [37].

W początkowym okresie pęcznienia i kiełkowania rozpoczyna się rozpad fityny na inozytol, kwas fosforowy oraz kationy Ca^{2+}, Mg^{2+} i K^{+} pod wpływem enzymu fitazy. Kwas fosforowy służy do syntezy nukleotydów, kwasów nukleinowych, fosfolipidów i innych związków [37].

Skład chemiczny kiełków

Kiełki są bogate w takie składniki, jak: witaminy A, B, C, E, H. Zawierają duże ilości wapnia, żelaza, siarki, magnezu, potasu oraz cynku, selenu, jak również mikroelementy – lit, chrom [33]. Zawarte w skiełkowanym ziarnie witaminy są bardzo dobrze przyswajalne. We wszystkich gatunkach skiełkowanych ziaren znajduje się pełny zestaw witamin, a różnice dotyczą jedyne ich stężenia. Kiełki fasoli mung zawierają dużo witamin A i B_6 [20], a w czasie kiełkowania istotnie wzrasta w nich zawartość związków fenolowych [52].

Zmiany w kiełkujących ziarnach następują szybko; zawartość witamin wzrasta wielokrotnie w ciągu kilku dni. Szczególnie gwałtownie wzrasta zawartość witaminy C. Jej ilość podczas kiełkowania zwiększa się wielokrotnie, a w niektórych strączkowych nawet 80 razy w stosunku do suchego nasiona [25]. Kwas askorbinowy w nasionach rzodkwi, rzodkiewki i rzepaku występował w ilościach śladowych, natomiast po 5 - 6 dniach kiełkowania jego zawartość wynosiła od 23,2 do 31,8 μmoli/g s.m. [60].

Oprócz witamin i pierwiastków śladowych skiełkowane ziarno zawiera dużo aminokwasów, np. w skiełkowanych nasionach lucerny znajdują się wszystkie aminokwasy egzogenne. Węglowodany i tłuszcze z kiełków są łatwiejsze do przyswojenia przez ludzki organizm. W żywych zarodkach jest także błonnik, enzymy, chlorofil i wiele innych składników. Skiełkowane ziarna są doskonałym źródłem makro- i mikroelementów. Obok bogactwa mikroelementów zawierają one enzymy, które ułatwiają przyswajanie pierwiastków śladowych przez organizm. W skiełkowanym ziarnie znajdują się ponadto substancje smakowe, aromatyczne i zapachowe, aktywizujące enzymy

trawienne, a także saponiny, flawonoidy, fitohormony, które mają korzystny wpływ na organizm [20].

Białka i aminokwasy

Kiełki gryki [18] zawierają kwas glutaminowy (2764 mg/100 g s.m.) i kwas asparaginowy (1698 mg/100 g s.m.). Zawartość tryptofanu, alaniny, tyrozyny i histydyny była 1,7 - 1,9 razy większa w kiełkach niż w nasionach. Zawartość białka wynosi 20,8 % w s.m. Podczas kiełkowania nasion amarantusa (*Amaranthus hypochondriacus*) zawartość białek ogółem i błonnika wzrastała i po 3 dniach kiełkowania wynosiła 21,9 % w s.m. Zawartość lizyny wynosiła 4,9 g/100 g białka, a strawność białka była na poziomie 79,2 % [35]. W czasie kiełkowania orzeszków ziemnych wzrosła istotnie zawartość wolnych aminokwasów, a jednocześnie występował intensywny rozkład białek o dużej masie molowej [53]. W kiełkach soi stwierdzono od 36,5 do 44,2 % białka w s.m. [39].

Węglowodany

Błonnik w nasionach amarantusa kiełkowanych przez 3 dni stanowił 4,7 % s.m. [35]. Kiełkowanie orzeszków ziemnych powoduje istotny wzrost zawartości sacharozy i glukozy [53]. Analizowano zawartość błonnika strawnego w kiełkach różnych odmian uprawianych w Korei. W 30 odmianach zawartość błonnika strawnego wynosiła od 18,03 do 33,38 % przy średniej wartości 24,48 %. Średnio kiełki zawierały 1,6 razy więcej błonnika niż wyjściowe nasiona. Najwięcej błonnika było w korzeniach w porównaniu do liścieni i hypokotylu [22]. Kiełkowanie nasion rzodkwi, rzodkiewki i rzepaku przez 7 dni z dostępem światła powoduje liniowe zmniejszanie się zawartości białek rozpuszczalnych. Z początkowej wartości od 166,3 do 197,5 mg/g s.m. zawartość tych białek zmniejszyła się do 25 - 30 mg/g s.m. [60]. W kiełkach soi stężenie cukrów ogółem zawiera się w granicach 31,0 - 34,1 % w s.m. [39].

Tłuszcze

W kiełkach gryki [40] kwasy linolowy i oleinowy stanowiły 45,9 i 18,4 % wszystkich tłuszczów. W czasie kiełkowania zawartość kwasu oleinowego i stearynowego malała, a zwiększała się zawartość kwasu linolowego i linolenowego odpowiednio 1,3 i 5,4 razy. Zawartość tłuszczu w kiełkach stanowiła 1,3 % s.m. W nasionach amarantusa zawartość lipidów ulegała zmniejszeniu w czasie kiełkowania i po 3 dniach wynosiła 3,3 % s.m. [35]. Bogatym źródłem kwasów tłuszczowych są kiełki soi, które zawierają od 19,4 do 22,8 % tłuszczu w s.m. [39].

Składniki mineralne

Kiełki gryki [40] zawierają Ca w ilości 152 mg/100 g s.m., Zn – 9,9 mg/100 g s.m., Mg – 485 mg/100 g s.m., Fe – 5,4 mg/100 g s.m. Związki mineralne, oznaczone

w postaci popiołu, stanowią w kiełkach gryki 2,6 % s.m. Popiół w trzydniowych kiełkach amarantusa stanowił 3,2 % s.m. [35]. Zawartość popiołu w kiełkach soi wynosi od 5,7 do 6,7 % s.m. [39].

Witaminy

Zawartość witamin A, C i E w kiełkach gryki wynosiła odpowiednio 1180 I.U./100 g s.m. (357,6 μg/100 g s.m.), 203 mg/100 g s.m. i 32,1 mg/100 g s.m. [18]. Zawartość α-tokoferolu w kiełkach wzrosła 27,5 razy w stosunku do nasion. W kiełkach rzodkiewki po 7 dniach kiełkowania stwierdzono od 55 do 70 mg witaminy C w 100 g. Natomiast kiełki słonecznika i lucerny nie były tak bogatym źródłem witaminy C – zawierały one około 10 mg/100 g [29]. Zawartość karotenoidów i ksantofili w kiełkach słonecznika wynosiła około 5 mg/100 g, natomiast w kiełkach lucerny i rzodkiewki ich stężenie było w granicach 1 - 2 mg/100 g [1]. Nasiona rzodkwi, rzodkiewki i rzepaku są bogatym źródłem tokoferoli. Zawartość α-tokoferolu wzrastała liniowo w czasie kiełkowania i w ciągu 5 - 7 dni osiągała poziom 0,224 - 0,247 μmoli/g s.m. W tym samym czasie zawartość γ-tokoferolu zmniejszała się, przy czym proces ten bardzo zależał od gatunku nasion [60]. W kiełkach 4-dniowych rzepaku zawartość α-tokoferolu wynosiła 104,37 μg/g s.m., a γ-tokoferolu 148,93 μg/g s.m. Łączna zawartość tokoferoli wynosiła 311,52 μg/g s.m. W kiełkach rzodkwi γ-tokoferolu było 334,01 μg/g s.m., łączna zawartość tokoferoli wynosiła 506,52 μg/g s.m. [59].

Związki fenolowe

W czasie kiełkowania nasion gryki [18] zawartość rutyny (343,67 mg/100 g s.m.) wzrosła 18 razy w stosunku do nasion. W kiełkach fasoli mung stwierdzono zawartość fenoli ogółem od 1054 do 1167 mg/100 g [29]. Kiełkowanie fasoli mung (*Vigma radiata* L.) powoduje co najmniej 2-krotny wzrost zawartości fenoli ogółem i znaczny wzrost zawartości proantocyjanidyn [25]. Wykazano, że w kiełkach fasoli mung zawartość fenoli wzrasta w czasie kiełkowania [47]. Kiełki słonecznika, rzodkiewki i lucerny są dobrym źródłem polifenoli. Po 7 dniach kiełkowania ich zawartość wynosiła odpowiednio 80, 160 i 30 mg/100 g [29]. W kiełkach słonecznika, rzodkwi, fasoli mung, pszenicy i soczewicy stwierdzono następujące zawartości związków fenolowych, odpowiednio: 31,7 ± 0,6; 16,5 ± 0,5; 5,7 ± 0,1; 5,1 ± 0,1 i 4,1 ± 0,1 mg/g s.m. [46]. W 5-dniowych kiełkach owsa stwierdzono od 336 do 727 mg/100 g s.m. [23]. W czasie kiełkowania nasion rzodkwi, rzodkiewki i rzepaku zawartość związków fenolowych zwiększała się z około 15 μmoli/g s.m. do około 35 μmoli/g s.m. [1]. Zawartość związków fenolowych w 4-dniowych kiełkach rzepaku wynosiła 8,11 mg/g s.m., a w kiełkach rzodkwi 8,9 mg/g s.m. [59]. W kiełkach soi zawartość polifenoli wynosi od 494,0 do 537,2 mg/100 g s.m. [39].

Inne składniki kiełków

Intensywne procesy metaboliczne przebiegające w kiełkach prowadzą do powstawania różnych związków chemicznych. Zawartość zredukowanego glutationu w nasionach rzepaku wynosiła 1,62 μmola/g s.m. i zmniejszyła się dziesięciokrotnie w ciągu 7 dni kiełkowania [60]. W innych badaniach stwierdzono 1,18 μmola/g s.m. zredukowanego glutationu w nasionach rzepaku po 4 dniach kiełkowania. W kiełkach rzodkwi zawartość tego związku wynosiła 0,50 μmola/g s.m. [59]. Glukozynolany są prekursorami izotiocyjanianów, które uwalniane są przez myrozynazę i indukują enzymy, które odgrywają istotną rolę w neutralizowaniu elektrofili oraz w ochronie przed stresem oksydatywnym. Głównym składnikiem glukozynolanów w kiełkach rokietty siewnej jest glukoerucyna, która rozkłada wodę utlenioną i alkilowe wodoronadtlenki, a więc działa jak wygaszacz nadtlenków. W procesie tym tworzony jest sulforafan, najbardziej aktywny induktor enzymów [3]. Dobrym źródłem glukozynolanów są skiełkowane nasiona kapusty białej, czerwonej i włoskiej [4]. W orzeszkach ziemnych skiełkowanych w 25 ºC i 95 % RH przez 9 dni stwierdzono istotny wzrost zawartości resweratrolu z 2,3 - 4,5 do 11,7 - 25,7 μg/g. Najwięcej resweratrolu występowało w liścieniach, a znacznie mniej w korzeniach [53]. W kiełkach brązowego ryżu, jęczmienia i fasoli stwierdzono względnie wysokie zawartości kwasu γ-aminomasłowego (GABA), odpowiednio 389, 326 i 302 nmol/g s.m. [49]. Nasiona bobu (*Vicia faba*) zawierają znaczne ilości L-dihydroksy-fenyloalaniny (L-DOPA), prekursora dopaminy [41]. Nasiona lnu są bogatym źródłem prekursorów lignanów [7]. Kiełkowanie nasion brokułu i rzodkiewki przez 3 i 5 dni prowadzi do powstania putrescyny, kadaweryny, histaminy, tyraminy, spermidyny i speminy. Stężenie tych amin biogennych było niskie i nie wpływało na rozwój kultur tkankowych HL-60 [26].

Właściwości przeciwutleniające kiełków

Test przeprowadzony z 17 fenolami pochodzenia roślinnego (m.in. rutyną, kwasem chlorogenowym, waniliną, kwasem wanilinowym, neohesperydyną, kwasem gallusowym, kwasem szikimowym, ramnetyną i kempferolem) wykazał, że mają one zdolność wygaszania rodników i działają antyoksydacyjne. Jednocześnie wykazano, że w kiełkach fasoli mung zawartość fenoli wzrastała w czasie kiełkowania z równoczesnym wzrostem zdolności wygaszania rodników [47]. Właściwości antyoksydacyjne kiełków fasoli mung, skiełkowanej soi i rzodkiewki były porównane z BHA i α-tokoferolem. Metanolowe ekstrakty były od 6 do 10 razy mniej efektywne niż BHA. W eksperymentach utleniano kwas linolowy. Z badanych surowców najsilniejsze właściwości redukujące oraz zdolność wygaszania rodników DPPH wykazywał ekstrakt z kiełków rzodkiewki. Aktywność antyoksydacyjna wodnych ekstraktów kiełków fasoli mung w układzie β-karoten - kwas linolowy była niższa niż BHT [1]. Kiełki

fasoli adzuki (*Phaseolus angularis*) również wykazują właściwości antyoksydacyjne. Ekstrakty chloroformowo-metanolowe wykazały, że aktywność antyoksydacyjna związana jest głównie z frakcją niepolarną. Frakcja polarna wykazywała bardzo małą aktywność antyoksydacyjną [19]. Wodne i etanolowe ekstrakty skiełkowanej pszenicy wykazują właściwości wygaszania nadtlenków. Ekstrakty otrzymane z 1 g suszonych kiełków miały aktywność porównywalną z aktywnością 10 mg rutyny lub kwercetyny. Analiza wykazała, że aktywność antyoksydacyjna wynika z obecności redukujących glikozydów i polifenoli [5]. Głównym składnikiem glukozynolanów w kiełkach rokietty siewnej jest glukoerucyna, która wykazuje bezpośrednią i pośrednią aktywność przeciwutleniającą. Rozkłada wodę utlenioną i alkilowe wodoronadtlenki, a więc działa jak wygaszacz nadtlenków [3]. Ekstrakty metanolowe z kiełków orzeszków ziemnych wygaszały 1,1-difenylo-2-pikrylo-hydrazyl, zapobiegając utlenianiu kwasu linolowego [53]. Kiełkowanie nasion gryki powoduje istotne zwiększenie jej właściwości antyoksydacyjnych. Ekstrakty metanolowe korzeni oddzielonych od kiełków po 6 dniach wykazywały właściwości przeciwutleniające wyrażone w µmolach Troloxu/g s.m. równe 375,80 ± 26,21, a po 8 dniach 288,73 ± 13,50 [58]. W przypadku kiełków słonecznika, rzodkwi, fasoli mung, pszenicy i soczewicy odpowiednie wartości były następujące: 23,8 ± 1; 9,0; 1,1 ± 0,1; 1,6 ± 0,1 i 1,3 ± 0,1 [46]. Zdolność wygaszania rodników kiełków fasoli mung i pszenicy była porównywalna z aktywnością kwasu kawowego i ferulowego, natomiast słonecznika i rzodkwi odpowiadająca tokoferolowi i ekstraktom rozmarynu. Ekstrakty metanolowe i acetonowe z kiełków rzodkiewki miały znaczną zdolność do rozkładania nadtlenku wodoru oraz wygaszania rodników [8]. Kiełkowane przez 7 dni nasiona rzepaku, rzodkwi i rzodkiewki wykazywały właściwości przeciwutleniające od 67,0 ± 7,0 do 84,5 ± 8,8 µmoli Troloxu/g s.m. [60]. W innych badaniach stwierdzono po 4 dniach kiełkowania nasion rzepaku i rzodkwi następujące zdolności a przeciwutleniające w µmolach Troloxu/g s.m., odpowiednio 76,4 i 67,9 [59].

Właściwości chelatujące

Najlepsze właściwości chelatowania jonów Fe^{2+} wykazały ekstrakty z kiełków soi [44]. Ekstrakty metanolowe i acetonowe z sześciodniowych kiełków rzodkiewki wykazały znacznie lepsze właściwości do chelatowania jonów Fe^{2+} niż Trolox. Odpowiednie wartości były następujące: 32,24; 45,33 i 4,03 % [8].

Właściwości biologiczne

Stwierdzono, że sok otrzymany z kiełków fasoli mung wpływa na akumulację kadmu w wątrobie i nerkach, a także wykazuje efekt ochrony w stosunku do indukowanej kadmem hepatotoksyczności u szczurów [12]. Ekstrakty z igieł sosny, kiełków soi, bylicy pospolitej i grzybów shitake wykazują aktywność osłaniającą wątrobę

szczurów przed uszkodzeniem czterochlorkiem węgla. Wszystkie ekstrakty istotnie obniżały aktywność aminotransferaz kwasu asparaginowego i alaniny [56]. W procesie kiełkowania nasion soi stwierdzono istotną redukcję zawartości inhibitorów trypsyny [39]. Badano stężenie cholesterolu w plazmie krwi szczurów karmionych dietą zawierającą 5 lub 10 % błonnika strawnego otrzymanego z kiełków fasoli mung. Po 21 dniach stwierdzono istotne zmniejszenie stężenia cholesterolu we krwi przy diecie zawierającej błonnik strawny [32]. Dieta zawierająca pełnoziarnisty chleb pszenny i kiełki powodowała istotne zmniejszenie zawartości cholesterolu w plazmie krwi szczurów w porównaniu z dietą kontrolną. Ponadto ogólna zawartość lipidów w plazmie krwi również uległa istotnemu zmniejszeniu. Istotne zmniejszenie strawności odnotowano w przypadku tej diety [28]. Fitoestrogeny występujące w niektórych roślinach działają *in vivo* jak słabe estrogeny i mogą zmniejszać ryzyko zachorowania na nowotwory piersi i osteoporozę. Najpowszechniej badane są izoflawony genisteina i daidzeina występujące w soi. Zawartość izoflawonów w soi zawiera się w granicach 560 – 3810 mg/kg. Koncentraty i izolaty białek soi zawierają 466 - 615 mg/kg izoflawonów. Wykazano, że ekstrakty fenoli z jabłek i marchwi, a także czyste związki fenolowe redukowały przeżywalność dwóch linii komórek nowotworowych jelita grubego w warunkach *in vitro* [38]. Kiełkowanie nasion powoduje hydrolizę białek, co w znacznym stopniu obniża alergenność tych produktów. Stwierdzono, że trzydniowe kiełkowanie nasion soczewicy powoduje redukcję o 97 - 99 % ich immunoreaktywności w teście ELISA [54].

Modyfikowanie składu chemicznego kiełków

Kiełkowanie soi i fasoli mung w obecności fitohormonu z jednoczesnym sztucznym oświetleniem częściowo hamuje wzrost, a wytworzone kiełki były twardsze w stosunku do kontroli. Wzrosła również zawartość białka i cukrów z jednoczesnym zmniejszeniem zawartości tłuszczów. Zawartość witamin rozpuszczalnych w wodzie, z wyjątkiem witaminy B_1 również wzrosła. Uważa się, że taka metoda produkcji kiełków poprawia ich właściwości sensoryczne, a także podnosi ich wartość odżywczą [51]. Zastosowanie takich metod produkcji, jak: złoże obrotowe, traktowanie CO_2, złoże obrotowe z równoczesnym traktowaniem CO_2 oraz traktowanie roztworem fitohormonów spowalnia proces kiełkowania, jednocześnie uzyskuje się produkt o bardzo dobrych właściwościach fizycznych i żywieniowych [50].

Fasola mung moczona i kiełkowana w ciemności wykazywała istotny wzrost zawartości witaminy C, szczególnie gdy kiełki wystawiono na działanie światła. Uzyskano około 37 mg/100 g kiełków. Światło wpływało korzystnie na tworzenie karotenoidów w kiełkach [9]. Kiełkowanie nasion fasoli mung i lucerny siewnej (alfa-alfa) w obecności ozonu powodowało obniżenie skażenia mikrobiologicznego i wydłużenie hypokotyli. Jednocześnie aktywność katalazy została zredukowana i zwiększona ak-

tywność dysmutazy nadtlenkowej [31]. Krótkotrwałe potraktowanie nasion bobu (*Vicia faba*) mikrofalami (15 - 75 s), a następnie kiełkowanie w ciemności powoduje znaczne zwiększenie zawartości L-DOPA. Ponadto stwierdzono zwiększoną zawartość fenoli, wyższą aktywność antyoksydacyjną i enzymatyczną [41].

Kiełkowanie fasoli mung w roztworach zawierających selen w ilości od 0,5 do 50 ng/ml hamuje proces, ale zawartość selenu w kiełkach istotnie wzrasta. Przy najwyższym stężeniu selenu w roztworze uzyskano 155,6 mg Se/kg kiełków [11]. Z kolei opryskiwanie kiełków soi i fasoli mung roztworem selenu prowadziło do znacznej akumulacji tego pierwiastka. W zależności od metody opryskiwania i stężenia roztworu uzyskiwano nawet 525,12 μg Se/g s.m. kiełków soi i 101,43 μg/g s.m. fasoli mung [2]. Warto podkreślić, że w kiełkach nieopryskiwanych zawartość selenu była na poziomie 0,26 i 0,05 μg/g s.m., odpowiednio w soi i fasoli mung. Kiełkowanie fasoli mung w obecności hydrolizatów białek odpadowych przy przerobie makreli, ekstraktów oregano i laktoferyny zwiększa zawartość fenoli o 18 - 35 % w stosunku do próby kontrolnej. Aktywność antyoksydacyjna wzrosła o 49 %. Zaobserwowano również aktywność przeciwbakteryjną w kiełkach traktowanych ekstraktem oregano lub laktoferyną [43]. Skiełkowana w ciemności fasola mung w obecności ekstraktów oregano i tymianku zawierała więcej fenoli w stosunku do próby kontrolnej, co wyrażało się podwyższoną aktywnością przeciwutleniającą [27]. Soja kiełkowana w obecności odtłuszczonego ekstraktu z nasion sezamu zawierała więcej białka, związków mineralnych i witaminy C. Stwierdzono, że kiełki były większe [55]. Hydrolizat białek ryb, laktoferynę i ekstrakt oregano stosowano jako substancje sprzyjające produkcji fenoli i zwiększające aktywność antyoksydacyjną kiełków kukurydzy. Jednak żadna z badanych substancji nie wpływała istotnie na właściwości produktu [42]. Hydrolizaty białek ryb, laktoferyna i ekstrakt oregano wpływały na zawartość fenoli, L-DOPA, a także aktywność inhibitorów α-amylazy i α-glukozydazy w kiełkach świerzbca właściwego (*Mucuna pruriens*) [40]. W hodowli hydroponicznej japońskiej rzodkwi stosowano siarczan wapnia, chlorek żelazowy i siarczan magnezu. Stwierdzono maksymalną zawartość minerałów w kiełkach przy stężeniu badanych soli wynoszącym 0,1 % (m/v) w roztworze hydroponicznym [45]. Zastosowanie akwakultury w produkcji kiełków gryki znacznie skróciło proces, a także zwiększyło aktywność przeciwutleniającą i hipolipidemiczną, a także zdolność wygaszania rodników [36]. Kiełkowanie brązowego ryżu w obecności chlorku chromu prowadziło do wzbogacenia produktu w ten pierwiastek. W produkcie było 4 razy więcej chromu ogólnego i 11 razy więcej chromu organicznego niż w kiełkach uzyskanych bez dodatku chromu [57].

Wyprodukowane kiełki soi i fasoli mung zapakowano w woreczki polietylenowe w obecności tlenu, azotu lub CO_2, a także powietrza i przetrzymywano przez 18 h w temp. 30 ºC, w ciemności. Po 9 dniach stwierdzono, że kiełki traktowane CO_2 za-

wierały 7,4 razy więcej kwasu γ-aminomasłowego (GABA) niż przed pakowaniem. Beztlenowa obróbka azotem nie była tak efektywna [14].

Stan mikrobiologiczny kiełków

Nasiona stosowane do produkcji kiełków powierzchniowo są skażone rodzimą mikroflorą. Kiełkowanie prowadzone w temperaturze pokojowej i w wysokiej wilgotności środowiska sprzyja rozwojowi mikroflory. W rezultacie, produkt przeznaczony do konsumpcji może zawierać znaczne ilości różnych drobnoustrojów, zależne głównie od czasu i temperatury przechowywania produktu.

Ogólna liczba drobnoustrojów w kiełkach słonecznika po 7 dniach przechowywania w temperaturze 0 i 6 ºC, wynosiła 10^8/g, a kiełki lucerny i rzodkiewki zawierały o jeden rząd wielkości więcej drobnoustrojów w gramie produktu [29]. W populacji przeważały bakterie, natomiast drożdży i pleśni było 10^4 - 10^5/g. Bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* występowały w ilości około 10^7/g.

Badania 80 rodzajów kiełków dostępnych na rynku Mumbai w Indiach wykazały, że tlenowych bakterii było 10^7 - 10^8/g, z grupy coli 10^6 - 10^8/g, a *Staphyloccocus* 10^3 – 10^5/g. W żadnej próbie nie stwierdzono obecności *Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* oraz *Salmonella* [30]. Ogólnie stwierdzono, że jakość mikrobiologiczna kiełków przechowywanych w temperaturze poniżej 8 ºC jest dobra. W 90 próbach kiełków pobranych ze sklepów w Seulu w Korei stwierdzono obecność bakterii tlenowych, drożdży i pleśni, przy czym ogólna liczba drobnoustrojów bardzo zależała od rodzaju kiełków [17]. Mieszanki kiełków były znacznie bardziej skażone mikrobiologiczne niż produkty jednogatunkowe. W mieszankach bakterii tlenowych było 7,52 log jtk, gdy w kiełkach rzodkiewki 6,97 log jtk. W kiełkach rzepy było 2,54 - 2,84 log jtk bakterii tlenowych oraz 0,82 - 1,69 log jtk drożdży i pleśni. Nie stwierdzono obecności *Salmonella* i *Escherichia coli* O157:H7 tak w nasionach, jak i w kiełkach. Natomiast komórki *Enterobacter sakazakii* nie były obecne w nasionach, ale wystąpiły w 13,3 % pobranych prób.

Podjęto wielokierunkowe badania, których celem jest ograniczenie liczby drobnoustrojów w kiełkach. Badania te dotyczą surowca oraz samych kiełków. Stosowane techniki wykorzystują metody fizyczne, jak i chemiczne. Zastosowanie pulsującego pola magnetycznego w stosunku do 5-dniowych kiełków powodowało istotne zmniejszenie skażenia mikrobiologicznego produktu, zależne od natężenia pola i jego częstości [23]. Przy 5 impulsach o natężeniu 5T w odstępach 250 μs liczba bakterii zmniejszyła się o połowę, a pleśni i drożdży – dziesięciokrotnie. Napromieniowanie kiełków koniczyny promieniami UV-C o natężeniu od 1 do 10 kJ/m^2 w niewielkim stopniu zmniejszało ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych, o 1,03 - 1,45 log jtk [12]. Połączenie napromieniowania z zanurzeniem w roztworze kwasu fumarowego powodowało znacznie lepszy efekt. Liczba komórek *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhi-*

murium i *Listeria monocytogenes* została zmniejszona odpowiednio o 3,02; 2,88 i 2,35 log jtk. Krótkotrwałe zanurzenie kiełków lucerny siewnej (alfa-alfa) i fasoli mung w wodzie o temp. od 70 do 100 ºC w ciągu od 20 do 5 s powodowało całkowite usunięcie *Salmonella* z materiału. Kiełki zainfekowano odpowiednio 7,6 i 6,9 log jtk przed procesem. Usunięcie bakterii z kiełków alfa-alfa wymagało niższej temperatury niż w przypadku kiełków fasoli mung [34].

Ze środków chemicznych stosowano kwas 5-aminolewulinowy [24], kwas octowy [34], kombinację enterocyny AS-48 z EDTA, kwasem mlekowym, kwasem polifosforowym, kwasem hydrocynamonowym, kwasem nadoctowym i podchlorynem sodu [6]. Stosowano roztwory dwutlenku chloru i kwasu fumarowego [15, 16]. Większość badań prowadzono z kiełkami zainfekowanymi określoną liczbą komórek, głównie bakterii. Testy dotyczyły *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium, Listeria monocytogenes, Shigella sp., Enterobacter aerogenes, Yersinia enterocolitica, Aeromonas hydrophila, Pseudomonas fluorescens.* We wszystkich przypadkach środki chemiczne, ich kombinacje i stężenia, jeżeli nie miały działania bakteriobójczego, to istotnie hamowały rozwój badanych drobnoustrojów. Traktowanie kiełków ditlenkiem chloru, a następnie pakowanie ich w atmosferze modyfikowanej hamuje rozwój bakterii mezofilnych oraz *Salmonella typhimurium* i *Listeria monocytogenes* [13].

Kierunki wykorzystania kiełków

Nie ulega wątpliwości, że kiełki spożyte w stanie surowym i w odpowiednim okresie rozwoju mają największą wartość żywieniową. Uwzględniając jednak proces produkcji, dystrybucję oraz sprzedaż, kiełki w momencie zakupu nie zawsze znajdują się w tym najbardziej korzystnym stadium rozwoju. Ponadto, wykorzystanie ich w stanie świeżym jest uzależnione od preferencji i edukacji żywieniowej konsumenta.

Wydaje się, że jedną z metod wzbogacania diety w naturalne składniki odżywcze może być przetwórstwo kiełków. Możliwe są następujące kierunki ich przetwórstwa:

1. *Suszenie*. Zastosowane metody suszenia powinny zachować w maksymalnym stopniu wartość odżywcza kiełków. Dobrą metodą będzie liofilizacja, suszenie rozpyłowe rozdrobnionej zawiesiny, jak również suszenie metodami tradycyjnymi z odpowiednio dobranymi parametrami. Uzyskany susz, po rozdrobnieniu, może być aglomerowany lub formowany w postaci pastylek. Aglomerat i pastylki stanowią już gotowy produkt. Natomiast susz może być składnikiem wzbogacającym inne wyroby, np. pieczywo, różnego rodzaju desery, koncentraty zup, sosy i przyprawy w proszku.
2. *Zamrażanie*. Kiełki w stanie zamrożonym mogą być składnikiem dań mrożonych, a także niektórych deserów.
3. *Pasteryzacja i sterylizacja*. Kiełki, jako produkt mogą być utrwalane w puszkach lub słoikach w odpowiedniej zalewie. Ponadto, mogą być składnikiem konserw

warzywnych, mięsnych i rybnych. Wykazano, że procesy cieplne spowodowały statystycznie istotną inaktywację inhibitorów trypsyny w kiełkach soi, przy jednoczesnym wzroście zawartości polifenoli i aktywności przeciwutleniającej [39]. W innych badaniach [59] kiełki rzepaku i rzodkwi poddano pasteryzacji oraz sterylizacji i stwierdzono, że procesy te wpłynęły niekorzystnie na jakość otrzymanych konserw. Jednak w pracy tej badano tylko kiełki i nie uwzględniono tych składników, które przeszły do zalewy. Brak bilansu składników uniemożliwia ocenę rzeczywistego wpływu procesów cieplnych na wartość żywieniową kiełków.

Podsumowanie

Z powyższego przeglądu wynika, ze kiełki wielu roślin są bogatym źródłem podstawowych składników diety człowieka. Prócz tego zawierają wiele związków, które w innych produktach nie występują lub występują w mniejszych ilościach. Kiełki wykazują właściwości atrakcyjne dla przemysłu spożywczego, takie jak wygaszanie rodników czy opóźnianie procesów utleniania. Skład chemiczny kiełków może być w prosty sposób modyfikowany, co stwarza możliwości uzyskiwania produktów bogatych w pożądane składniki.

Kiełkowanie jest procesem szybkim i prostym w wykonaniu. Z tego też względu kiełki mogą być tanim źródłem uzupełniającym żywność w substancje naturalne. Kiełki mogą być wielokierunkowo wykorzystane w produkcji żywności, co mogłoby przyczynić się do ich większego spożycia.

Literatura

[1] Arroxelas-Galvao-de-Lima V.L., de Almeida-Melo E., Sucupira-Maciel M.I., Soares-Beltrao-Silva G., da Silva-Lima D.E.: Total phenolics and antioxidant activity of the aqueous extract of mung bean sprouts (*Vigna radiata L*). Revista de Nutricao, 2004, **17 (1)**, 53-57. (FSTA-2004-10-Jp2763).

[2] Bai H.S., Kim D.J., Bai S.C., Kim D.J.: Evaluation of Se accumulation in the production of Se-treated soybean sprouts and mungbean sprouts. J. Food Sci. Nutr., 2009, **14 (2)**, 142-147.

[3] Barillari J., Canistro D., Paolini M., Ferroni F., Pedulli G.F., Iori R., Valgimigli L.: Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. J. Agric. Food Chem., 2005, **53**, 2475-2482.

[4] Bellostas N., Kachlicki P., Sorensen J.C., Sorensen H.: Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of B. oleracea varieties used for food. Scientia Horticulurae, 2007, **114 (4)**, 234-242.

[5] Calzuola I., Marsili V., Gianfranceschi G.L.: Synthesis of antioxidants in wheat sprouts. J. Agric. Food Chem., 2004, **52**, 5201-5206.

[6] Cobo-Molinos A., Abriouel H., Lopez R.L., Valdivia E., Omar N.B., Galvez A.: Combined physicochemical treatments based on enterocin AS-48 for inactivation of Gram-negative bacteria in soybean sprouts. Food Chem. Toxicol., 2008**, 46 (8)**, 2912-2921.

[7] Fletcher R.J.: Food sources of phyto-oestrogens and their precursors in Europe. Br. J. Nutr., 2003, **89** (Suppl. 1), S39-S43.

[8] Gawlik-Dziki U., Kowalczyk D.: Wpływ warunków ekstrakcji na aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z kiełków rzodkiewki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **1 (50)**, 132-139.
[9] Ghazali H.M., Goh S.C.: The effect of illumination on vitamin C and total carotenoid contents of black gram (*Vigna mungo* L.) sprouts. Pertanika, 1991, **14 (2)**, 159-161. (FSTA-1992-07-J0109).
[10] http://www.chefnoah.com/sprouts.htm (2003).
[11] Huang-Zhili, Mai-Bingpei.: Study on enriching selenium in mung bean sprouts. Food Sci. China, 2004, **25**, 200-203. (FSTA-2004-11-Jp2932)
[12] In H-C., Sung O-K., Kyung S-K., Myung Y-L.: Effect of mungbean sprouts juice on cadmium-induced hepatotoxicity in rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 1998, **27**, 980-986.
[13] Jin H.H., Lee S.Y.: Combined effect of aqueous chlorine dioxide and modified atmosphere packaging on inhibiting *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes* in mungbean sprouts. J. Food Sci., 2007, **72 (9)**, M441-M445.
[14] Katagiri M., Shimizu S.: Gamma-amino butyric acid accumulation in bean sprouts (soybean, black gram, green gram) treated with carbon dioxide. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol., 1989, **36**, 916-919. (FSTA-1990-07-J0103).
[15] Kim Y., Kim M., Song K.B.: Combined treatment of fumaric acid with aqueous chlorine dioxide or uv-C irradiation to inactivate *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enterica* serovar *typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* inoculated on alfalfa and clover sprouts. LWT-Food Sci. Technol., 2009, **42 (10)**, 1654-1658.
[16] Kim Y.J., Kim M.H., Song K.B.: Efficacy of aqueous chlorine dioxide and fumaric acid for inactivating pre-existing microorganisms and *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on broccoli sprouts. Food Control., 2009, **20 (11)**, 1002-1005.
[17] Kim H., Lee Y., Beuchat L.R., Yoon B-J., Ryu J-H.: Microbial examination of vegetable seed sprouts in Korea. J. Food Prot., 2009, **72 (4)**, 856-859.
[18] Kim Y. S., Kim J.G., Lee Y.S., Kang I.J.: Comparison of the chemical components of buckwheat seeds and sprouts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 2005, **34**, 81-86. (FSTA-2005-06-Mg0923).
[19] Kojima M., Suzuki N., Ohnishi M., Ito S.: Changes in antyoxidative activity and tocopherol contents during germination of adzuki beans. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol., 1997, **44**, 144-148. (FSTA-1998-02-Jp0300).
[20] Krajewski K., Trzcińska I.: Kiełki – szansa na zdrowie i nowoczesność. (http://www.sggw.waw.pl/~zcz_knzd/gazetka/1/0111.html.), 1998.
[21] Kunze H.: Technologie Bruer und Malzer. WLB, Berlin, 1999, pp. 101-105.
[22] Kyung A-L., Young A-C., Young H-H., Hye S-L.: Analysis of dietary fiber of 66 Korean varieties of sprout beans and bean sprouts. Nutraceuticals and Food, 2003, **8**, 173-178.
[23] Lipiec J., Janas P., Barabasz W., Pysz M., Pisulewski P.: Effect of oscillating magnetic field pulsem on selected oat sprouts used for ford purposes. Acta Agrophysica, 2005, **5 (2)**, 357-365.
[24] Luksiene Z., Danilcenko H., Taraseviciene Z., Anusevicius Z., Moroziene A., Hivinskas H.: New approach to fungal decontamination of wheat used for wheat sprouts: effect of aminolevulinic acid. Int. J. Food Microbiol., 2007, **116 (1)**, 153-158.
[25] Majewska B.: Kiełki – najdoskonalszy pokarm na ziemi? Zdrowa Żywność, 1994, **1 (23)**, 16-17.
[26] Martinez-Villaluenga C., Frias J., Gulewicz P., Gulewicz K., Vidal-Valverde C.: Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts. Food Chem. Toxicol., 2008**, 46 (5)**, 1635-1644.
[27] McCue P., Shetty K.: Clonal herbal extracts as elicitors of phenolic synthesis in dark-germinated mungbeans for improving nutritional value with implications for food safety. J. Food Biochem., 2002, **26**, 209-232.
[28] Metwalli O.M., Al-Okbi S.Y., Abbas A.E.: Impact of some commonly used Egiptian diets on plasmalipids profiles of rats. Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, 1993, **32**, 229-236.

[29] Michalczyk M., Macura M.: Wpływ warunków przechowywania na jakość wybranych, dostępnych w obrocie handlowym, mało przetworzonych produktów warzywnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **3 (58)**, 96-107.
[30] Nagar V., Bandekar J.R.: Microbial quality of packaged sprouts from supermarkets in Mumbai, India. Int. J. Food Safety Publ. Health, 2009, **2 (2)**, 165-175.
[31] Naito S., Shiga I.: Studies on utilization of ozone in food preservation. IX. Effect of ozone treatment on elongation of hypocotyl and microbial counts of bean sprouts. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol., 1989, **36**, 181-188. (FSTA-1991-04-J0067).
[32] Nishimura N., Taniguchi Y., Kiriyama S.: Plasma cholesterol-lowering effect on rats of dietary fiber extracted from immature plants. Biosci. Biotech. Biochem., 2000, **64**, 2543-2551.
[33] Olszewska I.: Kiełki – naturalne źródło witamin. Śląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, 2003, **6**, 7-9.
[34] Pao S., Kalantari A., Khalid M.F.: Eliminating Sallmonella enterica in alfalfa and mung bean sprouts by organic acid and hot water immersion. J. Food Proc. Preserv., 2008, **32 (2)**, 335-342.
[35] Paredes-Lopez O., Mora-Escobedo R.: Germination of amaranth seeds: effect on nutrient composition and color. J. Food Sci., 1989, **54**, 761-762.
[36] Peng C-C., Chen K-C., Yang Y-L., Lin L-Y., Peng R.Y.: Aqua-culture improved buckwheat sprouts with more abundant precious nutrients and hypolipidemic activity. Int. J. Food Sci. Nutr., 2009, **60 (1)**, 232-245.
[37] Piesiewicz H., Mielcarz M.: Kiełki w żywieniu człowieka. Przegl. Piek. Cuk., 2001, **(3)**, 10-14.
[38] Przybylska K., Bennett R.M., Kromer K., Gee J.M.: Assessment of the antiproliferative activity of Carnot and apple extracts. Pol. J. Food. Nutr. Sci. 2007, **57 (3)**, 307-314.
[39] Pysz M., Pisulewski P.M., Leszczyńska T.: Wpływ oddziaływania impulsowego i ciągłego pola mikrofalowego na wartość żywieniową i właściwości przeciwutleniające kiełkowanych nasion soi. Żywność. Nauka. Technologia., Jakość, 2006, **1 (46)**, 102-116.
[40] Randhir R., Kwon Y.I., Shetty K.: Improved health relevant functionality in dark germinated *Mucuna pruriens* sprouts by elicitation with peptide and phytochemical elicitors. Bioresource Technol., 2009, **100 (19)**, 4507-4514.
[41] Randhir R., Shetty K.: Microwave stimulation of L-DOPA, phenolics and antioxidant activity in faba bean (*Vicia faba*) for Parkinson's diet. Proc. Biochem., 2004, **39**, 1775-1784.
[42] Randhir R., Shetty K.: Developmental stimulation of total phenolics and related antioxidant activity in light- and dark-germinated corn by natural elicitors. Proc. Biochem., 2005, **40**, 1721-1732.
[43] Randhir R., Lin Y.T., Shetty K.: Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. Proc. Biochem., 2004, **39**, 637-646.
[44] Ray G-W., Gow C-Y.: Antioxidant activity of mungbean sprouts, soybean sprouts and radish sprouts. J. Chinese Agric. Chem. Soc., 1997, **35**, 661-670 (FSTA-1998-05-Jh1080).
[45] Saiki C., Hirasawa R., Sadayasu C., Yamashiro S., Tominaga M., Sato K.: Uptake of iron by a vegetable: kaiware daikon (Japanese radish sprout). J. Nutritional Sci. Vitaminology, 2004, **50**, 286-290. (FSTA-2005-Jq1402).
[46] Samotyja U., Zdziebłowski T., Szlachta M., Małecka M.: Przeciwutleniające właściwości ekstraktów z kiełków roślin. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5 (54)**, 122-128.
[47] Sawa T., Nakao M., Akaike T., Ono K., Maeda H.: Alkylperoxyl radical-scavenging activity of various flavonoids and other phenolic compounds: implications for the anti-tumor-promoter effect of vegetables. J. Agric. Food Chem., 1999, **47**, 397-402.
[48] Stoś K., Szponar L.: Suplementy diety w ochronie zdrowia konsumenta. Przem. Spoż. 2006, **60 (5)**, 32-35.

[49] Suk H-O., Yeon J-M., Chan H-O.: Gamma aminobutyric acid (GABA) content of selected uncooked foods. Nutraceuticals and Food, 2003, **8**, 75-78.
[50] Tajiri T.: Effect of different cultivation methods on maintenance of physical properties and nutrients of thick soybean sprouts after heating treatment. XVII. Studies on cultivation and keeping quality of bean sprouts. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol., 1999, **46**, 395-403 (FSTA-1999-10-Jn2394).
[51] Tajiri T.: Effect of dipping in mixed phytohormone solution intermittently combined with application of artificial sunlight lamps on growth and quality of thick bean sprouts. J. Japanese Soc. Food Sci. Technol., 2000, **47**, 233-240 (FSTA-2000-09-Jp1776).
[52] Troszyńska A., Wołejszo A., Narolewska O.: Effect of germination time on the content of phenolic compounds and sensory quality of mung bean (*Vigma radiata L.*) sprouts. Pol. J. Food Nutr. Sci. 2006, **15/56**, 453-459.
[53] Wang K.H., Lai Y.H., Chang J.C., Ko T.F Shyu S.L., Chiou R.Y.Y.: Germination of peanuts kernels to enhance resveratrol biosynthesis and prepare sprouts as a functional vegetable. J. Agric. Food Chem., 2005, **53**, 242-246.
[54] Wołejszo A., Szymkiewicz A., Troszyńska A.: Immunoreactive properties and sensory quality of gentil (*Lens culinaris*) and mung bean (*Vigma radiata* L.) sprouts. Pol. J. Food. Nutr. Sci., 2007, **57 (4)**, 415-420.
[55] Young G-K., Tae G-I., Sang S-P., Nam C-H., Suk S-H.: Effect of DSSE (defatted sesame seed extract) on quality characteristics of soybean sprouts. Korean J. Food Sci. Technol., 2000, **32**, 742-746 (FSTA-2000-09-Jn1935).
[56] Young K. H., Sung W.: Protective effects of plant extracts on the hepatocytes of rat treated with carbon tetrachloride. J. Soc. Food Sci. Nutrit., 2004, **33**, 1246-1251. (FSTA-2005-02-Te0113).
[57] Zheng Y., Zheng L., Wei X.: Study on chromium-enriched sprouted brown rice. Cereal and Feed Ind., 2004, **(8**), 9-10. (FSTA-2005-03-Me0349).
[58] Zielińska D., Wiczkowski W., Piskuła M.K.: Evaluation of chemiluminescent, spectrophotometric and cyclic voltammetry methods for the measurement of the antioxidant activity: the case of roots separated from buckwheat sprouts. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2008, **58 (1)**, 65-72.
[59] Zieliński H., Piskuła M.K., Kozłowska H.: Biologically active compounds in Cruciferae sprouts and their changes after thermal treatment. Pol. J. Food. Nutr. Sci., 2005, **14/55(4)**, 375-380.
[60] Zieliński H., Piskuła M.K., Michalska A., Kozłowska H.: Antioxidant capacity and its components of cruciferous sprouts. Pol. J. Food. Nutr. Sci., 2007, **57 (3)**, 315-322.

SPROUTS AS SOURCE OF VALUABLE NUTRITIENTS

S u m m a r y

In the paper, the changes are presented that occur in seeds whilst they sprout, as is the connection between the sprouting seeds and the chemical composition thereof. The sprouts have been proved to be a rich source of basic food components such as amino acids, vitamins, minerals, unsaturated fatty acids, and dietary fibre. Moreover, the sprouts contain those compounds, which are absent, or occur in small amounts in other food products. First of all, they are compounds showing antioxidant activity. Furthermore, some examples are given to demonstrate the impact of technological parameters and composition of moisturizing fluid on the sprouting process and on the chemical composition of sprouts. The production of sprouts is simple and makes it possible to produce sprouts containing abounding amounts of a required component or components. The microbiological quality of sprouts can constitute a problem both during the production process and when selling sprouts. Hence, the sprouts should be deemed as a raw material for processing,

such as drying, freezing, and preserving in hermetically sealed cans, or as a source of natural components that are essential for diet.

Key words: seed sprouting, chemical composition, antioxidant properties, polyphenols, macro- and microelements

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 34 – 45

BOHDAN ACHREMOWICZ, WIKTOR BERSKI, HALINA GAMBUŚ

WYKORZYSTANIE METODY SRC (SOLVENT RETENTION CAPACITY) DO OCENY JAKOŚCI TECHNOLOGICZNEJ MĄK PSZENNYCH

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

Właściwości ziarna pszenicy decydują o kierunku przerobu, doborze parametrów i przebiegu procesów technologicznych, co z kolei determinuje jakość pieczywa. Uwzględniając skalę produkcji, istotne jest opracowanie metody umożliwiającej ocenę jakość mąki z danego ziarna w sposób szybki, a zarazem dokładny. Jednym ze sposobów przewidywania przydatności technologicznej mąki pszennej może być metoda Solvent Retention Capacity (SRC). W metodzie tej wykorzystano zdolność mąki do zatrzymywania wodnych roztworów: Na_2CO_3, sacharozy, kwasu mlekowego oraz wody, co z kolei wynika z obecności uszkodzonych ziarenek skrobiowych, ilości i jakości pentozanów, glutenu i innych składników.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie właściwości technologicznych mąk pszennych badanych standardowymi metodami analitycznymi z wynikami uzyskanymi metodą SRC. Materiał badawczy dobrano tak, aby reprezentował możliwie szeroki asortyment mąk pszennych, analizowanych na przestrzeni lat 2005-2007. Wyniki uzyskane metodą SRC zestawiono z parametrami jakościowymi badanych mąk i wypieczonych z nich chlebów, a następnie opracowano statystycznie. Stwierdzono istotną ujemną korelację między wartością wchłaniania wody (test SRC) a objętością bochenków. Wykazano, że na podstawie testu SRC można jedynie w niewielkim zakresie przewidzieć jakość pieczywa z analizowanych mąk oraz ma on umiarkowane powiązanie ze wskaźnikami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych.

Słowa kluczowe: test SRC, pszenica, mąka pszenna, właściwości technologiczne, jakość

Wprowadzenie

Pszenica jest najważniejszym zbożem chlebowym uprawianym w Polsce, stanowi podstawowy surowiec do produkcji piekarsko-ciastkarskiej, makaronu oraz pasz. Właściwości mąki pszennej decydują o doborze parametrów i przebiegu procesów technologicznych, a także o jakości pieczywa. Przydatność technologiczną mąki określa

Prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, dr inż. Wiktor Berski, prof. dr hab. Halina Gambuś, Katedra Technologii Węglowodanów, Wydz. Technologii Żywności Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

przede wszystkim: pochodzenie ziarna, odmiana, rejon i sposób uprawy, jakość ziarna, sposób przemiału, przydatność do przechowywania oraz wartość wypiekowa. Pod pojęciem wartości wypiekowej określa się zespół cech mąki zapewniających dostateczną zdolność fermentacyjną ciasta oraz odpowiednią jego strukturę, umożliwiającą uzyskanie dużej wydajności, zatrzymanie gazów wytworzonych w czasie fermentacji, utrzymanie poprawnego kształtu i tekstury pieczywa [4].

Metody oceny mąki dzieli się na: pośrednie i bezpośrednie. Do pośrednich zalicza się metody analityczne i reologiczne, bezpośrednie to próbny wypiek. Mimo zastosowania najnowszych technik analitycznych w chemii zbóż, brak jest dotychczas takiej metody, która nadawałaby się do szybkiej oceny wartości wypiekowej mąki i była w stanie zastąpić metodę bezpośrednią. Dlatego też próbny wypiek pozostaje nadal podstawowym sprawdzianem oceny przydatności mąk do produkcji pieczywa [4].

W ostatnich latach do oceny wartości wypiekowej w zakładach zbożowych eksportujących mąkę do Anglii wprowadzono, na żądanie odbiorcy, nową, szybką metodę Solvent Retention Capacity (SRC), w której wykorzystano zdolności hydratacyjne mąk pszennych, zależne od składu chemicznego, tj. ilości i stanu skrobi, ilości i jakości glutenu, pentozanów i innych składników [2, 3]. W teście tym mierzy się zdolność mąki do absorbowania różnych roztworów: 50 % sacharozy, 5 % węglanu sodu, 5 % kwasu mlekowego oraz wody destylowanej. Wyniki uzyskane za pomocą metody SRC dostarczają w miarę kompleksowych informacji o badanej mące. Zaabsorbowany roztwór Na_2CO_3 informuje o stopniu uszkodzenia skrobi, która z kolei zależy od technologii przemiału ziarna i konsystencji bielma. Im większe uszkodzenia ziaren skrobi, tym większa jest ilość wchłoniętego roztworu Na_2CO_3. Oznacza to, że w cieście znajduje się więcej substratu podatnego na działanie enzymów amylolitycznych, wytwarzających m.in. gazy, co pozwala na uzyskanie pieczywa o lepszej objętości [4, 10]. Zaabsorbowany roztwór sacharozy określa właściwości pentoz, które powstają w wyniku hydrolizy pentozanów. Z kolei objętość wchłoniętego roztworu kwasu mlekowego charakteryzuje właściwości hydratacyjne białek glutenowych, zależne zarówno od ilości, jak i jakości glutenu. Wraz ze wzrostem ilości wchłanianego roztworu zwiększa się objętość otrzymanego wypieku [5]. Natomiast wchłanianie wody uzależnione jest od wszystkich wymienionych powyżej składników mąki. Zatem różne aspekty wartości wypiekowej mąki są przedstawione za pomocą wyników poszczególnych wskaźników testu SRC [2, 7]. Metoda ta znalazła zastosowanie przy ocenie ziarna nowych odmian hodowlanych pszenicy [5, 6, 16] oraz przewidywania jakości mąk pszenżytnich [11].

Celem przeprowadzonych badań było porównanie podstawowych wyróżników właściwości wypiekowych mąk pszennych, oznaczonych standardowymi metodami analitycznymi, z wynikami uzyskanymi przy użyciu metody SRC. Materiał badawczy został dobrany tak, by reprezentował możliwie szerokie spektrum analizowanych prób

mąki, tj. zarówno mąki handlowe, jak i mąki uzyskane z laboratoryjnego przemiału ziarna pszenicy ozimej i jarej, pochodzące z trzech kolejnych lat uprawy (2005, 2006, 2007) i z dwóch różnych rejonów uprawy.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły próbki 22 mąk pszennych, zarówno handlowych, jak i pochodzących z przemiału laboratoryjnego ziarna pszenicy, uprawianej w okresie 3 lat w Hodowli Roślin w Strzelcach oraz Małopolskiej Hodowli Roślin HDT w Polanowicach. Przemiału laboratoryjnego dokonano w młynie laboratoryjnym Qudrumat Senior firmy Brabender, typ Q6-109. Szczegółowe dane dotyczące materiału badawczego przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Pochodzenie materiału badawczego.
Origin of the research material.

Rok uprawy Year of cultivation	Miejsce uprawy lub pochodzenie Place of cultivation or origin	Opis Description
2005	Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o. o. Grupa IHAR	Pszenica ozima odmian / Winter wheat varieties: Tonacja, Fregata i/and Symfonia
2006	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano-Produkcyjny Polanowice	Pszenica jara odmian / Spring wheat varieties: Cytra Koksa, Nawra, Zadra
2006	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano–Produkcyjny Polanowice	Pszenica ozima odmian / Winter wheat varieties: Bogatka, Nadobna, Tonacja, Wydma
2006	Polskie Zakłady Zbożowe S.A. w Krakowie	Mąka pszenna niskowyciągowa typu Commercial flours type: 450, 500, 550 i 650
2006	Polskie Zakłady Zbożowe S.A. w Krakowie	Mąka pszenna wysokowyciągowa typu / Commercial flour type: 750, 850 i 1050
2007	Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. z o. o. Zakład Hodowlano–Produkcyjny Polanowice	Pszenica ozime odmian / Wheat varieties Bogatka i Wydma
2007	Zakład Bahlsen w Skawinie	Mąki / Commercial flours Lubella i Smoryń

Zarówno w mąkach handlowych, jak i pochodzących z przemiału laboratoryjnego oznaczano: liczbę opadania (LO), stosując metodę ICC 107/1 [8]; wskaźnik sedymentacyjny metodą Zeleny'ego wg PN-ISO 5529:1998 [14]; zawartość glutenu mokrego metodą ICC 137/1 [8]; zawartość białka ogółem wg AOAC 920.87 [1], zawartość skrobi metodą polarymetryczną wg ICC 122/1 [8]; wodochłonność mąki w farinografie

Brabendera wg ICC 115/1 [8]; zdolność pochłaniania przez mąkę wybranych roztworów metodą Solvent Retention Capacity (SRC) [2].

W celu sprawdzenia wiarygodności wskaźników testu SRC i wyróżników wartości wypiekowej mąki oznaczonych metodami tradycyjnymi dokonano laboratoryjnego wypieku chlebów metodą jednofazową [9]. Oznaczano objętość pieczywa, wydajność oraz stratę wypiekową, chleby poddano także ocenie sensorycznej wg PN [13].

Wszystkie analizy przeprowadzono w trzech powtórzeniach. W celu stwierdzenia czy istnieją zależności pomiędzy poszczególnymi badanymi cechami wyliczono współczynniki korelacji Pearsona [21]. W interpretacji zależności zastosowano wspólczynnik korelacji wg Stanisza [20].

Wyniki i dyskusja

Wskaźniki wartości wypiekowej mąki otrzymanej z ziarna różnych odmian pszenicy charakteryzują się naturalną, dość znaczącą zmiennością, wywołaną zarówno czynnikami genetycznymi poszczególnych odmian, jak i przez warunki środowiskowe czy uprawy. Wyniki analiz badanych mąk zamieszczono w tab. 2.

Metody określenia wartości wypiekowej mąki wykorzystujące do tego celu jej skład chemiczny często różnią się między sobą. W celu dokładnego oznaczenia wartości badanych mąk określono ich wodochłonność. Jest ona głównie uzależniona od ilości i jakości glutenu oraz od stopnia uszkodzenia skrobi [12]. Mąki o dostatecznie dużej wodochłonności umożliwiają osiągnięcie wysokiej wydajności pieczywa oraz zwiększenie upieku, co z kolei prowadzi do lepszego wypieczenia chleba, dobrego wykształcenia skórki, a tym samym do uzyskania produktu smacznego, o dłuższej świeżości i mniejszej podatności na kruszenie się [12].

Spośród wszystkich przebadanych w tej pracy próbek najwyższe wartości testu SRC określono w mące z pszenicy 'Tonacja' (2005) oraz 'Symfonia' (test z wodą), natomiast najniższe w mące z pszenicy 'Nadobna' (test z wodą i sacharozą), 'Wydma' oraz typu 1050. Chleby przygotowane z mąki pszenicy odmiany 'Symfonia' wykazały najmniejszą objętość bochenków, a w ocenie sensorycznej przypisano im najmniej punktów.

Skrobia jest głównym zapasowym składnikiem ziarna zbóż, a zarazem otrzymanej z nich mąki. Jej hydroliza odgrywa znaczącą rolę podczas wypieku. Zawartość skrobi w badanym materiale mieściła się w zakresie od 67 % ('Koksa') do 89 % ('Lubella'), średnia zawartość wyniosła ponad 76 %.

Białko jest ważnym składnikiem mąki pszennej, ponieważ zawartość glutenu decyduje o wartości wypiekowej. Odpowiednia ilość substancji białkowych wpływa korzystnie na cechy fizyczne pieczywa, jak i jego wartość odżywczą. Zawartość białka zwiększa się wraz ze wzrostem wyciągu, gdyż najbogatsze w ten składnik są warstwy peryferyjne bielma z warstwą aleuronową [10]. Badania prowadzone przez Ralcewicz

i Knapowskiego [15] wskazały istnienie dodatniej korelacji między zawartością białka a objętością chlebów. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono takiej zależności, co prawdopodobnie wiąże się z większym zróżnicowaniem badanych mąk pod względem zawartości białka. Innym ważnym wyróżnikiem wartości wypiekowej jest zawartość glutenu. Badane próbki charakteryzowały się zawartością glutenu w przedziale od 24 % ('Wydma', 2007) do 44 % ('Koksa'). Według Słowik [18] zawartość glutenu niezbędna do wypieku chleba, a oznaczona za pomocą aparatu Glutomatic nie powinna być mniejsza niż 27 %, co dyskwalifikuje niektóre mąki np. z ziarna pszenicy 'Zadra', 'Nadobna', handlowe typu 450 i typu 650 (choć spełniają wymagania normatywne), 'Lubella' (nieznacznie poniżej tej wartości) i 'Smoryń' oraz wspomnianą wcześniej odmianę 'Wydma' z roku 2007. W przeprowadzonych badaniach wykazano wysoką korelację między zawartością glutenu i białka oraz wysoką ujemną korelację między tą cechą a zawartością skrobi.

Uzupełnieniem analiz dotyczących zawartości białka i glutenu mokrego jest liczba sedymentacji, będąca wskaźnikiem jakości białek glutenowych. Bardzo dobre właściwości wypiekowe wykazują mąki o wskaźniku sedymentacyjnym Zeleney'ego powyżej 40 cm^3, dobre 30 - 40 cm^3, zadowalające 20 - 29 cm^3, a niedostateczne poniżej 20 cm^3 [19]. Żadnej z analizowanych mąk nie można określić jako niedostatecznej w tym aspekcie oceny jej jakości. Spośród wszystkich analizowanych mąk aż 8 można na tej podstawie zaklasyfikować jako bardzo dobre, połowa z nich to mąki pochodzące z roku 2007. Najwyższą wartość tego wskaźnika oznaczono w mące 'Lubella'.

Jednym ze wskaźników określających wartość technologiczną mąki jest liczba opadania (LO) określająca aktywność enzymów amylolitycznych odpowiedzialnych za hydrolizę skrobi obecnej w mące. Dobrą wartością wypiekową charakteryzuje się mąka pszenna, której LO zawiera się w przedziale 180 - 250 s. Niską aktywnością enzymatyczną charakteryzuje się mąka o liczbie opadania powyżej 300, wysoką zaś, gdy czas ten nie przekracza 200 s [18]. Zaledwie dwie mąki wśród badanych, tj. 'Tonacja' z roku 2005 i 'Wydma' z 2006 r. charakteryzowały się optymalną wartością tego wskaźnika. Niską aktywność wykazywała większość, bo aż 16 badanych prób. Wysoka liczba opadania wpływa na barwę skórki chleba, dzięki czemu staje się ona jaśniejsza. Według badań Sitkowskiej [17] mąka z 2006 roku otrzymana ze zbiorów przed opadami deszczu charakteryzowała się wyższą liczbą opadania, niż z lat poprzedzających, i wynosiła 350 - 430 s. Nie do końca znajduje to potwierdzenie w wynikach niniejszej pracy, gdyż dwie spośród trzech mąk pochodzących z pszenicy z roku 2005 ('Symfonia' i 'Fregata') charakteryzowały się wartościami tego wskaźnika przekraczającymi górny zakres przedziału, odpowiednio 544 i 442 s.

T a b e l a 2

Wyniki analiz badanych mąk pszennych i wypieczonych z nich chlebów.
Analysis results of wheat flours studied and of breads baked from them.

Odmiana Variety	Rok uprawy Year	SRC [g/100g]				WA [%]	LZ [cm^3]	LO [s]	Białko Protein [%]	Skrobia Starch [%]	WG [%]	Wydajność Yield [%]	Strata wypiekowa Baking loss [%]	Objętość chleba Bread Loaf volume [cm^3/100g]	TS [-]
		H_2O	Sach	Na_2CO_3	LA										
Fregata	2005	61,1	94,6	81,8	188,1	58,0	44,0	442	13,60	78,70	30,70	142,0	14,3	292,7	37
Symfonia	2005	67,9	92,8	85,2	128,9	61,0	22,0	544	12,60	77,20	32,20	145,0	13,9	240,6	32
Tonacja	2005	58,5	112,7	88,6	194,2	59,6	43,0	208	13,60	84,70	30,90	141,0	15,8	336,1	37
Koksa	2006	53,5	79,7	63,4	147,5	61,2	51,0	466	15,62	67,39	45,20	139,9	13,1	370,1	37
Cytra	2006	57,3	73,4	65,5	104,5	59,0	30,0	526	13,58	67,88	41,20	139,8	12,1	325,1	36
Nawra	2006	54,9	72,8	67,8	145,7	57,2	44,0	503	13,05	70,45	31,70	139,0	11,6	363,6	38
Zadra	2006	56,0	71,9	67,3	106,9	56,8	24,0	430	10,03	74,44	24,70	137,1	12,6	304,1	36
Tonacja	2006	53,6	81,1	80,6	130,2	55,6	23,0	349	11,34	71,90	36,10	139,4	13,0	326,8	38
Nadobna	2006	50,3	68,5	68,6	102,2	53,8	30,0	365	13,57	80,30	25,50	137,5	12,3	287,7	38
Bogatka	2006	53,0	71,6	67,2	125,2	57,7	37,0	362	12,08	75,24	33,70	139,6	13,1	320,7	38
Wydma	2006	51,5	69,6	60,7	136,9	56,8	36,0	416	11,57	73,06	28,80	136,8	13,8	331,3	36
typ 450	2006	55,1	76,5	78,2	123,7	62,2	28,0	397	9,80	77,98	26,00	143,6	13,3	346,2	36
typ 500	2006	52,3	70,5	67,4	99,0	59,0	26,0	290	10,56	74,34	28,40	142,2	12,4	359,5	37

typ 550	2006	61,6	77,2	71,3	116,1	67,2	30,0	420	11,40	78,63	30,30	149,5	12,9	318,2	35
typ 650	2006	52,7	72,0	69,1	94,2	58,8	31,0	302	10,64	76,62	25,00	139,5	13,8	353,4	35
typ 750	2006	57,1	75,9	69,0	91,5	60,0	29,0	340	12,43	71,64	31,60	140,3	14,0	304,4	39
typ 850	2006	56,0	74,0	69,0	77,7	65,2	24,0	371	11,91	73,43	31,80	144,9	13,9	303,1	39
typ 1050	2006	59,4	81,8	78,8	72,2	66,6	20,0	318	13,05	69,28	32,10	145,2	14,4	285,0	40
Lubella	2007	57,0	86,6	71,2	120,9	61,2	62,1	265	8,90	89,00	26,84	135,0	16,3	301,9	40
Smoryń	2007	57,9	86,6	74,0	111,9	61,5	56,5	260	8,78	79,13	25,40	134,2	16,9	290,5	40
Bogatka	2007	60,5	80,7	72,6	104,5	66,5	61,0	293	10,09	77,55	29,51	138,8	16,5	284,9	39
Wydma	2007	53,5	77,5	66,1	116,3	63,5	58,0	251	8,37	88,76	24,31	136,0	17,7	368,4	38

Sach – sacharoza / sucrose; LA – kwas mlekowy / lactic acid; WG – gluten mokry / wet gluten; WA– wodochłonność / water absorbability; LZ – liczba Zelenego / Zeleny number; LO – liczba opadania / falling number; TS – suma punktów oceny sensorycznej / total sensory evaluation score.

W celu prawidłowego przeprowadzenia przygotowania ciasta i wypieku pieczywa niezbędna jest znajomość wodochłonności mąki. Cecha ta określa ilość wody konieczną do uzyskania ciasta o konsystencji równej 500 j.B. Wskaźnik ten jest niezmiernie ważny, ponieważ determinuje wydajność ciasta i chleba, a tym samym decyduje o wyniku ekonomicznym piekarni [4]. Wodochłonność analizowanych mąk mieściła się w przedziale od 53,8 ('Nadobna' z roku 2006) do 67,2 (typ 650).

Pełną wiedzę o wartości wypiekowej badanych mąk uzyskuje się dopiero po przeprowadzeniu próbnego wypieku laboratoryjnego, a następnie określeniu podstawowych cech procesu, jak i jakości produktu finalnego (wydajność chleba, strata wypiekowa, objętość bochenków czy też ocena sensoryczna). Najniższą całkowitą ocenę uzyskał chleb wypieczony z mąki z pszenicy 'Tonacja' (z roku 2005), najwyższą liczbę punktów – chleb z mąk typu 1050, 'Lubella' i 'Smoryń', wartość średnia wyniosła ponad 37 pkt.

Z mąki pszennej 'Symfonia" (z 2005 roku) otrzymano chleby charakteryzujące się najmniejszą objętością wynoszącą 240,6 cm^3/100 g, co znacznie odbiegało od wartości średniej 318 cm^3/100 g. Średnia wydajność chleba z mąki wyniosła niewiele ponad 140 %, a strata wypiekowa niemal 14 %.

Dane dotyczące wartości poszczególnych współczynników korelacji Pearsona przedstawiono w tab. 3. Jak można zauważyć, przy tak różnorodnym materiale badawczym nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy wskaźnikami testu SRC a technologicznymi wynikami oceny mąki oraz jakości pieczywa. W przypadku najważniejszego parametru określającego jakość pieczywa tzn. objętości, stwierdzono (według skali Stanisza [20]) wysoce istotną (α = 0,01) ujemną korelację tej cechy z wartością SRC w przypadku zawartości wody. Ponadto, stwierdzono przeciętną, istotną (α = 0,05), ujemną korelację objętości chleba z wartością SRC wobec węglanu sodu.

W badaniu jakości pieczywa istotnym czynnikiem jest również ocena sensoryczna produktu finalnego. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że ogólna liczba punktów (tab. 2) uzyskana w tej ocenie była wysoko ujemnie (α = 0,01) skorelowana z wartością liczby opadania oraz przeciętnie dodatnio (α = 0,05) z wartością testu Zeleny'ego) Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji pomiędzy omawianą cechą, a wartościami testu SRC (tab. 3).

W przypadku mniej istotnych wskaźników technologicznych stwierdzono m.in. dodatnią korelację między wydajnością chleba a SRC wody i węglanu sodu oraz ujemną korelację z wartością testu Zeleny'ego. Strata wypiekowa była skorelowana z wartością SRC sacharozy oraz wartością testu sedymentacji, zdolnością wiązania wody, skrobi oraz ogólną oceną sensoryczną. Ujemnie była natomiast skorelowana z: zawartością białek i glutenu oraz liczbą opadania (tab. 3).

T a b e l a 3

Wartości współczynników korelacji Pearsona.
Coefficient values of Pearson correlation.

Wskaźniki Indices	SRC				WA	LZ	LO	Białko Protein	Skrobia Starch	WG	Y	BL	LV	TS
	H_2O	Sach	Na_2CO_3	LA										
H_2O	1,000													
Sach	0,598***	1,000												
Na_2CO_3	0,625***	0,817***	1,000											
LA	0,146	0,640***	0,401*	1,000										
WA	0,497**	0,165	0,128	-0,329	1,000									
LZ	-0,018	0,278	-0,136	0,347	0,172	1,000								
LO	0,248	-0,248	-0,146	0,119	-0,205	-0,369*	1,000							
Białko/protein	0,076	0,153	0,092	0,325	-0,229	-0,287	0,511**	1,000						
Skrobia/starch	0,097	0,413	0,272	0,246	0,115	0,510**	-0,574***	-0,551***	1,000					
WG	0,098	0,074	-0,055	0,187	0,005	-0,100	0,490**	0,723***	-0,646***	1,000				
Y	0,477**	0,107	0,361*	-0,085	0,479**	-0,589***	0,315	0,357	-0,272	0,254	1,000			
BL	0,251	0,503**	0,250	0,074	0,462**	0,681***	-0,674***	-0,523**	0,677***	-0,369*	-0,355	1,000		
LV	-0,658***	-0,274	-0,433**	0,187	-0,149	0,171	-0,122	-0,020	-0,080	0,126	-0,157	-0,175	1,000	
TS	-0,287	-0,030	-0,130	-0,240	0,164	0,414**	-0,570***	-0,187	0,085	-0,075	-0,394*	0,393*	0,000	1,000

Sach. – sacharoza / sucrose; LA – kwas mlekowy / lactic acid; WG – mokry gluten / wet gluten; WA– wodochłonność / water absorbability; LZ – wskaźnik Zeleny'ego / Zeleny number; LO – liczba opadania / Falling number; TS – suma punktów / total score; LV – objętość chleba / bread loaf volume; Y – wydajność /yield; BL – strata wypiekowa / baking loss;

*wartość istotna przy poziomie istotności α=0,1/ statistically significant value at α = 0.1;

**wartość istotna przy poziomie istotności α=0,05/ statistically significant value at α = 0.,05;

***wartość istotna przy poziomie istotności α=0,01/ statistically significant value at α = 0.1.

Podział materiału badawczego na dwie grupy: mąki komercyjne oraz mąki z przemiału laboratoryjnego umożliwił obliczenie innych korelacji. W przypadku wypieków z mąk handlowych, przy niższym poziomie istotności (α = 0,05), stwierdzono korelacje między wartością testu z sacharozą a ogólną oceną sensoryczną, objętością chleba (ujemną) oraz stratą wypiekową, ale jedynie ta ostatnia była istotna przy wyższym poziomie istotności. Z kolei w przypadku mąk z przemiału laboratoryjnego nie uzyskano korelacji między wskaźnikami testu SRC a stratą wypiekową. W przypadku tych mąk przy niższym poziomie istotności (α = 0,05) wystąpiły korelacje między wartościami testu SRC z wodą a całkowitą oceną sensoryczną (ujemna), objętością chleba (ujemna) oraz wydajnością. Wydajność przy tym poziomie istotności była też skorelowana z wartością testu z sacharozą oraz węglanem sodu. Przy wyższym poziomie istności znaczące okazały się tylko korelacje pomiędzy wydajnością chleba a wartościami testu z wodą i węglanem sodu.

Przeprowadzona analiza wykazała, że jedynie objętość chlebów była skorelowana z wartościami testu SRC (tab. 3). Ponadto mniej istotne korelacje wystąpiły w przypadku wartości tego testu a wydajnością chleba.

Reasumując, można stwierdzić, że niniejsze badania wykazały umiarkowaną przydatność testu SRC do przewidywania jakości pieczywa otrzymanego z badanej mąki, oraz niewielkie powiązanie z parametrami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych (test Zeleny'ego, liczba opadania).

Wnioski

1. Nie stwierdzono istotnej korelacji pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami testu SRC a wynikami technologicznej oceny mąk pszennych i jakości chleba.
2. Ogólna liczba punktów uzyskana w ocenie sensorycznej chleba była wysoko ujemnie skorelowana z wartością liczby opadania (r = -0,57) oraz przeciętnie (dodatnio) z wartością testu Zeleny'ego (r = 0,41). Najwyższą całkowita ocenę uzyskało pieczywo przygotowane z mąk handlowych.
3. Stwierdzono istotną dodatnią korelację między wydajnością chleba a SRC wody (r = 0,48) i węglanu sodu (r = 0,36) oraz ujemną z wartością testu Zeleny'ego (r = -0,59).
4. Strata wypiekowa była skorelowana z wartością SRC sacharozy (r = 0,50), testu sedymentacji (r = 0,68), liczbą opadania (r = 0,67), zawartością skrobi (r = 0,68), zdolnością wiązania wody (r = 0,46) oraz ogólną sensoryczną oceną chleba (r = 0,39).
5. Przeprowadzone badania wykazały umiarkowaną przydatność testu SRC do określenia jakości pieczywa oraz niewielkie powiązanie z parametrami tradycyjnej oceny wartości wypiekowej mąk pszennych.

Literatura

[1] AOAC, Official Methods of Analysis, 15th ed., Washington, DC, 1990.
[2] Gaines, C.S.: Collaborative study of methods for solvent retention capacity profiles (AACC Methods 56-11). Cereal Foods World, 2000, **45**, 303-306.
[3] Gaines C.S:. Prediction of sugar-snap cookie diameter using sucrose solvent retention capacity, milling softness, and flour protein content. Cereal Chem. 2004, **81**, 549-552.
[4] Gąsiorowski H. (pod red.): Pszenica. Chemia i technologia. PWRiL, Warszawa 2005.
[5] Guttieri M.J., Bowen D., Gannon D., O'Brien K., Souza, E.: Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours. Crop Sci. 2001, **41**, 1054-1061.
[6] Guttieri M., McLean R., Lanning S., Talbert L., Souza E.: Assessing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars. Cereal Chem. 2002, **79**, 880-884.
[7] Guttieri M.J., Souza E.J.: Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. Crop Sci. 2003, **43**, 1628-1633.
[8] ICC Standards: Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Vienna, Austria, 1995.
[9] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
[10] Jurga R.: Mechaniczne uszkodzenia skrobi w mące pszennej szansą na zwiększenie jej wodochłonności. Przegl. Zboż. Młyn., 2003, **4**, 5-7.
[11] Roccia P., Moiraghi M., Ribotta P.D., Pérez G.T., Rubiolo O.J., León A.E.: Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticale flours. Cereal Chem. 2006, **83**, 243-249.
[12] Piesiewicz H.: Specyfika polskiego pieczywa na tle Europy. Przegl. Piek. Cuk., 1998, **10**, 10-12.
[13] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
[14] PN-ISO 5529:1998. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
[15] Ralcewicz M., Knapowski T.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu i wartość technologiczną pszenicy jarej. Annales UMCS, Sec. E, 2004, **59**, 969-978.
[16] Ram S., Singh R.P.: Solvent retention capacities of Indian wheats and their relationship with cookie-making quality. Cereal Chem. 2003, **81**, 128-133.
[17] Sitkowska E.: Mąka ze zbiorów 2006. Przegl. Piek. Cuk., 2006, **10**, 8-9.
[18] Słowik E.: Ocena jakości mąki. Przegl. Piek. Cuk., 2006, **11**, 14-18.
[19] Słowik E.: Powstawanie ciasta pszennego i rola mieszenia w tym procesie. Przegl. Piek. Cuk. 2006, **4**, 4-7.
[20] Stanisz A.: Przystępny kurs statystyki. Wyd. StatSoft Polska. Kraków 1998.
[21] Zieliński R.: Tablice statystyczne. PWN, Warszawa 1972.

APPLYING SOLVENT RETENTION CAPACITY METHOD (SRC) TO EVALUATE TECHNOLOGICAL QUALITY OF WHEAT FLOURS

S u m m a r y

The properties of wheat grain determine the processing lines, choice of parameters, course of technological process, and this, in turn, determines the quality of bread. From the point of view of the production scale, it is essential to develop a method to enable a quick and accurate quality evaluation of flour produced from a particular grain. A Solvent Retention Capacity (SRC) test can be one of the methods applied to assess technological usability of flour. In this method, the capacity of flour was utilized to retain aque-

ous solutions: Na_2CO_3, sucrose, lactic acid, and water owing to the presence of damaged starch granules, the presence and quality of pentosans, gluten, and other components.

The objective of this research performed was to compare the technological properties of wheat flours obtained using standard analytical methods and the relevant results obtained using SRC. The research material was selected so as to have a possibly wide assortment of wheat flours that were analyzed during a period from 2005 to 2007. The results obtained through SRC and the quality parameters of the flours analyzed and of the breads baked from them were compared and statistically elaborated. A significant negative correlation was found between the value of water absorption (SRC test) and the volumes of bread loaves. It was proved that the quality of breads made from the flours analyzed could be predicted on the basis of SRC test only within a small range and that the SRC test is moderately related with the indicators used to evaluate the baking value of wheat flours in a traditional way.

Key words: SRC test, wheat, wheat flour, technological value, and quality

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 46 – 57

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, ANNA CZUBASZEK,
DOROTA ŁUCZAK, ANNA FRĄCZAK

JAKOŚĆ CIASTA I PIECZYWA PSZENNEGO Z DODATKIEM SERWATKI

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

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku zdemineralizowanej serwatki na właściwości ciasta i pieczywa pszennego. Materiał eksperymentalny stanowiła mąka pszenna typu 550 i 750 oraz serwatka w proszku, którą dodawano w ilości 2, 4, 6, 8 i 10 % w stosunku do naważki mąki. Mąkę pszenną oceniono na podstawie zawartości białka ogółem, wydajności i rozpływalności glutenu, wskaźnika sedymentacyjnego oraz liczby opadania. Analizowano właściwości mąki i ciasta pszennego bez dodatku serwatki i z jej dodatkiem na podstawie oznaczeń farinograficznego i ekstensograficznego. Wykonano wypieki laboratoryjne.

Mąka z komponentem serwatki w ilości powyżej 2 % odznaczała się mniejszą wodochłonnością, a uzyskane ciasto charakteryzowało się dłuższym czasem rozwoju oraz było bardziej podatne na rozciąganie w porównaniu z próbką kontrolną. Na większość cech ekstensograficznych istotny wpływ miała interakcja pomiędzy czasem fermentacji ciasta a wielkością dodatku serwatki. Pieczywo zawierające dodatek serwatki wykazywało większą wydajność.

Słowa kluczowe: mąka pszenna, serwatka, ciasto, chleb

Wprowadzenie

Chleb jest codziennym składnikiem diety, dlatego ważne jest, aby zawierał składniki korzystnie wpływające na zdrowie. Konsumenci wysoko cenią produkty naturalne, wobec tego należy szukać naturalnych dodatków, które będą poprawiać wartość odżywczą pieczywa, nie obniżając jego jakości. Takim komponentem zwiększającym żywieniowe, a także prozdrowotne właściwości pieczywa może być serwatka i produkty z niej otrzymane.

Serwatka jest produktem ubocznym, powstającym przy produkcji serów dojrzewających i twarogowych. Zawiera wiele specyficznych frakcji białkowych o dużej

Dr inż. Z. Karolini-Skaradzińska, dr hab. A. Czubaszek, mgr inż. D Łuczak, mgr inż. A. Frączak, Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27, 50-375 Wrocław

wartości odżywczej, porównywalnej z białkami mleka kobiecego i jaja kurzego. Białka te mają dobroczynne działanie w profilaktyce antyrakowej jelita [17] oraz mogą łagodzić niektóre efekty toksyczne wywołane przez aflatoksyny [28]. Wykazują one zdolność tworzenia półselektywnych błon na powierzchni żywności, zmniejszając w ten sposób higroskopijność gotowego produktu. Na uwagę zasługuje fakt, że udział serwatki w produkcie, dzięki takim jej cechom, jak: dobre właściwości emulgujące, zdolność pienienia się, wiązania wody oraz tworzenia struktur żelowych wywiera znaczący wpływ na cechy gotowego produktu. Wykazano, że jej dodatek wpływa na poprawę tekstury, zapachu i barwy niektórych wyrobów gotowych. Z tych względów jest ona wykorzystywana w przemyśle spożywczym do produkcji napojów, jogurtów, przetworów mięsnych, żywności ekstrudowanej, a także odżywek dla dzieci, sportowców oraz ludzi starszych [1, 2, 9, 10, 11, 18, 19, 27]. Znalazła ona również zastosowanie w branży cukierniczej i piekarskiej [3, 13, 15, 16].

Badania Ceglińskiej i wsp. [4] wskazują, że składniki mineralne pozyskiwane z serwatki mogą być zamiennikiem soli spożywczej w recepturze chleba. Indrani i wsp. [12] wykazali natomiast możliwość uzyskania dobrego pieczywa z dodatkiem białek serwatkowych.

Celem pracy było określenie wpływu sproszkowanej, zdemineralizowanej serwatki na cechy ciasta i pieczywa pszennego.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym była handlowa mąka pszenna typu 550 i 750 oraz zdemineralizowana serwatka w proszku. Badania przeprowadzono w dwóch seriach doświadczalnych na mące handlowej wyprodukowanej w latach 2007 - 2008. Ocenę jakościową mąk pszennych przeprowadzano wykonując oznaczenie zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla (N x 5,7), wydajności i rozpływalności glutenu mokrego [22], wskaźnika sedymentacyjnego według Zeleny'ego [24] oraz liczby opadania [23]. W serwatce oznaczano zawartość: białka ogółem metodą Kjeldahla (N x 6,38) oraz związków mineralnych w postaci popiołu [21]. Do mąki pszennej dodawano serwatkę w ilości 2, 4, 6, 8 i 10 % w stosunku do naważki mąki. Próbkę kontrolną stanowiła mąka pszenna bez dodatku serwatki. Wpływ serwatki na cechy ciasta i pieczywa określano stosując ocenę farinograficzną [25] i ekstensograficzną [26] oraz wykonując wypiek laboratoryjny metodą jednofazową. Ciasto zarabiano w mieszarce farinograficznej, doprowadzając je do konsystencji 300 FU. Naważka mąki wynosiła 250 g, dodatek soli 1,5 %, a drożdży 3 % w stosunku do naważki mąki. Kęsy ciasta umieszczano w foremkach i poddawano fermentacji w temperaturze 30 ºC przy wilgotności względnej powietrza około 85 %. Ciasto dwukrotnie przegniatano ręcznie (po 60 min i następnie po 30 min fermentacji). Po drugim przegniataniu pozostawiano je w komorze fermentacyjnej do czasu uzyskania dojrzałości piecowej. Wypiek trwał 30 min

w temp. 230 ºC [14]. Pieczywo po wystudzeniu ważono, a następnie mierzono jego objętość przy użyciu objętościomierza wyprodukowanego przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego Sp. z o.o. Sadkiewicz Instruments. Działanie tego aparatu polega na pomiarze objętości ziarna prosa równej objętości badanego pieczywa. Na podstawie uzyskanych wyników obliczano wydajność pieczywa, objętość pieczywa ze 100 g mąki i objętość właściwą miękiszu. Współczynnik porowatości miękiszu określano posługując się skalą Dallmanna [5, 29].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Wartości cech farinograficznych i wypieku laboratoryjnego poddano obliczeniom wieloczynnikowej analizy wariancji przy 3 zmiennych: typ mąki, dodatek serwatki, rok produkcji. W ocenie wartości cech ekstensograficznych uwzględniono 4 zmienne: typ mąki, dodatek serwatki, czas fermentacji, rok produkcji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana przy $P \geq 0,95$. Obliczenia wykonano posługując się programem Statgraphics v 6,0 plus.

Wyniki i dyskusja

Zdemineralizowana serwatka w proszku zawierała 9,8 % białka ogółem i 4,15 % popiołu (tab. 1). W mąkach pszennych typu 550 i 750 stwierdzono odpowiednio 12,2 i 12,6 % białka ogółem oraz wydajność glutenu mokrego na poziomie 35 i 37 %. Gluten wymyty z mąki typu 750 odznaczał się większą rozpływalnością (11 mm) w porównaniu z tym, który uzyskano z mąki typu 550 (8 mm). Na podstawie jakości białek glutenowych, wyrażonych wskaźnikiem sedymentacyjnym (43 cm^3 – mąka typu 550, 48 cm^3 – mąka typu 750) stwierdzono, że obie mąki były dobrej jakości. Ponadto charakteryzowały się one niską aktywnością alfa-amylazy mierzoną liczbą opadania (335 s – typ 550, 375 s – typ 750). Na podstawie wymienionych cech można uznać, że obie użyte mąki odznaczały się średnią wartością wypiekową.

Właściwości fizyczne ciast sporządzonych z obu typów mąki przedstawiono w tab. 2. Na podstawie pomiarów farinograficznych nie stwierdzono istotnych różnic pod względem wodochłonności mąki i cech fizycznych badanych ciast. W ocenie ekstensograficznej właściwości ciasta były zróżnicowane. Ciasto uzyskane z mąki typu 750 odznaczało się większą rozciągliwością (156 mm) i mniejszym oporem przy stałej deformacji (688 EU) oraz niższym współczynnikiem ekstensograficznym (4,9) w porównaniu z ciastem otrzymanym z mąki typu 550 (odpowiednio 139 mm, 782 EU i 6,0).

Dodatek serwatki do mąki pszennej powodował zmniejszanie jej wodochłonności. Tylko próbka zawierająca 2 % serwatki wykazywała się taką samą zdolnością pochłaniania wody jak próbka kontrolna (60,1 %) (tab. 3). Przy większym dodatku serwatki od 4 do 10 % chłonięcie wody przez mąkę było mniejsze i wahało się w granicach 59,5 - 58,9 %. Na zmniejszenie wodochłonności mąki zawierającej serwatkę wskazują także

Gẽlinas i wsp. [8]. Według Kenny'ego i wsp. [15] oraz Indrani i wsp. [12] do zmniejszenia ilości absorbowanej wody przyczynia się także dodatek koncentratu białka serwatkowego. Inną zależność zaobserwowali Kadharmestan i wsp. [13]. Autorzy ci stwierdzili, że koncentrat białka serwatkowego poddany ogrzewaniu lub hydrostatycznemu ciśnieniu wprowadzony do mąki pszennej powoduje wzrost jej wodochłonności (ocena w miksografie). Wobec tego należy przypuszczać, że zmiany wodochłonności mąki z dodatkiem serwatki mogą zależeć od rodzaju produktu z serwatki, jak i sposobu jego otrzymywania.

Tabela 1

Cechy jakościowe mąki pszennej i serwatki.
Quality properties of wheat flour and whey.

Cechy Features		Mąka pszenna typu 550 Wheat flour type 550	Mąka pszenna typu 750 Wheat flour type 750	Serwatka Whey
Zawartość popiołu Ash content	[%]	-	-	4,15
Zawartość białka ogółem Total protein content	[%]	12,2	12,6	9,8
Wydajność glutenu mokrego Yield of gluten	[%]	35	37	-
Rozpływalność glutenu Deliquescence of gluten	[mm]	8	11	-
Wskaźnik sedymentacyjny Sedimentation value	[cm^3]	43	48	-
Liczba opadania Falling number	[s]	335	375	-

Według Gẽlinas i wsp. [8] dodatek 6 % serwatki powoduje wydłużenie czasu rozwoju ciasta o 2,3 min oraz stałości ciasta o 2 min w stosunku do próbki kontrolnej. Indrani i wsp. [12] wykazali natomiast, że gdy do ciasta pszennego wprowadzi się koncentrat białka serwatkowego w ilości przekraczającej 10 %, to następuje zmniejszenie stałości ciasta. W badaniach własnych zaobserwowano istotne wydłużenie czasu rozwoju ciasta przy 4 - 10 % dodatku serwatki (6,3 - 6,8 min) w porównaniu z próbką kontrolną (4,2 min) oraz zawierającej 2 % serwatki (4,7 min) (tab. 3). Okazało się ponadto, że dodatek zdemineralizowanej serwatki nie powodował istotnych zmian stałości i rozmiękczenia ciasta oraz liczby jakości. Średnie wartości tych cech wahały się w granicach 6,9 - 8,3 min (stałość ciasta), 60 - 73 FU (rozmiękczenie ciasta) i 101 - 123 mm (liczba jakości). Z technologicznego punktu widzenia zwiększenie liczby ja-

kości ciasta o 18,3 % w stosunku do próbki kontrolnej, które wystąpiło przy 10 % dodatku serwatki jest znaczące i korzystne.

Tabela 2

Właściwości ciast sporządzonych z mąki pszennej.
Physical properties of dough made from wheat flour.

Cechy Features			Typ mąki Type of flour	$\overline{x}$
Farinograficzne Farinographic	wodochłonność mąki water absorption of flour	[%]	550	59,5 a
			750	59,5 a
	czas rozwoju ciasta dough development time	[min]	550	5,6 a
			750	6,1 a
	stałość ciasta dough stability	[min]	550	7,6 a
			750	7,2 a
	rozmiękczenie ciasta dough softening	[FU]	550	64 a
			750	70 a
	liczba jakości quality number	[mm]	550	109 a
			750	108 a
Ekstensograficzne Extensographic	rozciągliwość ciasta extensibility of dough	[mm]	550	139 b
			750	156 a
	opór przy stałej deformacji resistance -R_{50}	[EU]	550	782 a
			750	688 b
	energia ciasta dough energy	[cm^3]	550	164,9 a
			750	164,3 a
	współczynnik ekstensograficzny extensographic index		550	6,0 a
			750	4,9 b

Objaśnienia: / Explanatory notes:
$\overline{x}$ - wartość średnia / mean value,
a, b - grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy P≥ 0,95 / homogenous groups determined using the Duncan test at P ≥ 0.95

Wyniki zamieszczone na rys. 1. wskazują, że ciasto zawierające 2 i 4 % serwatki było bardziej podatne na rozciąganie (165 i 159 mm) w porównaniu z kontrolnym (144 mm) i tym, które zawierało 6, 8 i 10 % serwatki (141, 143 i 134 mm). W badaniach prowadzonych przez Indrani i wsp. [12] znaczne zmniejszenie rozciągliwości

ciasta uzyskano dopiero przy 15 % udziale koncentratu białka serwatkowego. Według wymienionych autorów zmiany właściwości ciasta mogą być spowodowane interakcją białek serwatki z frakcjami białka mąki pszennej. Kenny i wsp. [15] uważają natomiast, że przyczyną zwiększenia rozciągliwości ciasta mrożonego pod wpływem dodatku 4 % koncentratu białka serwatkowego jest osłabienie sieci glutenowej i zmniejszenie zdolności zatrzymywania gazu. Obraz ciasta mrożonego zawierającego koncentrat białka serwatkowego pod mikroskopem skaningowym uzyskany przez tych autorów wskazuje, że jego siatka glutenowa jest mniej zorganizowana oraz bardziej zdefragmentowana (rozdrobniona) w porównaniu z ciastem kontrolnym.

Tabela 3

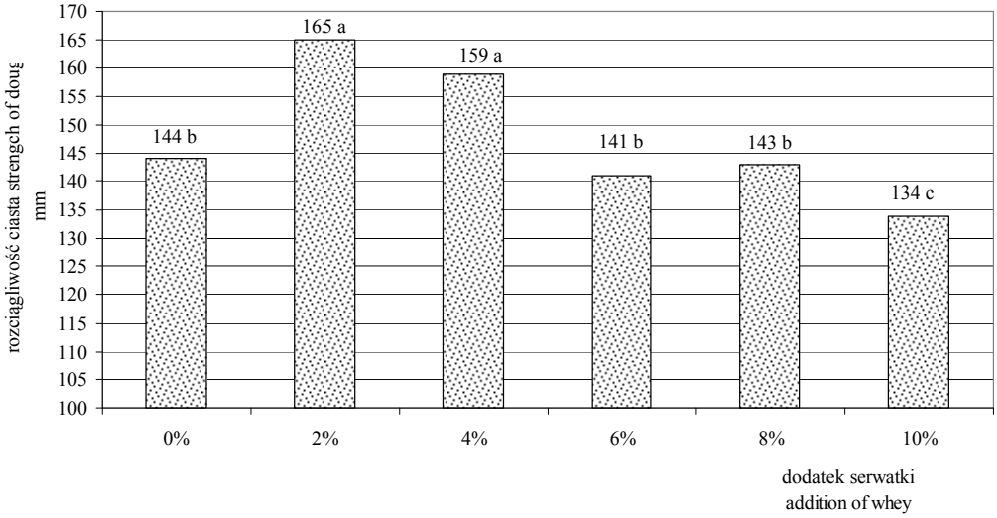
Średnie wartości cech farinograficznych mąki pszennej z dodatkiem serwatki.
Mean values of farinographic properties of wheat flour with whey added.

Dodatek serwatki Whey additive [%]	Cecha Feature				
	Wodochłonność mąki Water absorption of flour [%]	Czas rozwoju ciasta Dough development [min]	Stałość ciasta Dough stability [min]	Rozmiękczenie ciasta Dough softening [FU]	Liczba jakości Quality number [mm]
0	60,1 a	4,2 b	7,3 a	60 a	104 a
2	60,1 a	4,7 b	7,2 a	63 a	114 a
4	59,5 b	6,5 a	6,9 a	70 a	103 a
6	59,2 bc	6,3 a	6,9 a	73 a	101a
8	59,0 bc	6,8 a	7,8 a	70 a	108 a
10	58,9 c	6,8 a	8,3 a	67 a	123 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:
a, b, c – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy P ≥ 0,95 / homogenous groups determined using the Duncan test at P ≥ 0.95

W przeprowadzonych badaniach własnych stwierdzono, że na większość cech ekstensograficznych istotny wpływ miała interakcja pomiędzy czasem fermentacji a dodatkiem serwatki. Po 45-minutowej fermentacji największy opór przy stałej deformacji stawiało ciasto z dodatkiem 10 % serwatki (618 EU), a ciasto pszenne bez dodatku recepturowego oraz zawierające 6 i 8 % serwatki cechowało się mniejszą wartością tej cechy (odpowiednio 512, 549 i 548 EU) (tab. 4). Najmniejszy opór stawiało ciasto z 2 i 4 % dodatkiem serwatki (472 i 433 EU). Po fermentacji trwającej 90 min dużym oporem odznaczały się próbki z dodatkiem 6, 8 i 10 % serwatki (od 885 do 913 EU), pośrednim ciasto kontrolne (751 EU), a najmniejszym zawierające 2 i 4 %

serwatki (599 i 619 EU). Fermentacja wynosząca 135 min powodowała, że próbka kontrolna oraz z dodatkiem 6, 8 i 10 % serwatki charakteryzowały się większym oporem (912 - 958 EU) w porównaniu z ciastem zawierającym 2 i 4 % serwatki (825 i 823 EU). Zwiększenie oporu na rozciąganie o 236 - 289 BU w stosunku do próbki kontrolnej obserwowali także Indrani i wsp. [12] przy 5 i 10 % zastąpieniu mąki pszennej koncentratem białka serwatkowego. Przy 15 % udziale tego składnika recepturowego wzrost ten był mniejszy i wynosił tylko 35 BU.



Rys. 1. Rozciągliwość ciasta pszennego z różnym dodatkiem serwatki.
Fig. 1. Strech of wheat dough witch different whey addition.

Oceniając energię ciasta stwierdzono, że po 45-minutowej jego fermentacji wystąpiła tendencja zmniejszania się średnich wartości tej cechy pod wpływem dodatku serwatki (tab. 4). Wartości zmieniały się od 164,7 cm^2 (próba kontrolna) do 145,7 cm^2 (ciasto z 10 % udziałem serwatki). Po fermentacji trwającej 90 min zaobserwowano odmienny wpływ dodanej serwatki. Dużą energią charakteryzowały się próbki zawierające 6 i 10 % tego dodatku (191,3 i 188,9 cm^2), pośrednią 2, 4 i 8 % (odpowiednio 166,5; 166,0 i 176,5 cm^2), a najmniejszą ciasto kontrolne (155,6 cm^2). Ciasto fermentujące 135 min wykazywało tendencję zwiększania swojej energii przy większym dodatku serwatki. Próbka kontrolna oraz zawierające 2, i 4 % serwatki charakteryzowały się energią w granicach 152,5 do 159,3 cm^2, a ciasto z 6, 8 i 10 % tego komponentu miało energię większą (odpowiednio 164,5; 176,4 i 168,3 cm^2). Wyniki badań Indrani i wsp. [12] wskazują na wzrost energii ciasta przy 5 i 10 % udziale koncentratu białka serwatkowego odpowiednio o 22 i 25 cm^2, natomiast zwiększenie udziału do 15 % skutkowało obniżeniem energii ciasta o 33 cm^2 w odniesieniu do próby kontrolnej.

T a b e l a 4

Wartości średnie cech ekstensograficznych ciasta pszennego z dodatkiem serwatki, fermentowanego 45, 90 i 135 min.

Mean values of extensographic properties of wheat dough with whey added, and fermented for 45, 90, and 135 min.

Czas fermentacji Fermentation time [min]	Dodatek serwatki Whey additive [%]	Opór przy stałej deformacji Resistance R_{50} [EU]	Energia ciasta Dough energy [cm^2]	Współczynnik ekstensograficzny Extensographic index [EU/mm]
45	0	512 bc	164,7 a	3,0 bc
	2	472 c	158,2 ab	2,5 c
	4	433 c	153,0 ab	2,5 c
	6	549 ab	158,2 ab	2,9 bc
	8	548 ab	160,0 ab	3,4 ab
	10	618 a	145,7 b	3,8 a
90	0	751 b	155,6 c	5,7 b
	2	599 c	166,5 bc	3,7 c
	4	616 c	166,0 bc	4,1 c
	6	913 a	191,3 a	7,0 a
	8	885 a	176,5 ab	7,2 a
	10	912 a	188,9 a	7,3 a
135	0	912 a	152,5 b	7,8 a
	2	825 b	158,6 b	6,5 b
	4	823 b	159,3 b	6,6 b
	6	954 a	164,5 ab	8,5 a
	8	945 a	176,4 a	7,9 a
	10	958 a	168,3 ab	8,5 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy $P \geq 0,95$ / homogenous groups determined using the Duncan test at $P \geq 0.95$

Współczynnik ekstensograficzny to wartość wyrażająca stosunek oporu, jaki stawia ciasto podczas zrywania, do jego rozciągliwości. W mąkach o dobrych właściwościach wypiekowych mieści się on w przedziale od 3 do 5 [20]. Wobec powyższego można stwierdzić, że ciasta zawierające 6 – 10 % serwatki powinny fermentować 45 min (tab. 4). Natomiast ciasta w których zawartość serwatki wynosi 2 – 4 %, uzyskują optymalne właściwości po 90 min. Po 135-minutowej fermentacji wszystkie badane ciasta charakte-

ryzowały się wysokim współczynnikiem ekstensograficznym (6,5 - 8,5). Badania Indrani i wsp. [12] wskazują, że udział koncentratu białka serwatkowego w cieście pszennym w ilości od 5 do 15 % powoduje zwiększenie wartości współczynnika ekstensograficznego z 4,4 w próbie kontrolnej do 7,3 przy suplementacji wynoszącej 10 %.

Wykonanie wypieku laboratoryjnego pozwala określić w sposób bezpośredni przydatność mąki do produkcji pieczywa. Wyniki cech jakościowych pieczywa pszennego i z dodatkiem serwatki przedstawiono w tab. 5. Stwierdzono, że pieczywo zawierające 2 i 4 % serwatki charakteryzowało się podobną objętością jak pieczywo pszenne (odpowiednio 592, 577 i 601 cm^3). Większa ilość tego dodatku recepturowego (6 - 10 %) powodowała istotne zmniejszenie objętości chleba (570 - 567 cm^3) w stosunku do próby kontrolnej. Podobne zmiany zaobserwowano oceniając objętość właściwą miękiszu. Chleb kontrolny oraz zawierający 2 % serwatki miały największe wartości tej cechy, które wynosiły odpowiednio 4,2 i 4,1 cm^3/g. Przy dodatku serwatki w ilości 8 i 10 % wartości tej cechy zmniejszyły się do 3,8 cm^3/g. Zmniejszenie objętości pieczywa wykazali także Kadharmestan i wsp. [13], dodając do mąki pszennej handlowy koncentrat białek serwatki. Przypuszczają oni, że przyczyną zmniejszenia objętości bochenka może być osłabienie glutenu pszenicy przez nieglutenowe białka serwatki. Na osłabienie sieci glutenowej oraz zniekształcenie granulek skrobiowych wskazuje analiza mikrostruktury miękiszu chleba pszennego z dodatkiem koncentratu białek serwatkowych wykonana przez Indrani i wsp. [12]. Według tych autorów zmiany w strukturze ciasta wywołane przez białka serwatkowe są przyczyną zwiększenia twardości pieczywa plackowego. Badania prowadzone przez Diowksz i wsp. [6] wskazują, że także pieczywo bezglutenowe z dodatkiem białek serwatkowych w ilości 1 - 2 % odznacza się mniejszą objętością niż jego odpowiednik bez tego składnika recepturowego, natomiast miękisz takiego pieczywa wolniej twardnieje i mniej się kruszy w czasie pięciodniowego przechowywania. Sprzeczne doniesienia o efektach wpływu serwatki na jakość chleba mogą wynikać częściowo z wzajemnych oddziaływań zachodzących między składnikami mąki pszennej i serwatki, a także z różnych sposobów przygotowania serwatki [7, 13]. Według Kenny'ego i wsp. [15] dodatek zdenaturowanych białek serwatkowych w porównaniu z białkami niepoddanymi cieplnej obróbce prowadzi do poprawy jakości gotowego wyrobu poprzez zwiększenie objętości bochenka oraz zmniejszenie twardości miękiszu.

Ważną ze względów ekonomicznych cechą jakościową pieczywa jest jego wydajność. W badaniach własnych serwatka korzystnie oddziaływała na tę cechę, powodując zwiększenie wydajności pieczywa. Istotny wzrost w stosunku do próbki kontrolnej (143,5 %) następował przy 4 % jej dodatku (147,4 %) (tab. 5). Przy stosowaniu dodatku 8 i 10 % serwatki wydajność chleba była jeszcze większa i osiągała wartość 150,8 %. Erdogdu-Arnoczy i wsp. [7] oraz Mannie i Asp [16] zwracają uwagę na to, że chleb wypiekany z serwatką odznacza się lepszą elastycznością i porowatością, jego

smak i zapach jest bardziej wyrazisty, a skórka ma intensywniejsze zabarwienie w porównaniu z pieczywem kontrolnym. W badaniach własnych także stwierdzono bardzo dobrą elastyczność miękiszu wszystkich chlebów zawierających serwatkę, a współczynnik porowatości miękiszu był podobny we wszystkich próbkach i wahał się w granicach od 68 (pieczywo pszenne) do 72 (chleb z 4 % dodatkiem serwatki).

Tabela 5

Średnie wartości cech pieczywa pszennego z dodatkiem serwatki.
Mean values of properties of wheat bread with whey added.

Dodatek serwatki Whey additive [%]	Cecha Feature			
	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Volume of loaf made using 100 g flour [cm^3]	Objętość właściwa miękiszu Specific volume of crumb [$cm^3 \cdot g^{-1}$]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]	Współczynnik porowatości miękiszu Crumb porosity index
0	601 a	4,2 a	143,5 c	68 a
2	592 ab	4,1 ab	144,2 bc	70 a
4	577 ab	3,9 bc	147,4 ab	72 a
6	570 b	3,9 bc	147,8 a	70 a
8	566 b	3,8 c	150,8 a	70 a
10	567 b	3,8 c	150,8 a	68 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:
a, b, c – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana przy P≥ 0,95 / homogenous groups determined using the Duncan test at P≥ 0.95.

Analiza wariancji uzyskanych w badaniach własnych wyników cech jakościowych ciasta i pieczywa nie wykazała istotności zmienności interakcji pomiędzy typem mąki pszennej a wielkością dodatku serwatki. Na tej podstawie można sądzić, że oddziaływanie tego składnika recepturowego na właściwości wypiekowe obu typów mąki było podobne.

Wnioski

1. Dodatek serwatki powyżej 2 % do mąki pszennej powodował zmniejszenie jej wodochłonności, a uzyskane ciasto charakteryzowało się dłuższym czasem rozwoju w porównaniu z próbą kontrolną.
2. Ciasta zawierające 2 i 4 % serwatki wykazywały większą podatność na rozciąganie niż ciasto pszenne. Dodatek 6 - 10 % serwatki przyczyniał się do zwiększenia oporu ciasta na rozciąganie i współczynnika ekstensograficznego.

3. W celu uzyskania odpowiednich parametrów jakościowych ciasta należy stosować zróżnicowany czas trwania jego fermentacji w zależności od dodatku serwatki. Ciasta zawierające 2 - 4 % serwatki wymagały dłuższej fermentacji niż te, w których jej dodatek wynosił 6 - 10 %.
4. Pieczywo o optymalnych parametrach otrzymywano przy dodatku 4 % zdemineralizowanej serwatki do mąki pszennej.

Literatura

[1] Allen K.E. Carpenter C.E., Walsh M.K.: Influence of protein level and starch type on an extrusion-expanded whey product. Int. J. Food Sci. Technol., 2007, **42**, 953-960.

[2] Amaya-Llano S.L., Hernandez N.M., Tostado E.C., Martinez-Bustos F.: Functional characteristics of extruded blends of whey protein concentrate and corn starch. Cereal Chem. 2007, **2 (84)**, 195-201.

[3] Arunepanlop B., Morr C.V., Karleskind D., Laye I.: Partial replacement of egg white proteins with whey proteins in angel food cakes. J. Food Sci., 1996, **5 (61)**, 1085-1093.

[4] Ceglińska A., Pluta A., Skrzypek J., Krawczyk P.: Badania nad zastosowaniem do produkcji pieczywa składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **6 (55),** 234-341.

[5] Dallmann H.: Porentabelle. Hermann Bõsmann GmbH., Detmold 1958, p. 4-5.

[6] Diowksz A., Kajzer M. Zając T.: Mąka łubinowa w recepturze pieczywa bezglutenowego. Przegl. Piek. Cuk., 2007, **10**, 8-12.

[7] Erdogdu-Arnoczy N., Czuchajowska Z., Pomeranz Y.: Functionality of whey and casein in fermentation and in breadbaking by fixed and optimized procedures. Cereal Chem., 1996, **3 (73)**, 309-316.

[8] Gẽlinas P., Audet J., Lachance O., Vachon M.: Fermented dairy ingredients for bread: effects on dough rheology and bread characteristics. Cereal Chem., 1995, **2 (72)**, 151-154.

[9] Glibowski P., Krępacka A.: Wpływ dodatku preparatów serwatki na właściwości reologiczne jogurtów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **1 (46)**, 75-82.

[10] González-Martinez C., Becerra M., Cháfer M., Albors A., Carot J.M., Chiralt A.: Influence of substituting milk powder of whey powder on yoghurt quality. Trends Food Sci. Technol., 2002, **13**, 334-340.

[11] Ha E., Zemel M.B.: Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (reviev). J. Nutr. Biochem., 2003, **14**, 251-258.

[12] Indrani D., Prabhasankar P., Jyotsna Rajiv, Venkateswara Rao G.: Influence of whey protein concentrate on the rheological characteristics of dough, microstructure and quality of unleavened flat bread (parotta). Food Res. Int., 2007, **40**, 1254-1260.

[13] Kadharmestan C., Baik B.-K., Czuchajowska Z.: Whey protein concentrate treated with heat or high hydrostatic pressure in wheat-based products. Cereal Chem., 1998, **5 (75)**, 762-766.

[14] 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 (27),** 68-77.

[15] Kenny S., Wehrle K., Auty M., Arendt E.K.: Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough. Cereal Chem., 2001, **4 (78)**, 458-463.

[16] Mannie E., Asp E. H.: Dairy ingredients for bread baking. Cereal Food World, 1999, **3 (44)**, 143-146.

[17] McIntosh G.H., Royle P.J.,Le Leu R.K., Regester G.O., Johnson M.A., Grinsted R.L., Kenward R.S., Smithers G.W.: Whey proteins as functional food ingredients? Int. Dairy J., 1998, **8**, 425-434.
[18] Nastaj M.: Wpływ zmiennego czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z różnych preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **6 (67)**, 47-58.
[19] Patel M.R., Baer R.J., Acharya M.R.: Increasing the protein content of ice cream. J. Dairy Sci., 2006, **89**, 1400-1406.
[20] Piątek W.: Fizyczne metody badania ciasta. W: Analiza zbóż i przetworów zbożowych pod red. T. Jakubczyka i T. Habera, SGGW-AR, Warszawa 1983, ss. 206-211.
[21] PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie popiołu całkowitego.
[22] PN 77/A-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie ilości i jakości glutenu
[23] PN-EN-ISO 3093:2004. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga Pertena.
[24] PN-ISO 5529:1998. Pszenica. Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego. Test Zeleny'ego.
[25] PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna. Właściwości ciasta. Oznaczenie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
[26] PN-ISO 5530-2:2004. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Część 2. Oznaczenie właściwości reologicznych za pomocą ekstensografu.
[27] Przedpełski M., Szpineta D.: Serwatka – wartościowym komponentem żywności funkcjonalnej. Przem. Spoż., 2002, **11**, 38-39.
[28] Saleh Z. A., El-Garawany, Assem F., El-Shibiny S.: Evaluation of the efficacy of whey protein to ameliorate the toxic effects of aflatoxins in rats. Int. Dairy J., 2007, **17**, 854-859.
[29] Straszyńska Z.: Próbny wypiek laboratoryjny. W: Analiza zbóż i przetworów zbożowych pod red. T. Jakubczyka i T. Habera, SGGW-AR, Warszawa 1983, s. 276.

QUALITY OF WHEAT DOUGH AND BREAD CONTAINING WHEY ADDITIVE

S u m m a r y

The objective of the research performed was to determine the effect of demineralised whey additive on the properties of wheat dough and bread. The experimental material was a wheat flour type 550 and 750 and powdered whey added in the amount of 2, 4, 6, 8 and 10 % of the flour weight. The wheat flour was assessed on the basis of the total content of protein, efficiency and deliquescence of gluten, sedimentation value, and falling number. The properties of flour and wheat dough with and without whey added were analysed on the basis of the determinations made using a farinograph and an extensograph. A laboratory test baking was performed.

The flour containing the whey component amounting to more than 2 % was characterized by lower water absorption and the dough with whey had a longer development time, was more susceptible to stretching compared to the control sample. The interaction between the dough fermentation time and the amount of whey added had the most significant impact on the majority of extensographic properties. The bread with whey additive showed a higher baking yield.

Key words: wheat flour, whey, dough, bread

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 58 – 66

RENATA STANISŁAWCZYK, MARIUSZ RUDY, BERNADETTA ŚWIĄTEK

WYSTĘPOWANIE MIKOTOKSYN W ZBOŻACH I PRZETWORACH ZBOŻOWYCH ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W PLACÓWKACH HANDLOWYCH WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

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

Celem niniejszej pracy było określenie w zbożach i przetworach zbożowych, znajdujących się w obrocie handlowym na terenie województwa podkarpackiego, zawartości następujących mikotoksyn: aflatoksyny B1, sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2, ochratoksyny A (OTA), deoksyniwalenolu (DON) oraz zearalenonu (ZEA). Średnia zawartość deoksyniwalenolu (DON) była największa w ziarnie zbóż oraz w mące. Ponadto w przypadku jednej próbki mąki maksymalne stężenie badanej mikotoksyny (784 µg/kg) przekroczyło dopuszczalny poziom 750 µg/kg. Oznaczone w ziarnie zbóż i przetworów zbożowych stężenie zearalenonu (ZEA) było wyraźnie mniejsze niż zawartość deoksyniwalenolu. W żadnej z badanych próbek nie stwierdzono przekroczenia przyjętego dopuszczalnego stężenia tej mikotoksyny. Największe stężenie ochratoksyny A (OTA) występowało w ziarnie zbóż (1,23 µg/kg) i w mące (1,44 µg/kg). W pobranych próbkach makaronu wykazano, że w 6,6 % materiału badawczego stężenie ochratoksyny A (OTA) przekroczyło zalecaną wartość. W przetworach zbożowych średnia zawartość aflatoksyny B1 nie przekroczyła przyjętego dopuszczalnego poziomu. Jedynie w 9,5 % badanych próbek makaronu stężenie wymienionej mikotoksyny przekraczało dwukrotnie dopuszczalną wartość. Średnia zawartość sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2 była największa w próbach mąki (0,77 µg/kg). W pozostałych przetworach zbożowych średnia zawartość tych mikotoksyn była wyrównana (0,30 µg/kg) i nie przekraczała dozwolonych wartości.

Słowa kluczowe: mikotoksyny, aflatoksyny, ochratoksyna A (OTA), deoksyniwalenol (DON), zearalenon (ZEA), zboże, przetwory zbożowe

Wprowadzenie

Mikotoksyny są metabolitami wtórnymi grzybów (pleśni), należącymi przede wszystkim do rodzajów *Aspergillus, Penicillium* oraz *Fusarium* i stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Obok działania toksycznego wykazują one również właściwości rakotwórcze, mutagenne, teratogenne i estrogenne, a ich szkodli-

Dr inż. R. Stanisławczyk, dr inż. M. Rudy, Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601, Rzeszów, mgr inż. B. Świątek, Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Rzeszowie, Oddział Laboratoryjny w Rzeszowie, ul. Wierzbowa 16, 35-959, Rzeszów

we działanie stwierdza się nawet w przypadku występowania w niewielkich stężeniach. Zanieczyszczenie mikotoksynami żywności i pasz w znacznym stopniu zależy od warunków środowiska, które mogą umożliwiać i przyspieszać powstawanie oraz rozwój pleśni. Skażenie może nastąpić na każdym etapie produkcji (rozwój roślin, zbiór, obróbka, przechowywanie i transport). Mikotoksyny są związkami niskocząsteczkowymi, słabo polarnymi i nie ulegają rozkładowi podczas pasteryzacji, a także w wyższej temperaturze, natomiast ulegają degradacji w środowisku alkalicznym oraz pod wpływem działania promieniowania UV [1, 3, 6, 8]. Do najważniejszych mikotoksyn, z uwagi na powszechność występowania, należą: aflatoksyny, ochratoksyna A, patulina, trichotecyny, sterigmatocystyna i womitoksyna. Mogą one występować w wielu produktach rolno-spożywczych, takich jak: zboża i ich przetwory, orzechy, przyprawy, kawa, kakao, herbata, suszone owoce, piwo, wino, mleko. Wyróżnia się dwie drogi wnikania mikotoksyn do organizmu człowieka. Pierwotna – spożywanie żywności, na której wcześniej rozwijała się pleśń i wytworzyła mikotoksyny, np. zboże narażone na rozwój grzybów i przeznaczone na przemiał. Wówczas można spodziewać się, że mikotoksyny będą do organizmu konsumenta wprowadzane wraz z różnymi rodzajami pieczywa, kaszą lub otrębami. Droga wtórna prowadzi przez organizmy zwierzęce, w których toksyny kumulują się w tkankach miękkich, jak wątroba, nerki, a także w mięśniach. Niektóre mikotoksyny w organizmach zwierzęcych ulegają przekształceniu w inną formę chemiczną o słabszych właściwościach toksycznych [8]. Kontrola poziomu skażenia zbóż jest konieczna ze względu na znaczny udział prób zawierających toksyny oraz zróżnicowane stężenie toksyn fuzaryjnych w próbach różnych zbóż. Wykrycie mikotoksyn umożliwia szybkie wycofanie zbóż i przetworów zbożowych z obrotu handlowego, w których zawartość tych związków przekracza dopuszczalne wartości. Należy podkreślić, że oprócz zawartości mikotoksyn w zbożach przy ocenie ich toksyczności powinno się uwzględniać również inne czynniki [3]. Cegielska-Radziejewska i wsp. podkreślają [3], że brakuje badań dotyczących efektów współdziałania mikotoksyn np. ze środkami ochrony roślin czy bakteriami, jak również zbyt mało prowadzi się badań dotyczących sumowania wpływu dwóch lub więcej toksyn. Jest to szczególnie istotne, gdyż część prób pasz może zawierać dwa, trzy lub cztery rodzaje mikotoksyn. Często podkreśla się, że w przypadku synergistycznego działania dwóch lub więcej mikotoksyn faktyczna toksyczność zbóż i pasz jest większa [3].

W warunkach klimatycznych Polski fuzarioza kłosów powodowana jest najczęściej przez kompleks różnych gatunków grzybów, takich jak: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichoides* i *F. poae*. W Polsce szczególnie niebezpieczne są mikotoksyny należące do trichotecenów (m.in. deoksyniwalenol i niwalenol) oraz fumonizyny, a także zearalenon i jego pochodne [7]. Mikotoksyny te porażają kłosy i wiechy zbóż we wszystkich strefach klimatycznych [3]. Niewątpliwie na rozwój grzybów z rodzaju *Fusarium*, a szczególnie *Fusarium culmorum*, (powodujące fuzariozę kłosów) ma

wpływ wysoka wilgotność w czasie wegetacji, szczególnie przed zbiorem, która stymuluje rozwój grzybów. Zagrożenie to występuje również w czasie przechowywania zbóż i ich przetworów [9, 18]. W ziarnie zdrowym zawartość deoksyniwalenolu (DON) jest niewielka i, jak podaje Horoszkiewicz-Janka i wsp. [7], wynosi poniżej 0,05 mg/kg. Ponadto udowodniono, że wzrost porażenia kłosa przez *Fusarium* spp. o 1 % może powodować wzrost zawartości DON w ziarnie o 0,3 mg/kg. Zawartość tej mikotoksyny w porażonych ziarniakach pszenicy i pszenżyta może wynosić nawet 30 mg/kg. W ostatnich latach obserwuje się wzrost porażenia zbóż zearalenonem, a od 2005 r. również deoksyniwalenolem. Deoksyniwalenol, z uwagi na powszechne występowanie i silną toksyczność, jest uważany za jedną z groźniejszych mikotoksyn zanieczyszczających produkty pochodzenia zbożowego przeznaczone na cele spożywcze i paszowe [3].

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości w zbożach i przetworach zbożowych znajdujących się w obrocie handlowym na terenie województwa podkarpackiego następujących mikotoksyn: aflatoksyny B_1, sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2, ochratoksyny A (OTA), deoksyniwalenolu (DON) oraz zearalenonu (ZEA).

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły próbki produktów spożywczych pobranych w punktach handlowych województwa podkarpackiego. Analizie na obecność mikotoksyn poddano: zboża (żyto, pszenicę) przeznaczone na przetwory spożywcze, mąkę (pszenną typu 550, żytnią typu 720), kasze (jęczmienną, gryczaną), makarony i płatki owsiane.

Liczbę prób poszczególnych produktów spożywczych poddanych analizie na obecność mikotoksyn: aflatoksyny B_1, sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2, ochratoksyny A (OTA), deoksyniwalenolu (DON), zearalenonu (ZEA) zamieszczono w tabeli 1.

Zawartość aflatoksyny B_1 oraz sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2 oznaczano zgodnie z normą PN-EN 12955:2001 [11].

Przygotowania próbek do oznaczania zawartości ochratoksyny A (OTA) dokonywano wg opracowanej w laboratorium procedury badawczej: „Oznaczanie zawartości ochratoksyny A metodą HPLC z oczyszczaniem na kolumnie powinowactwa immunologicznego w środkach spożywczych", a pomiar przy użyciu HPLC przeprowadzano wg PN-EN ISO 15141-1:2000 [12].

Zgodnie z Wydawnictwem Metodycznym PZH oznaczano zawartość zearalenonu (ZEA) [20] i deoksyniwalenolu (DON) [19].

Wyniki i dyskusja

Średnia zawartość deoksyniwalenolu (DON) była największa w próbkach ziarna zbóż oraz w mące, wynosiła odpowiednio 127,95 i 127,36 µg/kg (tab. 1). Należy zaznaczyć, że maksymalne stężenie badanej mikotoksyny w przypadku jednej próbki

mąki (784 µg/kg) przekroczyło dopuszczalną zawartość określoną w rozporządzeniu UE [14], czyli 750 µg/kg. W pozostałych przetworach zbożowych zawartość deoksyniwalenolu we wszystkich badanych próbach była jednakowa i wynosiła 100 µg/kg. Z kolei Schollenberger i wsp. [17] stwierdzili w mące 394 µg/kg deoksyniwalenolu.

W badanych próbkach zbóż i przetworów zbożowych stężenie zearalenonu (ZEA) było wyraźnie mniejsze niż zawartość deoksyniwalenolu. W żadnej z badanych prób nie stwierdzono przekroczenia przyjętego dopuszczalnego stężenia mikotoksyny, który wynosi w zależności od produktu od 20 do 75 µg/kg. Średnia zawartość zearalenonu we wszystkich badanych próbach (tab. 1) kształtowała się na takim samym poziomie i wynosiła 10 µg/kg. Natomiast w badaniach przeprowadzonych przez Ghali i wsp. [6] wykazano średnią zawartość zearalenonu w pszenicy i jęczmieniu oraz w pochodnych produktach tych zbóż wynoszącą odpowiednio 2,82 i 15 µg/kg.

Główną mikotoksyną wytwarzaną podczas niewłaściwego przechowywania ziarna zbóż, we wszystkich strefach klimatycznych, jest zwykle ochratoksyna A (OTA) [7]. Autorzy [2, 6, 13] podają, że jest ona produkowana przez grzyby *Aspergillus* (w cieplejszych i tropikalnych obszarach świata) lub przez *Penicillum verrucosum* (w klimacie umiarkowanym i chłodnym). Bez wątpienia występowanie OTA jest związane z klimatem, a zwłaszcza z warunkami, w jakich przeprowadzane są zbiory zbóż i od warunków, w jakich przechowuje się ziarno. Najczęściej wytwarzanie ochratoksyn, w tym OTA, następuje przy wysokiej wilgotności i w podwyższonej temperaturze [10, 21]. W ziarnie zdrowym zawartość zarodników nie przekracza 10000 w 1 g. Horoszkiewicz-Janka i wsp. [7] stwierdzają, że w temperaturze 15 ºC, przy wilgotności 24 %, znaczące ilości toksyn mogą być tworzone już po 2 tygodniach. Jeżeli natomiast wilgotność będzie wynosić 18 % okres ten wzrośnie do 10 tygodni, a przy wilgotności 15 % czas ten wydłuży się do 10 miesięcy. Z tego względu, jako optymalną wilgotność zbóż przeznaczonych do długotrwałego przechowywania podaje się wartość 14,5 – 15 % [18]. W Polsce duża część indywidualnych gospodarstw rolnych dysponuje jedynie pomieszczeniami przechowalniczymi o niskim standardzie sanitarnym i niekontrolowanych warunkach środowiska przechowalniczego [18].

Największe stężenie ochratoksyny A (OTA), podobnie jak deoksyniwalenolu, występowało w próbkach ziarna zbóż (1,23 µg/kg) i w mące (1,44 µg/kg). W przypadku próbek kasz i płatków owsianych zawartość badanej mikotoksyny kształtowała się na zbliżonym poziomie – około 0,90 µg/kg (tab. 1). Ponadto w pobranych próbach makaronu wykazano, że w 6,6 % materiału badawczego stężenie ochratoksyny A (OTA) przekroczyło dopuszczalny poziom, który wynosi 0,50 µg/kg. Znacznie mniej ochratoksyny OTA w zbożach i przetworach zbożowych (średnio 0,044 µg/kg) stwierdzili Chung i wsp. [5], przy czym maksymalnie było jej 0,25 µg/kg. Z kolei Ghali i wsp. [6], w ziarnach pszenicy i jęczmienia oraz w produktach pochodnych tych zbóż, stwierdzili odpowiednio 2,9 i 1,9 µg/kg ochratoksyny A (OTA).

T a b e l a 1

Zawartość mikotoksyn w zbożach i przetworach zbożowych [µg/kg].
Content of mycotoxins in cereals and cereal products [µg/kg].

Produkty (nazwa) Food products (name)	Liczba próbek Number of samples	Zawartość aflatoksyny B_1 / Content of B_1 aflatoxin			
		$\overline{x}$	minimalna minimum	maksymalna maximum	NDP [µg/kg]
Ziarno zbóż / Grain					2,00
Mąka / Flour	13	0,12	0,08	0,20	2,00
Kasza / Groats	26	0,01	0,08	0,20	2,00
Makaron / Pasta	42	0,09	0,08	0,20	0,10
Płatki owsiane / Oat Flakes	8	0,08	0,08	0,08	2,00
Zawartość sumy aflatoksyn B1, B2, G1, G2 / The content of the sum of B_1, B_2, G_1, and G_2 aflatoxins					
Ziarno zbóż / Grain					4,00
Mąka / Flour	6	0,77	0,30	1,20	4,00
Kasza / Groats	4	0,35	0,30	0,40	4,00
Makaron / Pasta	11	0,30	0,30	0,30	-
Płatki owsiane / Oat Flakes	13	0,30	0,30	0,30	4,00
Zawartość ochratoksyny A (OTA) / The content of A ochratoxin (OTA)					
Ziarno zbóż / Grain	11	1,23	1,00	1,50	3,00
Mąka / Flour	42	1,44	1,00	2,17	3,00
Kasza / Groats	55	0,94	0,30	1,50	3,00
Makaron / Pasta	45	0,39	0,30	1,50	0,50
Płatki owsiane / Oat Flakes	10	0,90	0,30	1,50	3,00

Zawartość deoksyniwalenolu (DON) / The content of deoxynivalenol (DON),					
Ziarno zbóż / Grain	11	127,95	100,00	321,00	750,00
Mąka / Flour	25	127,36	100,00	784,00	750,00
Kasza / Groats	42	100,00	100,00	100,00	750,00
Makaron / Pasta	35	100,00	100,00	100,00	750,00
Płatki owsiane / Oat Flakes	11	100,00	100,00	100,00	500,00
Zawartość zearalenonu (ZEA) / The content of zearalenone (ZEA)					
Ziarno zbóż / Grain	6	10,00	10,00	10,00	75,00
Mąka / Flour	15	10,00	10,00	10,00	75,00
Kasza / Groats	31	10,00	10,00	10,00	75,00
Makaron / Pasta	35	10,00	10,00	10,00	20,00
Płatki owsiane / Oat Flakes	11	10,00	10,00	10,00	50,00

Objaśnienia; / Explanatory notes:
NDP – najwyższe dopuszczalne poziomy / The highest permissible levels

Toksynami syntetyzowanymi przez niektóre szczepy *Aspergillus,* szczególnie *Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus* i *Aspergillus nomius* są aflatoksyny [4]. W klimacie umiarkowanym substancje te nie są najważniejszym zanieczyszczeniem ziarna zbóż [7]. Według Pokrzywy i wsp. [13] do zanieczyszczenia aflatoksynami produktów rolnych, takich jak: orzechy ziemne, kukurydza czy nasiona bawełny dochodzi w trakcie wegetacji roślin. Największe stężenie aflatoksyn obserwuje się w artykułach rolnych w trakcie ich przechowywania w nieodpowiednich warunkach, a kukurydza, orzechy ziemne, nasiona bawełny, orzechy brazylijskie i pistacje są artykułami najbardziej podatnymi na zanieczyszczenie tymi mikotoksynami. Obecne przepisy unijne dopuszczają stężenie aflatoksyny B_1 i sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2 we wszystkich zbożach i wszystkich produktach otrzymanych ze zbóż w wysokości 2 i 4 µg/kg [14].

W badanych próbkach przetworów zbożowych średnia zawartość aflatoksyny B_1 nie przekroczyła dopuszczalnej wartości (tab. 1). Należy jednak stwierdzić, że stężenie badanej mikotoksyny w 9,5 % próbek makaronu przekraczało zalecaną wartość dwukrotnie. Z kolei średnia zawartość sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2 była największa w próbkach mąki i wynosiła 0,77 µg/kg. W pozostałych przetworach zbożowych średnia zawartość tych mikotoksyn była wyrównana (0,30 µg/kg) i nie przekraczała dozwolonych wartości.

Wnioski

1. Średnia zawartość deoksyniwalenolu (DON) była największa w próbkach ziarna zbóż oraz w mące i wynosiła 127,95 i 127,36 µg/kg. W pozostałych przetworach zbożowych było to 100 µg/kg.
2. Stężenie zearalenonu (ZEA) nie przekroczyło dopuszczalnej wartości. Średnia zawartość zearalenonu we wszystkich badanych produktach kształtowała się na takim samym poziomie i wynosiła 10 µg/kg.
3. Największe stężenie ochratoksyny A (OTA) stwierdzono w ziarnie zbóż (1,23 µg/kg) i w mące (1,44 µg/kg). W przypadku kasz i płatków owsianych zawartość badanej mikotoksyny kształtowała się na zbliżonym i niskim poziomie – około 0,90 µg/kg. W 6,6 % próbek makaronu stężenie ochratoksyny A (OTA) przekroczyło zalecaną wartość, tj. 0,50 µg/kg.
4. Średnia zawartość aflatoksyny B_1 w badanych przetworach zbożowych nie przekroczyła dopuszczalnej wartości. Jedynie w 9,5 % próbek makaronu stężenie badanej mikotoksyny przekroczyło zalecany poziom dwukrotnie.
5. Średnia zawartość sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2 była największa w mące i wynosiła 0,77 µg/kg. W pozostałych przetworach zbożowych średnia zawartość tych mikotoksyn była wyrównana (0,30 µg/kg) i nie przekraczała dozwolonych norm.

Literatura

[1] Bittencourt A.B.F., Oliveira C.A.F., Dilkin P., Corrêa B.: Mycotoxin occurrence in corn meal and flour traded in São Paulo, Brazil. Food Control, 2005, **16**, 117-120.

[2] Cabañas R., Bragulat M.R., Abarca M.L., Castellá G., Cabañes F.J.: Occurrence of *Penicillium verrucosum* in retail wheat flours from the Spanish market. Food Microbiol., 2008, **25**, 642-647.

[3] Cegielska-Radziejewska R., Szablewski T., Karolczak K., Kaczmarek A., Kijowski J.: Ocena zawartości mikotoksyn w zbożach paszowych i paszach metodą immunoenzymatyczną. Nauka. Przyroda. Technologie, 2009, **3 (4)**, 1-9.

[4] Cho S.H., Lee Ch.H., Jang M.R., Son Y.W., Lee S.M., Choi I.S., Kim S.H., D.B. Kim.: Aflatoxins contamination in spices and processed spice products commercialized in Korea. Food Chem., 2008, **107**, 1283-1288.

[5] Chung W.C., Kwong K.P., Tang A.S.P., Yeung S.T.K.: Ochratoxin A levels in foodstuffs marketed in Hong-Kong. J. Food Comp. Anal., 2009, **22**, 756-761.

[6] Ghali R., Hmaissia-khlifa K., Ghorbel H., Maaroufi K., Hedili A.: Incidence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in tunisian foods. Food Control, 2008, **19**, 921-924.

[7] Horoszkiewicz-Janka J., Jajor E., Korbas M.: Wpływ grzybów toksynotwórczych na wybrane cechy jakościowe plonu zbóż i rzepaku. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2008, **48 (3)**, 1039-1047.

[8] Łozowicka B.: Zanieczyszczenia chemiczne w żywności pochodzenia roślinnego. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 2009, **49 (4)**, 2071-2080.

[9] Pérez-Torrado E., Blesa J., Moltó J.C., Font G.: Pressurized liquid extraction followed by liquid chromatography-mass spectrometry for determination of zearalenone in cereal flours. Food Control, 2010, **21**, 399-402.

[10] Petzinger E., Weidenbach A.: Mycotoxins in the food chain: the role of ochratoxins. Livestock Production Science, 2002, **76**, 245-250.

[11] PN-EN 12955:2001. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie aflatoksyny B_1 i sumy aflatoksyn B_1, B_2, G_1, G_2 w zbożach, orzechach i produktach z nich otrzymanych. Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej z uzyskiwaniem pochodnej po rozdziale na kolumnie i oczyszczaniu na kolumnie powinowactwa immunologicznego.

[12] PN-EN ISO 15141-1:2000. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie ochratoksyny A w zbożach i produktach zbożowych. Metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej z oczyszczaniem na żelu krzemionkowym.

[13] Pokrzywa P., Cieślik E., Topolska K.: Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **3 (52)**, 139-146.

[14] Rozporządzenie Komisji (UE) NR 165/2010 z dnia 26 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do aflatoksyn. (Dz. Urz. WE L 50/8).

[15] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1126/2007 z dnia 28 września 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do toksyn *Fusarium* w kukurydzy i produktach z kukurydzy. (Dz. Urz. WE L 255/14).

[16] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (Dz. Urz. WE L 364/5).

[17] Schollenberger M., Jara H.T., Suchy S., Drochner W., Müller H.M.: *Fusarium* toxins in wheat flour collected in an area in southwest Germany. International Journal of Food Microbiology, 2002, **72**, 85-89.

[18] Stolarska A., Janda K.: Zagrożenia dla zbóż – grzyby strzępkowe. Przem. Spoż. 2004, **11**, 56-57.

[19] Wydawnictwo Metodyczne PZH: Oznaczanie toksyn *Fusarium* – deoksyniwalenolu (DON) w zbożach i jego przetworach metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z oczyszczaniem za pomocą kolumn powinowactwa immunologicznego, Warszawa 2005.
[20] Wydawnictwo Metodyczne PZH: Oznaczanie toksyn *Fusarium* – zearalenonu (ZEA) w zbożach i jego przetworach metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z oczyszczaniem za pomocą kolumn powinowactwa immunologicznego, Warszawa 2005.
[21] Ziarno M., Ujazdowska M.. Ochratoksyna A w żywności. Przem. Spoż. 2009, **63 (7)**, 21-25.

THE OCCURRENCE OF MYCOTOXINS IN CEREALS AND CEREAL PRODUCTS PRESENT IN RETAIL OUTLETS IN THE PROVINCE OF PODKARPACIE

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the content of the following micotoxins: aflatoxin B1, the sum of B1, B2, G1, and G2 aflatoxins, A ochratoxin (OTA), deoxynivalenol (DON), and zearalenone (ZEA) in cereals and cereal products present in the retail market in the Province of Podkarpacie. The highest average content of deoxynivalenol (DON) was determined in the cereal grain and flour. Additionally, in the case of one sample of flour, the maximum concentration of the mycotoxin (784 µg/kg) analyzed exceeded the permissible level of 750 µg/kg. The concentration of zearalenone (ZEA), determined in the cereal grain and cereal products, was evidently lower than the content of deoxynivalenol. It was found that in no samples analyzed, the content of this micotoxin exceeded the assumed permissible limit thereof. The highest concentration of A ochratoxin (OTA) occurred in the cereal grain (1.23 µg/kg) and flour (1.44 µg/kg). As for the pasta samples tested, it was proved that in 6.6 % of the studied material, the concentration of A ochratoxin (OTA) exceeded the recommended value. The average content of B1 aflatoxin in cereal products did not exceed the assumed permissible level. Only in 9.5% of the pasta samples analyzed, the concentration of the latter mycotoxin exceeded twofold the permissible limit. The highest average content of the sum of B1, B2, G1, and G2 aflatoxins was in the flour samples (0.77 µg/kg). The average content of those mycotoxins in all other cereal products tested was equal (0.30 µg/kg) and did not exceed the permitted values.

Key words: mycotoxins, aflatoxins, ochratoxin A (OTA), deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEA)

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 67 – 82

MAŁGORZATA MIŚNIAKIEWICZ

WPŁYW PROCESU FERMENTACJI NA POZIOM ZANIECZYSZCZEŃ CIASTA CHLEBOWEGO

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

Fermentacja jest bardzo istotnym etapem procesu produkcji pieczywa. W wyniku działania odpowiedniej mikroflory zawartej w cieście, głównie drożdży z rodzaju Saccharomyces i/lub bakterii kwasu mlekowego, następuje jego spulchnienie i wytworzenie specyficznego smaku i aromatu chleba oraz zablokowanie wzrostu niepożądanej mikroflory, pochodzącej z mąki. Podczas fermentacji ciasta zachodzi także szereg przemian, których charakter nie do końca został poznany, a które mogą wpływać na bezpieczeństwo zdrowotne wyrobu finalnego.

W celu określenia wpływu procesu fermentacji na zawartość wybranych kontaminantów w ciastach sporządzonych na podstawowe rodzaje chleba oznaczono zawartość: kadmu, ołowiu, rtęci, pozostałości pestycydów chloroorganicznych oraz ochratoksyny A. Analizy przeprowadzono w ciastach uzyskanych bezpośrednio po wymieszeniu oraz w kęsach tych samych ciast poddanych procesowi fermentacji i rozrostu końcowego, tuż przed wypiekiem pieczywa. Po procesie fermentacji ciasta stwierdzono większą zawartość metali toksycznych, zwłaszcza kadmu i ołowiu, a mniejszą pozostałości pestycydów chloroorganicznych. Pozytywnym skutkiem procesu fermentacji ciasta okazała się znacząca redukcja zawartości OTA.

Słowa kluczowe: fermentacja, pozostałości pestycydów chloroorganicznych, metale toksyczne, OTA

Wprowadzenie

Problematyce zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności poświęca się obecnie dużo uwagi zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce gospodarczej. Zawartość zanieczyszczeń w produktach żywnościowych jest prawnie regulowana [20, 21, 22], w związku z czym występują one na ogół w ilościach śladowych. Niemniej jednak człowiek jest na nie narażony w sposób ciągły, np. spożywając codziennie pieczywo. W wielu przypadkach może dochodzić do kumulacji szkodliwych substancji w organizmie. Dlatego też związki, takie jak: kadm, ołów, rtęć, pozostałości pestycydów chloroorganicznych oraz ochratoksyna A są szczególnie niepożądane w przetworach

Dr inż. M. Miśniakiewicz, Katedra Towaroznawstwa Żywności, Wydz. Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Sienkiewicza 5, 30-033 Kraków

zbożowych ze względów zdrowotnych [10, 12, 23], a ich zawartość jest normowana w aktach prawnych UE, w grupie substancji zanieczyszczających ziarno zbóż [21, 22]. Potwierdzają to wyniki badań prowadzonych w ramach krajowego monitoringu skażeń surowców rolnych i żywności, z których wynika, że pieczywo powinno być badane na zawartość tych zanieczyszczeń [18, 19, 27]. Jednocześnie coraz większego znaczenia nabierają badania procesów, które przyczyniają się do ograniczenia zawartości zanieczyszczeń w żywności. Jednym z nich jest proces fermentacji ciasta.

W przypadku ciasta chlebowego czynnikami, które inicjują fermentację są przede wszystkim drożdże z rodzaju *Saccharomyces* (ciasta pszenne) i/lub bakterie kwasu mlekowego (ciasta mieszane i żytnie). Prawidłowo prowadzona fermentacja zapewnia właściwe ukwaszenie ciasta i nagromadzenie odpowiedniej ilości związków organicznych (kwasów tłuszczowych, estrów, alkoholi, amin), które decydują o mechanicznej strukturze chleba i jego cechach sensorycznych [1]. W piekarnictwie obserwuje się tendencję maksymalnego skracania procesu fermentacji i wypiek pieczywa metodami bezpośrednimi, często z gotowych mieszanek o odpowiednio dobranym składzie. Proces fermentacji ciasta został szczegółowo zbadany i opisany m.in. przez Ambroziaka [2], Czarnecką [6], Adamsa i Nouta [1], Cauviana [4] czy Cauviana i Young [5], jednak wpływ procesu fermentacji na przemiany ilościowe substancji niepożądanych pod względem zdrowotnym w chlebie nie został w pełni wyjaśniony.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu procesu fermentacji ciasta sporządzonego na podstawowe rodzaje chleba na zmiany zawartości poszczególnych substancji zanieczyszczających ciasto, a w konsekwencji pieczywo.

Materiał i metody badań

Przedmiotem badań było ciasto przygotowane na chleby: tostowy, graham, mieszany i żytnio-razowy, uzyskane bezpośrednio po zagniataniu oraz to samo ciasto po poddaniu procesowi fermentacji i rozrostu końcowego. Próbki ciasta (po 30 kęsów, przed i po procesie fermentacji) pobierano tuż przed wypiekiem pieczywa bezpośrednio z linii produkcyjnej w dwóch krakowskich piekarniach – Geth i Henpol, w 2006 roku. Podstawowe surowce do produkcji chleba pochodziły z tych samych źródeł – mąka z PZZ Kraków, a woda z krakowskiego Zakładu Uzdatniania Wody 'Raba'.

Skład analizowanych rodzajów ciasta chlebowego z piekarni Geth:

– ciasto na chleb tostowy – mąka pszenna typu 550, drożdże, woda, cukier, sól, margaryna, polepszacz Olimpia Pure n (skład: mąka pszenna, enzymy, środek do przetwarzania mąki, kwas askorbinowy E 300, może zawierać śladowe ilości soi, gorczycy, sezamu, jaj i produktów mlecznych; dozowanie 0,3 - 0,5 kg na 100 kg mąki),

- ciasto na chleb graham – mąka pszenna typu 1850, mąka pszenna typu 750, mąka żytnia typu 720, kultury starterowe (zakwas), płatki ziemniaczane, drożdże, woda, olej, sól,
- ciasto na chleb pszenno-żytni (zwykły o składzie ilościowym mąki pszennej do żytniej 70 : 30 m/m) – mąka pszenna typu 750, mąka żytnia typu 720, kultury starterowe (zakwas), drożdże, sól, polepszacz IC-2 (skład: cukier, mąka pszenna, mąka sojowa, kwas askorbinowy E 300, preparat enzymatyczny; dozowanie – 0,1 kg na 100 kg mąki), woda,
- ciasto na chleb żytni razowy – mąka żytnia typu 2000, mąka pszenna typu 750, kultury starterowe (zakwas), drożdże, sól, cukier, woda.

Skład analizowanych rodzajów ciasta chlebowego z piekarni Henpol:

- ciasto na chleb tostowy – mąka pszenna typu 550, drożdże, woda, sól, polepszacz Uniplus (skład: gluten pszenny, olej roślinny, przeżelatynizowana mąka pszenna, kwas askorbinowy E 300, enzym α-amylaza, nie modyfikowany genetycznie; dozowanie 1,0 - 2,0 % w stosunku do masy użytej mąki), cukier, olej,
- ciasto na chleb graham – mąka pszenna typu 1850, mąka pszenna typu 750, zakwas, drożdże, sól, woda,
- ciasto na chleb krakowski – mąka żytnia typu 720, mąka pszenna typu 750, zakwas, drożdże, polepszacz Uniplus (skład: gluten pszenny, olej roślinny, przeżelatynizowana mąka pszenna, kwas askorbinowy E 300, enzym α-amylaza, nie modyfikowany genetycznie; dozowanie 1,0 - 2,0 % w stosunku do ilości użytej mąki), sól, woda,
- ciasto na chleb żytni-razowy – mąka żytnia typu 720, mąka pszenna typu 750, mąka żytnia razowa typu 2000, zakwas płynny, drożdże, polepszacz Uniplus (skład: gluten pszenny, olej roślinny, przeżelatynizowana mąka pszenna, kwas askorbinowy E 300, enzym α-amylaza, niemodyfikowany genetycznie; dozowanie 1,0 - 2,0 % w stosunku do ilości użytej mąki), sól, woda.

W ciastach na chleb tostowy, pochodzących z obu piekarni, proces fermentacji zachodził pod wpływem drożdży (fermentacja alkoholowa, podczas której wytwarzana jest znaczna ilość CO_2, który spulchnia ciasto), a w przypadku pozostałych rodzajów chleba czynnikami inicjującymi fermentację i wpływającymi na jej przebieg była mieszanina drożdży, a ściśle podmłody sporządzonej z ich udziałem i zakwasu, stosowanych, w zależności od rodzaju chleba, w różnych proporcjach (fermentacja mlekowa i etanolowa, w trakcie której wytwarza się CO_2, znaczna ilość kwasu mlekowego, alkohol etylowy i kwas octowy). Do wytworzenia podmłody używano 30 - 50 % mąki, 50 - 70 % wody oraz całą ilość drożdży przewidzianą recepturą. W piekarni Geth zakwas wytwarzano z gotowej mieszaniny, przez szczepienie kultur starterowych firmy IsernHäger StartGut Brotfermentation, które łączono z wodą, częścią mąki żytniej i określoną ilością czerstwego pieczywa żytniego i pszenno-żytniego, pozostałego

w piekarni z wcześniejszych cykli produkcyjnych. Ma to na celu przede wszystkim namnożenie specjalnie wyselekcjonowanych bakterii kwasu mlekowego, które zdominują mikroflorę o nieznanym składzie pochodzącą z mąki i innych składników recepturowych chleba. Dzięki temu zyskuje się większą powtarzalność i stabilność zakwasu, a pośrednio następuje spowolnienie procesu ukwaszania ciasta i złagodzenie smaku chleba uzyskanego z tak sporządzonego zakwasu. Jego pełne ukwaszanie trwa 42 h.

W piekarni Henpol stosowano zakwas tradycyjnie sporządzony metodą trójfazową, najczęściej z gotowego zaczątku, który jest niewielką ilością dojrzałego kwasu pobranego z uprzedniego cyklu fermentacyjnego, połączonego z odpowiednią ilością wody i mąki żytniej.

Ciasto na chleb tostowy, w przypadku piekarni Geth, prowadzono metodą pośrednią – dwufazową, co sprowadzało się do wykorzystania we wstępnej fazie podmłody, którą po przefermentowaniu uzupełniano pozostałymi surowcami i w efekcie wytwarzano ciasto właściwe, zaś w przypadku piekarni Henpol metodą bezpośrednią (jednofazową).

Ciasto na chleb graham w przypadku obu piekarni otrzymywano w wyniku fermentacji dwufazowej. Proces fermentacji zachodził pod wpływem drożdży oraz dodatku kultur starterowych lub zakwasu.

Ciasto na chleb mieszany w piekarni Geth przygotowywano metodą jednofazową, natomiast w piekarni Henpol dwufazową – osobno prowadzono zakwas i osobno rozczyn na drożdżach, a następnie łączono je w końcowej fazie wytwarzania ciasta, dozując pozostałą ilość mąki pszennej, wynikającą z receptury.

Ciasta na chleby żytnie przygotowywano, wykorzystując fermentację prowadzoną metodą dwufazową, a nie tradycyjną pięciofazową, zalecaną przez technologów piekarstwa [24, 25]. W piekarni Geth stosowano przy tym zakwas sporządzany z gotowej mieszaniny uzyskanej przez szczepienie wyselekcjonowanych kultur starterowych (zakwas przygotowywany jest w ilości wystarczającej, przy zadanej wielkości produkcji chleba, na tydzień). W piekarni Henpol stosowano zakwas sporządzony tradycyjnie metodą trójfazową.

Pobrane próbki ciasta chlebowego poddano analizie na zawartość:

– kadmu i ołowiu w spektrometrze absorpcji atomowej – Spectr AA250 plus firmy Varian, z wykorzystaniem kuwety grafitowej GTA 100 firmy Varian oraz argonu, metodą GF AAS. Oznaczenie kadmu prowadzono przy długości fali 228,8 nm, a ołowiu przy 283,3 nm. W obu przypadkach stosowano program temperaturowy standard, a jako korekcję tła lampę deuterową. Objętość dozowanej próbki przy oznaczaniu kadmu wynosiła 20 µl, a przy oznaczaniu ołowiu 21 µl. Wzorce stanowiły standardy firmy Fluka – Cadmium Atomic Spectroscopy Standard Solution Fluka, nr katalogowy 20895 – przy oznaczaniu kadmu i Lead Atomic Spectroscopy Standard Solution Fluka, nr katalogowy 15314 – przy oznaczaniu ołowiu. Sto-

sowano certyfikowany materiał odniesienia - Wholemeal Flour BCR-189 firmy Prochem. Odzysk kadmu (Cd) wynosił 97,3 ± 2 %, zaś ołowiu (Pb) 109,8 ± 2 %;

– rtęci metodą absorpcji atomowej, odzysk rtęci (Hg) wynosił 99,1± 3%. Wzorzec stanowiła mąka sojowa (INCT-SBF-4) stężenie Hg 1 ng/g, której dystrybutorem był Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie;
– ochratoksyny A techniką HPLC z detekcją fluorymetryczną. Granica wykrywalności metody oznaczania ochratoksyny A wynosi 0,015 μg/kg, średni odzysk 86 ± 2%.
– pozostałości pestycydów chloroorganicznych (oznaczano lindan, aldrin, dieldrin, o,p-DDT, p,p-DDT, o,p-metoksychlor, p,p-metoksychlor oraz metabolit pestycydów 3,5-dichloroanilinę) techniką chromatografii gazowej z detektorem ECD. Jako wzorzec stosowano mieszaninę wzorców o odpowiednich stężeniach dostarczoną przez Instytut Przemysłu Organicznego w Warszawie.

Warunki analizy chromatograficznej były następujące: kolumna kapilarna HT8 SGE, 30 m×0,25 mm, df = 0,25 μm, temp. dozownika 220 ºC, temp. detektora ECD – 300 ºC, gaz nośny azot, szybkość przepływu gazu nośnego przez kolumnę 1 ml/min, temp. pieca kolumn – 60 ºC zatrzymane na 1 min, 60 - 200 ºC ze wzrostem temp. 20 ºC/min w ciągu 7 min, 200 - 250 ºC ze wzrostem temp. 4 ºC/min, w ciągu 12,5 min, 250 ºC zatrzymane na 5 min, 250 - 260 ºC ze wzrostem temp. 4 ºC/min w ciągu 2,5 min, 260 ºC zatrzymane na 4 min. Całkowity czas analizy 32 min.

Wartości średnie odzysku poszczególnych pestycydów wynosiły: lindan (γ-hch) – 94 ± 2 %, aldrin – 92 ± 3 %, dieldrin – 87 ± 2 %, endrin – 89 ± 3 %, o,p-DDT – 82 ± 3 %, p,p-DDT – 81 ± 3 %, o,p-metoksychlor – 78 ± 1 %, p,p-metoksychlor – 76 ± 2 %, 3,5-dichloroanilina – 91 ± 3 %, heksachlorobenzen – 94 ± 2 %.

Wyniki i dyskusja

Wyniki zawartości zanieczyszczeń poszczególnych rodzajów ciasta chlebowego, przed i po procesie fermentacji, przedstawiono w tab. 1 i 2.

W celu wykazania wpływu procesu fermentacji na zawartość niepożądanych składników ciasta analizie poddano i porównano ich zawartość w ciastach, w których zastosowano fermentację alkoholową (ciasta na chleb tostowy), z zawartością tych składników w ciastach, w których zastosowano fermentację alkoholową i mlekową (ciasta na chleb graham i ciasto na chleb pszenno-żytni) oraz fermentację mlekową (ciasta na chleb żytni).

Rozpatrując zawartość metali toksycznych (kadmu i ołowiu) we wszystkich analizowanych rodzajach ciasta, niezależnie od rodzaju fermentacji, stwierdzono zwiększenie ich zawartości w ciastach po procesie fermentacji. W przypadku zawartości kadmu w wyniku procesu fermentacji alkoholowej najbardziej zwiększyła się zawartość tego metalu w ciastach na chleb tostowy - o 5,1% w przypadku ciasta z piekarni

T a b e l a 1

Zawartość zanieczyszczeń ciasta, przygotowanego do wypieku przez piekarnię Geth, przed i po procesie fermentacji.
Content of contaminants in bread dough made by Geth bakery before and after the fermentation process.

Parametr Parameter	Miara Measure	Ciasto na chleb / Bread dough							
		tostowy / toast bread		graham / graham bread		pszenno-żytni / wheat-rye		żytni / rye bread	
		przed/before	po/after	przed/before	po/after	przed/before	po/after	przed/before	po/after
Kadm / Cadmium [µg/kg]	$\overline{x}$	36,15	38,00	44,59	46,60	80,05	81,13	71,95	74,40
	x_{min}	36,05	37,85	44,50	46,56	80,00	81,03	71,70	74,26
	x_{max}	36,30	38,10	44,68	46,65	80,42	81,35	72,18	74,55
Ołów / Lead [µg/kg]	$\overline{x}$	120,52	123,14	100,44	102,72	209,75	217,20	108,50	109,70
	x_{min}	120,30	123,00	100,05	102,65	209,60	217,00	108,41	109,59
	x_{max}	120,88	123,32	100,60	102,79	210,05	217,30	108,55	109,75
Rtęć / Mercury [µg/kg]	$\overline{x}$	0,58	0,59	1,89	1,90	0,7	0,7	1,6	1,6
	x_{min}	0,57	0,58	1,87	1,90	0,7	0,6	1,5	1,6
	x_{max}	0,60	0,59	1,90	1,91	0,7	0,7	1,7	1,7
Ochratoksyna A Ochratoxin A [µg/kg]	$\overline{x}$	0,075	0,030	0,190	0,076	0,300	0,078	0,697	0,314
	x_{min}	0,074	0,030	0,185	0,075	0,292	0,078	0,685	0,310
	x_{max}	0,077	0,030	0,194	0,080	0,305	0,079	0,700	0,318
3,5-dichloroanilina 3,5-dichloroanilin [µg/100 g]	$\overline{x}$	59,04	56,54	95,72	92,96	40,50	36,72	56,00	53,95
	x_{min}	58,96	56,50	95,69	92,85	40,50	36,65	56,00	53,80
	x_{max}	59,12	56,60	95,80	93,00	40,50	36,81	56,05	53,99

γ-HCH (lindan) [μg/100 g]	$\overline{x}$	0,076	0,075	0	0	0	0	0	0
	x_{min}	0,076	0,075	0	0	0	0	0	0
	x_{max}	0,077	0,075	0	0	0	0	0	0
Endrin [μg/100 g]	$\overline{x}$	1,345	1,430	3,750	3,740	6,050	6,050	0,053	0,050
	x_{min}	1,335	1,420	3,729	3,725	6,045	6,050	0,050	0,050
	x_{max}	1,350	1,435	3,760	3,749	6,055	6,050	0,055	0,051
o,p-DDT [μg/100 g]	$\overline{x}$	0	0	0,212	0,213	0	0	0	0
	x_{min}	0	0	0,210	0,210	0	0	0	0
	x_{max}	0	0	0,215	0,216	0	0	0	0
p,p-DDT [μg/100 g]	$\overline{x}$	0	0	0,580	0,583	0,192	0,191	0,004	0
	x_{min}	0	0	0,562	0,572	0,185	0,179	0,000	0
	x_{max}	0	0	0,595	0,590	0,199	0,198	0,004	0

T a b e l a 2

Zawartość zanieczyszczeń ciasta, przygotowanego do wypieku przez piekarnię Henpol, przed i po procesie fermentacji.
Content of contaminants in bread dough made by Henpol bakery before and after the fermentation process.

Parametr Parameter	Miara Measure	Ciasto na chleb / Bread dough							
		tostowy / toast bread		graham / graham bread		pszenno-żytni / wheat-rye		żytni / rye bread	
		przed/before	po/after	przed/before	po/after	przed/before	po/after	przed/before	po/after
Kadm / Cadmium [µg/kg]	$\overline{x}$	44,69	46,69	54,94	55,40	33,25	34,06	83,01	84,26
	x_{min}	44,23	46,53	54,92	55,05	32,96	33,86	82,85	84,15
	x_{max}	44,74	46,72	55,00	55,62	33,38	34,25	83,10	84,75
Ołów / Lead [µg/kg]	$\overline{x}$	222,60	226,50	292,75	294,90	205,15	206,90	177,58	180,50
	x_{min}	222,54	225,98	292,59	294,75	204,96	206,68	177,42	179,92
	x_{max}	222,74	226,60	292,80	295,00	205,26	206,98	177,85	180,60
Rtęć / Mercury [µg/kg]	$\overline{x}$	0,80	0,80	0,50	0,51	0,70	0,70	1,21	1,21
	x_{min}	0,80	0,79	0,50	0,50	0,70	0,70	1,20	1,21
	x_{max}	0,80	0,80	0,50	0,51	0,71	0,71	1,22	1,21
OchratoksynaA ochratoxin A [µg/kg]	$\overline{x}$	0,078	0,047	0,136	0,051	0,187	0,053	0,910	0,580
	x_{min}	0,073	0,042	0,129	0,049	0,180	0,047	0,870	0,555
	x_{max}	0,080	0,052	0,138	0,053	0,191	0,055	0,921	0,595
3,5-dichloroanilina 3,5-dichloroanilin [µg/100 g]	$\overline{x}$	70,30	68,42	61,89	60,15	58,25	55,82	70,21	67,76
	x_{min}	70,05	68,30	61,38	59,85	58,00	55,29	69,05	67,15
	x_{max}	70,42	68,45	62,20	60,32	58,52	56,00	70,35	68,00

γ-HCH (lindan) [µg/100 g]	$\overline{x}$	0,79	0,77	0,078	0,075	0	0	0,042	0,040
	x_{min}	0,72	0,76	0,075	0,070	0	0	0,040	0,040
	x_{max}	0,80	0,79	0,082	0,077	0	0	0,048	0,041
Endrin [µg/100 g]	$\overline{x}$	0,76	0,75	1,51	1,50	5,40	5,38	3,90	3,89
	x_{min}	0,75	0,75	1,48	1,48	5,37	5,27	3,86	3,80
	x_{max}	0,78	0,76	1,53	1,51	5,44	5,40	3,91	3,91
o,p-DDT [µg/100 g]	$\overline{x}$	0	0	0,143	0,143	0	0	0	0
	x_{min}	0	0	0,143	0,142	0	0	0	0
	x_{max}	0	0	0,144	0,143	0	0	0	0
p,p-DDT [µg/100 g]	$\overline{x}$	0	0	0,006	0,006	0	0	0	0
	x_{min}	0	0	0,006	0,006	0	0	0	0
	x_{max}	0	0	0,006	0,007	0	0	0	0

Geth i o 4,5% w przypadku ciasta z piekarni Henpol. W pozostałych rodzajach ciasta, niezależnie od rodzaju fermentacji, nie stwierdzono wyraźnych zależności w tym zakresie, np. w ciastach na chleb żytni-razowy z piekarni Henpol zawartość kadmu po procesie fermentacji mlekowej wzrosła o 1,5%, a w ciastach tego samego rodzaju z piekarni Geth o 3,4%, zaś w ciastach na chleb graham (fermentacja alkoholowa i mlekowa) z piekarni Henpol o 0,8%, a z piekarni Geth o 4,5%. W ciastach na wszystkie analizowane rodzaje chleba, z wyjątkiem ciasta na chleb pszenno-żytni, pobranych z piekarni Geth zwiększenie zawartości kadmu w wyniku procesu fermentacji, niezależnie od jej rodzaju, było większe niż w ciastach pobranych z piekarni Henpol. Analizując poziom zanieczyszczenia ciast kadmem największą jego zawartość (84,26 μg/kg) stwierdzono w cieście na chleb żytni-razowy poddanym procesowi fermentacji, pobranym z piekarni Henpol. W związku z faktem, że brak wytycznych, co do dopuszczalnych zawartości kadmu w produkcie pośrednim, jakim jest ciasto w procesie wypieku chleba, wartość tę porównano z jedyną dostępną wytyczną w tym zakresie, tj. najwyższą dopuszczalną zawartością kadmu w zbożu – 100 μg/kg w życie i 200 μg/kg w pszenicy [21, 22]. We wszystkich analizowanych rodzajach ciasta zawartości kadmu były mniejsze od przytoczonych wartości.

W rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r., ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych, wskazano, że: „powinny być one określone na możliwie rygorystycznym poziomie, który jest rozsądnie osiągalny przy zastosowaniu dobrej praktyki rolniczej, w zakresie rybołówstwa i produkcji oraz z uwzględnieniem ryzyka związanego z konsumpcją żywności. W przypadku zanieczyszczeń uznanych za genotoksyczne substancje rakotwórcze lub w przypadkach, gdy aktualne narażenie ludności lub najbardziej wrażliwych na skutki narażenia grup ludności jest bliskie czy też przekracza tolerowane pobranie, najwyższe poziomy powinny być określone na najniższym rozsądnie osiągalnym poziomie" [21].

Podobnie w przypadku zanieczyszczenia ołowiem ciast na analizowane rodzaje chleba, w wyniku procesu fermentacji stwierdzono zwiększenie jego zawartości. Nie ustalono przy tym wyraźnych zależności między rodzajem fermentacji, jakiej poddano ciasto, a zawartością tego metalu. Największy wzrost zawartości ołowiu stwierdzono w przypadku ciasta na chleb pszenno-żytni pobranego z piekarni Geth poddanego procesowi fermentacji alkoholowej i mlekowej – wzrost zawartości ołowiu o 3,6 %. W cieście na ten sam rodzaj chleba pobranym z piekarni Henpol w tym samym czasie nastąpił wzrost zawartości ołowiu o 0,9 %. Z kolei w ciastach na chleb żytni-razowy po procesie fermentacji mlekowej pobranych z piekarni Henpol stwierdzono większy przyrost zawartości tego metalu niż w ciastach pobranych z piekarni Geth. Na tej podstawie można sądzić, że rodzaj bakterii inicjujących proces fermentacji mlekowej (specjalnie wyselekcjonowanych, jak to ma miejsce w piekarni Geth, bądź namnażających

się spontanicznie, jak w zakwasie w piekarni Henpol) nie ma wpływu na zawartość ołowiu w cieście. Rozpatrując wymogi prawne jedyne dostępne wytyczne dotyczące najwyższych dopuszczalnych zawartości ołowiu w analizowanym obszarze przetworów zbożowych odnoszą się do zawartości tego metalu w zbożu i ustalone są na poziomie 200 μg/kg [22]. Przyjmując umownie tę wartość jako największą dopuszczalną zawartość ołowiu w cieście jej przekroczenie stwierdzono w przypadku ciast pobranych z piekarni Geth w cieście na chleb pszenno-żytni, zarówno przed, jaki i po procesie fermentacji, odpowiednio 209,75 μg/kg i 217,20 μg/kg oraz trzech na cztery analizowane rodzaje ciasta z piekarni Henpol, tj. w ciastach na chleb tostowy (222,60 μg/kg przed procesem fermentacji i 226,50 μg/kg po procesie fermentacji ciasta), na chleb graham (odpowiednio 292,75 μg/kg i 294,90 μg/kg) i na chleb pszenno-żytni (205,15 μg/kg i 206,90 μg/kg).

Wzrost zawartości oznaczanych metali toksycznych w ciastach po procesie fermentacji wynika z faktu, że w procesie tym następują straty suchej substancji półproduktu na skutek uwalniania się podczas fermentacji – dwutlenku węgla, alkoholu i kwasów lotnych. Wielkość tych strat, jak dowodzi Jankowski [11], zależy od czasu fermentacji, temperatury, konsystencji ciasta, intensywności odparowywania wody z powierzchni ciasta, aktywności mikroflory ciasta, zawartości cukru itp. W przypadku ciast pszennych ubytek fermentacyjny wynosi przeciętnie 1 - 1,5 %, natomiast w ciastach żytnich 1,2 - 2,5 %.

Analizując zawartość rtęci przed i po procesie fermentacji ciast na poszczególne rodzaje chleba w większości przypadków nie stwierdzono wpływu procesu fermentacji ciasta na zawartość tego metalu. Wyjątek stanowi ciasto na chleb graham – 2,0 % wzrost zawartości rtęci w przypadku ciasta pobranego z piekarni Henpol i 0,5 % wzrost w przypadku ciasta pobranego z piekarni Geth (w cieście zachodzi fermentacja alkoholowa i mlekowa) oraz ciasto na chleb tostowy z piekarni Geth – 1,7 % wzrost zawartości rtęci w wyniku fermentacji alkoholowej.

Mimo określonej recepturą domieszki mąki razowej w ciastach na chleb graham i chleb żytni razowy nie stwierdzono zwiększonej zawartości metali toksycznych niż w ciastach z mąki jasnej (ciasto na chleb tostowy i na chleb pszenno-żytni), co można tłumaczyć pochodzeniem mąki poszczególnych typów z różnych partii zboża.

Na szczególną uwagę, zasługują zmiany zawartości ochratoksyny A (OTA), jakie zaszły w ciastach na poszczególne rodzaje chleba pod wpływem procesu fermentacji. We wszystkich przypadkach stwierdzono, niezależnie od rodzaju fermentacji, jakiej poddano ciasto chlebowe, znaczne zmniejszenie zawartości OTA po procesie fermentacji – od 36,3 % w cieście na chleb żytni razowy z piekarni Henpol do 74,0 % w cieście na chleb pszenno-żytni z piekarni Geth. Największy spadek zawartości OTA zaobserwowano w wyniku procesu fermentacji mieszanej – mlekowej i alkoholowej, zachodzącej jednocześnie w cieście na chleb mieszany, odpowiednio o 74 % w przypad-

ku ciasta pobranego z piekarni Geth i o 72 % w przypadku ciasta pobranego z piekarni Henpol oraz w cieście na chleb graham – o 60,0 % w cieście z piekarni Geth i o 62,5 % w cieście z piekarni Henpol. Świadczy to o synergistycznym działaniu bakterii mlekowych z zakwasu (w piekarni Geth dobieranych celowo, a w piekarni Henpol namnażających się spontanicznie, w zależności od mikroflory mąki) w połączeniu z odpowiednim szczepem drożdży, które doprowadziły do redukcji zawartości OTA, mimo jej znacznej stabilności w żywności, co podkreślają, m.in. Pittet [17], Petzinger, Weidenbach [13], Hazel, Walker [9]. W przypadku ciasta na chleb żytni-razowy bardziej skuteczna w zmniejszaniu zawartości OTA w cieście okazała się fermentacja mlekowa prowadzona na bazie specjalnie wyselekcjonowanych bakterii kwasu mlekowego w piekarni Geth – zmniejszenie zawartości tego zanieczyszczenia o 55 % w porównaniu z ubytkiem o 36,3 % w cieście z piekarni Henpol (fermentacja mlekowa prowadzona dzięki spontanicznie namnażającym się bakteriom kwasu mlekowego z zakwasu z wcześniejszego cyklu produkcyjnego).

Badania nad mechanizmem rozkładu OTA przez drożdże i bakterie kwasu mlekowego są ciągle w toku. Prowadzone w Politechnice Łódzkiej m.in. przez Piotrowską i Żakowską [14, 15, 16] badania nad rozkładem OTA w warunkach modelowych dowodzą, że w wyniku fermentacji zachodzi absorpcja OTA do biomasy, w wyniku czego następuje degradacja zawartości OTA bez powstania produktów ubocznych – OTA jest absorbowana do komórek drożdży i bakterii kwasu mlekowego, czego dowodem jest brak pików pochodnych na chromatogramach. W przypadku fermentacji w pieczywie występuje złożony mechanizm przemian i wielość czynników wpływających na proces fermentacji ciasta. Oznaczając OTA, w kilku przypadkach zaobserwowano niewielkie piki na chromatogramach towarzyszące OTA, ale przy obecnym stanie wiedzy nie ustalono ich źródła i nie zidentyfikowano związku, któremu mogą odpowiadać. Z badań w warunkach modelowych można podejrzewać, że mają one charakter przypadkowy. Potwierdzenie tych przypuszczeń wymaga prowadzenia badań pieczywa w warunkach ściśle kontrolowanych.

Uzyskane wyniki badań dotyczące zmniejszenia zawartości OTA w pieczywie w wyniku fermentacji ciasta potwierdzają badania innych autorów. Tematem tym zajmowali się m.in. Bata i Lasztity [3], Doyle i wsp. [7], Piotrowska i Żakowska [15, 16], stwierdzając, że w zależności od szczepów bakterii kwasu mlekowego i drożdży użytych do zainicjowania procesu fermentacji oraz czasu trwania tego procesu stopień biodegradacji ochratoksyny A w czasie fermentacji zakwasu piekarskiego może być bardzo zróżnicowany. Autorki wykazały, że fermentacja z udziałem mieszanej populacji bakterii kwasu mlekowego okazała się najbardziej skuteczna w rozkładzie OTA, co świadczy o synergistycznym działaniu mikroorganizmów zakwasu piekarskiego. Odpowiednio dobrane szczepy bakterii mlekowych powodują biodegradację mikotoksyn z mąki o ponad 80 %. Warunkiem jest staranne przygotowanie zakwasu piekarskiego,

które powinno trwać ponad 20 h [14]. Maksymalne skracanie procesu produkcji chleba w piekarniach nie pozwala w pełni wykorzystać naturalnych właściwości zakwasu piekarskiego. Szczególnie widoczne jest to na przykładzie ciasta na chleb żytni-razowy pobranego z piekarni Henpol, w którym w wyniku procesu fermentacji nastąpiła redukcja zawartości OTA o 36,3 %, czyli uwzględniając wartości średnie z 0,91 μg/kg do 0,58 μg/kg, co oznacza przekroczenie dopuszczalnego poziomu OTA ustalonego dla przetworzonej żywności na bazie zbóż na poziomie 0,5 μg/kg [21, 22]. We wszystkich pozostałych przypadkach, w ciastach na poszczególne rodzaje chleba, po procesie fermentacji zawartość OTA była poniżej dopuszczalnego poziomu.

Analizując wpływ procesu fermentacji na poziom zanieczyszczenia ciast chlebowych pozostałościami pestycydów należy zauważyć, że zboża, z których wytwarza się mąkę, należą do tych surowców spożywczych, w których, w ramach prowadzonych w Polsce badań monitoringowych, wykrywa się największą ich ilość. Przykładowo w 2004 r. pozostałości pestycydów na poziomie niższym lub równym NDP wykryto w 84 % próbek zbóż, przy czym w 5 % wykrywane ilości były większe niż NDP, a jedynie 15 % próbek zbóż było wolnych od pozostałości pestycydów. W zbożach, szczególnie w pszenicy, stwierdzano największą ilość badanych związków – od 10 do 14. Najczęściej wykrywano pozostałości związków chloroorganicznych (metomyl, aldikarb, metiokarb, lindan, HCH, heptachlor, dieldrynę), co wynika z zanieczyszczenia środowiska, w związku z ich stosowaniem w przeszłości. Na ogół jednak wykrywane poziomy tych zanieczyszczeń tylko nieznacznie przekraczają granice oznaczalności [8].

W badanych ciastach na poszczególne rodzaje chleba stwierdzono obecność 3,5-dichloroaniliny i endrinu (w ciastach na wszystkie rodzaje chleba), lindanu (w ciastach na chleb tostowy, graham i żytni-razowy z piekarni Henpol oraz w cieście na chleb tostowy z piekarni Geth), o,p-DDT w ciastach na chleb graham, zarówna z piekarni Geth, jak i Henpol oraz p,p-DDT w cieście na chleb graham z obu piekarni i w cieście na chleb pszenno-żytni i żytni-razowy z piekarni Geth. Proces fermentacji ciasta spowodował nieznaczne zmniejszenie zawartości wykrytych pozostałości pestycydów chloroorganicznych lub, jak w przypadku o,p-DDT i p,p-DDT, w cieście na chleb graham z piekarni Henpol, nie miał na nie wpływu. Wyjątek stanowi ok. 6 % wzrost zawartości endrinu w wyniku fermentacji alkoholowej w cieście na chleb tostowy z piekarni Geth, ale można przypuszczać, że zjawisko to ma to charakter przypadkowy. Największy spadek zawartości pestycydu chloroorganicznego stwierdzono w przypadku 3,5-dichloroaniliny – w wyniku fermentacji alkoholowej i mlekowej – o 9,3 % w cieście na chleb pszenno-żytni z piekarni Geth i o 4,2 % w cieście na ten sam rodzaj chleba z piekarni Henpol.

Mimo stwierdzenia braku wpływu procesu fermentacji na zawartość pozostałości pestycydów chloroorganicznych w pieczywie, celowość prowadzenia badań nad prze-

mianami ilościowymi w obrębie pestycydów w trakcie produkcji pieczywa wykazali m.in. Sharma i wsp. [22], którzy stwierdzili, że proces produkcji pieczywa istotnie wpływa na zawartość takich pestycydów, jakŁ endosulfan, heksakonazol, propiakonazol, melation, deltametrin. Wykazali oni redukcję zawartości wymienionych pestycydów w zakresie od 47 do 89 %. Jednocześnie zauważyli, że obecność np. endosulfanu wpływa na zahamowanie wzrostu drożdży w zakresie 7,5 + 33,5 %, a heksakonazolu odpowiednio w zakresie 12,5 + 44,7 %.

Wnioski

1. W wyniku procesu fermentacji ciasta na wszystkie analizowane rodzaje chleba, niezależnie od czynnika, który zainicjował przemiany, nastąpiło nieznaczne zwiększenie zawartości kadmu i ołowiu. Skład pieczywa, ani też rodzaj fermentacji, która prowadziła do spulchnienia ciasta chlebowego nie miały w przypadku tych zanieczyszczeń znaczenia. Wzrost zawartości kadmu i ołowiu w cieście chlebowym po procesie fermentacji wynika przede wszystkim ze strat suchej substancji ciasta następujących w czasie jego fermentacji.
2. Proces fermentacji nie miał wpływu na zawartość w cieście chlebowym rtęci.
3. W przypadku wykrytych w cieście chlebowym pozostałości pestycydów chloroorganicznych fermentacja ciasta spowodowała nieznaczne zmniejszenie zawartości tych związków lub nie miała na nie wpływu.
4. Fermentacja spowodowała w cieście chlebowym znaczącą redukcję OTA, przy czym siła procesu fermentacji w dużej mierze zależy od składu i wzajemnych proporcji drożdży i zakwasu. Najlepsze efekty osiągnięto w przypadku fermentacji mlekowo-etanolowej ciasta na chleb pszenno-żytni.

Literatura

[1] Adams M., Nout R.: Fermentation and Food Safety, Aspen Publisher, Gaithersburg, Maryland, 2001.
[2] Ambroziak Z.: Produkcja ciastkarska i piekarska Cz. II. WSiP, Warszawa 1999.
[3] Bata A., Lasztity R.: Detoxyfication of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganism. Trends Food Sci. Technol., 1999, **19**, 223-228.
[4] Cauvain S.P.: Bread Making: Improving Quality. Woodhead Publishing, Cambridge, England, 2003.
[5] Cauvain S.P., Young L.: Baked Products. Science, Technology and Practice, Blackwell Publishing, 2006.
[6] Czarnecka K.: Fermentacja ciasta żytniego. Przegl. Piek. i Cuk., 2008, **2**, 20-23.
[7] Doyle M.P., Applebaum R.S., Brackett R.E., Marth E.H.: Physical, chemical and biological degradation of mycotoxins in foods and agricultural commodities. J. Food Protect., 1982, **45**, 964-971.
[8] Góralczyk K., Struciński P., Hernik A.: Monitoring i urzędowa kontrola pozostałości pestycydów w żywności w Polsce w 2004 roku. Rocz. PZH, 2005, **56/4**, 307-316.

[9] Hazel C., Walker R.: Ochratoxin A in food: Recent developments and significance. Proc. of a Workshop held on 29, 30 June-1 July 2005, Baden, Austria.
[10] Janik M., Staszewska E.: Zanieczyszczenia żywności w świetle nowych przepisów unijnych. Przegl. Piek. i Cuk., 2007, **12**, 8-13.
[11] Jankowski S.: Zarys technologii zbóż i strączkowych jadalnych. Cz. III. Technologia piekarstwa, makaronu, preparatów zbożowych i pasz. PWN, Poznań 1969.
[12] Michna W.: Bezpieczna żywność oraz potrzeba stałej, umiejętnej i wszechstronnej jej ochrony, Zagad. Ekonom. Rol., 1998, **6**, 3-18.
[13] Petzinger E., Weidenbach A.: Mycotoxins in the food chain: the role of ochratoxins, Livestock Prod. Sci., 2002, 76, 245-250.
[14] Piotrowska M., Żakowska Z.: Badania nad możliwością wykorzystania bakterii fermentacji mlekowej do detoksykacji mikotoksyn w żywności. Mat. IV Konf. Nauk. „Mikotoksyny w żywności i paszach", Bydgoszcz, 15-17 czerwca 1998, ss. 126-131.
[15] Piotrowska M., Żakowska Z.: Biodegradacja ochratoksyny A podczas fermentacji zakwasu piekarskiego, Mat. XXX Sesji Nauk. KTChŻ PAN „Nauka u progu XXI wieku", Kraków, 14-15.09.1999.
[16] Piotrowska M., Żakowska Z.: The elimination of Ochratoxin A by Lactic Acid Bacteria Strains. Pol. J. Microbiol., 2005, **4 (54)**, 279-286.
[17] Pittet A.: Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. Revue Med. Vet. 1998, 6 (149), 479-492.
[18] Pruszyński S.: Monitoring pozostałości środków ochrony roślin w żywności - wyniki i dalsze zamierzenia. Ochr. Rośl., 2004, **48 (2)**, 18-20.
[19] Raport z monitoringu jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych z 2000 roku – pod red. W. Mincha, B.Szteke. Dom Wyd. Elipsa, Warszawa 2001.
[20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 31 grudnia 2007 r. zmieniające Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 maja 2007 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni. Dz. U. 2008 r. Nr 8, poz. 51.
[21] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Dz. Urz. UE L 364/5 z dnia 20 grudnia 2006 r.
[22] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 629/2008 z dnia 2 lipca 2008r zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Dz. Urz. UE L 173/6 z dnia 3lipca 2008 r.
[23] Sharma J., Satya S., Kumar V., Kumar Tewary D.: Dissipation of pesticides during bread-making, Chem. Health Safety, 2005, **1 (12)**, 17-22.
[24] Skoczyńska A., Stojek E., Martynowicz H.: Skutki zdrowotne skażenia środowiskowego. XXV-lecie Pol. Tow. Toksykol.. Mat. VII Konf. Nauk., Augustów 2003.
[25] Staszewska E., Piesiewicz H.: Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych. Cz. I. Przegl. Piek. Cuk., 2005, **11**, 8.
[26] Staszewska E., Piesiewicz H.: Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych, cz. II, Przegl. Piek. Cuk., 2005, **12**, 2.
[27] Szteke B., Szymczyk K.: Zanieczyszczenie zbóż na podstawie badań monitoringowych, Przegl. Zboż. Młyn., 2005, **8**, 6-9.

EFFECT OF FERMENTATION PROCESS ON CONTAMINATION LEVEL IN BREAD DOUGH

S u m m a r y

Fermentation is a very crucial phase during the bread production process. A special type of microflora contained in the bread dough, mainly the yeast of a Saccharomyces type and/or lactic acid bacteria cause the dough to raise and a special bread taste and aroma to be produced; also, non-desirable micro-organisms derived from flour to be blocked. During the fermentation process, a number of changes occur, the character of which has not yet been fully studied and which can affect food safety of the final product.

To clarify the effect of fermentation process on the content of selected contaminants in major bread doughs, the content of the following elements was determined: cadmium, lead, mercury, chloro-organic pesticides residues, and ochratoxin A. Analyses were performed in the doughs immediately after the kneading and in the same dough bites after the fermentation and final rise were completed, i.e. just before baking.

After the dough fermentation process, the content of toxic metals, especially of cadmium and lead, was found to be higher, and the content of chloro-organic pesticide residues was found to be lower. A substantial reduction in OTA content was a positive effect of the fermentation process.

Key words: fermentation, chloroorganic pesticide residues, toxic metals, ochratoxin A

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 83 – 99

ALDONA SOBOTA, MARTA DOBOSZ

JAKOŚĆ DOSTĘPNYCH NA RYNKU MAKARONÓW PEŁNOZIARNOWYCH

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

Przeprowadzone badania miały na celu określenie składu chemicznego, właściwości fizycznych i cech kulinarnych dostępnych na rynku makaronów pełnoziarnowych: pszennych, orkiszowych i żytnich. W badanych makaronach oznaczano zawartość: białka, związków mineralnych w postaci popiołu, błonnika pokarmowego w tym frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej oraz włókna kwaśno-detergentowego, w tym celulozy i ligniny kwaśno-detergentowej. Badano współczynnik rozpuszczalności suchej masy i wodochłonność makaronów. Wyznaczono minimalny czas gotowania makaronów, ubytki suchej masy w czasie gotowania oraz przyrost ich masy po ugotowaniu.

Największą zawartością białka cechowały się makarony pszenne. W dwóch, spośród czterech, badanych sortymentów makaronów pszennych zawartość białka wynosiła ok. 16 % s.m.. Najmniejszą zawartością białka, mieszczącą się w przedziale 6,6 - 7,3 % s.m., cechował się makaron żytni. Zawartość popiołu w makaronach była zróżnicowana; zależała od rodzaju i typu mąki zastosowanej do ich produkcji. Największą zawartością popiołu, wynoszącą 2,3 % s.m., charakteryzował się makaron pszenny graham. Zawartość całkowitego błonnika pokarmowego w badanych makaronach mieściła się w szerokim przedziale od 4,73 % s.m. (makaron orkiszowy) do 22,6 % s.m. (makaron pszenny graham). W makaronach pszennych i makaronie żytnim dominującą frakcją błonnika pokarmowego była frakcja nierozpuszczalna, natomiast w makaronie orkiszowym dominowała frakcja rozpuszczalna błonnika. Makaron razowy żytni charakteryzował się dużymi, przekraczającymi 10 %, ubytkami suchej masy w czasie gotowania. Zdecydowana większość badanych sortymentów makaronów nie powinna być określana mianem wyrobów razowych lub pełnoziarnowych.

Słowa kluczowe: makarony pełnoziarnowe, makarony razowe, błonnik pokarmowy, właściwości fizyczne, cechy kulinarne, skład chemiczny

Wprowadzenie

Zgodnie z harwardzką piramidą żywieniową [27], podstawę jadłospisu człowieka powinny stanowić zbożowe produkty pełnoziarnowe w tym razowe pieczywo, razowe makarony, kasze, tradycyjne pełnoziarnowe płatki zbożowe. Produkty zbożowe w wy-

Dr inż. A. Sobota, mgr M. Dobosz, Zakład Inżynierii i Technologii Zbóż, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

sokim stopniu „oczyszczone”, takie jak: ryż, białe pieczywo czy białe makarony znalazły się na szczycie piramidy i zgodnie z zaleceniami powinny być spożywane sporadycznie.

Według Slavin [22] produkty z pełnego ziarna są cennym źródłem błonnika pokarmowego, witamin, związków mineralnych i wielu związków biologicznie aktywnych. Przypisuje się im działanie profilaktyczne w zwalczaniu wielu chorób cywilizacyjnych głównie chorób układu krążenia, nowotworów, otyłości i cukrzycy typu II [2, 3,13, 6, 14, 15]. Na rynku spotyka się coraz szerszą gamę makaronów określanych przez producentów mianem pełnoziarnowych lub razowych, w tym makaronów pszennych, orkiszowych i żytnich. Często jednak wyroby te produkowane są z różnych typów mąk wyciągowych, cechujących się różnym udziałem peryferyjnych części ziarniaka. Ze względu na odmienny skład chemiczny poszczególnych anatomicznych części ziarna, wyciąg mąki w decydujący sposób wpływa na jej skład chemiczny. Wraz ze wzrostem wyciągu, w mące wzrasta zawartość białka, błonnika pokarmowego, tłuszczu i związków mineralnych, zmniejsza się natomiast zawartość skrobi [26].

Należy pamiętać, że produkty razowe to wyroby otrzymane z mąki razowej (otrzymanej w wyniku jednorazowego przemiału oczyszczonego ziarna), natomiast zbożowe produkty pełnoziarnowe, zgodnie z definicją AACC International [1], powinny zawierać w swoim składzie wszystkie części anatomiczne ziarniaka (bielmo, zarodek, okrywę owocowo-nasienną) w proporcjach takich samych, jak występują one w ziarniaku. Do produktów pełnoziarnowych zalicza się, poza produktami razowymi, wyroby produkowane z mąk wyciągowych, wzbogacane w odpowiednim stopniu w peryferyjne części ziarniaka. Skład chemiczny produktów pełnoziarnowych powinien być zbliżony do składu chemicznego nieprzetworzonego ziarna. Makarony produkowane z mąk wysoko wyciągowych wzbogacone jedynie niewielkim dodatkiem wysokobłonnikowych produktów przemiału m.in. otrąb zbożowych nie kwalifikują się do pełnoziarnowych produktów zbożowych.

Celem pracy było określenie składu chemicznego, a w szczególności zawartości i składu frakcyjnego błonnika pokarmowego, zawartości białka i związków w dostępnych na rynku makaronach pełnoziarnowych oraz przeanalizowanie wpływu składu chemicznego makaronów na ich jakość kulinarną i właściwości fizyczne.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiło 6 sortymentów makaronów pełnoziarnowych dostępnych na rynku lubelskim. Wśród badanych były makarony pszenne, pochodzące od różnych producentów (próby 1 - 4), makaron żytni (próba 5) i makaron orkiszowy (próba 6). W obrębie każdego sortymentu zbadano 3 różne partie produkcyjne makaronów (A, B, C). Pozwoliło to stwierdzić, czy dany produkt charakteryzuje się stałą, powtarzalną jakością. Szczegółowy model doświadczenia przedstawiono w tab. 1.

T a b e l a 1

Model doświadczenia.
Model of the experiment.

Rodzaj makaronu Type of pasta	Próba Sample	Partia Batch	Produkt Product	Kształt Shape	Deklarowany skład Declared ingredients
Makaron pszenny Wheat pasta	1	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain pasta	Świderki Twists	Mąka pszenna pełnoziarnowa, woda Whole grain wheat flour, water
	2	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain spaghetti	Spaghetti Spaghetti	Mąka pszenna pełnoziarnowa, woda Whole grain wheat flour, water
	3	A B C	Makaron razowy graham Wholemeal 'graham' pasta	Wstążka Tagliatelle	Mąka razowa pszenna, woda Wholemeal wheat flour, water
	4	A B C	Makaron pełnoziarnowy Whole grain pasta	Świderki Twists	Mąka z pszenicy durum, otręby (7 %), fumaran żelaza, vitaminy B_1, B_2, B_6, niacyna), woda Durum wheat flour, bran (7 %), iron fumarate, vitamins B_1, B_2, B_6, Niacin), water
Makaron żytni Rye pasta	5	A B C	Makaron razowy Wholemeal pasta	Świderki Twists	Mąka żytnia typ 1850, woda Rye flour type 1850, water
Makaron orkiszowy Spelt pasta	6	A B C	Makaron razowy Wholemeal pasta	Świderki Twists	Mąka orkiszowa, woda Spelt flour , water

W makaronach określano zawartość białka ogólnego (AACC, Method 46-08) i zawartość związków mineralnych w postaci popiołu (AACC, Method 08-01) [1]. Frakcje włókna detergentowego oznaczano zgodnie z metodą van Soesta [24, 25]. Według tej metody oznaczano zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF) oraz ligniny kwaśno-detergentowej (ADL). Zgodnie z metodą zawartość celulozy wyliczano z różnicy pomiędzy ADF i ADL. Całkowity błonnik pokarmowy (TDF), frakcję

nierozpuszczalną (IDF) oraz frakcję rozpuszczalną (SDF) oznaczano wg metod AACC 32-05, AACC 32 – 21, AOAC 991.43, AACC 32-21, AOAC 985.29 [1]. Stosowano enzymy i procedury firmy Megazyme. Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano za pomocą „Zestawu kontrolnego TDF" firmy Megazyme.

Określono podstawowe cechy kulinarne makaronów tj.: minimalny czas gotowania [20], straty suchej masy w czasie gotowania oraz przyrost masy i objętości po ugotowaniu makaronu [19].

Wyznaczono stopień rozpuszczalności suchej masy (WSI) oraz wodochłonność (WAI) makaronów, stosując metodę wirówkową (AACC, Method 88-04) [1].

Analizy chemiczne wykonywano w trzech powtórzeniach. WSI i WAI oznaczano w pięciu powtórzeniach. Obliczono wartości średnie, odchylenia standardowe oraz współczynniki korelacji Pearsona między wybranymi zmiennymi. Analizę statystyczną wyników opracowano stosując program SAS 9.1.3.

Wyniki i dyskusja

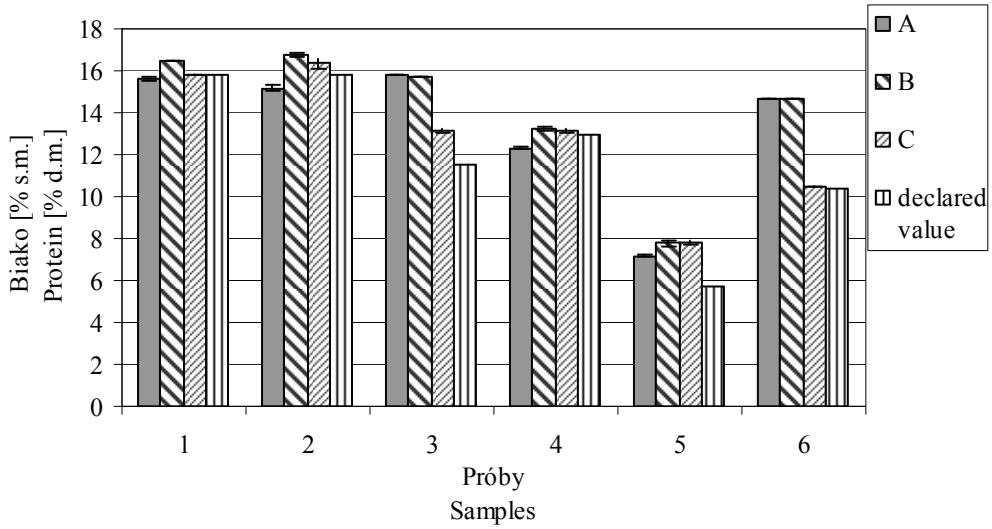
Wg Vetrimani i wsp. [26] wzrost wyciągu mąki powoduje obniżenie jakości ciasta makaronowego, wpływa na pogorszenie barwy makaronu i jego właściwości kulinarnych. Autorzy stwierdzili, że makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się mniejszym przyrostem masy po ugotowaniu, większymi ubytkami suchej masy w trakcie gotowania, gorszym kolorem w porównaniu do makaronów wyprodukowanych z mąki wysokowyciągowej (wyciąg 66 %), o zawartości popiołu 0,52 %.

Badane makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się zróżnicowanym składem chemicznym, odmienną jakością kulinarną i właściwościami fizycznymi. Odnotowane różnice dotyczyły zarówno makaronów wyprodukowanych z różnych rodzajów zbóż, jak również poszczególnych sortymentów makaronów pszennych.

Makarony pełnoziarnowe charakteryzowały się większą, w porównaniu z makaronami tradycyjnymi, zawartością białka. W badanych produktach pszennych zawartość białka sięgała nawet 16,73 % s.m. (rys. 1), podczas gdy w makaronach „białych" zawartość tego składnika kształtuje się na poziomie 10 – 14 % s.m. [23].

Wśród badanych makaronów pełnoziarnowych najmniejszą zawartością białka – 7,17 % s.m., cechował się makaron żytni. W makaronie orkiszowym (próba 6) i makaronie pszennym graham (próba 3) odnotowano duże różnice zawartości białka pomiędzy kolejnymi badanymi partiami produktów. Najprawdopodobniej wynikają one ze zmienności surowców zastosowanych do produkcji i są dowodem na mało powtarzalną jakość tych wyrobów. Jakość kulinarna makaronów w dużej mierze uzależniona jest od zawartości białka w surowcach makaronowych. Według wielu autorów dobrej jakości makaron charakteryzuje się zawartością białka na poziomie 13 % i wyższym [7, 10]. Oak i Dexter [18] podają, że duża zawartość białka w makaronach wpływa na: ograni-

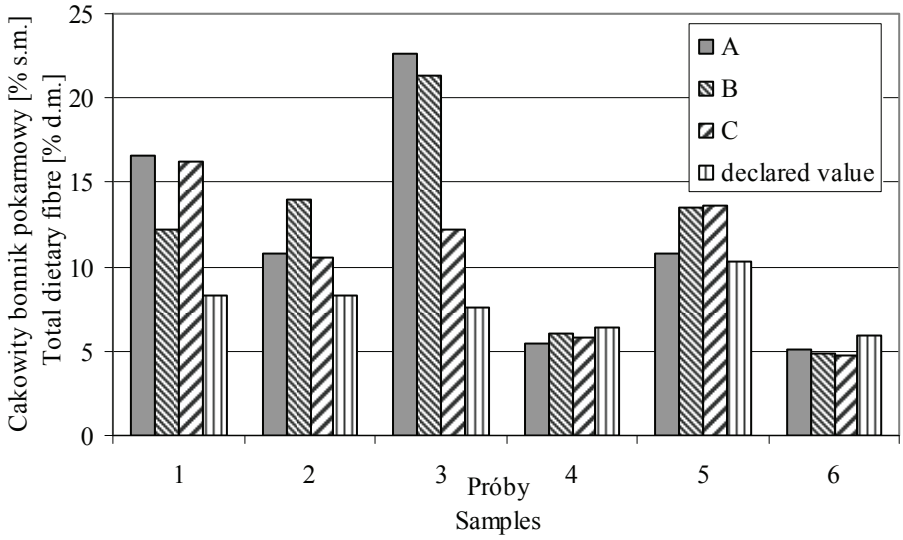
czenie podatności na rozgotowanie, zmniejszenie strat suchej masy w trakcie gotowania, poprawę jędrności oraz zmniejszenie kleistości powierzchni produktów po ugotowaniu. Wiele prac wskazuje, że poza zawartością białka na jakość kulinarną makaronów wpływa zawartość glutenu i jego skład frakcyjny. Według Brunori i wsp. [5] szczególnie pożądana jest wysoka zawartość glutenin, które po uwodnieniu mają postać silnie sprężystej masy. Autorzy stwierdzili dodatnią korelację pomiędzy stosunkiem glutenin do gliadyn (glutenin/gliadin ratio) a jakością makaronu. Według Oak i Dexter [18] w przypadku frakcji gliadyn szczególnie istotna jest obecność podjednostek γ-45, które w przeciwieństwie do gliadyn γ-42 tworzą mocny gluten i warunkują wysoką jakość kulinarną makaronów.



Rys. 1. Zawartość białka w makaronach ($\overline{x}$ ± SD) w odniesieniu do zawartości deklarowanej przez producenta.

Fig. 1. Protein content in pasta ($\overline{x}$ ± SD) with reference to the value as declared by the manufacturer.

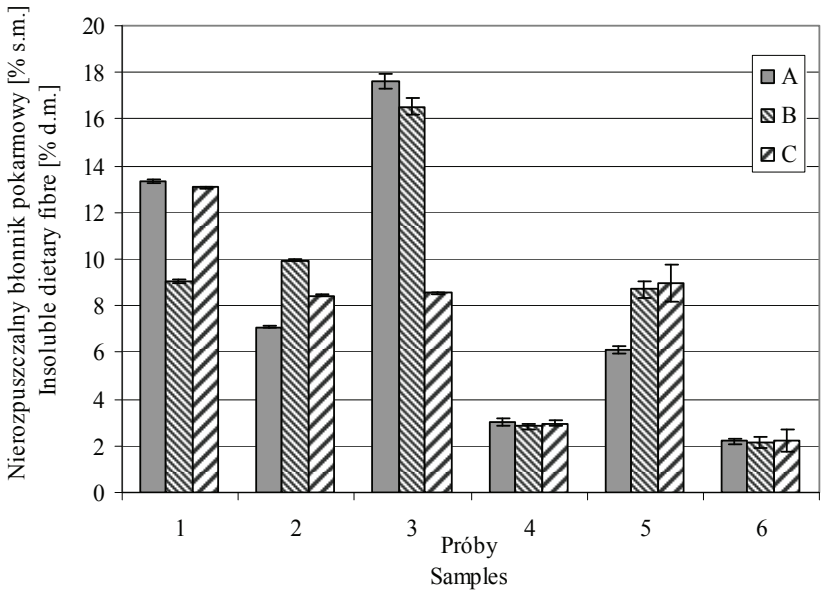
W badanych makaronach pełnoziarnowych zawartość TDF była bardzo zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 4,7 % s.m. w makaronie orkiszowym (próba 6 C) do 22,6 % s.m. w makaronie z mąki pszennej graham (typu 1850) (próba 3A) (rys. 2).



Rys. 2. Zawartość całkowitego błonnika pokarmowego (TDF) w makaronach w odniesieniu do zawartości deklarowanej przez producenta.

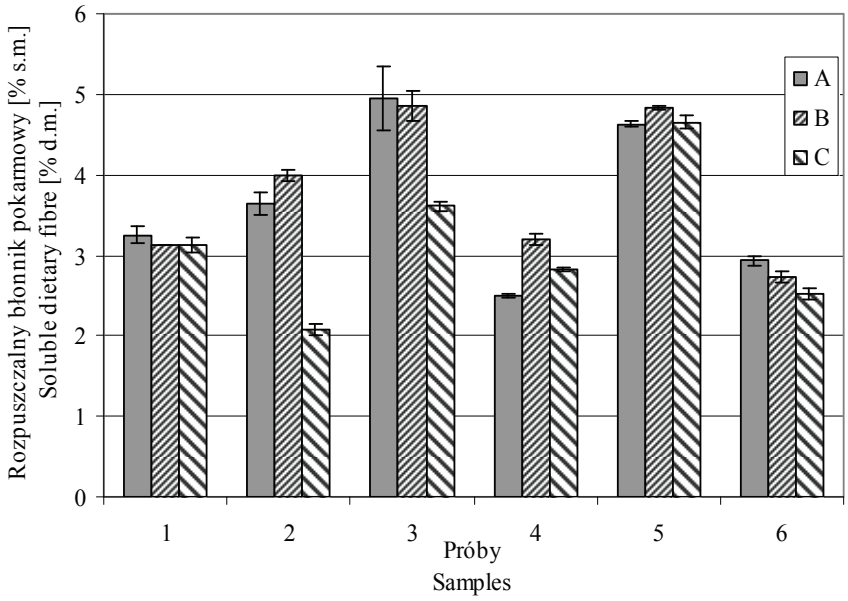
Fig 2. Content of total dietary fibre (TDF) in pasta with reference to the value as declared by the manufacturer.

Poza makaronem orkiszowym, małą zawartością TDF (5,5 - 6 % s.m.) cechował się makaron z semoliny z 7 % dodatkiem otrąb pszennych. Zawartość błonnika pokarmowego w dwóch spośród sześciu badanych makaronów pełnoziarnowych była więc stosunkowo mała, porównywalna do zawartości tego składnika w makaronach tradycyjnych [23]. Dominującą frakcją błonnika pokarmowego w większości badanych makaronów razowych była frakcja nierozpuszczalna (IDF) (rys. 3). Wyjątek stanowił makaron orkiszowy, w którym nieznacznie dominowała frakcja rozpuszczalna, stanowiąc ok. 55 - 57 % TDF (rys. 4). W makaronie wyprodukowanym z semoliny, z 7 % dodatkiem otrąb pszennych, zawartość frakcji rozpuszczalnej kształtowała się na poziomie 2,5 - 3,19 % s.m. i była zbliżona do zawartości frakcji nierozpuszczalnej, stanowiącej 2,82 - 3 % s.m. (rys. 3). Największą zawartością IDF odznaczał się makaron razowy pszenny graham (próba 3). W dwóch spośród trzech badanych partii tego makaronu zawartość IDF sięgała 17 % s.m. W jednej partii zawartość IDF była znacznie mniejsza i wynosiła zaledwie 8,5 % s.m. Znacznie mniejsza była tu również zawartość SDF i TDF. Potwierdza to mało stabilną jakość tego produktu.



Rys. 3. Zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego (IDF) w makaronach (brak danych producenta) ($\overline{x}$ ± SD).

Fig. 3. Content of insoluble dietary fibre (IDF) in pasta (missing manufacturer's data) ($\overline{x}$ ± SD).

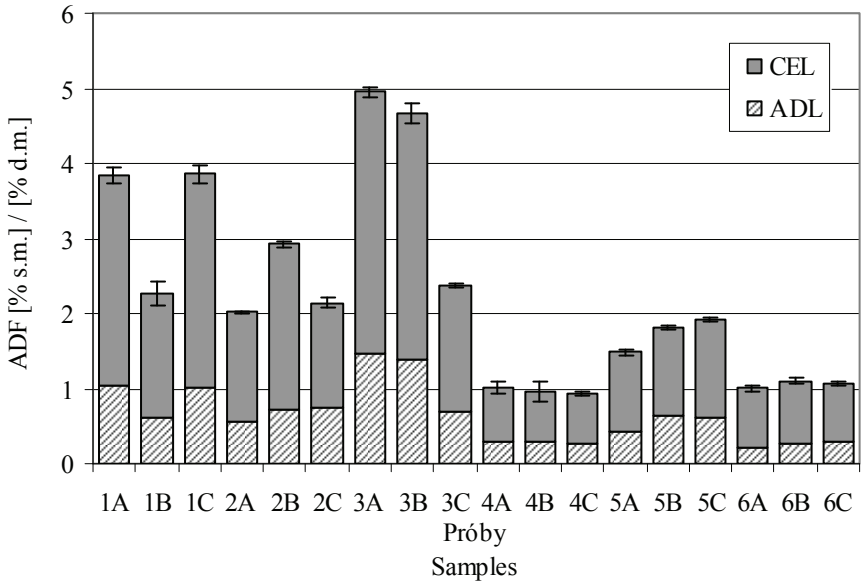


Rys. 4. Zawartość rozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego (SDF) w makaronach (brak danych producenta) ($\overline{x}$ ± SD).

Fig. 4. Content of soluble dietary fibre (SDF) in pasta (missing manufacturer's data) ($\overline{x}$ ± SD).

Błonnik pokarmowy jest jednym z podstawowych składników makaronów pełnoziarnowych, w znacznym stopniu decydującym o ich wartości żywieniowej. W diecie dorosłego człowieka dzienna dawka błonnika powinna wynosić od 20 do 35 g. Według Obuchowskiego [19] w makaronach tradycyjnych z semoliny zawartość błonnika pokarmowego jest bardzo mała i kształtuje się na poziomie ok. 1,4 - 2,5 g/100 g makaronu. Z badań Soboty i Skwiry [23] wynika, że w tradycyjnych makaronach pszennych zawartość całkowitego błonnika pokarmowego wynosi od 4 do 4,5 % s.m. Podobne wartości TDF (4,8 - 5,3 g/100 g makaronu) odnotował Mariani-Costantini [17]. Autor podaje również, że w makaronach pełnoziarnowych zawartość całkowitego błonnika pokarmowego powinna kształtować się na poziomie 11,3 - 13,2 %.

W badanych makaronach oznaczono również zawartość błonnika nierozpuszczalnego w roztworze kwaśnego detergentu (ADF), na który składają się celuloza i lignina (rys. 5).



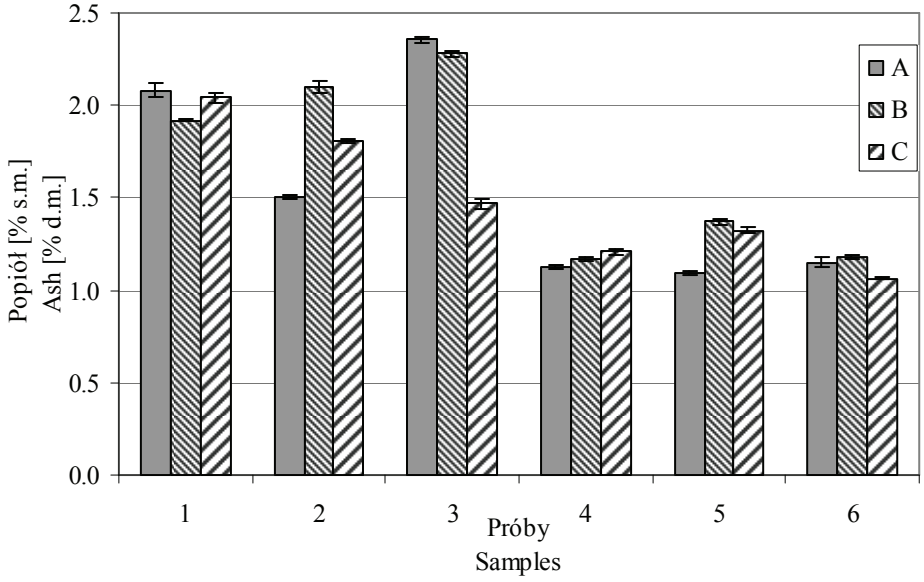
Rys. 5. Zawartość frakcji kwaśno-detergentowej błonnika pokarmowego (ADF) ($\overline{x}$ ± SD), celulozy i ligniny w makaronach (brak danych producenta).

Fig. 5. Content of acid detergent fibre (ADF) ($\overline{x}$ ± SD), cellulose (CEL), and lignin (ADL) in pasta (missing manufacturer's data).

Zawartość ADF była każdorazowo znacznie mniejsza od zawartość nierozpuszczalnej frakcji błonnika oznaczanego metodą enzymatyczną (IDF) (rys. 3). Dowodzi to, że część związków zaliczanych do IDF uległa hydrolizie w roztworze kwaśnego detergentu. W skład ADF wchodzi wyłącznie celuloza (CEL) i lignina kwaśno-

detergentowa (ADL), natomiast na frakcję IDF dodatkowo poza celulozą i ligniną składa się frakcja nierozpuszczalnych hemiceluloz. Może mieć to wpływ na wyższe wartości IDF w porównaniu z ADF. Zawartość ADF w badanych makaronach pełnoziarnowych była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 0,94 % s.m. (makaron z semoliny z 7 % dodatkiem otrąb pszennych – próba 4C) do 4,94% (makaron graham – próba 1A). Dominującym składnikiem tej frakcji była celuloza, której zawartość w makaronie graham wynosiła odpowiednio 3,47 % s.m., natomiast w makaronie z semoliny, z 7 % dodatkiem otrąb pszennych, zaledwie 0,66 % s.m. (rys. 5).

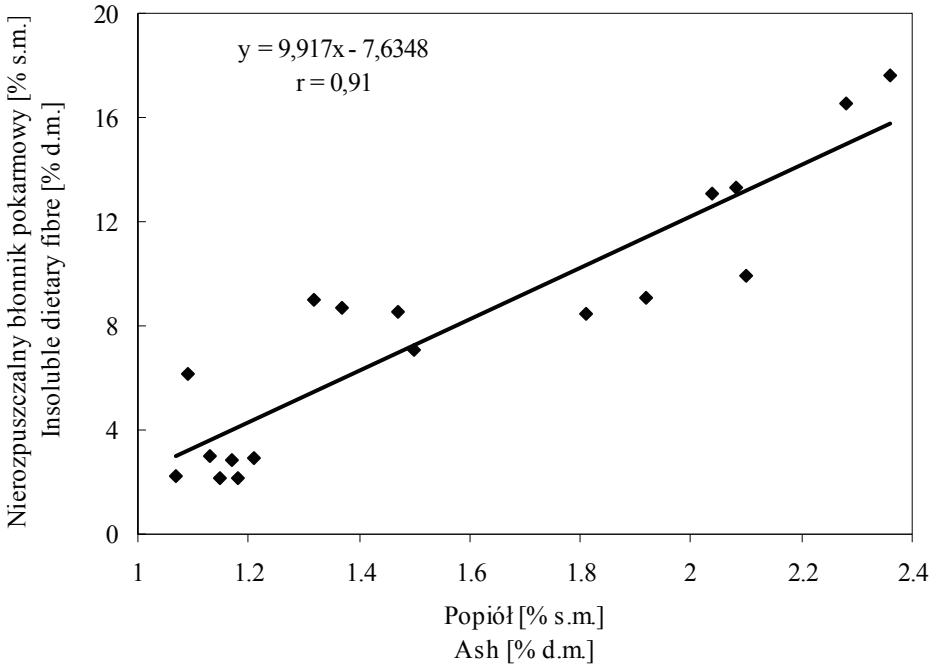
Zawartość związków mineralnych, w postaci popiołu, w makaronach razowych była zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 1,06 % s.m. (makaron orkiszowy – próba 6C) do 2,35 % s.m. (makaron graham – próba 3A) (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość popiołu w makaronach (brak danych producenta) ($\overline{x}$ ± SD).
Fig. 6. Ash content in pasta (missing manufacturer's data) ($\overline{x}$ ± SD).

Makarony pełnoziarnowe powinny charakteryzować się większą, w porównaniu z makaronami tradycyjnymi, zawartością popiołu, sięgającą nawet 2 %. Duża zawartość składników mineralnych w produktach pełnoziarnowych wynika ze specyfiki surowców zastosowanych do ich produkcji. Jak podaje Gąsiorowski [11, 12] pełnoziarnowe mąki pszenne i żytnie zawierają średnio od 1,8 do 2 % związków mineralnych. Wśród badanych makaronów największą zawartością składników mineralnych (1,5 - 2,3 % s.m.) odznaczały się makarony pszenne z pełnego ziarna i makaron graham. Stosunkowo małą zawartością składników mineralnych cechowały się natomiast maka-

rony: orkiszowy, żytni i pszenny wyprodukowany z semoliny wzbogaconej 7 % dodatkiem otrąb pszennych. Badania wykazały, że zawartość popiołu w makaronach razowych jest dodatnio skorelowana z zawartością całkowitego błonnika pokarmowego (r = 0,87), w tym głównie z frakcją nierozpuszczalną błonnika (r = 0,91) (rys. 7) oraz z zawartością białka (r = 0,65).

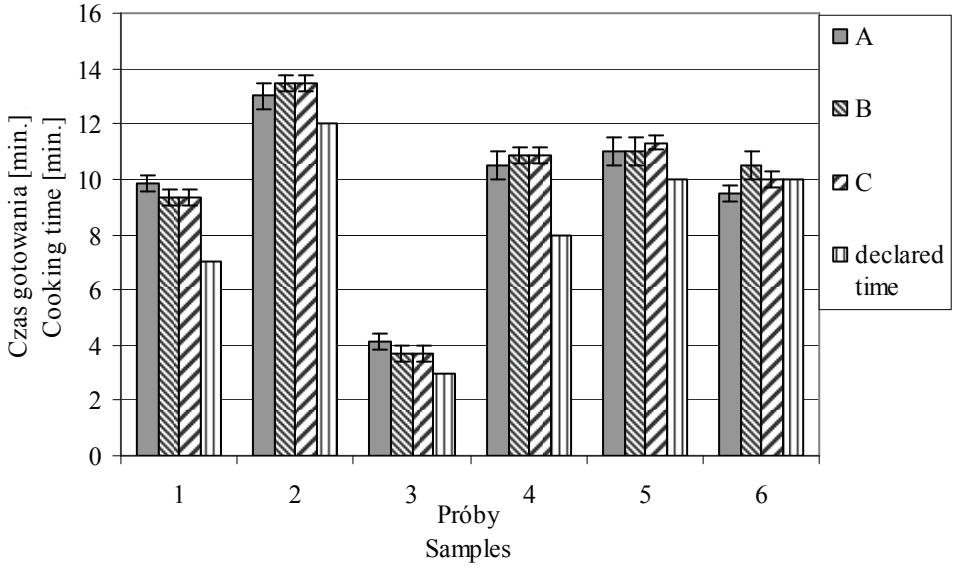


Rys. 7. Zależność pomiędzy zawartością popiołu i zawartością nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego w makaronach.
Fig. 7. Relationship between the contents of ash and insoluble dietary fibre in pasta.

Większość badanych makaronów wymagała dłuższego czasu gotowania w porównaniu z czasem zalecanym przez producenta (rys. 8). Należy podkreślić, że makarony razowe w porównaniu z makaronami tradycyjnymi są znacznie mniej odporne na rozgotowanie. Stąd najprawdopodobniej większość producentów zaleca krótszy, od wymaganego, czas gotowania tych produktów.

Straty suchej masy w czasie gotowania dobrych jakościowo makaronów nie powinny przekraczać 8 % [8, 19]. W przypadku makaronów razowych i produktów o podwyższonej zawartości błonnika pokarmowego wielkość strat suchej masy była większa niż w przypadku makaronów tradycyjnych [23, 4]. Manthey i Schorno [16] podkreślają, że obecne w mące pełnoziarnowej cząstki otrąb ograniczają powstawanie siatki glutenowej w czasie tworzenia ciasta makaronowego. W czasie gotowania woda

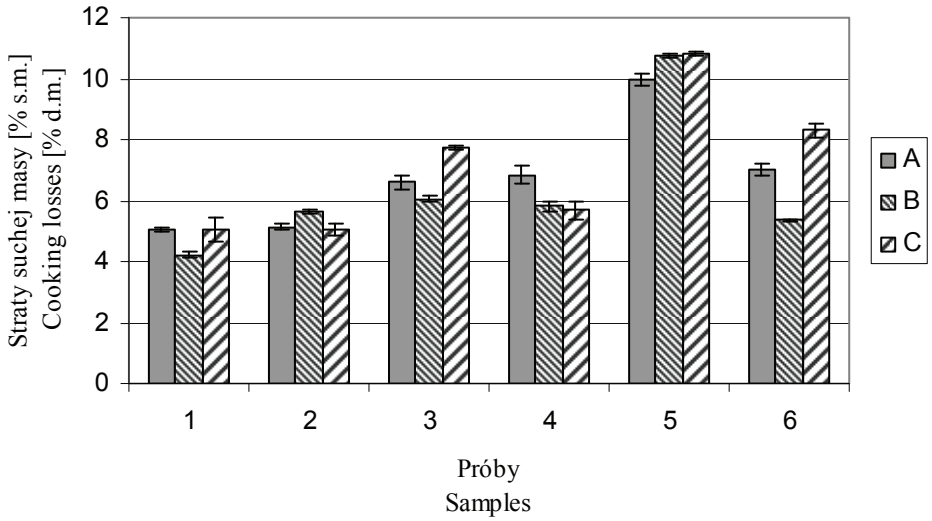
łatwiej penetruje strukturę makaronu, a odsłonięta skrobia jest bardziej podatna na wymywanie. W badanych makaronach razowych straty suchej masy mieściły się w przedziale od ok. 4 do ponad 10 % (rys. 9) i były ujemnie skorelowane z zawartością białka w tych produktach.



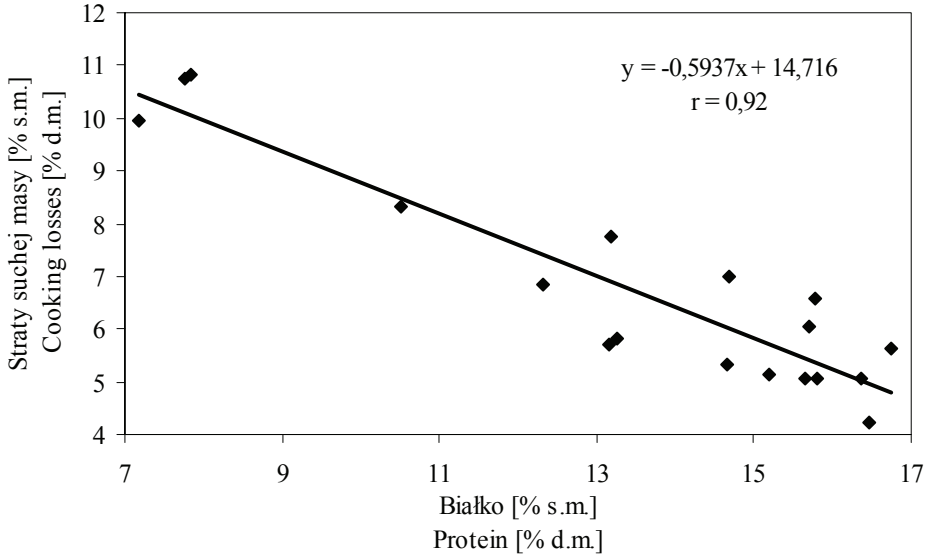
Rys. 8. Minimalny czas gotowania ($\overline{x}$ ± SD) w odniesieniu do czasu gotowania deklarowanego przez producenta.

Fig. 8. Minimal cooking time for pasta ($\overline{x}$ ± SD) with reference to the cooking time as declared by manufacturer.

Makarony o większej zawartości białka odznaczały się jednocześnie małymi stratami suchej masy w czasie gotowania (r = -0,92) (rys. 10). Największe straty suchej masy, przekraczające nawet 10 %, stwierdzono w przypadku makaronu razowego żytniego. Pod względem technologicznym żyto nie wydaje się być odpowiednim surowcem do produkcji makaronu. Brak białek glutenowych uniemożliwia wytworzenie odpowiednio mocnej matrycy białkowej, wiążącej i zamykającej granule skrobiowe. Wpływa to na niską jakość kulinarną makaronów żytnich, przejawiającą się dużymi stratami suchej masy w czasie gotowania, podatnością na rozgotowywanie, małą jędrnością i sprężystością tych produktów po ugotowaniu.



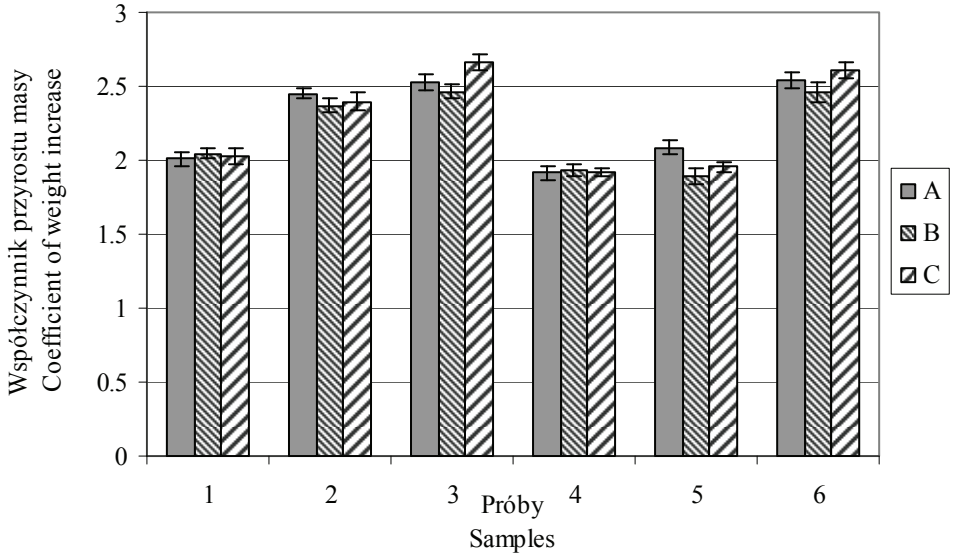
Rys. 9. Straty suchej masy w trakcie gotowania makaronów ($\overline{x}$ ± SD).
Fig. 9. Cooking losses of dry matter in pasta ($\overline{x}$ ± SD).



Rys. 10. Zależność pomiędzy zawartością białka i wielkością strat suchej masy w makaronach.
Fig. 10. Relationship between the protein content and cooking losses of dry matter in pasta.

Jednym z wyróżników jakościowych makaronów jest współczynnik przyrostu masy po ugotowaniu. Dick i Youngs [8] podają, że dobrej jakości makarony zwiększa-

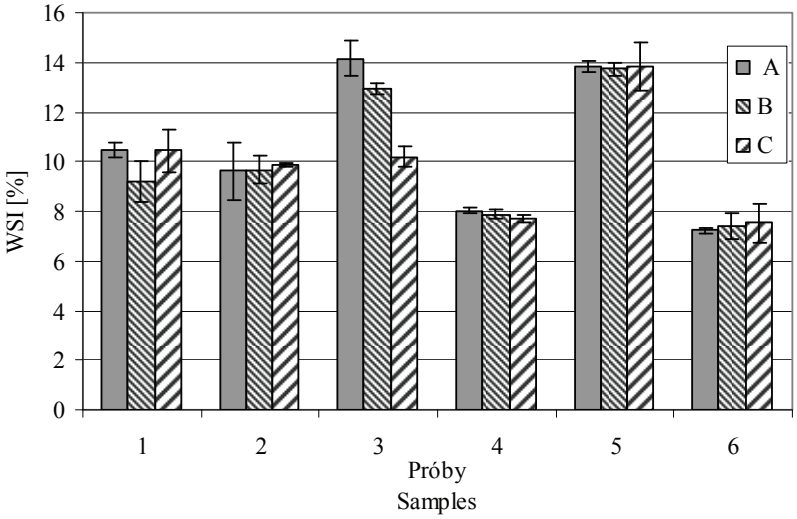
ją w czasie gotowania około trzykrotnie swoją masę. Dziki i Laskowski [9] stwierdzili, że przyrost masy makaronów w trakcie gotowania uzależniony jest od czasu gotowania wyrobów i w przypadku makaronów z semoliny wraz z wydłużaniem czasu gotowania jego wartość wzrasta. Z badań autorów wynika, że makarony wyprodukowane z semoliny cechują się wyższymi współczynnikami przyrostu masy w trakcie gotowania w porównaniu z produktami z pszenicy *vulgare*. Przy stosowaniu minimalnego czasu gotowania współczynniki przyrostu masy tych makaronów wynosiły odpowiednio 2,7 i 2,4. Sobota i Skwira [23] podają natomiast, że wartości współczynników przyrostu masy tradycyjnych makaronów pszennych mieściły się w szerokim przedziale od 2,14 do 4,14. Autorzy podkreślają, że na wartość tych współczynników duży wpływ ma forma i kształt makaronu. Wartości współczynników przyrostu masy makaronów pełnoziarnowych kształtowały się na poziomie od 1,89 do 2,66. Największą zdolność do zwiększania swojej masy w trakcie gotowania wykazywały makarony: graham (2,46 - 2,66 – próba 3) i orkiszowy (2,45 - 2,61 – próba 6) (rys. 11).



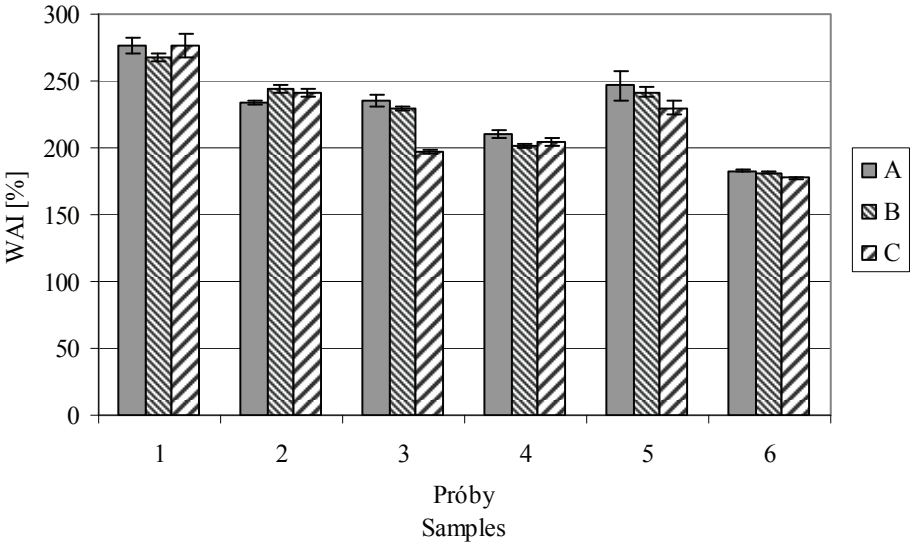
Rys. 11. Przyrost masy makaronu po ugotowaniu ($\overline{x}$ ± SD).
Fig. 11. Increase in cooked pasta weight ($\overline{x}$ ± SD).

W badanych makaronach oznaczono również współczynnik rozpuszczalności suchej masy (WSI). Przyjmuje się, że wartość WSI jest wyznacznikiem intensywności obróbki mechanicznej surowców roślinnych. Powstające w trakcie przetwarzania materiału naprężenia styczne prowadzą do degradacji biopolimerów. Powstałe związki o małej masie cząsteczkowej w trakcie uwadniania i wirowania przechodzą do roztworu. Wartości WSI makaronów pełnoziarnowych były stosunkowo niskie i kształtowały

się na poziomie od 7,2 do 14,2 % (rys. 12). Najniższymi wartościami WSI charakteryzował się makaron orkiszowy. W przypadku wysoko przetworzonych produktów zbożowych (ekstrudowane / breakfast cereals) WSI sięga nawet 48 % [21].



Rys. 12. Współczynnik rozpuszczalności suchej masy makaronów ($\overline{x}$ ± SD).
Fig.12. Water solubility index (WSI) of dry matter in pasta ($\overline{x}$ ± SD).



Rys. 13. Wodochłonność makaronów ($\overline{x}$ ± SD).
Fig. 13. Water absorption index (WAI) of pasta ($\overline{x}$ ± SD).

Wodochłonność makaronów razowych mieściła się w przedziale od 177 do 276 % (rys. 13). Vetrimani i wsp. [26] twierdzą, że wzrost wyciągu mąki wpływa na jej większą zdolność do absorpcji wody. Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku badanych makaronów pełnoziarnowych. Makarony cechujące się większą zawartością składników mineralnych i błonnika pokarmowego odznaczały się najczęściej większą wodochłonnością (r = 0,7).

Wnioski

1. Wybrane makarony pełnoziarnowe mogą być dobrym źródłem białka, błonnika pokarmowego, w tym głównie frakcji nierozpuszczalnej oraz związków mineralnych.
2. Nie wszystkie badane produkty zasługują na miano makaronów pełnoziarnowych.
3. Udział składników mineralnych, w postaci popiołu, w badanych makaronach pełnoziarnowych był dodatnio skorelowany z zawartością całkowitego błonnika pokarmowego i frakcji nierozpuszczalnej błonnika oraz z zawartością białka. Pośrednio zawartość popiołu może więc być dobrym miernikiem wartości żywieniowej tych produktów.
4. Zawartość białka w makaronach pełnoziarnowych miała duży wpływ na ich jakość kulinarną, a w szczególności na straty suchej masy w czasie gotowania. Największe straty suchej masy odnotowano w przypadku makaronu żytniego, który wyróżniał się jednocześnie bardzo małą zawartością białka.

Literatura

[1] AACC, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, American Association of Cereal Chemists, 2000.
[2] Anderson J.W., Hanna T.J., Peng X., Kryscio R.J.: Whole grain foods and heart disease risk. J. Am. College Nutr., 2000, **19**, 291S- 299S.
[3] Brennan Ch.S.: Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. Mol. Nutr. Ford Res., 2005, **49**, 560-570.
[4] Brennan C.S., Tudorica C.M.: Fresh pasta quality as affected by enrichment of nonstarch Polysaccharides. J. Food Sci., 2007, **72 (9),** 659-665.
[5] Brunori A., Galerio G. and Mariani G.: Relationship between gluten components in durum wheat and pasta quality. In: Gluten Proteins., AACC, Inc., St. Paul1994, USA, pp. 253-260.
[6] Chatenoud L., Tavani A. La-Vecchia C., Jacobs D.R.J., Negri E., Levi F., Franceschi S.: Whole grain food intake and cancer risk. International J. Cancer., 1998, **77**, 24-28.
[7] Dick J.W., Matsuo R.R.: Durum Wheat and Pasta Products. In: Wheat Chemistry and Technology, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 507-547.
[8] Dick J.W., Youngs V.L.: Evaluation of Durum Wheat, Semolina and Pasta in the United States. In: Durum Wheat: Chemistry and Technology, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 237-248.
[9] Dziki D., Laskowski J.: Evaluation of the cooking quality of spaghetti. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14/55**, 153-158.

[10] Feillet P., Dexter J.E.: Quality Requirements of Durum Wheat for Semolina Milling and Pasta Production. In: Pasta and Noodle Technology, AACC, Inc., St. Paul 1996, USA, pp. 95-131.
[11] Gąsiorowski H., Kączkowski J., Kędzior J., Konopka I., Rotkiewicz D.: Skład chemiczny ziarna pszenicy. W: Pszenica, chemia i technologia – pod red. H. Gąsiorowskiego, PWRiL, Poznań 2004, ss. 151-233.
[12] Gąsiorowski H., Kączkowski J., Kołodziejczyk P.: Skład chemiczny żyta. W: Żyto, chemia i technologia – pod redakcją H. Gąsiorowskiego. PWRiL, Poznań 1994, ss. 52-107.
[13] Jacobs D.R., Slavin J., Marquart L.: Whole grain intake and cancer: a review of literature. Nutrition and Cancer, 1995, **22**, 221-229.
[14] Liu S., Willett W.C., Manson J.E., Stampfer M.J., Hu F.B., Rosner B., Colditz G.: Relation between changes in intakes of dietary and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. Am. J. Clin. Nutr., 2003, **78**, 920-927.
[15] Liu S., Manson J.E., Stampfer M.J., Hu F.B., Giovannucci E., Colditz G., Hennekens C.H., Willett W.C.: A prospective study of whole grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. Am. J. Public Health, 2000, **90**, 1409-1415.
[16] Manthey F. A., Schorno A.L.: Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum. Cereal Chem., 2002, **79 (4),** 504-510.
[17] Mariani-Costantini A.: Image and Nutritional Role of Pasta in Changing Food Patterns. In: Durum Wheat: Chemistry and Technology, AACC, Inc., St. Paul 1988, USA, pp. 283-302.
[18] Oak M.D., Dexter J.E.: Chemistry, Genetics and Prediction of Dough Strength and End-use Quality in Durum Wheat. In: Gliadin and Glutenin the Unique Balance of Wheat Quality, AACC, Inc., St. Paul 2006., USA, pp. 281-305.
[19] Obuchowski W.: Technologia przemysłowej produkcji makaronu. AR Poznań 1997.
[20] PN-A-74130:1993. Makaron. Pobieranie próbek i metody badań.
[21] Rzedzicki Z.: Analysis of the chemical composition of selected hot breakfast cereals. Bromat. Chem Toksykol., 2005, **Supl**., 141-146.
[22] Slavin J.: Why whole grains are protective: biological mechanisms. Proc. Nutr. Soc., 2003, **62,** 129-134.
[23] Sobota A., Skwira A.: Physical properties and chemical composition of extruded pasta. Acta Agrophysica, 2009, **1 3(1),** 245-260.
[24] van Soest P. J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. J. A.O.A.C., 1963, **46 (5),** 825-829.
[25] van Soest P.J.: Use of Detergents in the analysis of fibrous feeds. II.A Rapid method for the determination of fiber and lignin. J. A.O.A.C., 1963, **46 (5)**, 829-835.
[26] Vetrimani R., Sudha M.L., Haridas Rao P.: Effect of extraction rate of wheat flour on the quality of vermicelli. Food Res. Int., 2005, **38,** 411-416.
[27] Willet W.C., Skerret P.J.: Eat, Drink and Be Healthy. Free Press, New York 2001, USA.

QUALITY OF WHOLE GRAIN PASTA AVAILABLE IN MARKET

S u m m a r y

The objective of the study was to determine the chemical composition, the physical properties, and the cooking quality of commercially available whole grain pasta of wheat, spelt, and rye. In the tested assortments of pasta, there were determined the contents of protein, ash, total dietary fibre including soluble and insoluble fractions, and acid detergent fibre including cellulose and lignin. The water solubility index

(WSI) and water absorption index (WAI) were also analyzed. The minimal cooking time for pasta was determined, as were the cooking losses of dry matter and the coefficient of weight increase after cooking.

The whole-wheat pasta was characterized by the highest content of protein. The content of protein was about 16 % d.m. in two of four assortments of the whole-wheat pasta. The lowest protein content, ranging from 6.6 to 7.3 % d.m., was reported in the rye pasta. The ash content in the whole grain pasta was different and depended on the kind and type of flour used to produce pasta. The wheat wholemeal (graham) wheat pasta was characterized by the highest content of ash amounting to 2.3 % d.m. The content of total dietary fibre in the products tested highly varied in a range from 4.73 % d.m. (whole-spelt pasta) to 22.6 % d.m. (wholemeal wheat (graham) pasta). In the whole-wheat and whole-rye pasta, the insoluble fraction of the dietary fibre prevailed, while the soluble fraction of dietary fraction prevailed in the whole-spelt pasta. The whole-rye pasta was characterized by the highest values of cooking losses of dry matter exceeding 10%. The absolute majority of pasta assortments tested should not be classified as wholemeal or whole grain products.

Key words: whole-grain pasta, wholemeal pasta, dietary fibre, physical properties, cooking quality, chemical composition

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 100 – 108

TOMASZ TARKO, ALEKSANDRA DUDA-CHODAK, PIOTR POGOŃ

CHARAKTERYSTYKA OWOCÓW PIGWOWCA JAPOŃSKIEGO I DERENIA JADALNEGO

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

Celem pracy była ocena składu i właściwości owoców pigwowca japońskiego oraz derenia jadalnego. Oznaczono zawartość: suchej masy, ekstraktu, glukozy, fruktozy, błonnika, polifenoli ogółem oraz kwasowość ogólną i aktywność antyoksydacyjną. Stwierdzono, że owoce derenia jadalnego, w stosunku do owoców pigwowca japońskiego, charakteryzują się większą zawartością suchej masy, ekstraktu i cukrów prostych. Kwasowość pigwowca japońskiego i derenia jadalnego wynosiła odpowiednio 4,11 i 3,91 %. Oceniane owoce charakteryzowały się silnymi właściwościami antyoksydacyjnymi oraz dużą zawartością polifenoli.

Słowa kluczowe: dereń jadalny, pigwowiec japoński, składniki chemiczne, właściwości antyoksydacyjne

Wprowadzenie

Silna konkurencja na rynku oraz oczekiwania konsumentów wymuszają na producentach przetworów owocowych nowych wyrobów, atrakcyjnych pod względem sensorycznym i prozdrowotnym. Przetwórcy wykorzystują często mało znane, egzotyczne owoce, podczas gdy w Polsce występuje wiele niedocenianych gatunków roślin. Zwykle rosną one dziko lub są uprawiane głównie ze względu na walory ozdobne. Niektóre z nich były bardzo popularne kilkadziesiąt lat temu. Obecnie zainteresowanie nimi powoli wraca, szczególnie ze względu na ich silne właściwości antyoksydacyjne. Do owoców takich należą m.in. pigwowiec japoński i dereń właściwy [6, 11, 27].

Pigwowce należą do rodziny różowatych (*Rosaceae*), podrodziny jabłkowych *(Pomoideae)*. Owoce pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* L.) charakteryzują się nieregularnym kształtem oraz zróżnicowaną wielkością [13]. Zwykle mają kształt małego jabłka, o średnicy około 4 cm i masie poniżej 50 g [17]. Mimo, że pokryte są jedynie cienką skórką, dobrze znoszą przechowywanie i transport, a ich

Dr inż. T. Tarko, dr A. Duda-Chodak, mgr inż. P. Pogoń, Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

miąższ po przekrojeniu długo nie zmienia barwy na powietrzu [13]. Charakterystyczny, atrakcyjny aromat, jak również duża zawartość kwasów organicznych i błonnika, w połączeniu z dużą koncentracją witaminy C oraz polifenoli, stanowią o dużym potencjale owoców pigwowca japońskiego jako surowca przemysłowego.

Dereń jadalny (*Cornus mas* L.) należy do rodziny dereniowatych (*Cornaceae*). Występuje w postaci drzewa lub krzewu o wysokości od 3 do 9 m [7, 26]. Owoce derenia właściwego są soczyste, o cierpko-kwaśnym smaku. Najpopularniejsze odmiany są ciemnoczerwone i mają kształt oliwki, ale spotkać można również formy gruszkowate czy butelkowate, w kolorze różowym lub żółtym. Owoce derenia jadalnego osiągają przeważnie długość 10 - 20 mm, przy szerokości 5 - 8 mm [7, 26]. Charakteryzują się słodko-kwaśnym smakiem i specyficznym aromatem [1, 3]. Cierpkość, będącą charakterystycznym wyróżnikiem smaku owoców derenia, zawdzięczają wysokiej zawartości substancji garbnikowych, sięgających nawet 2,5 g/100 g [1]. Duża zawartość kwasów organicznych, witaminy C, a przede wszystkim antocyjanów o znacznej aktywności antyoksydacyjnej, w połączeniu z charakterystycznym aromatem i atrakcyjną rubinowo-czerwoną barwą, decydują o dużym potencjale owoców derenia jadalnego jako surowca dla przemysłu spożywczego [6, 7].

Celem pracy była ocena składu i właściwości owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego.

Materiał i metody badań

Materiałem do badań były owoce pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* L.) i derenia jadalnego (*Cornus mas* L.). Owoce pochodziły z ekologicznie czystych okolic Nowego Sącza. Do czasu wykonywania oznaczeń próby przechowywano w temp. -80 °C (zamrażarka niskotemperaturowa Sanyo Ultra-Low MDF-192; 4 tyg.), w celu maksymalnego ograniczenia zmian biochemicznych i składu owoców.

Analizy obejmowały:

1) oznaczanie zawartości suchej masy metodą suszenia [9]; wynik wyrażano w [%];
2) oznaczanie zawartości ekstraktu.
   Sporządzano homogenizat (homogenizator wysokoobrotowy Ultra Turrax T 25 basic, 5 min, 22000 obr./min) z 40 ± 0,01 g owoców bez pestek oraz 160 ml wody destylowanej. Pobierano 100 g, gotowano 5 min, a następnie chłodzono, uzupełniano wodą destylowaną do 100 g i filtrowano. Zawartość ekstraktu [%] oznaczano refraktometrycznie (refraktometr Abbego);
3) oznaczanie kwasowości ogólnej.
   Z homogenizatu (40 g owoców bez pestek + 160 ml wody destylowanej; homogenizator Ultra Turrax T 25 basic, 5 min, 22000 obr./min) odważano 25 g, dodawano 100 ml wody i doprowadzano do wrzenia. Po ochłodzeniu roztwór sączono, pobie-

rano 50 ml i miareczkowano 0,01 M roztworem NaOH do pH = 8,1. Wynik przeliczano na kwas jabłkowy i wyrażano w [%];

4) oznaczanie zawartości cukrów fermentujących.
Owoce (10 g) rozcierano w moździerzu, rozcieńczano wodą destylowaną do 50 ml i wirowano (15 min, 1750 g, 20 °C). Pomiaru w supernatancie dokonywano z wykorzystaniem chromatografu cieczowego (HPLC). Ekstrakty owocowe rozdzielano izokratycznie z prędkością przepływu fazy ruchomej 0,6 ml/min, przy zastosowaniu kolumny jonowymiennej Bio-Rad Aminex HPX 87C (300×7,8 mm) w temp. 85 °C. Jako eluent zastosowano wodę dejonizowaną. Przed każdą analizą próbki rozcieńczano (1 : 100) i filtrowano przez sączki o średnicy porów 0,44 μm. Objętość iniekcji wynosiła 20 μl. Piki chromatograficzne identyfikowano poprzez porównanie czasu retencji ze standardami zewnętrznymi. Stężenia cukrów obliczano za pomocą oprogramowania Chromeleon 6.80.

5) oznaczanie zawartości błonnika ogółem metodą enzymatyczno-grawimetryczną, wg AOAC [24];

6) ocena aktywności antyoksydacyjnej metodą spektrofotometryczną [20].
Rodnik ABTS wytworzono w wyniku reakcji pomiędzy 7 mM solą amonową kwasu 2,2'azynobis(3-etylenobenzotiazolinowego) i 2,45 mM pirosiarczynem potasu. W celu stabilizacji rodnika ABTS roztwór przetrzymywano bez dostępu światła (temp. 22 - 25 °C) przez 18 h. Roztwór rozcieńczano z wykorzystaniem buforu fosforanowego (PBS) tak, aby jego absorbancja oznaczana przy długości fali 734 nm wynosiła A = 0,70 ± 0,02 ($ABTS_{0,7}$). Owoce liofilizowano (liofilizator Christ Ralpha 1-4) i poddawano ekstrakcji z użyciem 80 % metanolu (0,5 g w 25 ml). Ekstrakty (100 μl) i roztwór Troloxu (stężenie 1-10 mg/100 ml) wprowadzano do 1 ml $ABTS_{0,7}$ i mierzono absorbancję w 6. minucie. Aktywność antyoksydacyjną wyznaczano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej z użyciem syntetycznej witaminy E (Trolox) i wyrażano w μM Trolox/100 g świeżych owoców;

7) oznaczanie zawartości związków fenolowych ogółem [20].
Do 45 ml wody redestylowanej dodawano 0,25 ml odczynnika Folina-Ciocalteau'a (rozpuszczonego w wodzie w stosunku 1:1) i 0,5 ml 7 % Na_2CO_3, a następnie 5 ml ekstraktu z owoców (0,5 g w 25 ml 80 % metanolu). Absorbancję roztworów mierzono po 30 min w spektrofotometrze (BECKMAN DU 650, λ = 760 nm). Zawartość związków fenolowych ogółem wyznaczano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej z użyciem katechiny i wyrażano w mg katechiny/100 g świeżych owoców.

Wszystkie doświadczenia wykonywano w minimum trzech powtórzeniach. W celu określenia istotności różnic między wartościami średnimi wykonano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z testem *post hoc* Tukey'a. Rozkład normalności

określono za pomocą testu Kołgomorowa-Smirnova, wykorzystując program InStat3 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA).

Wyniki i dyskusja

Zawartość wybranych składników owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Zawartość wybranych składników chemicznych owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego.
Contents of selected chemical components of Japanese quince and Cornelian cherry fruits.

Badany wyróżnik Characteristic under analysis	Pigwowiec japoński Japanese quince	Dereń jadalny Cornelian cherry
Sucha masa [%] Dry substance [%]	12,89 ± 0,43 [a]	20,31 ± 0,47 [b]
Ekstrakt [%] Extract [%]	9,38 ± 0,72 [a]	15,00 ± 0,00 [b]
Fruktoza [%] Fructose [%]	0,5 ± 0,01 [a]	3,69 ± 0,04 [b]
Glukoza [%] Glucose [%]	1,62 ± 0,01 [a]	5,39 ± 0,05 [b]
Błonnik pokarmowy ogółem [%] Total dietary fibre [%]	1,35 ± 0,05 [a]	1,53 ± 0,07 [b]
Kwasowość (jako kwas jabłkowy) [%] Titratable acidity (as apple acid) [%]	4,11 ± 0,02 [a]	3,91 ± 0,02 [b]

a, b – te same litery oznaczają brak różnic statystycznie istotnych w obrębie analizowanego parametru, $p < 0,05$ / a, b – the same letters denote no statistically significant differences ($p < 0.05$) within the parameter analyzed

Owoce derenia jadalnego, w stosunku do owoców pigwowca japońskiego odznaczały się istotnie większą zawartością suchej masy (odpowiednio 20,31 i 12,89 %). Wg Lachmana i wsp. [10] zawartość suchej masy w owocach derenia jadalnego wahała się od 15,7 % – w przypadku owoców dziko rosnących, do nawet 36 % (odmiany uprawiane). W przypadku pigwowca japońskiego zawartość suchej masy była charakterystyczna dla tego surowca. Lesińska [13] wykazała, że zawartość suchej masy analizowanych przez nią owoców wahała się od 13 do 18 %, zależnie od roku zbiorów. Wartości z dolnej granicy przedziału wynikać mogły ze słabego nasłonecznienia owoców. Otrzymane wartości korespondują również z wynikami innych badań [22].

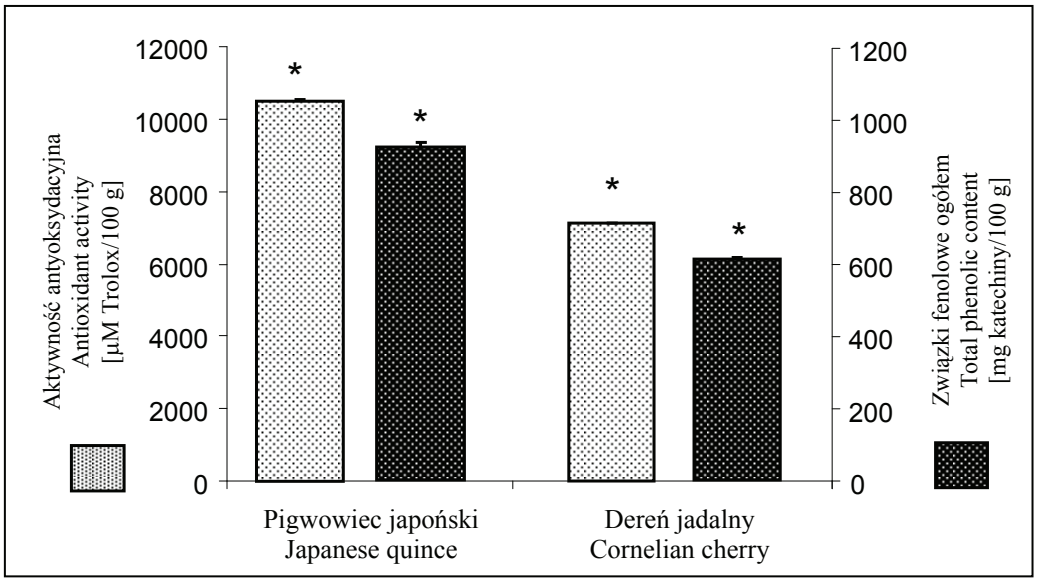
W owocach oznaczono stężenia dwóch podstawowych cukrów prostych – fruktozy i glukozy. Owoce derenia jadalnego zawierały około 9 % cukrów, w proporcji fruktoza : glukoza zbliżonej do 2 : 3. Natomiast owoce pigwowca japońskiego charakteryzowały się małym stężeniem cukrów, przy czym glukozy było trzykrotnie więcej niż fruktozy. Liczni autorzy [3, 8, 23, 26] podają, że zawartość cukrów redukujących w owocach derenia kształtuje się w przedziale od 2 do 12 %, a najmniejsze wartości obserwuje się w owocach odmian dziko rosnących. Stosunek fruktozy do glukozy, jak również ich zawartość w owocach, wskazuje na podobieństwo do owoców wiśni [15]. Zawartość cukrów redukujących pigwowca japońskiego była zbliżona do wartości otrzymanych we wcześniejszych badaniach [12, 13]. Owoce te można zaliczyć do grupy ubogich w cukry proste (stanowią około 70 % całkowitej zawartości cukrów). Pozostałe węglowodany to głównie sorbitol (25 %) i sacharoza (5 %) [13]. Również w porównaniu z innymi gatunkami owoców – szczególnie o najbliższym stopniu pokrewieństwa (np. jabłek), zawartość cukrów w owocach pigwowca była niewielka. Jabłka zawierają od 6 do 12 % cukrów redukujących, zależnie od odmiany [15]. Na uwagę zasługuje fakt, że proporcje fruktozy i glukozy w owocach pigwowca upodabniają je raczej do niektórych owoców pestkowych (np. śliwek czy moreli) [15] i jagodowych (np. jeżyn) [13].

Kwasowość owoców pigwowca japońskiego była większa od kwasowości derenia jadalnego. Wynosiła 4,11 % i mieściła się zakresie 3,5 - 4,5 %, uzyskanym przez innych autorów [13, 14]. Nieznacznie mniejszą kwasowością charakteryzowały się owoce derenia jadalnego (3,9 %), różnica ta okazała się jednak statystycznie istotna. Kwasowość pigwowca japońskiego przewyższała wielkości oznaczane w czarnej porzeczce. Jedynie cytryny charakteryzują się o około 1 % wyższa kwasowością, niemniej jednak, na tym poziomie nie jest to już odczuwane sensorycznie. Ponadto w cytrynie stosunek zawartości cukrów do kwasów wynosi około 1 : 1 [15]. Tymczasem w pigwowcu oscyluje wokół wielkości 2 : 1, co świadczy o nieprzydatności tych owoców do spożycia bezpośredniego. Przyjmuje się bowiem, że owoce przeznaczone do takiej formy konsumpcji powinny zawierać co najmniej 10 razy więcej cukrów niż kwasów [13]. Owoce pigwowca japońskiego mogą być jednak wykorzystywane jako składnik przetworów wieloowocowych. Mogą one wzbogacić produkt w charakterystyczny, oryginalny aromat lub być wykorzystane jako składnik zakwaszający. Kwasowość derenia jadalnego, podobnie jak pigwowca, klasyfikuje go jako surowiec wybitnie kwaśny. Autorzy dostępnych badań stwierdzają stosunkowo duży przedział analizowanego parametru – od 1,25 do 4,7 %, przy czym przeważnie nie osiąga wartości powyżej 4 % [3, 10, 26]. Stosunek cukrów do kwasów w przypadku owoców derenia wynosi około 3 : 1, co jednak w dalszym ciągu kwalifikuje go do przetwórstwa, a nie do bezpośredniego spożycia. Istnieją jednak słodkie odmiany derenia, o niskiej kwasowości,

spożywane w postaci naturalnej, jednak głównie w klimacie cieplejszym od polskiego [8, 23].

Oceniane gatunki owoców charakteryzowały się zbliżoną zawartością błonnika (1,35 - 1,53 %). Wartości te nie mają jednak dużego znaczenia zdrowotnego. Istnieje wiele innych owoców znacznie zasobniejszych w ten składnik, np. jabłka, banany, śliwki itp. [16, 18, 19].

Owoce pigwowca japońskiego i derenia jadalnego zostały przebadane pod względem aktywności antyoksydacyjnej oraz zawartości głównej grupy składników przeciwutleniających żywności pochodzenia roślinnego – polifenoli (rys. 1).



* – oznacza różnice statystycznie istotne w obrębie analizowanego parametru, $p < 0,05$ / denotes statistically significant differences at $p < 0.05$ within the parameter analyzed.

Rys. 1. Aktywność antyoksydacyjna i zawartość związków fenolowych ogółem w owocach pigwowca japońskiego i derenia jadalnego.

Fig 1. Antioxidant activity and total phenolic content of Japanese quince and Cornelian cherry fruit

Owoce pigwowca japońskiego charakteryzowały się, w stosunku do owoców derenia, większą aktywnością antyoksydacyjną i zwartością związków fenolowych ogółem (odpowiednio o 32 i 33 %). Wykazano silną korelację (r = 0,99) pomiędzy zawartością polifenoli i aktywnością antyoksydacyjną.

Zawartość związków fenolowych w analizowanych owocach była duża. Badane przez Fronca i Oszmiańskiego [5] owoce pigwowca japońskiego zawierały 645 mg/ 100 g polifenoli ogółem. Blisko spokrewnione z pigwowcem jabłka zawierają zróżni-

cowane ilości związków fenolowych (od około 600 do 1640 mg katechiny/100 g), zależnie od odmiany, roku zbiorów i warunków klimatycznych [21]. W owocach pigwy pospolitej, również blisko spokrewnionej z pigwowcem japońskim, zawartość polifenoli wynosiła około 750 mg składników fenolowych w 100 g [25]. Gasik i Mitek [7] podali zakres zawartości polifenoli w owocach derenia w zakresie 300 - 600 mg/100 g (w przeliczeniu na kwas galusowy). Innym przykładem owoców pestkowych jest śliwka 'Węgierka Zwykła'. Oceniona w niej zawartość związków fenolowych ogółem wynosiła zaledwie 200 mg/100 g [2].

Aktywność antyoksydacyjna oznaczona w badanych owocach była silna w porównaniu z innymi krajowymi owocami. Gasik i Mitek [7] ocenili pojemność antyoksydacyjną owoców derenia jadalnego (3500 - 6000 μM Troloxu/100 g), truskawki (1000 - 2000) i porzeczki czarnej (2500 - 3500). Można zauważyć, że stwierdzona w niniejszych badaniach aktywność antyoksydacyjna derenia (7123 μM Toloxu/100 g) była większa niż górna granica przedziału podawanego przez Gasika i Mitek [7]. Jeszcze mniejsze wartości w dziko rosnących owocach derenia (2950 - 3650 μM Troloxu/100 g) oraz kwaśnej wiśni (4500 μM Troloxu/100 g) podali Dragovic-Uzelac i wsp. [4].

Wnioski

1. Owoce pigwowca japońskiego i derenia jadalnego charakteryzują się kwasowością w zakresie 3,9 - 4,1 % oraz stosunkiem cukrów do kwasów uniemożliwiającym ich spożywanie w postaci nieprzetworzonej. Zawartość suchej masy stwierdzona w owocach derenia jadalnego (20,31 %) była większa niż w pigwowcu japońskim (12,89 %).
2. Oceniane owoce pigwowca japońskiego i derenia jadalnego odznaczają się silną aktywnością antyoksydacyjną (odpowiednio 10512 i 7123 μM Trolox/100 g) i zawartością polifenoli (924 i 611 mg katechiny/100 g), w porównaniu z innymi owocami krajowymi.
3. Wykazano silną korelację (r = 0,99) pomiędzy potencjałem antyoksydacyjnym i zawartością związków fenolowych badanych owoców.

Literatura

[1] Burmistrov L.A.: Underexploited fruits and nuts of Russia. West Australian Nut and Tree Crop Association Yearbook, 1994, **18**, 3-19.

[2] Cieślik E., Gręda A., Adamus W.: Contents of polyphenols in fruit and vegetables. Food Chem., 2006, **94**, 135-142.

[3] Demir F., Kalyoncu I.H.: Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). J. Food Eng., 2003, **60**, 335-341.

[4] Dragovic-Uzelac V., Levaj B., Bursac D., Pedisic S., Radojcic I., Bisko A.: Total phenolics and antioxidant capacity assays of selected fruits. Agric. Conspect. Sci., 2007, **4 (72)**, 279-284.

[5] Fronc A., Oszmiański J.: Pigwowiec i aronia – surowce do produkcji herbat owocowych. Wiad. Zielarskie, 1994, **1**, 19-21.

[6] Gasik A., Mitek M., Kalisz S.: Wpływ procesów maceracji oraz warunków przechowywania na aktywność przeciwutleniającą i zawartość wybranych składników w soku z owoców derenia (*Cornus mas*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, **5 (60)**, 161-167.

[7] Gasik A., Mitek M.: Dereń właściwy – roślina zapomniana. Przem. Spoż., 2008, **9**, 47-50.

[8] Guleryuz M., Bolat I., Pirlak L.: Selection of table cornelian cherry (*Cornus mas* L.) types in Çoruh Valley. J. Agric. Forest., 1998, **22**, 357-364.

[9] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa 1993, ss. 25-26.

[10] Lachman J., Pivec V., Surbutova D.: Anthocyanins in the fruits if wild dogwood (*Cornus mas* L.) of central bohemian origin. Sci. Agric. Biochem., 1995, **4 (26)**, 259-266.

[11] Laskowska J., Pogorzelski E.: Owoce krajowe cennym surowcem winiarskim. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2007, **12**, 12-13.

[12] Lesińska E., Przybylski R., Eskin M.: Some volatile and nonvolatile flavour components on the Dwarf Quince (*Chaenomeles japonica*). J. Food Sci., 1988, **3 (53)**, 854-856.

[13] Lesińska E.: Charakterystyka składu chemicznego owoców pigwowca i ocena ich technologicznej przydatności dla przetwórstwa owocowo–warzywnego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawa habilitacyjna 1986, nr 100.

[14] Lopez R.V.: Caracterización físico-química del membrillo japonés (*Chaenomeles sp. Lindl*). Desarrollo fisiologico y conservacion frigorifica. 2006, Universidad de Murcia, Hiszpania.

[15] Pijanowski E., Mrożewski S., Horubała A., Jarczyk A.: Technologia produktów owocowych i warzywnych. PWRiL, Warszawa 1973.

[16] Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności, nr 1924/2006.

[17] Rumpunen K.: *Chaenomeles*: Potential New Fruit Crop for Northern Europe; w Janick J., Whipkey A.: Trends in new crops and new uses. ASHS Press Alexandria 2002.

[18] Rzedzicki Z., Wirkijowska A.: Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **1 (56)**, 52-64.

[19] Siemianowska E., Skibniewska K.A., Tyburski J., Majewska K., Meyer-Wiencke A., Heistermann C.: Zawartość błonnika pokarmowego i kwasu fitynowego w chlebie orkiszowym w zależności od odmiany pszenicy. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **2 (63)**, 75-82.

[20] Tarko T., Duda-Chodak A., Sroka P., Satora P., Michalik J.: Transformations of phenolic compounds in an in vitro model simulating the human alimentary tTract. Food Technol. Biotechnol., 2009, **47 (4)**, 456-463.

[21] Tarko T., Duda-Chodak A., Sroka P., Satora P.: Ocena aktywności antyoksydacyjnej wybranych owoców. VIII Konf. Nauk. "Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne". Oddz. Małopolski PTTŻ, 2007, s. 125.

[22] Thomas M., Guillemin F., Guillon F., Thibault J.F.: Pectins in the fruits of Japanese Quince (*Chaenomeles japonica*). Carbohyd. Polym., 2003, **53**, 361-372.

[23] Tural S., Koca I.: Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey. Sci. Hortic., 2008, **116**, 362-366.

[24] Villanueva M.J., Redondo A., Rodriguez M.D., Garcia B.: Determination of dietary fibre by the AOAC method in raw and processed vegetable: peas samples. Fresenius J. Anal. Chem., 1993, **345**, 247-249.

[25] Wojdyło A., Wietrzyk J., Milczarek M., Oszmiański J.: Prozdrowotne właściwości owoców *Cydonia oblonga Miller*. IX Konf. Nauk. "Żywność XXI wieku - Żywność wzbogacona i nutraceutyki". Oddz. Małopolski PTTŻ, Kraków 2009, s. 83.

[26] Yilmaz K.U., Ercisli S., Zengin Y., Sengul M., Kafkas E.Y.: Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. Food Chem., 2008, **114**, 408-412.

[27] Zawirska-Olszańska A., Kucharska A.Z., Sokół-Łętowska A., Biesiada A.: Ocena jakości dżemów z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **1 (68)**, 40-48.

PROFILE OF JAPANESE QUINCE AND CORNELIAN CHERRY FRUIT

S u m m a r y

The objective of the study was to assess the composition and properties of Japanese quince and of Cornelian cherry fruit. The contents and levels of the following were determined: dry substance, extract, glucose, fructose, dietary fibre, total polyphenols, titratable acidity, and antioxidant activity. It was found that the Cornelian cherry fruit were characterized by a higher content of dry substance, extract, and monosaccharides compared to the Japanese quince fruit. The acidity of Japanese quince and Cornelian cherry was 4.11 and 3.91 %, respectively. The fruit analysed and assessed were characterized by the strong antioxidant properties and by the high content of polyphenols.

Key words: Cornelian cherry, Japanese quince, chemical components, antioxidant properties

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 109 – 119

ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

ZASTOSOWANIE BAKTERII POTENCJALNIE PROBIOTYCZNYCH DO FERMENTACJI PRZECIERU Z DYNI

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

Celem badań było zaprojektowanie fermentowanego przecieru z dyni, jako półproduktu do wytwarzania sorbetów, z udziałem bakterii probiotycznych. Określono, że optymalne warunki fermentacji przecieru z dyni, szczepem bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 to: temperatura 32 °C, czas 26 h oraz 8 % dodatek sacharozy. Zastosowane warunki fermentacji pozwoliły na otrzymanie przecieru z dyni o najwyższym stopniu pożądalności sensorycznej. W czasie procesu fermentacji następował wzrost liczby bakterii, w zależności od rodzaju przecieru, do wartości 9,55 - 9,90 jtk/g. Wyższą liczbę bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 odnotowano w przecierach z inuliną, co może świadczyć o korzystnym wpływie dodatku prebiotyku na wzrost bakterii.

Słowa kluczowe: probiotyki, fermentacja, dynia

Wstęp

Obserwuje się intensywny rozwój nowych rodzajów żywności fermentowanej pochodzenia zwierzęcego i roślinnego z udziałem bakterii kwasu mlekowego (LAB) o właściwościach probiotycznych. Przeprowadzone badania kliniczne wykazały, że bakterie te odbudowują, a następnie utrzymują prawidłowy skład zespołu mikroorganizmów przewodu pokarmowego człowieka, który może ulec zaburzeniu przez stosowanie niewłaściwej diety, ostre (bakteryjne lub wirusowe) zakażenia jelitowe oraz środki farmakologiczne, głównie antybiotyki [5].

Zastosowanie szczepów bakterii probiotycznych do fermentacji surowców roślinnych może poszerzyć listę dostępnych na rynku produktów spożywczych z udziałem probiotyków oraz zmodyfikować wartość odżywczą i dietetyczną żywności fermentowanej, pod warunkiem uzyskania produktu o akceptowanej jakości sensorycznej. Produkty fermentowane z marchwi, buraków ćwikłowych, fasolki, zielonego groszku,

Dr inż. A. Szydłowska, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Zakład Higieny i Zarządzania Jakością Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C 02-776 Warszawa

pietruszki, pomidorów, a także nasion soi i ryżu, w postaci soków czy sałatek, mogą stanowić alternatywę uzupełnienia mikroflory przewodu pokarmowego przez osoby nietolerujące laktozy i białek mleka. Szczepy stosowane do produkcji warzywnych produktów fermentowanych to *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus* i *Lactobacillus* [2, 6, 8, 11, 21, 26].

Udowodniono, że przemiany składników surowców spożywczych, zachodzące w trakcie bakteryjnego procesu fermentacji, powodują zwiększenie przyswajalności wolnych aminokwasów z białek pokarmowych zawartych w diecie. Zaobserwowano, że warzywa poddawane procesowi fermentacji z użyciem bakterii LAB stają się bogatym źródłem wolnych pierwiastków, szybciej i łatwiej absorbowanych przez organizmy wyższe. Ponadto dzięki tym bakteriom zwiększa się również zawartość niektórych witamin, takich jak ryboflawina i kwas foliowy, co może być wykorzystane szczególnie w dietach niskokalorycznych [3, 4, 19, 20].

Materiał do badań stanowiła nowa odmiana dyni olbrzymiej. Jest to roślina dobrze zaaklimatyzowana w polskich warunkach, wydająca wysokie plony. Duża zawartość karotenoidów, mała zdolność do wiązania azotanów, metali ciężkich oraz brak konieczności stosowania w jej uprawie herbicydów sprawiają, że stanowi cenny surowiec dla przemysłu spożywczego [13, 16].

W dostępnej literaturze brak jest badań dotyczących możliwości wykorzystania miąższu dyni do procesu fermentacji z udziałem szczepów bakterii probiotycznych. Wydaje się, że może to być nowy kierunek rozwoju produkcji żywności pochodzenia roślinnego.

Celem badań było zaprojektowanie fermentowanego przecieru z dyni, jako półproduktu do wytwarzania sorbetów, z udziałem bakterii probiotycznych.

Materiał i metody badań

Materiał do badań technologicznych stanowiły:

1. Przecier z dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) nowej odmiany Justynka. Surowiec został wyhodowany na polu doświadczalnym Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii SGGW w Warszawie. Dynię poddawano obróbce wstępnej (mycie, obieranie, usuwanie komory nasiennej, krojenie w kostkę) oraz obróbce cieplnej w garnku ze stali nierdzewnej (czas gotowania – 15 min). Po ugotowaniu surowiec cedzono na sicie i rozdrabniano mechanicznie do postaci przecieru. Tak przygotowany materiał doświadczalny dzielono na porcje o wielkości 0,5 kg, umieszczano w plastikowych pojemnikach o pojemności 0,5 cm^3 i zamrażano. Materiał przechowywano w stanie zamrożonym w temp. -30 ºC przez 30 dni. Następnie porcje przecieru rozmrażano w temperaturze ok. 20 ºC przez 3 h. Rozmrożony przecier umieszczano w słoikach o pojemności 500 cm^3 i dodawano do niego sacharozę w ilości 3; 5 (badania wstępne) oraz 8 % (właściwy poziom, ustalony po wyborze

warunków fermentacji przecieru i szczepu bakterii probiotycznych). Całość mieszano i poddawano pasteryzacji w temp. 90 ºC przez 25 min [10]. Przygotowany w ten sposób przecier z dyni, z dodatkiem i bez dodatku sacharozy, był surowcem do przeprowadzenia procesu fermentacji przez bakterie probiotyczne.

2. Szczepy bakterii probiotycznych. Do procesu fermentacji pasteryzowanego przecieru z dyni zastosowano szczepy bakterii probiotycznych, pochodzące z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej: 4 szczepy *Lactobacillus acidophilus* (*CH-2; CH-5; Bauer; Cz-1)* i 4 szczepy *Lactobacillus casei (KNE ; KN 291; BN; Bif 3'/IV)*. Wszystkie szczepy hodowano na pożywce MRS w temp. 37 °C. Szczepionkę wprowadzano do pasteryzowanego przecieru z dyni w ilości 1 %.
3. Prebiotyk – inulina (Inulina Fruta Fit Tex, Holandia, importer: Hortimex).

W celu wyboru szczepu oraz warunków fermentacji pasteryzowanego przecieru z dyni, zastosowano sensoryczną ocenę metodą szeregowania [7], w której brało udział każdorazowo od 20 do 36 osób. Ocenę powtórzono 3-krotnie. Zadaniem oceniających było uszeregowanie badanych próbek od najbardziej do najmniej pożądanej. Na podstawie uzyskanych sum rangowych wyznaczono średnie rangowe (ze względu na kierunek skali, niższe wartości średnich rangowych oznaczały próbki o większej pożądalności).

Liczbę bakterii kwasu mlekowego w przecierach z dyni po fermentacji oznaczano metodą płytkową przez posiew wgłębny na podłożu wybiórczym MRS firmy Biokar Diagnostic. Inkubację prowadzono w temp. 30 ºC przez 72 h [15].

Pomiar pH (w pasteryzowanych przecierach z dyni przed i bezpośrednio po procesie fermentacji) wykonywano za pomocą aparatu ELMETRON CP 551 [14], z uwzględnieniem temperatury próbek przecieru.

Statystyczną analizę uzyskanych wyników, przeprowadzono z wykorzystaniem programu statystycznego STATISTICA 8.0. Wpływ rodzaju fermentowanych przecierów z dyni na badane cechy oszacowano stosując analizę wariancji, a wartości średnie porównywano testem Tukeya oraz Friedmana.

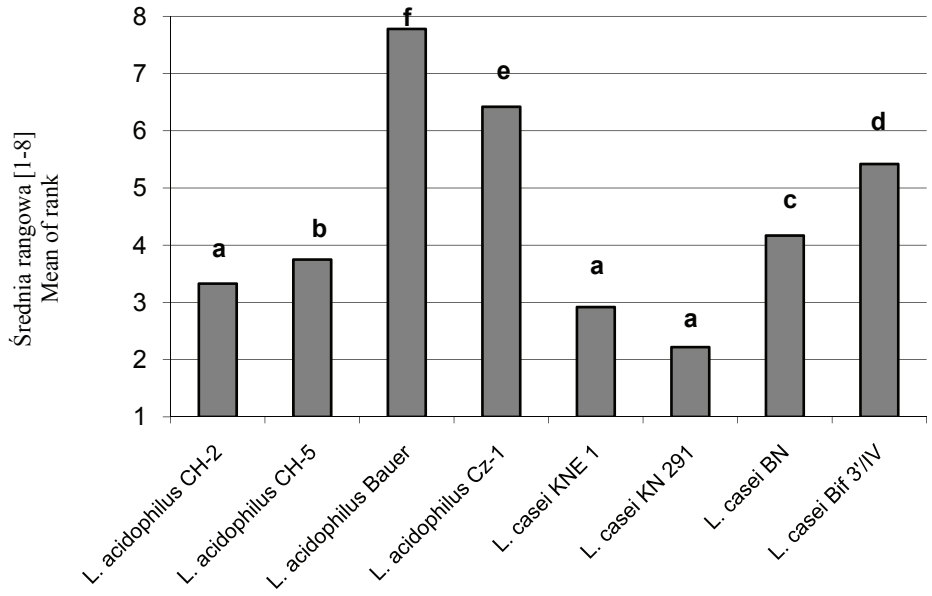
Wyniki i dyskusja

Do produkcji przecieru warzywnego, w przeprowadzonych badaniach własnych, wykorzystano nową odmianę dyni olbrzymiej Justynka [9, 12, 13, 17, 18]. Stwierdzony, przez Niewczas i Mitek [12], wzrost zawartości cukrów podczas przechowywania owoców dyni badanej odmiany wskazywał na możliwość podjęcia prób przeprowadzenia fermentacji pasteryzowanych przecierów dyniowych z udziałem wyselekcjonowanego szczepu bakterii probiotycznych.

W literaturze brak jest badań dotyczących warunków fermentacji (czas, temp., dodatek sacharozy) przecieru z dyni, z udziałem bakterii probiotycznych.

W badaniach wstępnych, których celem było określenie ogólnych warunków fermentacji przecieru z dyni, zastosowano szczep *Lactobacillus acidophilus CH-2*. Jak wynika z badań Trząskowskiej i Kołożyn-Krajewskiej [22], szczep ten przeżywał i namnażał się w soku marchwiowym, fermentowanym w temp. 32 °C. przez 15 h. W badaniach własnych fermentację przecieru z dyni (z 3 % dodatkiem i bez dodatku sacharozy) z udziałem tego szczepu, przeprowadzano w temp. 32 °C przez 15, 24 i 26 h.

Biorąc pod uwagę najwyższą sensoryczną ocenę pożądalności przecieru z 3 % dodatkiem sacharozy, fermentowanego w temp. 32°C w ciągu 26 h, przyjęto te warunki technologiczne do dalszych badań, których celem było wyselekcjonowanie szczepu bakterii dającego produkt o najwyższej pożądalności sensorycznej.



Objaśnienia:/ Explanatory notes:
a, b, c, d, e, f – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie (α = 0,01) / mean values denoted by the same letters do not differ statistically significantly (α = 0.01).

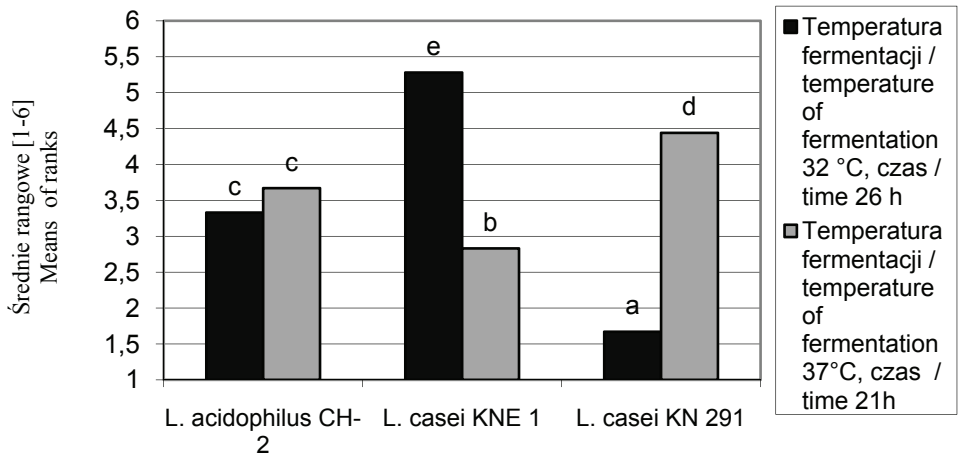
Rys. 1. Ogólna pożądalność sensoryczna przecierów z dyni z 3 % dodatkiem sacharozy, fermentowanych w temp. 32 °C przez 26 h z użyciem 8 szczepów bakterii probiotycznych (metoda szeregowania, n = 3).

Fig. 1. Overall sensory acceptance of pumpkin pulps with 3 % of sugar added, fermented at a temp. 32 °C for 26 h, using 8 bacterial probiotic strains (a ranking method, n = 3).

W celu wyselekcjonowania optymalnego szczepu bakterii pasteryzowane przeciery z dyni, fermentowano 8 różnymi szczepami bakterii probiotycznych, w temp. 32°C w ciągu 26 h. Na podstawie wyników badań sensorycznych wskazano 3 próby przecierów z dyni, fermentowane z udziałem 3 różnych szczepów bakterii probiotycznych (*Lactobacillus acidophilus CH-2, Lactobacillus casei KNE 1* oraz *Lactobacillus casei KN 291)* (rys. 1), o pożądalności statystycznie istotnie wyższej od pozostałych. Szczepy te zostały zastosowane w dalszych badaniach.

Kierując się wynikami prac innych autorów [2, 6, 11], fermentację przecierów z dyni z udziałem wybranych 3 szczepów bakterii prowadzono w 2 wariantach: w temp. 32 ºC przez 26 h i w temp. 37 ºC przez 21 h.

Zaobserwowano statystycznie istotne różnice pożądalności sensorycznej próbek przecierów, fermentowanych szczepem bakterii *Lactobacillus casei KNE1* i *Lactobacillus casei KN 291,* w dwóch różnych wartościach temperatury (32 i 37 ºC). W przypadku szczepu *Lactobacillus casei KNE1* wyższa temperatura fermentacji przecieru wpłynęła na jego większą pożądalność sensoryczną, zaś w przypadku szczepu *Lactobacillus casei KN 291*, bardziej pożądane pod względem sensorycznym były próby fermentowane w temp. 32 ºC (rys. 2).

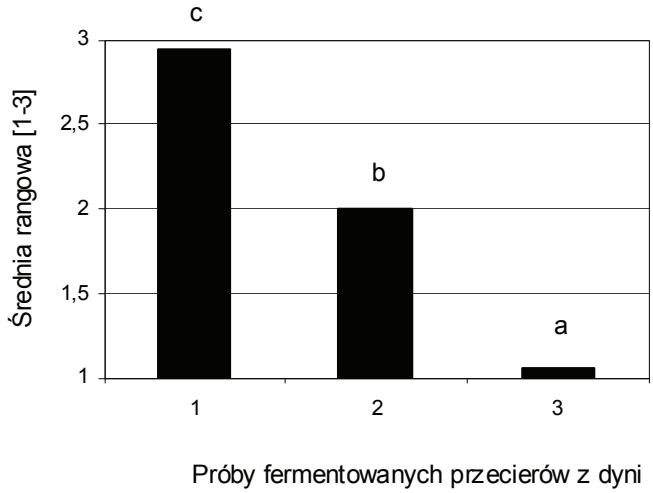


Objaśnienia:/ Explanatory notes:
a; b; c; d; e – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie (α = 0,01) / mean values denoted by the same letters do not differ statistically significantly (α = 0.01).

Rys. 2. Ogólna pożądalność sensoryczna przecierów z dyni z 3 % dodatkiem sacharozy, fermentowanych w temp. 32 °C przez 26 h oraz w temp. 37 °C przez 21 h, z użyciem trzech szczepów bakterii potencjalnie probiotycznych; (metoda szeregowania, n=2).

Fig. 2. Overall sensory acceptance of pumpkin pulps with 3 % of sugar added, fermented at temp. 32 °C for 26 h and at a temp. 37 °C for 21 h using 3 bacterial probiotic strains (a ranking method, n=2).

Przeciery fermentowane z udziałem szczepu *Lactobacillus casei KN 291* w temp. 32 ºC przez 26 h, zostały statystycznie istotnie wyżej ocenione pod względem pożądalności sensorycznej, w stosunku do próbek przecierów fermentowanych szczepem *Lactobacillus casei KNE1* w temp. 37 ºC w ciągu 21 h. Należy jednak podkreślić, że fermentowane przeciery z udziałem szczepów *Lactobacillus acidophilus CH-2* oraz *Lactobacillus casei KNE 1*, były także wysoko ocenione przez zespół sensoryczny. Szczepy te mogą więc być stosowane do fermentacji tego surowca roślinnego oddzielnie lub, jak sugerują niektórzy autorzy [1, 8, 24], w postaci mieszanek drobnoustrojów, co jednak wymaga dalszych badań związanych z ustaleniem optymalnych warunków procesu. Do dalszych badań własnych wybrano szczep bakterii *Lactobacillus casei KN 291* i warunki fermentacji: temp. 32 ºC w ciągu 26 h.



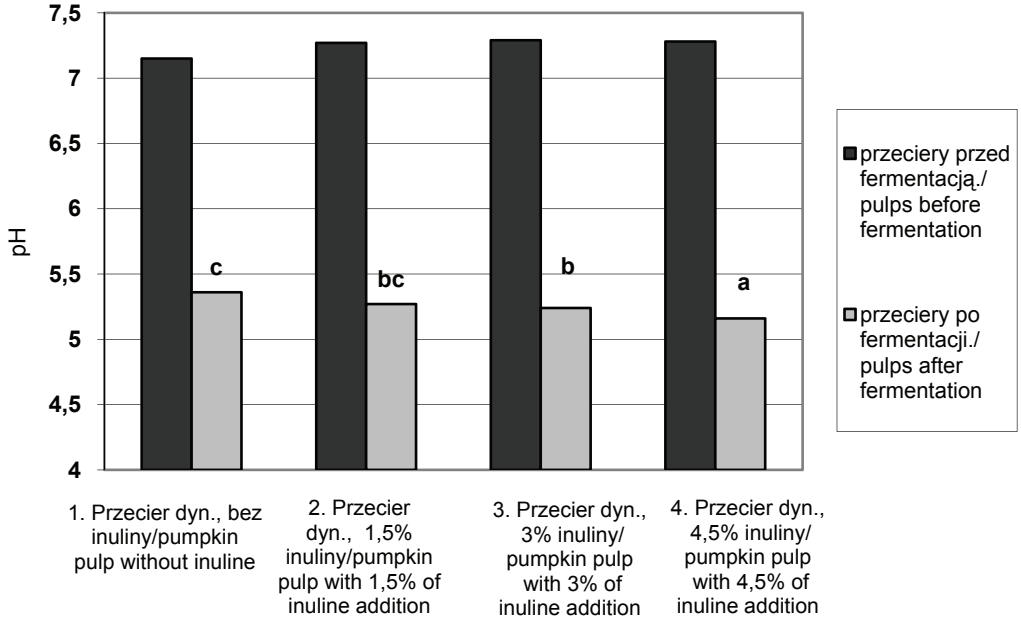
Objaśnienia:/ Explanatory notes:
1– próba fermentowanego przecieru z dyni z 3 %dodatkiem sacharozy / sample of fermented pumpkin pulp with 3 % of sucrose additive.
2 – próba fermentowanego przecieru z dyni z 5 % dodatkiem sacharozy / sample of fermented pumpkin pulp with 5 % of sucrose additive.
3 – próba fermentowanego przecieru z dyni z 8 %dodatkiem sacharozy /sample of fermented pumpkin pulp with 8 % of sucrose additive.
a, b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie (α = 0,01) / mean values denoted by the same letters do not differ statistically significantly (α = 0.01).

Rys. 3. Ogólna pożądalność sensoryczna przecierów z dyni z różnym dodatkiem sacharozy, fermentowanych z udziałem szczepu *Lactobacillus casei KN 291* w temp. 32 °C przez 26 h (metoda szeregowania, n=2).

Fig. 3. Overall sensory acceptance of pumpkin pulps with different amounts of sucrose added, fermented with bacterial strain of *Lactobacillus casei KN 291* at a temp. 32 °C for 26 h (a ranking method, n = 2).

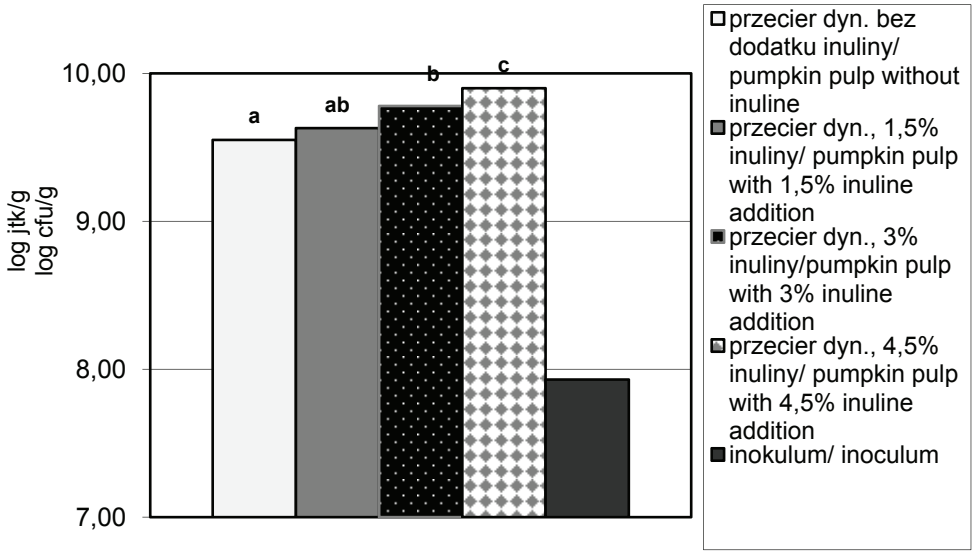
Dodatek sacharozy w ilości 8 % zapewnił najwyższą pożądalność przecierów z dyni fermentowanych w temp. 32 ºC w ciągu 26 h, z udziałem szczepu bakterii *Lactobacillus casei KN 291* (rys. 3).

W takich warunkach prowadzono także fermentację przecierów z dyni, z dodatkiem inuliny w ilości 1,5; 3 i 4,5 % w stosunku do ich masy. Wielkość inokulum bakterii probiotycznych, zastosowanego w badaniach wynosiła 7,93 log jtk/g (dodawano je w ilości 1 % w stosunku do masy pasteryzowanego przecieru). Bakterie prowadziły proces fermentacji, o czym świadczy obniżenie wartości pH o 1,79 – 2,12 jednostki (rys. 4) i wzrost liczby bakterii, w zależności od rodzaju przecieru, do 9,55 – 9,90 log jtk/g (rys. 5). Wyższą liczbę bakterii uzyskano w przecierach z inuliną, co może świadczyć o korzystnym wpływie dodatku prebiotyku na wzrost bakterii.



Objaśnienia:/ Explanatory notes:
a,b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą statystycznie istotnie (α = 0,05) / mean values denoted by the same letters do not differ statistically significantly (α = 0.05).

Rys. 4. Wartość pH przecierów z dyni przed i po procesie fermentacji w temp. 32 °C w ciągu 26 h.
Fig. 4. The pH value of pumpkin pulps before and after fermentation at a temp. 32 °C for 26 h.



Objaśnienia:/ Explanatory notes:
a,b, c – wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się między sobą statystycznie istotnie (α = 0,05) / mean values denoted by the same letters do not differ statistically significantly (α = 0.05).

Rys. 5. Liczba bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 po 26 h fermentacji w temp. 32 °C, w przecierach z dyni z dodatkiem lub bez dodatku inuliny.
Fig. 5. Count of *Lactobacillus casei* KN 291 bacteria after fermentation at a temp. 32 °C for 26 h, in pumpkin pulps with and without inuline added.

Zastosowany w badaniach szczep bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei KN 291*, także w doświadczeniu Zielińskiej [27] gwarantował uzyskanie fermentowanego napoju sojowego o wysokiej jakości sensorycznej. Produkt fermentowano w temp. 37 ºC przez 6 h. Inokulum wynosiło 7,5 log jtk/ml. Po procesie fermentacji napoju liczba bakterii zwiększyła się średnio o około 1,4 jednostki logarytmicznej z jednoczesnym obniżeniem wartości pH o około 2 jednostki. Podobne wyniki uzyskały Walkowiak-Tomczak i Zielińska [23], prowadząc fermentację zakwasów buraczanych z udziałem kultury starterowej *Lactobacillus plantarum* T106, w temp 20 °C przez 96 h. Wielkość zastosowanego inokulum wynosiła 7,7 log jtk/ml. Po przeprowadzeniu procesu fermentacji liczba bakterii kwasu mlekowego zwiększyła się o około 1,28 jednostki logarytmicznej, z jednoczesnym obniżeniem wartości pH średnio o 2 jednostki. Po fermentacji liczba bakterii *Lactobacillus plantarum* T106, wynosiła 8,98 log jtk/ml, zaś wartość pH około 4. Natomiast Yoon i wsp. [25] stwierdzili, że szczepy *Lactobacillus plantarum* oraz *Lactobacillus acidophilus* powodują szybkie obniżenie wartości pH soku z buraka do bezpiecznej wartości 4,5 po 48 h fermentacji, podczas gdy *Lactobacillus casei* nie obniża pH poniżej 5, po 72 h fermentacji w takiej samej temperaturze.

Autorzy polecają stosowanie do fermentacji soku z buraka bakterii *Lactobacillus plantarum* i *Lactobacillus acidophilus* ze względu na ich zdolność do szybszego ukwaszania produktu w porównaniu z bakteriami *Lactobacillus casei.* Może to skrócić czas procesu fermentacji. Liczba bakterii kwasu mlekowego w gotowych sokach po fermentacji wynosiła powyżej 9 log jtk/cm^3. W badaniach tych nie przeprowadzono jednak oceny sensorycznej, a jedynie ocenę jakości mikrobiologicznej otrzymanego produktu.

Z kolei Warmińska-Radyko i wsp. [24] fermentowali wielowarzywne soki z udziałem trzech kultur starterowych: *Lactobacillus plantarum* 6M, *Lactobacillus brevis* 2M oraz *Bifidobacterium bifidum* 557 w stosunku 2 : 1 : 1. Proces fermentacji przeprowadzono w temp. 30 °C w ciągu 24 h. Inokulum dodawano do soku w ilości 3 % (v/v), czyli na wyższym poziomie w porównaniu z niniejszymi badaniami. Liczba bakterii kwasu mlekowego po fermentacji wynosiła średnio 9,5 log jtk/ml i była podobna do uzyskanej w przedstawionych badaniach liczby bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 w zafermentowanych przecierach z dyni. W doświadczeniu Warmińskiej-Radyko i wsp. [24] przeprowadzono także sensoryczną ocenę fermentowanych soków. Najwyższe noty uzyskano w przypadku soku z selera, ogórka i buraka oraz soku ogórka, pietruszki i buraka. Jakość sensoryczna soku z buraka i ogórka została oceniona niżej w porównaniu z pozostałymi produktami.

Zaprojektowany w przedstawionych badaniach przecier z dyni, fermentowany szczepem bakterii probiotycznych *Lactobacillus casei* KN 291, został w dalszych badaniach, przeznaczony do produkcji sorbetów warzywnych. W technologii gastronomicznej dynia często bywa łączona z produktami mlecznymi, stąd fermentowany przecier z dyni mógłby także być wykorzystany do produkcji mrożonych deserów mleczno-dyniowych. Przecier może stanowić także dodatek do tradycyjnych, dostępnych na rynku, mlecznych produktów probiotycznych np.: jogurtów, odżywek dla dzieci i niemowląt oraz mógłby być wykorzystany przy produkcji fermentowanych soków warzywnych lub warzywno-owocowych.

Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań wybrano szczep bakterii potencjalnie probiotycznych *Lactobacillus casei* KN 291 do fermentacji przecieru z dyni oraz ustalono warunki procesu: temperatura 32 °C; czas 26 h; dodatek sacharozy na poziomie 8 %, umożliwiające otrzymanie półproduktu o dużej pożądalności sensorycznej.
2. Zastosowanie 4,5 % dodatku inuliny pozwoliło na uzyskanie przecieru z dyni o najwyższej, statystycznie istotnej liczbie bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 w porównaniu z innymi, fermentowanymi przecierami.
3. Zastosowanie szczepu bakterii potencjalnie probiotycznych *Lactobacillus casei* KN 291 do fermentacji przecieru z dyni w ustalonych warunkach pozwala na uzy-

skanie półproduktu akceptowanego sensorycznie i o odpowiednio wysokiej liczbie bakterii, tak aby można było zastosować go do wytwarzania produktów probiotycznych.

Literatura

[1] Babuchowski A., Łaniewska-Moroz Ł., Warmińska-Radyko I.: Propionibacteria in fermented vegetables,. Le Lait, 1999, **79**, 113-124.

[2] Bergqvist S.W., Sandberg A.S., Carlsson N.G., Andlid T.: Improved iron solubility in carrot juice fermentem by homo- and hetero-fermentative lactic acid bacteria. Food Microbiol. 2005, **22,** 53-61.

[3] Conway P: Lactobacilli: facto and fiction. In: Regulatory and protective role of normal microflora. Ed. R. Grubb., T. Midwedt i E. Norin Stockton Press, Stokholm 1989, pp. 263-283.

[4] Deguchi Y., Morishita T., Mutai M.: Comparative studies on synthesis of water-soluble vitamins among human species of bifidobacteria. Agric. Biol. Chem., 1985, **49**, 13-19.

[5] Fuller R., Gibson G.: Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. Clin. Microb. Infection, 1998, **4,** 477-480.

[6] Gardner N.J., Savard T., Obermeier P., Caldwell G., Champagne C.P.: Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. Inter. J. Food Microbiol., 2001, **64**, 261-275.

[7] ISO 8587:1998. Sensory analysis. Methodology. Ranking.

[8] Klewicka E., Motyl I., Libudzisz Z.: Antagonistyczna aktywność bakterii *Lactobacillus brevis Łock 0944* w fermentowanym soku buraczanym. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2004, **12,** 34-35.

[9] Konopacka D., Seroczyńska A., Korzeniewska A.: The usefulness of different cultivars of *Cucurbita maxima Duch.* for the production of ready - to – eat dried pumpkin snacks. 15th Int. Drying Symp., Budapest, Hungary, 20-23 August 2006.

[10] Krajewski A.: Nowe wyroby z owoców, warzyw i grzybów (zbiór instrukcji). Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ogrodnictwa, Zakład Technologii Przetwórstwa Produktów Ogrodniczych. Wyd. Spółdzielcze, Warszawa 1989.

[11] Łaniewska-Moroz Ł., Nalepa B., Roczniakowa B.: Fermentowane soki warzywne o właściwościach probiotycznych. Przem. Spoż., 1996, **50 (10)**, 39.

[12] Niewczas J., Mitek M.: Zmiany zawartości sacharydów podczas przechowywania owoców dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima)*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **3 (40)** Supl., 166-174.

[13] Niewczas J., Mitek M.: Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej – *Cucurbita maxima* na wybrane parametry składu chemicznego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5 (54)**, 155-164.

[14] PN-70/N-02120. Zasady zaokrąglania i zapisywania liczb.

[15] PN-ISO 15214:2002. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Metoda płytkowa w temperaturze 30 $^{\circ}$C.

[16] Praca zbiorowa pod redakcją K. Niemirowicz-Szczytt: Hodowla roślin warzywnych, Wyd. SGGW, Warszawa 1993.

[17] Seroczyńska A., Korzeniewska A., Sztangret-Wiśniewska J., Niemirowicz-Szczytt K., Gajewski M.: Relationship between carotenoids content and flower or fruit flesh colour of winter squash (*Cucurbita maxima Duch*.). Folia Hort., 2006, **18/1**, 51-61.

[18] Seroczyńska A., Kosińska A., Korzeniewska A., Niemirowicz-Szczytt K.: Zróżnicowanie zawartości suchej masy w owocach wybranych form dyni olbrzymiej *Cucurbita maxima* Duch. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2007, **517**, 661-668.

[19] Steinkraus K.H.: Handbook of indigenous fermented foods. II ed. Marcel Dekker, New York 1996.
[20] Steinkraus K.H.: Lactic acid fermentation in the production of foods from vegetables, cereals and legumes. Antonie van Leuwenhoek. 1983, **49**, 337-348.
[21] Sztangret J. Korzeniewska A., Niemirowicz-Szczytt K.: Ocena plonowania oraz zawartości suchej masy i związków karotenoidowych w nowych mieszańcach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima Duch.*). Folia Hort. 2001, **13/1A**, 37-443.
[22] Trząskowska M., Kołożyn-Krajewska D.: Fermentowany sok marchwiowy. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2008, **1**, 19.
[23] Walkowiak-Tomczak D., Zielińska A.: Effect of fermentation conditions on red-beet leavem quality. Pol. J. Nutr. Sci., 2006, **4 (15/56)**, 437-444.
[24] Warmińska-Radyko I., Łaniewska-Trokenhein Ł., Gerlich J.: Fermented multi-vegetable juices supplemented with *Propionibacterium* cell biomass. Pol. J. Nutr. Sci., 2006, **4 (15/56)**, 433-436.
[25] Yoon K.Y., Wooodams E.E., Hand Y.D.: Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. Lebensm.-Wiss, u-Technol., 2005, **38**, 73-75.
[26] Ziarno M.: Kultury starterowe w przetwórstwie żywności pochodzenia roślinnego. Przem. Spoż., 2005, **11**, 28-30.
[27] Zielińska D.: Badania nad przeżywalnością bakterii *Lactobacillus casei* KN 291 w napoju sojowym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **4 (49)**, 120-127.

APPLYING POTENCIALLY PROBIOTIC BACTERIAL STRAINS TO PUMPKIN PULP FERMENTATION

S u m m a r y

The objective of this study was to develop a pumpkin pulp fermented by probiotic bacteria as a semi-finished product to be used to make sorbets. It was found that the optimal parameters for pumpkin pulp to ferment using one probiotic bacterial strain of Lactobacillus casei KN 291 are as follows: temperature: 32 ^{o}C; fermentation time: 26 h; sucrose additive: 8 %. The above fermentation parameters were applied and enabled to produce a pumpkin pulp of the highest overall sensory acceptance. During the fermentation process, the increase in the bacteria count occurred depending on the type of pumpkin pulp; this count increased to the value of 9.55 – 9.90 cfu /g. A higher Lactobacillus casei KN 291 count was reported in the pumpkin pulps with inuline, and this fact may evidence the preobiotic additive to have an advantageous effect of on the growth of bacteria.

Key words: probiotics, fermentation, pumpkin

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 120 – 133

DARIUSZ KOWALCZYK, EWA PIKULA, BARBARA BARANIAK

WPŁYW JADALNEJ POWŁOKI BIAŁKOWO-WOSKOWEJ NA JAKOŚĆ PRZECHOWYWANYCH CHŁODNICZO BROKUŁÓW

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

W produkcji warzyw i owoców minimalnie przetworzonych (WOMP) surowiec poddawany jest zabiegom czyszczenia, usuwania części niejadalnych i krojenia. Redukuje to konieczność obróbki wstępnej i umożliwia przygotowanie posiłku o wysokiej wartości żywieniowej. Jednak powstające uszkodzenia tkanek przyczyniają się do dużej nietrwałości WOMP. Zapewnienie odpowiedniej jakości i bezpieczeństwa żywności minimalnie przetworzonej wymaga zachowania standardów higieny produkcji oraz przestrzegania chłodniczych warunków przechowywania. Konieczne jest także zastosowanie dodatkowych czynników utrwalających produkt.

Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania powłoki białkowo-woskowej do zabezpieczenia jakości przechowalniczej minimalnie przetworzonych brokułów. Umyte i podzielone na części brokuły poddano powlekaniu przez dwukrotne zanurzenie w powłoce, którą stanowił wodny roztwór białka grochu (10 % m/m), wosku kandelila (2 % m/m) i sorbitolu (5 % m/m). Powlekane oraz niepowlekane (próba kontrolna) warzywa przechowywano w temperaturze 4 ºC i wilgotności względnej powietrza ≈90 % przez 21 dni. Badania jakości brokułów obejmowały oznaczanie ubytków masy, zawartości kwasu askorbinowego i chlorofilu, kwasowości, barwy (CIE L*a*b*) i tekstury.

Wykazano, że powlekanie brokułów umożliwiło istotne zmniejszenie szybkości strat witaminy C, obniżenie tempa wzrostu kwasowości oraz ograniczenie utraty twardości kwiatostanu w czasie przechowywania. Powłoka nie miała natomiast wpływu ($p>0,05$) na zmniejszenie ubytków masy i zawartości barwników chlorofilowych. Nastąpiło pociemnienie powierzchni brokułów po przeprowadzeniu powlekania. W końcowym okresie przechowywania powlekane warzywa były istotnie mniej żółte w porównaniu z próbą odniesienia. Dowiedziono, że powlekanie wpływa na przebieg niektórych procesów fizjologicznych i biochemicznych decydujących o jakości handlowej i konsumpcyjnej brokułów. Nieskuteczność powłoki w zapobieganiu ubytkom masy wynika najprawdopodobniej z faktu przechowywania surowca w warunkach wysokiej wilgotności względnej powietrza.

Słowa kluczowe: brokuły, powłoki jadalne, białka grochu, wosk kandelila, przechowywanie chłodnicze, jakość

Dr inż. D. Kowalczyk, mgr inż. E. Pikula, prof. dr hab. B. Baraniak, Katedra Biochemii i Chemii Żywności, Wydz., Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

Wprowadzenie

W nowoczesnych społeczeństwach ukształtował się popyt na żywność umożliwiającą szybkie przyrządzenie posiłku. Równocześnie wiedza dotycząca korzystnego wpływu owoców i warzyw na organizm człowieka sprawia, że konsument jest świadomy konieczności spożywania ich w codziennej diecie, w formie jak najmniej przetworzonej. Wymienione potrzeby przyczyniły się do rozwoju technologii owoców i warzyw mało przetworzonych (WOMP), które łączą w sobie zalety żywności świeżej i wygodnej. W sklepach, zwłaszcza w USA i Kanadzie, dostępny jest szeroki asortyment tego typu produktów m.in. marchew bez skórki, obrane ziemniaki, pozbawione części niejadalnych i pokrojone pieczarki, brokuły, papryka, cebula, melony, ananasy. Podczas obróbki surowca dochodzi do naruszenia struktury tkankowej i degradacji komórek. Rezultatem jest obniżenie naturalnej odporności surowców i zmniejszenie ich trwałości. Podstawowym czynnikiem ograniczającym zmiany jakości WOMP jest składowanie w warunkach chłodniczych. Okres przydatności wyrobu do spożycia powinien umożliwiać jego bezpieczną dystrybucję, sprzedaż oraz przechowywanie w domu konsumenta. W niskiej temperaturze (0 - 4 °C) trwałość WOMP wynosi 4 - 7 dni, ale zalecane jest stosowanie dodatkowych zabiegów zwiększających trwałość do 3 tygodni [27]. Opracowanie technologii umożliwiającej dłuższe zachowanie świeżości i atrakcyjności żywności minimalnie przetworzonej jest przedmiotem zainteresowania wielu ośrodków naukowo-badawczych.

Powlekanie żywności jest od dawna wykorzystywanym sposobem ochrony żywności przed szkodliwym wpływem środowiska zewnętrznego. Stosowanie powłok na owoce i warzywa, w tym także minimalnie przetworzone, ma na celu kontrolę wymiany gazowej między produktem a otoczeniem. Umożliwia to zmniejszenie ubytków wilgoci oraz modyfikację składu wewnętrznej atmosfery surowców, co sprzyja spowolnieniu procesów metabolicznych i wydłużeniu trwałości. Jadalne powłoki mogą ponadto stanowić nośnik substancji aktywnych, np. związków o działaniu przeciwmikrobiologicznym czy inhibitorów enzymatycznego brązowienia, co zwiększa ich funkcjonalność.

Podstawowymi materiałami do produkcji powłok jadalnych są polisacharydy (celuloza, skrobia, chitozan), proteiny (kazeina, białka serwatkowe, białka soi, gluten, zeina, żelatyna) i lipidy (woski, triacyloglicerole). Każda z wymienionych grup związków cechuje się charakterystycznymi właściwościami funkcjonalnymi. Lipidy są stosowane głównie jako bariera chroniąca produkt przed utratą wilgoci, natomiast warstewki polisacharydów i białek jako bariery ograniczające dyfuzję tlenu, dwutlenku węgla, związków aromatycznych [11] i oleju [14]. Dobre właściwości strukturotwórcze polisacharydów i białek zapewniają powłokom wytrzymałość i spoistość, jednak hydrofilowy charakter sprawia, że warstewki takie nie stanowią dobrej bariery dla pary wodnej. Materiałom w postaci powłok jadalnych stawia się różne wymagania użytko-

we m.in. adhezyjność, barierowość wobec wody, gazów i światła, przezroczystość, mechaniczną wytrzymałość, elastyczność. Aby umożliwić spełnienie tych funkcji, powłoka powinna stanowić mieszaninę związków o charakterze zarówno hydrofobowym, jak i hydrofilowym. Niezbędny jest także dodatek substancji pomocniczych np. plastyfikatorów - tę funkcję najczęściej pełni glicerol lub sorbitol.

Nasiona roślin strączkowych są tanim [6] i zasobnym źródłem białka o wysokiej wartości odżywczej, co czyni je bardzo dobrym surowcem do produkcji preparatów białkowych. Porównanie cen izolatów białka serwatkowego, białka soi oraz zeiny [16] z ceną izolatu/koncentratu białka grochu [6] wskazuje, że wykorzystanie białek grochu w produkcji żywności, w tym do otrzymywania jadalnych powłok, może być ekonomicznie uzasadnione. Brak genetycznych modyfikacji tego gatunku sprawia, że preparaty białka grochu stanowią alternatywę izolatów białkowych otrzymywanych z transgenicznej soi. Ponadto groch, w odróżnieniu od soi, zbóż glutenowych, jaj, ryb, orzechów ziemnych, mleka i łubinu nie należy do produktów będących najczęstszą przyczyną alergii i nietolerancji pokarmowych [7].

Obecnie prowadzi się intensywne badania nad wprowadzaniem substancji, takich jak: tłuszcze naturalne, kwasy tłuszczowe oraz woski do filmów/powłok białkowych lub polisacharydowych w celu poprawienia ich właściwości barierowych w stosunku do pary wodnej. Spośród wielu naturalnych substancji hydrofobowych najlepszą barierą dla wilgoci są woski [17]. Do powlekania owoców i warzyw spożywanych razem ze skórką dopuszczone jest stosowanie wosku pszczelego (E 901), wosku kandelila (E 902) oraz wosku karnauba (E 903). Różnią się one m.in. przepuszczalnością pary wodnej (WVP, ang. Water Vapour Permeability). Wartość WVP wosku kandelila (1,76 g $[m \cdot s \cdot Pa]^{-1} \times 10^{-13}$) jest blisko dwukrotnie niższa w porównaniu z woskiem karnauba (3,30 g $[m \cdot s \cdot Pa]^{-1} \times 10^{-13}$) i ponad trzykrotnie niższa w porównaniu z woskiem pszczelim (5,81 g $[m \cdot s \cdot Pa]^{-1} \times 10^{-13}$) [8]. Wosk kandelila ma zatem potencjalnie najlepsze właściwości do obniżania szybkości przenikania pary wodnej.

Celem przeprowadzonych badań była ocena możliwości wykorzystania powłoki otrzymanej na bazie białek grochu i wosku kandelila do zabezpieczenia jakości minimalnie przetworzonych brokułów przechowywanych chłodniczo.

Materiał i metody badań

Do przygotowania roztworu powlekającego użyto preparatu białka grochu Propulse (Pro-Flo) produkcji Parrheim Foods (obecnie Nutri-Pea Limited, Kanada) oraz sorbitolu i wosku kandelila produkcji Sigma-Aldrich. Preparat białkowy (50 g), sorbitol (25 g) i wodę (415 g) wymieszano (14000 obr./min, 2 min) i skorygowano odczyn roztworu do pH = 7. Następnie mieszaninę poddawano ogrzewaniu (20 min, 90 ºC), podczas którego wprowadzano wosk kandelila (10 g). Homogenną emulsję uzyskano przez 5-minutowe mieszanie roztworu (14000 obr./min) pod koniec ogrzewania. Po

ochłodzeniu i rehomogenizacji (14000 obr./min, 1 min) emulsję odpowietrzano pod próżnią.

Brokuły (*Brassica oleracea* L. var. *italica*, odmiana Monaco) myto, krojono na róże (porcje) o zbliżonej wielkości (średnica ~3,5 cm, wysokość ~4,5 cm) i poddawano powlekaniu przez dwukrotne zanurzenie w roztworze powlekającym. Pomiędzy zanurzeniami zastosowano 1 h przerwę w celu umożliwienia zastygnięcia warstewki. Powlekane oraz niepowlekane (kontrolne) warzywa przechowywano w komorze klimatycznej (Sanyo Versatile Environmental Test Chaber MLR 350H, Japonia), w temp. 4 ºC i wilgotności względnej powietrza (RH) ≈90 % przez 21 dni. Próbki do analiz pobierano w 0., 3., 8., 11., 15., 21. dniu przechowywania.

Badania jakości przechowalniczej brokułów obejmowały oznaczenie ubytków przechowalniczych wyrażonych w procentach masy początkowej, zawartości kwasu askorbinowego [30] i chlorofilu (a + b) [1], kwasowości ogólnej [28] w przeliczeniu na kwas szczawiowy oraz pH [29]. Oznaczenia fizykochemiczne wykonano w 3 powtórzeniach. Zawartość kwasu askorbinowego i chlorofilu wyrażono w przeliczeniu na masę suchej substancji. Barwę brokułów w systemie CIE L*a*b* określano przy użyciu spektrofotometru odbiciowego X-RiteColor 8200 (X-Rite Inc., USA). Pomiary wykonywano w 3 powtórzeniach, próbę analityczną stanowiło 5 sztuk porcjowanych brokułów. Twardość brokułów oznaczano na podstawie pomiarów siły cięcia przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i (Stable Micro Systems, UK) wyposażonego w przystawkę pomiarową „Blade Set with Rectangular Hole". Kwiatostany brokułów nacinano na głębokość 15 mm, natomiast łodygi poddawano całkowitemu poprzecznemu przecinaniu przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Pomiary twardości wykonywano na próbach złożonych z 10 sztuk porcjowanych brokułów.

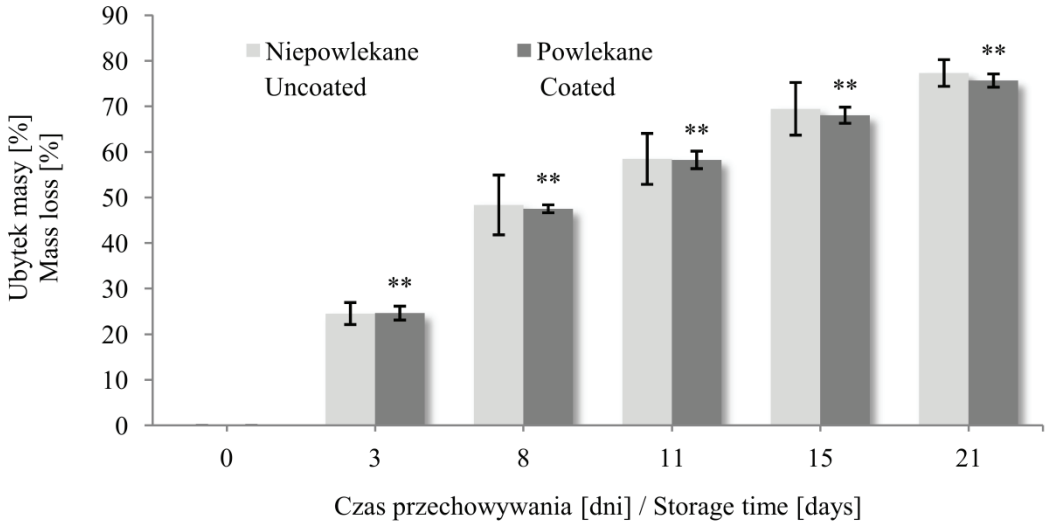
W celu określenia istotności wpływu powlekania na wyróżniki jakości przechowalniczej brokułów uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy użyciu programu Statistica 6.0 PL.

Wyniki i dyskusja

Brokuły, ze względu na walory smakowe i prozdrowotne, zaliczane są do wartościowych warzyw. Największe znaczenie żywieniowe mają brokuły spożywane w stanie świeżym [36]. Róże brokułów są bardzo nietrwałe, w temperaturze pokojowej ich przydatność do spożycia wynosi 2 - 3 dni [37]. Dlatego zaleca się przechowywać je w temperaturze 0 - 1 °C i przy wilgotności względnej powietrza 90 - 95 % [9]. Warunki takie wprawdzie nie zatrzymują niekorzystnych zmian jakościowych, ale znacznie je spowalniają i wydłużają trwałość brokułów do 3 - 4 tygodni [20, 37]. Głównym problemem podczas przechowywania brokułów jest szybkie więdnięcie i wysychanie, otwieranie kwiatostanów oraz powstawanie żółtych przebarwień. W obrocie handlowym, gdzie z reguły temperatura jest wyższa niż w czasie składowania w magazynach

producenta, okres przechowywania całych brokułów można przedłużyć stosując opakowania z folii kurczliwej lub z mikroperforacją.

W niniejszej pracy podjęto próbę zabezpieczenia jakości porcjowanych brokułów przez formowanie jadalnej powłoki ochronnej bezpośrednio na powierzchni warzyw. Badania wykazały, że obecność warstewki białkowo-woskowej nie wpływa na zmniejszenie ($\alpha > 0,05$) wielkości naturalnych ubytków masy. Zarówno w próbach niepowlekanych, jak i powlekanych straty masy postępowały z jednakową szybkością (rys. 1).



Objaśnienia:/ Explanatory notes:
** - indeksami oznaczono wartości średnie nie różniące się statystycznie istotnie (α=0,05) od wartości średnich prób kontrolnych (niepowlekanych) / mean values denoted by indices are not statistically significantly different (α=0.05) from average values of control samples (uncoated).

Rys. 1. Ubytek masy porcjowanych brokułów podczas przechowywania.
Fig. 1. Mass loss of portioned broccoli during storage.

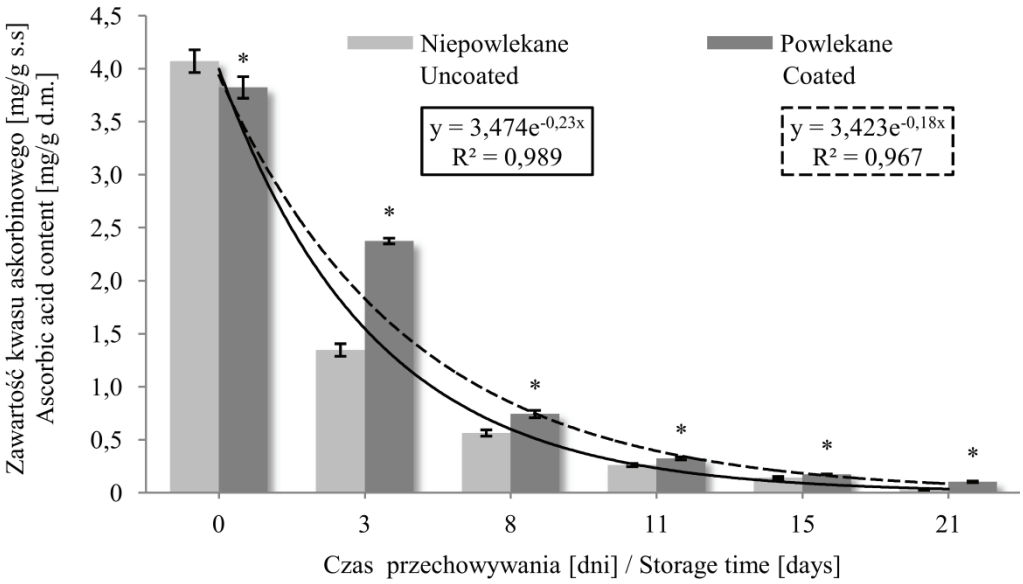
Nieskuteczność powłoki jako czynnika ograniczającego migrację pary wodnej wynika najprawdopodobniej z faktu przechowywania surowca w warunkach wysokiej wilgotności. Hydrofilowe właściwości białek sprawiają, że warstewki otrzymywane z ich udziałem są bardzo wrażliwe na wilgoć. McHugh i wsp. [21] wykazali, że przepuszczalność pary wodnej (WVP) filmu otrzymanego z białek serwatkowych, wosku pszczelego i sorbitolu rośnie wraz ze wzrostem aktywności wody w środowisku. W badaniach Perez-Gago i wsp. [24, 25, 26] powłoki na bazie białek serwatkowych z dodatkiem wosku karnauba lub wosku pszczelego okazały się nieefektywne w ograniczaniu ubytków masy świeżo krojonych jabłek przechowywanych chłodniczo. Według autorów najprawdopodobniej przyczyną była wysoka aktywność wody produktu.

Uszkodzenia tkanki oraz towarzyszące temu zwiększenie powierzchni sprawiają, że procesy fizjologiczne, w tym parowanie wody, przebiegają w owocach i warzywach mało przetworzonych (WOMP) bardzo intensywnie. Istnieją jednak badania, w których powlekanie mało przetworzonych surowców miało korzystny efekt w postaci zmniejszenia ubytków wilgoci [3, 10, 19, 33].

Brokuły są bogatym źródłem witaminy C, w świeżych warzywach zawartość tego składnika wynosi od 54 do 119,8 mg/100 g ś.m. [18]. Podczas przechowywania zawartość witaminy C sukcesywnie maleje w wyniku utleniania kwasu L-askorbinowego do dehydroaskorbinowego, który łatwo ulega przekształceniu do 2,3-diketogulonowego, a następnie do kwasu szczawiowego i L-treonowego lub furfurali i CO_2 [9]. Wykazano, że zaproponowana białkowo-woskowa powłoka może stanowić czynnik ograniczający ubytek witaminy C. Przez cały okres przechowywania powlekane brokuły odznaczały się większą ($\alpha < 0,05$) zawartością kwasu askorbinowego w porównaniu z próbami niepowlekanymi. W trzecim dniu przechowywania ubytek kwasu askorbinowego w próbkach powlekanych wynosił 37 %, podczas gdy w próbach kontrolnych 67 % (rys. 2).

Obserwowane zmniejszenie strat kwasu askorbinowego po przeprowadzeniu powlekania prawdopodobnie spowodowane było ograniczeniem dostępu tlenu od tkanek surowca. Warstewki białkowe stanowią bardzo dobrą barierę dla tlenu, przykładowo szybkość przenikania O_2 przez folie uzyskane z izolatu białka sojowego jest 70 razy mniejsza niż przez folie polietylenowe o wysokiej gęstości (HDPE) i około 300-krotnie mniejsza niż przez folie polietylenowe o niskiej gęstości (LDPE) [17]. Rakotonirainy i wsp. [31] wykazali, że hermetyczne zamknięcie słoika z brokułami filmem na bazie zeiny i kwasu oleinowego prowadzi do spadku zużycia O_2 i szybkiej akumulacji CO_2 wewnątrz opakowania. Zmodyfikowana atmosfera wpływa na zmniejszenie tempa respiracji, a tym samym spowolnienie metabolizmu. Mniejszą intensywność oddychania, po przeprowadzaniu powlekania, obserwowano na przykładzie różnych surowców, zarówno całych [35, 38], jak i mało przetworzonych, np. obranych ząbków czosnku pokrytych powłoką agarową [10], marchwi bez skórki zabezpieczonej powłoką na bazie kazeiny i kwasu stearynowego [2] lub powłoką z celulozy [19].

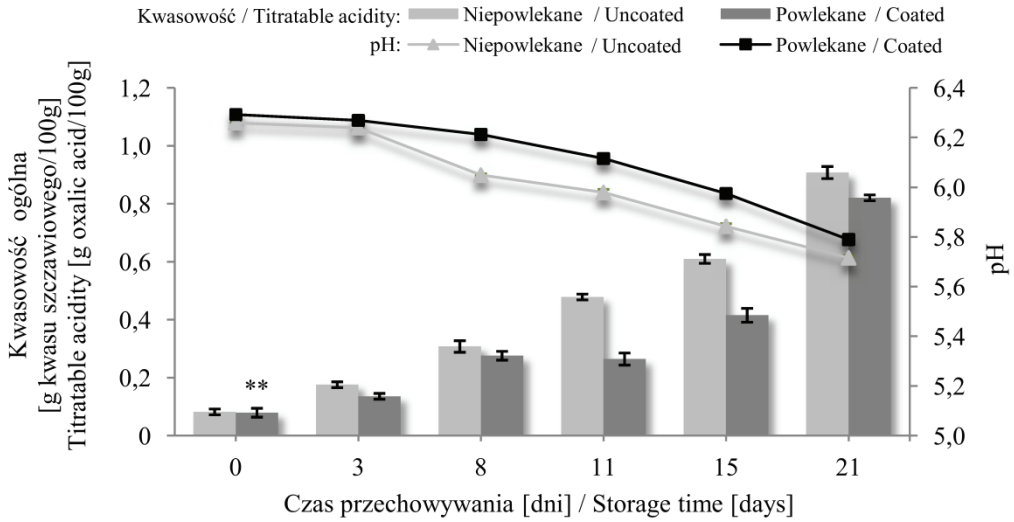
Podobnie, jak w niniejszej pracy, lepsze zachowanie kwasu askorbinowego w surowcach poddanych powlekaniu obserwowano w przypadku pieczarek, zielonej papryki i moreli powlekanych roztworem metylocelulozy i kwasu stearynowego [4, 5], a także zielonej papryki powlekanej komercyjnym preparatem Semperfresh^{TM} (zawierającym estry kwasów tłuszczowych i sacharozy oraz karboksymetylocelulozę) [22]. Przykładowo straty witaminy C w zielonej papryce po 12-dniowym przechowywaniu (25 ºC, RH = 84 %) wyniosły 71,9 i 63,2 %, odpowiednio w owocach niepowlekanych i powlekanych. Wprowadzenie kwasu askorbinowego w skład powłoki pozwoliło zredukować ubytki tego składnika do 50,9 % [5].



Objaśnienia:/ Explanatory notes:
* - indeksami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie istotnie (α = 0,05) od wartości średnich prób kontrolnych (niepowlekanych) / mean values denoted by indices are statistically significantly different (α = 0.05) from average values of control samples (uncoated).

Rys. 2. Zmiany zawartości kwasu askorbinowego w porcjowanych brokułach podczas przechowywania.
Fig. 2. Changes in ascorbic acid content in portioned broccoli during storage.

Kwasy organiczne, poza ich biochemiczną funkcją, są ważnym czynnikiem jakości sensorycznej owoców i warzyw. Wpływ powlekania na zmiany kwasowości porcjowanych brokułów przedstawiono na rys. 3. Kwasowość ogólna wzrastała przez cały okres przechowywania, natomiast pH ekstraktów zmniejszało się. Podobny trend wzrostu kwasowości ogólnej w trakcie chłodniczego składowania brokułów obserwowali Klimczak i Irzyniec [13]. Özden i Bayindirli [22] obserwowali natomiast jednoczesny wzrost kwasowości i spadek pH przechowywanej powlekanej papryki. Autorzy nie stwierdzili istotnego wpływu powlekania na szybkość zmian kwasowości ogólnej i pH. W przedstawionej pracy stwierdzono, że powlekane brokuły odznaczały się istotnie niższą kwasowością oraz wyższym pH w porównaniu z niepowlekanymi (rys. 3).



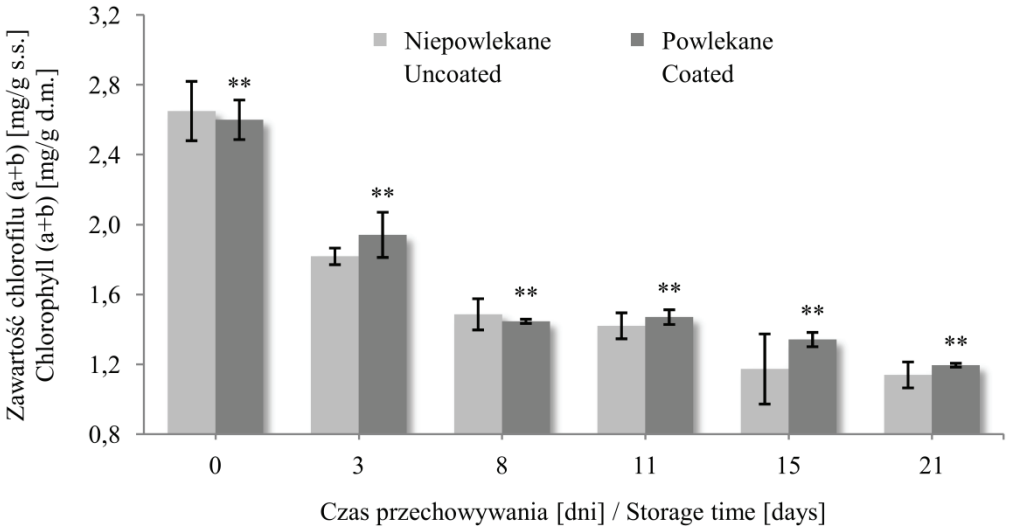
** - objaśnienia jak na rys. 1. / Explanatory notes as in Fig.1.

Rys. 3. Zmiany kwasowości ogólnej i pH porcjowanych brokułów podczas przechowywania.
Fig. 3. Changes in titratable acidity and pH of portioned broccoli during storage.

O atrakcyjności zielonych warzyw w dużym stopniu decyduje zawartość barwników chlorofilowych. Badania Özden i Bayindirli [22] wykazały, że powlekanie preparatem Semperfresh może zmniejszyć degradację chlorofilu w zielonej papryce, ale tylko wówczas, gdy warzywa przechowywane są w warunkach normalnej atmosfery gazowej (0,2 % CO_2, 21 % O_2, 12 ºC, RH ≈ 90 - 95 %); po zmianie składu atmosfery (3 % CO_2, 3 % O_2 , 12 ºC, RH ≈ 90 - 95 %) efekt ten nie występuje. W niniejszej pracy stwierdzono, że obecność powłoki białkowo-woskowej nie miała wpływu ($\alpha > 0,05$) na zmiany zawartości barwników chlorofilowych (rys. 4).

Brak różnic zawartości chlorofilu w powlekanych i niepowlekanych brokułach znalazł odzwierciedlenie w braku zróżnicowania ($\alpha>0,05$) udziału barwy zielonej (parametr a*) w widmie odbiciowym powierzchni róż (rys. 5). Należy jednak podkreślić, że powyższe porównanie nie jest do końca miarodajne, gdyż zawartość barwnika wyrażona została w przeliczeniu na zawartość suchej substancji. Pomiary barwy wykazały, że pod koniec przechowywania powlekane warzywa były istotnie mniej żółte (niższa wartość parametru b*) w porównaniu z próbą odniesienia. Zaobserwowano także, że powlekanie spowodowało istotne pociemnienie barwy brokułów (spadek wartości parametru L*) (rys. 5), prawdopodobnie z powodu żółtopomarańczowego tonu barwy (h^o) samej powłoki (dane nieprzedstawione). Ciemnozielona barwa jest jednym z atry-

butów jakości brokułów, powlekanie zaproponowaną emulsją może zatem przyczynić się do wizualnego wzrostu atrakcyjności tych warzyw. Uzyskanie subiektywnej oceny wymaga jednak przeprowadzenia badań sensorycznych wśród konsumentów.

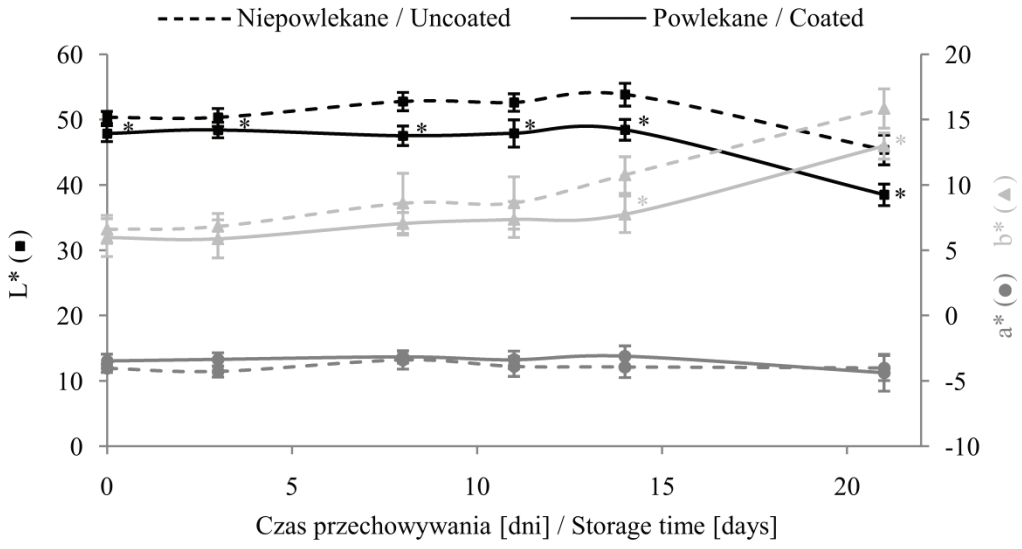


** - objaśnienia jak na rys. 1. / Explanatory notes as in Fig.1.

Rys. 4. Zmiany zawartości chlorofilu (a + b) w porcjowanych brokułach podczas przechowywania.
Fig. 4. Changes in chlorophyll (a + b) content in portioned broccoli during storage.

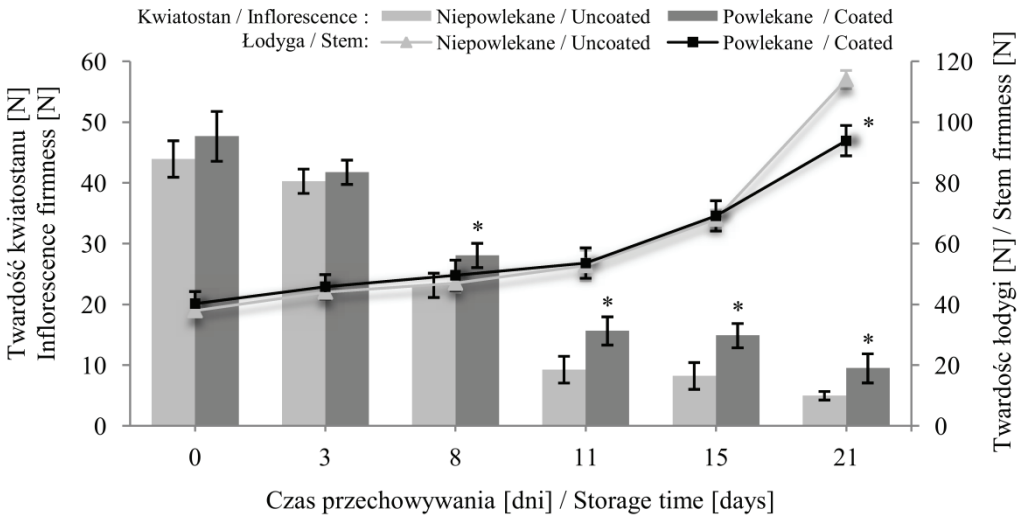
Na rys. 6. przedstawiono wpływ powlekania na teksturę porcjowanych brokułów. Pomiary siły cięcia wykazały, że w miarę upływu czasu przechowywania twardość kwiatostanu malała. Zmiany fizyczne polegające na mięknięciu mało przetworzonej tkanki roślinnej mogą wynikać z utraty turgoru, zmniejszenia krystaliczności celulozy i osłabienia jędrności ścian komórkowych wskutek enzymatycznej przemiany protopektyn w pektyny rozpuszczalne w wodzie [15]. Od 8. dnia przechowywania kwiatostany powlekanych brokułów charakteryzowały się większą twardością ($\alpha < 0,05$) w porównaniu z próbami kontrolnymi (rys. 6).

Przyczyn opóźnionego mięknięcia tkanki w powlekanych warzywach można m.in. upatrywać w wolniejszej degradacji protopektyny. Xu i wsp. [38] zaobserwowali, że w owocach kiwi powlekanych mieszaniną białka soi, pululanu, kwasu stearynowego oraz glicerolu szybkość wzrostu zawartości pektyny rozpuszczalnej była mniejsza aniżeli w owocach niepowlekanych, co w efekcie po 37 dniach przechowywania (15 ºC, RH = 50 %) skutkowało trzykrotnym zmniejszeniem ilości owoców o twardości < 10 N. Poprawa trwałości powlekanych owoców, jak udowodnili cytowani autorzy, była wynikiem zmniejszonego tempa oddychania oraz znacznego ograniczenia



* - objaśnienia jak na rys. 2. / Explanatory notes as in Fig.2.

Rys. 5. Zmiany parametrów barwy porcjowanych brokułów podczas przechowywania.
Fig. 5. Changes in colour parameters of portioned broccoli during storage.



* - objaśnienia jak na rys. 2. / Explanatory notes as in Fig.2.

Rys. 6. Zmiany tekstury porcjowanych brokułów podczas przechowywania.
Fig. 6. Changes in texture of portioned broccoli during storage.

produkcji etylenu. Ograniczenie utraty jędrności, przypuszczalnie w wyniku zmniejszonego tempa oddychania, obserwowano również w przypadku pomidorów powlekanych zeiną [23]. Niewykluczone, że stwierdzona w niniejszej pracy większa twardość powlekanych brokułów była spowodowana bardziej zwartą strukturą kwiatostanu. Roztwór powłokotwórczy wnikając pomiędzy pączki kwiatowe mógł powodować ich zlepianie, przez co róże brokułów były mniej podatne na otwieranie i stawiały większy opór podczas pomiarów siły cięcia.

W przedstawionej pracy zaobserwowano, że podczas przechowywania następował sukcesywny wzrost twardości łodyżek brokułów (rys. 6). Podobną zależność wykazano w innych pracach [12, 34]. Twardnienie łodyżek porcjowanych brokułów może być wynikiem lignifikacji (włóknienia) tkanki. Odkładanie ligniny i suberyny w komórkach sąsiadujących z mechanicznie uszkodzoną tkanką stanowi reakcję obronną, chroniącą roślinę przed nadmiernym wysychaniem [32]. Badanie siły cięcia łodyżek brokułów powlekanych i niepowlekanych nie wykazało istotnych różnic twardości, przez 15 dni przechowywania, natomiast po 21 dniach przechowywania powlekane warzywa charakteryzowały się istotnie mniejszą twardością łodyg (rys. 6).

Wnioski

1. Jadalna powłoka, otrzymana z białek grochu i wosku kandelila, zastosowana na róże porcjowanych brokułów jako warstwa ochronna w czasie ich przechowywania (21 dni, 4 ºC, RH = 90 %) ogranicza straty kwasu askorbinowego, szybkość wzrostu kwasowości, żółknięcie oraz zmniejszenie twardości kwiatostanu.
2. Powłoka białkowo-woskowa nie ma wpływu na zmniejszenie ubytków masy, rozkład chlorofilu i zmiany zielonej barwy brokułów.
3. Powlekanie mieszaniną białek grochu i wosku kandelila przyczynia się do pociemnienia barwy powierzchni brokułów.

Badania finansowane przez MNiSW w ramach promotorskiego projektu badawczego nr N N 312 1722 33.

Literatura

[1] Arnon D.I.: Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol., 1949, **24**,1-15.

[2] Avena-Bustillos R.J., Cisneros-Zevallos L.A., Krochta J.M., Saltveit M.E.: Application of casein-lipid edible film emulsions to reduce white blush on minimally processed carrots. Postharv. Biol. Technol., 1994, **4**, 319-329.

[3] Avena-Bustillos, R.J., Cisneros-Zevallos L.A., Krochta J.M., Saltveit M.E.. Optimization of edible coatings on minimally processed carrots using response surface methodology. Am. Soc. Agric. Eng., 1993, **36**, 801-805.

[4] Ayranci E., Tunc S.: A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. Food Chem., 2003, **80**, 423-431.

[5] Ayranci E., Tunc S.: The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (Armeniaca vulgaris Lam.) and green peppers (Capsicum annuum L.). Food Chem., 2004, **87**, 339-342.

[6] Choi W.S., Han J.H.: Physical and mechanical properties of pea-protein-based edible films. J. Food Sci., 2001, **66**, 319-322.

[7] Commission Directive 2007/68/EC of 27 November 2007 amending Annex IIIa to Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council as regards certain food ingredients.

[8] Donhowe G., Fennema O.: Water vapor and oxygen permeability of wax films. J. Am. Oil Chem. Soc., 1993, **70**, 876-873.

[9] Gajewski M.: Przechowalnictwo warzyw. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.

[10] Geraldine R.M., Soares N.F.F., Botrel D.A., Goncalves L.A.: Characterization and effect of edible coatings on minimally processed garlic quality. Carb. Polym., 2008, **72**, 403-409.

[11] Greener Donhowe I., Fennema O.: Edible films and coatings: characteristics, formation, definitions, and testing methods. In: Edible films and coatings to improve food quality. J.M. Krochta, E. Baldwin, M.O. Nisperos-Carriedo Eds., Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, PA 1994, pp. 1-24.

[12] Jacobsson A., Nielsen T., Sjoholm I., Wendin K.: Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. Food Qual. Prefer., 2004, **15**, 301-310.

[13] Klimczak J., Irzyniec Z.: Wpływ obniżonego ciśnienia na trwałość brokułów przechowywanych chłodniczo. Chłodnictwo, 1999, **34 (8)**, 46-49.

[14] Kowalczyk D., Gustaw W.: Wpływ powłok hydrokoloidowych na cechy jakościowe frytek ziemniaczanych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **6 (67)**, 72-80.

[15] Kowalska H.: Żywność minimalnie przetworzona – owoce i warzywa. Przem. Spoż., 2006, **60 (6)**, 24-27.

[16] Krochta J.M., De Mulder-Johnston C.: Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technol., 1997, **51**, 61-74.

[17] Krochta J.M.: Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status and opportunities. In: Protein-based films and coatings. A. Gennadios Ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2002, 1-41.

[18] Kurilich A.C., Tsau G.J., Brown A., Howard L., Klein B.P., Jeffery E.H., Kushad M., Wallig M.A., Juvik J.A.: Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of Brassica oleracea. J. Agric. Food Chem., 1999, **47**, 1576-1581.

[19] Li P., Barth M.M.: Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. Postharv. Biol. Technol., 1998, **14**, 51-60.

[20] Makhlouf J., Castaigne F., Arul J., Willemot C., Grosselin A.: Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. Hort Sci., 1989, **24**, 647-639.

[21] McHugh T.H., Avena-Bustillos R., Krochta J.M.: Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. J. Food Sci., **58**, 899-903.

[22] Özden Ç., Bayindirli L.: Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of green peppers. Eur. Food Res. Technol., 2002, **214**, 320-326.

[23] Park H. J., Chinnan M. S., Shewfelt R. L.: Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. J. Food Sci., 1994, **59**, 568-570.

[24] Perez-Gago M.B., Serra M., Alonso M., Mateos M., del Río M.A.: Effect of whey protein and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. Postharv. Biol. Technol., 2005, **36**, 77-85.

[25] Perez-Gago M.B., Serra M., Alonso M., Mateos M., del Río M.A.: Effect of solid content and lipid content of whey protein isolate-beeswax edible coatings on color change of fresh-cut apples. J. Food Sci., 2003, **68**, 2186-2191.
[26] Perez-Gago M.B., Serra M., del Río M.A.: Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Postharv. Biol. Technol., 2006, **39**, 84-92.
[27] Pietrzyk S.: Żywność minimalnie przetworzona. Laboratorium - Przegląd Ogólnopolski, 2008, **11**, 18-23.
[28] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
[29] PN-90/A-75101/06. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie pH metodą potencjometryczną.
[30] PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
[31] Rakotonirainy A.M., Wang Q., Padua G.W.: Evaluation of zein films as modified atmosphere packaging for fresh broccoli. J. Food Sci., 2001, **66**, 1108-1111.
[32] Rittinger P.A., Biggs A.R., Peirson D.R.: Histochemistry of lignin and suberin deposition in boundary layers formed after wounding in various plant species and organs. Can. J. Bot., 1987, **65**, 1886-1892.
[33] Saucedo-Pompa S., Jasso-Cantu D., Ventura-Sobrevilla J., Sáenz-Galindo A., Rodríguez-Herrera R., Aguilar C.N.: Effect of candelilla wax with natural antioxidants on the shelf life quality of fresh-cut fruits. J. Food Qual., 2007, **30**, 823-836.
[34] Serrano M., Martinez-Romero D., Guillén F., Castillo S., Valero D.: Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. Postharv. Biol. Technol., 2006, **39**, 61-68.
[35] Vargas M., Albors A., Chiralt A., González-Martínez C.: Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. Postharv. Biol. Technol., 2006, **41**, 164-171.
[36] Vermeulen M., Klöpping-Ketelaars I.W., van den Berg R., Vaes W.H.: Bioavailability and kinetics of sulforaphane in humans after consumption of cooked versus raw broccoli. J. Agric. Food Chem., 2008, **56**, 10505-10509.
[37] Wang C.Y., Hruschka H.W.: Quality maintenance in polyethylene-packaged broccoli. USDA Mark. Res. Rept., 1977, **1085**, 1-14.
[38] Xu S., Chen X., Sun D.: Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. J. Food Eng., 2001, **50**, 211-216.

EFFECT OF EDIBLE PROTEIN-WAX COATING ON QUALITY OF COLD-STORED BROCCOLI

S u m m a r y

In the production of minimally processed fruits and vegetables (MPFV), the raw material is trimmed, peeled, washed, and cut. Therefore, no pre-treatment of fruits and vegetables at home is necessary and it is possible to quickly prepare a highly nutritionally valuable meal. However, tissue damage occurring during the processing of raw materials is the cause of high perishability of MPFV. To ensure the adequate quality and safety of minimally processed foods, it is required to maintain the highest standards of hygiene in food production and to keep products under the refrigeration conditions. It is also necessary to use additional methods of food preservation.

The objective of this study was to investigate the possibility of using protein-wax coating to protect the quality of minimally processed broccoli. The broccoli heads were washed, cut in small parts, and coated through double dipping in an aqueous solution of the pea protein (10 % w/w), candelilla wax (2 % w/w), and sorbitol (5 % w/w). The coated and uncoated (control) vegetables were stored at 4 ºC in a relative humidity of ≈90 % for 21 days. The quality assessment of broccoli comprised the measurements of mass loss, content of ascorbic acid and chlorophyll, titratable acidity, pH, colour (CIE L*a*b*), and texture.

It was evidenced that the coating of broccoli heads made it possible to significantly reduce the rate of loss of vitamin C, to cut the increase in acidity, and to limit a firmness loss in inflorescences during storage. However, the edible coating had no effect on reducing the mass loss and chlorophyll content. After the coating process completed, the colour of the surface of broccoli florets became darker. During the final stage of storing, the coated vegetables were significantly less yellow compared with the control samples.

It was proved that the coating impacted some physiological and biochemical processes appearing all-important regarding the commercial and consumption quality of broccoli. The ineffectiveness of coating in preventing loss results, most probably, from storing those vegetables under the conditions of high relative air humidity.

Key words: broccoli, edible coatings, pea proteins, candellila wax, cool storage quality

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 134 – 145

EMILIA BERNAŚ, GRAŻYNA JAWORSKA

ZAWARTOŚĆ AMINOKWASÓW W MROŻONKACH I KONSERWACH STERYLIZOWANYCH Z BOROWIKA SZLACHETNEGO (*BOLETUS EDULIS* (BULL: FR.))

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

W pracy porównano zawartość aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego (*Boletus edulis*). Mrożonki, w porównaniu z konserwami, zawierały więcej suchej masy o 2 %, węglowodanów ogółem o 7 %, azotu ogółem o 13 % i tłuszczu surowego o 5 %, natomiast mniej związków mineralnych, oznaczonych jako popiół, o 64 % i azotu białkowego o 5 %, przy czym istotne różnice stwierdzono tylko w przypadku związków mineralnych, oznaczonych jako popiół. W badanych produktach suma wszystkich aminokwasów wynosiła 1965 - 2033 mg w 100 g świeżej masy, w tym 47 % stanowiły aminokwasy egzoogenne. W mrożonkach, w porównaniu z owocnikami sterylizowanymi, wykazano: większą zawartość aminokwasów zarówno endo-, jak i egzogennych oraz o 2 - 34 % więcej glutaminy, lizyny, metioniny i waliny, a o 2 % mniej seryny. W przeliczeniu na 16 g N sumy aminokwasów endo- i egzogennych, zawartość większości aminokwasów w mrożonkach była mniejsza o 7 - 19 %. W obu rodzajach produktów wśród aminokwasów endogennych najwięcej było asparaginy i glutaminy, a wśród aminokwasów egzogennych leucyny i waliny. W mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego, w porównaniu z wzorcami białka FAO/WHO (1991) i FAO/WHO/UNU (2007) dla dorosłych, nie stwierdzono żadnego aminokwasu ograniczającego, natomiast w porównaniu ze wzorcem FAO/WHO (1991) dla dzieci aminokwasami ograniczającymi były leucyna i lizyna.

Słowa kluczowe: aminokwasy, borowik szlachetny, mrożenie, sterylizacja

Wprowadzenie

Grzyby jadalne cenione są nie tylko za względu na niepowtarzalne cechy smakowo-zapachowe i konsystencję, ale coraz częściej doceniana jest również ich wartość odżywcza. Istotne znaczenie wśród składników zawartych w tkance grzybowej mają związki azotowe, szczególnie białko, wolne aminokwasy, aminy, kwasy nukleinowe, mocznik i chityna. Zawartość białka ogółem w grzybach zależy m.in. od gatun-

Dr inż. E. Bernaś, dr hab. inż. G. Jaworska, prof. UR, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

ku i w borowiku szlachetnym wynosi 28 - 33 g/100 g suchej masy [3, 5, 30]. W porównaniu z białkami roślinnymi białko grzybów charakteryzuje się dużym udziałem albumin i globulin, a małym prolamin i glutelin [3]. Ponadto uważa się, że jest ono przyswajalne w mniejszym stopniu niż białko roślinne, bowiem według Dabbour i Takruri [13] w zależności od gatunku przyswajalność ta waha się od 34 do 89 %.

W owocnikach grzybów jadalnych występują wszystkie aminokwasy egzo- i endogenne będące budulcem białek. Zdaniem Mdachi i wsp. [21] skład białka grzybów dziko rosnących, np. z gatunku *Boletinus cavipes*, jest szczególnie korzystny, w porównaniu ze składem białka rośliny *Mendicago sativa*, uważanej dotychczas za roślinę zawierającą w odpowiednich proporcjach wszystkie osiem niezbędnych aminokwasów. Według Dabbour i Takruri [13] oraz Shah i wsp. [25] aminokwasami ograniczającymi przyswajalność białka grzybowego są głównie metionina i cysteina oraz w niektórych gatunkach dodatkowo izoleucyna.

Mała trwałość świeżych grzybów oraz w przypadku gatunków pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych sezonowość występowania zmusza producentów do stosowania różnorodnych metod ich utrwalania lub przetwarzania. Do najpopularniejszych metod utrwalania grzybów jadalnych należą mrożenie, apertyzacja i suszenie. Grzyby sterylizowane, utrwalane w zalewie zawierającej chlorek sodu oraz niekiedy niewielki dodatek kwasu cytrynowego, kwasu L-askorbinowego, pirosiarczynu sodu bądź potasu zachowują przydatność do spożycia nawet przez 24 miesiące, a koszty ich magazynowania są stosunkowo niskie. Do produkcji tego typu wyrobów wykorzystuje się głównie pieczarki, kurki, borowiki i rydze [8, 18, 19, 29]. Mrożenie jest sposobem utrwalania, który najpełniej pozwala na zachowanie naturalnego smaku i aromatu grzybów. Generalnie przyjmuje się, że wartość odżywcza mrożonek jest większa niż konserw sterylizowanych, jednak na podstawie danych literaturowych [11, 18, 28] trudno jednoznacznie wypowiedzieć się na ten temat. Do zamrażania nadają się między innymi borowiki, rydze i kurki [12, 24], przy czym podstawowym gatunkiem wykorzystywanym do mrożenia w warunkach przemysłowych pozostaje pieczarka.

Celem pracy było porównanie zawartości aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były mrożone i sterylizowane owocniki borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull: Fr.)) po 12 miesiącach składowania, poddane przed konserwowaniem moczeniu i blanszowaniu w roztworze zawierającym kwas mlekowy, kwas cytrynowy i kwas L-askorbinowy.

Owocniki borowika szlachetnego pozyskano z lasów sosnowych położonych w zachodniej Polsce i przerabiano po około 12 h od zbioru. Do badań przeznaczono grzyby, których średnica kapelusza wynosiła od 4 do 8 cm. Obróbka wstępna przed

utrwalaniem obejmowała sortowanie (odrzucano owocniki chore oraz zarobaczone), czyszczenie (usuwano resztki ściółki i pozostałości grzybni) oraz mycie w bieżącej, zimnej wodzie. Następnie po odcieknięciu na sitach oddzielano kapelusze od trzonów. Kapelusze o średnicy 5,0 - 7,5 cm krojono na połowę, a powyżej 7,5 cm na cztery części. W dalszej kolejności w celu zabezpieczenia przed zmianami barwy w trakcie przerobu oraz w czasie przechowywania produktów gotowych owocniki moczono i blanszowano w 0,5 % roztworze wodnym kwasu mlekowego, 0,5 % kwasu cytrynowego i 0,1 % kwasu L-askorbinowego. Zabieg moczenia trwał 1 h, z zachowaniem proporcji masy grzybów do użytego roztworu jak 1 : 2. Blanszowanie prowadzono w temp. 96 – 98 °C z zachowaniem proporcji masy grzybów do użytego roztworu jak 1 : 5. Kapelusze blanszowano 3 min, natomiast trzony 1,5 min. Grzyby po blanszowaniu chłodzono w bieżącej, zimnej wodzie i krojono na paski grubości około 5 mm. Całą partię borowika szlachetnego podzielono na 2 części, jedną przeznaczono do mrożenia, a drugą do produkcji konserw sterylizowanych.

Pokrojone owocniki o masie po 450 g umieszczano w jednostkowych opakowaniach z folii polistyrenowej o pojemności 0,5 dm^3. W celu zachowania proporcji kapeluszy do trzonów takiej, jak w surowcu, w każdym opakowaniu jednostkowym kapelusze i trzony znajdowały się w stosunku 1 : 1,4. Produkty mrożono w komorze klimatyzacyjnej Feutron typ 3626-51, z wymuszonym obiegiem powietrza, w temp. -35 °C. Zamrażanie produktu trwało 120 min, do momentu uzyskania w środku termicznym temp. -25 °C. Po osiągnięciu wymaganej temperatury mrożonki przenoszono do komór składowych o temp. -25 °C i przechowywano w tych warunkach przez 12 miesięcy.

Po obróbce wstępnej grzyby o masie po 180 g (stosunek kapeluszy do trzonów jak 1 : 1,4) umieszczano w szklanych słojach typu "twist-off" o poj. 300 cm^3. Po umieszczeniu w opakowaniach owocniki zalewano 100 cm^3 gorącej zalewy zawierającej 2 % soli kuchennej, odpowietrzano immersyjnie, zamykano i sterylizowano. Sterylizacja przebiegała w następujący sposób: podnoszenie temp. do 100 °C – 5 min, podnoszenie temp. od 100 do 118 °C – 10 min, właściwa sterylizacja w temp. 118 - 121 °C – 12 min, chłodzenie do temp. 100 °C – 10 min, chłodzenie do temp. 30 °C – 10 min. Sterylizację prowadzono w laboratoryjnym sterylizatorze ciśnieniowym produkcji USA. Konserwy składowano przez okres jednego roku w temp. 8 - 10 °C.

Zawartość wybranych składników chemicznych i aminokwasów w mrożonych grzybach oznaczano po ich wcześniejszym rozmrożeniu w temp. 2 - 4 °C przez około 12 h. W przypadku konserw sterylizowanych analizom poddawano owocniki po odcieknięciu. W mrożonych i sterylizowanych borowikach oznaczano zawartość: suchej masy, popiołu, azotu ogółem i tłuszczu surowego metodami wymienionymi w AOAC [1]. Ilość azotu białkowego określano według metody z użyciem kwasu trichlorooctowego [2]. Zawartość węglowodanów ogółem obliczano z równania: węglowodany ogółem = 100 - (woda + popiół + białko surowe + tłuszcz surowy), gdzie: białko suro-

we = azot ogółem × 4,38 [5]. Wszystkie wymienione wyróżniki analizowano w 4 powtórzeniach.

Zawartość aminokwasów, oprócz tryptofanu, oznaczano w materiale liofilizowanym za pomocą analizatora aminokwasów AAA-400 firmy INGOS (Czechy). Procedura analityczna była zgodna z zaleceniami producenta aparatu. Próbki hydrolizowano w 6 M HCl przez 24 h, w temp. 110 °C. Po ostudzeniu, przesączeniu i przemyciu, hydrolizat odparowywano w wyparce próżniowej, a suchą pozostałość rozpuszczano w buforze o pH = 2,2. Tak przygotowaną próbkę używano do analizy metodą ninhydrynową. Stosowano bufory o pH 2,6; 3,0; 4,25; 7,9. Roztwór ninhydryny buforowano buforem o pH 5,5. Stosowano kolumnę o długości 370 mm wypełnioną jonexem Ostion ANB INGOS (Czechy). Temperatura kolumny wynosiła 55 – 74 °C, temp. reaktora 120 °C. W celu oznaczenia aminokwasów siarkowych, metioniny i cysteiny, prowadzono hydrolizę utleniającą za pomocą mieszaniny kwasu mrówkowego i nadtlenku wodoru (9 : 1), w temp. 110 °C przez 24 h. Po ostudzeniu z próbką postępowano tak, jak przy hydrolizie kwasowej. Stosowano bufory o pH 2,6 i 3,0, temp. kolumny wynosiła 60 °C, temp. reaktora 120 °C. Aminokwasy analizowano w 3 powtórzeniach.

W celu dokonania oceny wartości biologicznej białka grzybowego porównano zawartość aminokwasów wyrażoną w g na 16 g N ze wzorcami białka FAO/WHO [15] i FAO/WHO/UNU [16] dla dorosłych oraz FAO/WHO [15] dla dzieci w wieku przedszkolnym. Obliczono wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS), wykorzystując metodę Mitchella i Blocka [22] oraz według metody Osera [23] zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAA).

Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując jednoczynnikową analizę wariancji przy użyciu testu F Snedecora i testu t-Studenta. Obliczono najmniejsza istotną różnicę (NIR) przy $\alpha = 0,05$. W obliczeniach statystycznych posłużono się programem Statistica 6.1 Pl

Wyniki i dyskusja

Mrożone owocniki borowika szlachetnego, w porównaniu z konserwami sterylizowanymi, charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością związków mineralnych oznaczonych jako popiół o 64 %, co wynikało z użycia w konserwach jako zalewy solanki. W przypadku pozostałych analizowanych wyróżników składu chemicznego nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy ocenianymi produktami (tab. 1). Niemniej jednak mrożonki zawierały więcej suchej masy (o 2 %), węglowodanów ogółem (o 7 %), azotu ogółem (o 13 %) i tłuszczu surowego (o 5 %), natomiast mniej azotu białkowego (o 6 %). Manzi i wsp. [20] w mrożonych owocnikach różnych gatunków borowikowatych oznaczyli, zbliżoną do oznaczonej w pracy w mrożonym borowiku,

zawartość suchej masy i węglowodanów ogółem, natomiast znacznie większą ilość tłuszczu surowego, a mniejszą popiołu i białka.

Zdaniem wielu autorów [17, 21, 25] grzyby jadalne zawierają wszystkie aminokwasy egzo- i endogenne, przy czym spośród aminokwasów endogennych w znacznych ilościach występują w grzybach takie aminokwasy, jak: kwas glutaminowy, kwas asparaginowy, alanina, prolina i seryna.

Tabela 1

Skład chemiczny mrożonych i sterylizowanych owocników borowika szlachetnego.
Chemical composition of frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushroom.

Składnik chemiczny Chemical components	Rodzaj produktu / Kind of product		NIR / LSD $\alpha = 0,05$
	Mrożone grzyby Frozen mushrooms	Sterylizowane grzyby Sterilized mushrooms	
Sucha masa / Dry matter [g/100 g ś.m./ f.m.]	8,77 ± 0,05	8,63 ± 0,06	ns
Związki mineralne oznaczane jako popiół Mineral components determined as Ash [g/100 g s.m./d.m.]	3,81± 0,24	10,60 ± 0,08	0,443
Węglowodany ogółem / Total carbohydrates [g/100 g s.m./d.m]	68,68 ± 2,01	64,02 ± 0,14	ns
Azot ogółem / Total nitrogen [g/100 g s.m./d.m]	5,77 ± 0,33	5,10 ± 0,16	ns
Azot białkowy / Protein nitrogen [g/100 g s.m./d.m]	4,56 ± 0,24	4,87± 0,15	ns
Tłuszcz surowy / Raw fat [g/100 g s.m./d.m]	3,22 ± 0,14	3,06 ± 0,13	ns

f.m. – fresh matter, s.m. – dry matter, ns – statystycznie nieistotne / statistically insignificant

Suma wszystkich analizowanych aminokwasów w mrożonych owocnikach borowika wynosiła 2033 mg/100 g ś.m. i 5636 mg/16 g N. Konserwy, w porównaniu z mrożonkami, charakteryzowały się mniejszą o 68 mg (o 3 %) sumą aminokwasów w przeliczeniu na 100 g ś.m., natomiast w odniesieniu do 16 g N większą o 530 mg (o 9 %), co mogło wynikać z faktu iż konserwy charakteryzowały się mniejszą zawartością azotu ogółem niż mrożonki (tab. 1).

W ocenianych mrożonkach z borowika suma aminokwasów endogennych wynosiła 1070 mg/100 g ś.m. i była większa o 22 mg (o 2 %) niż w konserwach sterylizowanych (tab. 2). W odniesieniu do 16 g N suma aminokwasów endogennych w mrożo-

nych borowikach wynosiła 2967 mg i była mniejsza niż w konserwach o 314 mg (o 10 %). Aminokwasy endogenne stanowiły po 53 % sumy wszystkich aminokwasów odpowiednio w mrożonkach i w konserwach sterylizowanych. Wśród omawianej grupy aminokwasów w obu rodzajach produktów w największej ilości występowała asparagina i glutamina, zaś w najmniejszej glicyna i prolina. Mdachi i wsp. [21] podają, że w świeżych owocnikach borowika oprószonego (*Boletus pruinatus*) wśród aminokwasów endogennych w największej ilości występuje kwas glutaminowy, a w najmniejszej arginina, zaś w owocnikach borowiczaka dętego (*Boletinus cavipes*) odpowiednio glutamina i arginina. Z kolei Tsai i wsp. [27] zaobserwowali, że w suszonych owocnikach borowika szlachetnego wśród wolnych aminokwasów endogennych dominują alanina, kwas asparaginowy, natomiast nie wykryto proliny.

Tabela 2

Aminokwasy endogenne w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.
Endogenous amino acids in frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushrooms.

Rodzaj aminokwasu Kind of amino acid	Rodzaj produktu Kind of product	Zawartość w mg/100 g ś.m. Content in mg/100 g f.m.	NIR / LSD, $\alpha = 0,05$	Zawartość w mg/16 g N Content in mg/16 g N	NIR / LSD $\alpha = 0,05$
Ala	M	161,9 ± 5,5	ns	448,9 ± 17,7	ns
	K	150,5 ± 6,9		472,2 ± 24,9	
Arg	M	168,5 ± 3,9	ns	467,2 ± 12,3	18,77
	K	162,5 ± 2,5		509,6 ± 9,1	
Asp	M	194,7 ± 5,1	ns	539,8 ± 16,3	36,84
	K	186,5 ± 7,0		585,1 ± 25,3	
Glu	M	256,2 ± 3,7	7,14	710,3 ± 11,9	21,04
	K	247,7 ± 3,4		777,2 ± 12,5	
Gly	M	97,4 ± 2,4	ns	270,1 ± 7,6	17,95
	K	95,3 ± 4,9		299,1 ± 17,7	
Pro	M	89,0 ± 3,7	ns	246,8 ± 11,9	18,88
	K	91,2 ± 2,7		286,2 ± 9,9	
Ser	M	102,4 ± 3,2	8,49	284,0 ± 10,2	25,79
	K	112,5 ± 5,1		352,0 ± 18,5	
Suma / Sum	M	1070		2967	
	K	1048		3281	

M - mrożonki / frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane / sterilized mushrooms, ns – statystycznie niestotne / statistically insignificant.

Wykazane pomiędzy mrożonkami a konserwami różnice zawartości poszczególnych aminokwasów endogennych, przy wyrażaniu wyników na 100 g ś.m., były istotne tylko w przypadku glutaminy i seryny, zaś w odniesieniu do 16 g N w przypadku wszystkich oznaczanych aminokwasów endogennych, za wyjątkiem alaniny. Poszczególne aminokwasy są związkami wrażliwymi w różnym stopniu na czynniki występujące w czasie procesu technologicznego, w szczególności na temperaturę i czas działania oraz środowisko, w którym te zabiegi się odbywają [6, 9]. Śledzenie przemian, jakim ulegają aminokwasy utrudnia fakt różnorodności reakcji, jakim one podlegają. Wpływ na przebieg przemian ma również rodzaj surowca. Zdaniem Clemente i wsp. [7], Cruz-Garcia i wsp. [9] i El-Adawy [14] bezpośrednią przyczyną ubytków aminokwasów na skutek zastosowania różnych zabiegów w ramach obróbki wstępnej jest rozpuszczanie ich w wodzie, dyfuzja, wyciek oraz termiczna degradacja. Ponadto Sherr i wsp. [26] stwierdzili, że podczas przetwarzania żywności boczne łańcuchy niektórych aminokwasów białkowych mogą reagować z innymi aminokwasami, co może powodować zmiany ich ilości. W przypadku przetwarzania grzybów jadalnych na przemiany omawianych związków duży wpływ mogą mieć również przebiegające reakcje nieenzymatycznego ciemnienia (reakcje Maillarda), podczas których następuje kondensacja pomiędzy grupami aminowymi aminokwasów a cukrami. Na skutek tych reakcji dochodzi do nieodwracalnego zniszczenia części aminokwasów [4, 6]. Rezultatem przebiegu tych reakcji jest widoczne ciemnienie tkanki grzybowej, które zaobserwowało w trakcie produkcji mrożonek i konserw sterylizowanych wielu autorów [10, 19, 29].

Sumaryczna zawartość aminokwasów egzogennych w mrożonych owocnikach borowika szlachetnego wynosiła 962 mg w 100 g ś.m. i była większa od zawartości, jaką stwierdzono w konserwach sterylizowanych o 43 mg (o 5 %) (tab. 3). W przeliczeniu na 16 g N zawartość omawianej grupy aminokwasów wynosiła w mrożonym borowiku 2669 mg i odmiennie, jak to miało miejsce w przypadku wyrażania wyników w 100 g ś.m., była mniejsza niż w konserwach o 216 mg (o 7 %). Aminokwasy egzogenne stanowiły po 47 % sumy wszystkich aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika. W obu rodzajach produktów w największej ilości spośród aminokwasów egzogennych oznaczono leucynę i walinę, zaś w najmniejszej cysteinę. Mdachi i wsp. [21] podają, że w świeżych owocnikach borowika oprószonego (*Boletus pruinatus*) i borowiczaka dętego (*Boletinus cavipes)* wśród aminokwasów egzogennych w największej ilości, podobnie, jak w omawianych produktach z borowika szlachetnego, występuje leucyna, zaś w najmniejszej stwierdzono metioninę oraz tryptofan.

Mrożone borowiki, w stosunku do konserw sterylizowanych, przy wyrażaniu wyników w 100 g ś.m., zawierały istotnie więcej lizyny, metioniny i waliny o 8 -34 %, a w przeliczeniu na 16 g N istotnie mniej izoleucyny, leucyny, fenyloalaniny, treoniny i tyrozyny o 11 - 16 %.

Tabela 3

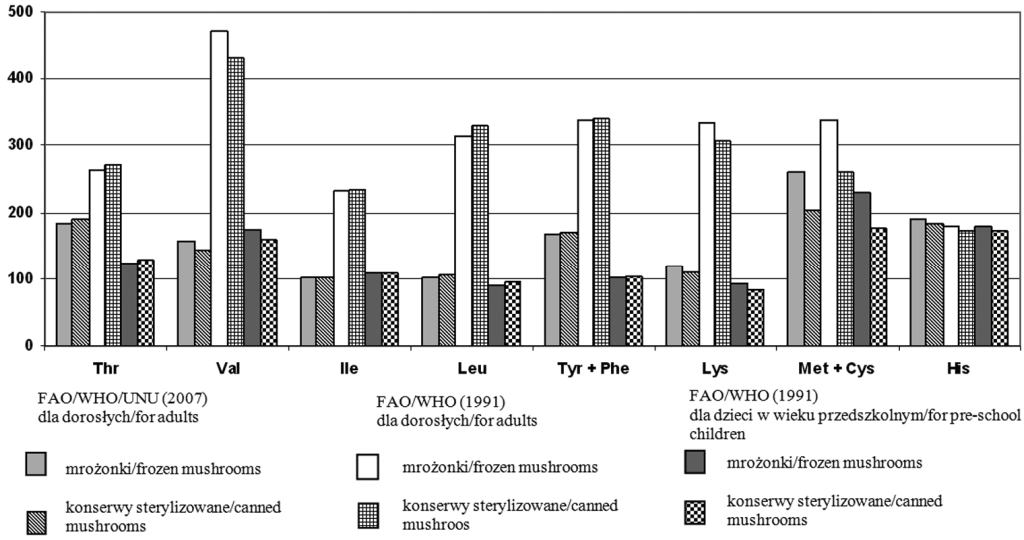
Aminokwasy egzogenne w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.
Exogenous amino acid content in frozen and canned *Boletus edulis* mushrooms.

Rodzaj aminowkasu Kind of amino acid	Rodzaj produktu Kind of product	Zawartość w mg/100 g ś.m. Content in mg/100 g f.m.	NIR / LSD, $\alpha = 0,05$	Zawartość w mg/16 g N/ Content in mg/16 g N	NIR/LSD $\alpha = 0,05$
Cys	M	28,5 ± 2,9	ns	78,9 ± 9,3	ns
	K	26,0 ± 2,8		81,6 ± 10,3	
His	M	63,8 ± 2,8	ns	177,0 ± 9,0	ns
	K	61,3 ± 2,4		192,2 ± 8,7	
Ile	M	73,7 ± 2,4	ns	204,4 ± 7,8	21,03
	K	75,0 ± 4,2		235,3 ± 15,3	
Leu	M	147,1 ± 2,9	ns	407,9 ± 9,2	24,58
	K	154,0 ± 4,9		483,2 ± 17,8	
Lys	M	128,9 ± 3,1	7,28	357,5 ± 9,9	ns
	K	119,0 ± 4,1		373,3 ± 15,0	
Met	M	110,5 ± 3,6	5,81	306,4 ± 11,4	16,66
	K	82,2 ± 2,0		258,0 ± 7,4	
Phe	M	84,0 ± 1,5	ns	232,9 ± 4,7	12,03
	K	83,2 ± 2,4		261,2 ± 8,6	
Thr	M	105,0 ± 4,0	ns	291,2 ± 12,9	27,16
	K	109,0 ± 5,0		342,0 ± 18,1	
Tyr	M	67,7 ± 2,6	ns	187,8 ± 8,4	16,40
	K	69,6 ± 2,9		218,4 ± 10,4	
Val	M	153,2 ± 2,9	9,24	424,9 ± 9,2	ns
	K	140,1 ± 5,9		439,5 ± 21,3	
Suma / Sum	M	962		2669	
	K	919		2885	

M – mrożonki / frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane / sterilized canned mushrooms, ns – niestotne statystycznie / statistically insignificant.

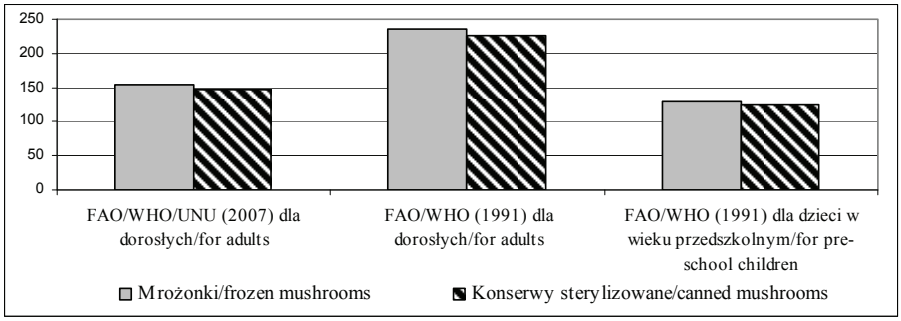
Porównanie zawartości aminokwasów egzogennych ze wzorcami FAO/WHO [15, 16] dla dorosłych wykazało, że zarówno w mrożonych, jak i sterylizowanych owocnikach borowika nie było żadnych aminokwasów ograniczających, bowiem wartości indeksów CS przyjmowały wartości powyżej 100 (rys. 1). Z kolei w odniesieniu do wzorca FAO/WHO [15] z 1991 roku dla dzieci aminokwasami ograniczającymi w obu

rodzajach produktów były leucyna i lizyna, w przypadku których indeksy CS przyjmowały wartości odpowiednio 91 i 92 w mrożonkach oraz 95 i 85 w konserwach.



M – mrożonki/frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane/canned sterilized mushrooms

Rys. 1. Wskaźnik CS mrożonego i sterylizowanego borowika szlachetnego.
Fig. 1. Chemical Score Index for frozen and canned sterilized *Boletus edulis* mushroom.



Rys. 2. Indeksy EAA mrożonego i sterylizowanego borowika szlachetnego.
Fig. 2. Essential Amino Acid Index for frozen and canned sterilized *Boletus edulis* mushroom.

Wskaźniki EAA mrożonych i sterylizowanych borowików niewiele różniły się między sobą i przyjmowały wartości odpowiednio 153 - 236 i 146 - 225 w odniesieniu do wzorców FAO/WHO [15] i FAO/WHO/UNU [16] dla dorosłych oraz 130 i 124 w porównaniu z wzorcem FAO/WHO [15] dla dzieci (rys. 2).

Wnioski

1. Mrożonki z borowika szlachetnego, w odniesieniu do konserw, niewiele różniły się pod względem podstawowego składu chemicznego, bowiem istotne różnice stwierdzono tylko pod względem zawartości związków mineralnych oznaczonych w postaci popiołu.
2. W mrożonych grzybach, w porównaniu ze sterylizowanymi, przy wyrażaniu wyników na 100 g ś.m., stwierdzono większą sumaryczną zawartość zarówno aminokwasów endo-, jak i egzogennych oraz większy poziom glutaminy, lizyny, metioniny i waliny, natomiast mniejszy seryny.
3. W przeliczeniu na g N sumy aminokwasów endo- i egzogennych oraz poziom większości aminokwasów w mrożonkach były mniejsze niż w konserwach.
4. W obu rodzajach produktów wśród aminokwasów endogennych w największej ilości występowała asparagina i glutamina, zaś wśród aminokwasów egzogennych leucyna i walina.
5. W mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego, w porównaniu z wzorcami białka FAO/WHO dla dorosłych nie stwierdzono żadnego aminokwasu ograniczającego, zaś w odniesieniu do wzorca FAO/WHO (1991) dla dzieci aminokwasami ograniczającymi były leucyna i lizyna.

Literatura

[1] AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, Wyd. 16, Arlington, USA, 1995.
[2] Awolumate E.O.: Accumulation and quality of storage protein in developing cowpea, mung bean and soya bean seeds. J. Sci. Food Agric., 1983, **34**, 1351-1357.
[3] Bauer Petrovska B.: Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. Eur. Food Res. Technol., 2001, **212**, 469-472.
[4] Baxter J.H.: Free amino acid stability in reducing sugar systems. J. Food Sci., 1995, **60**, 405-408.
[5] Braaksma A., van der Meer P., Schaap D.J.: Polyphosphate accumulation in the senescing mushroom *Agaricus bisporus*. Post. Biol. Tech., 1996, **8**, 121-127.
[6] Candela M., Astiasaran I., Bello J.: Cooking and warm-holding: effect on general composition and amino acids of Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*), Chickpeas (*Cicer arietinum*), and Lentils (*Lens culinaris*). J. Agric. Food Chem., 1997, **45**, 4763-4767.
[7] Clemente R., Sánchez-Vioque J., Vioque J.: Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. Food Chem., 1998, **62**, 1-6.
[8] Coşkuner Y., Özdemir Y.: Effects of canning processes on the elements content of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*). Food Chem., 1997, **60 (4)**, 559-562. [8]
[9] Cruz-García J., López-Hernández M.J., González-Castro A.I., Rodríguez-Bernaldo de Quirós, Simal-Lozano J.: Effects of various culinary treatments on the amino acid content of green beans, Dtsch. Lebensm. Rundsch. 1999, **95**, 507-510.
[10] Czapski J.: Wpływ niektórych operacji technologicznych na wydajność i jakość pieczarek blanszowanych i składowanych w zalewie. Biul. Warz., 1994, **42**, 101-119.

[11] Czapski J.: Evaluation of chemical composition of commercially canned mushrooms processed from fresh and desalted mushrooms and derived from different geographic regions. Veg. Crops Res. Bull., 2003, **58**, 135-141.
[12] Czapski J., Szudyga K.: Frozen mushrooms quality as affected by strain, flush, treatment before freezing, and time of storage. J. Food Sci., 2000, **65 (4)**, 722-725.
[13] Dabbour I.R., Takruri H.R.: Protein Digestibility using Corrected Amino Acid Score method (PDCAAS) of four types of mushrooms grown in Jordan. Plant Foods Hum. Nutr., 2002, **57**, 13-24.
[14] El-Adawy T.A.: Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. Plant Foods Hum. Nutr., 2002, **57**, 83-97.
[15] FAO/WHO: Protein Quality Evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome 1991, FAO Food and Nutrition Paper 51.
[16] FAO/WHO/UNU: Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. WHO technical report series no. 935, World Healt Organization, Geneva, Switzerland, 2007.
[17] Guo L.-Q., Lin J.-Y, Lin J.-F.: Non-volatile components of several novel species of edible fungi in China, Food Chem., 2007, **100**, 643-649.
[18] Jaworska G., Gębczyński P., Gołyszny A.: Wykorzystanie pieczarek do produkcji mrożonych i sterylizowanych farszów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **36 (3) Supl.**, 63-71.
[19] Jaworska G., Bernaś E., Cichoń Z., Possinger P.: Establishing the optimal period of storage for frozen *Agaricus bisporus*, depending on the preliminary processing applied. Int. J. Refrig., 2008, **31 (6)**, 1042-1050.
[20] Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Commercial mushrooms: nutritional quality and effects of cooking. Food Chem., 2004, **84**, 201-206.
[21] Mdachi S.J.M., Nkunya M.H.H., Nyigo V.A., Urasa I.T.: Amino acid composition of some Tanzanian wild mushrooms. Food Chem., 2004, **86**, 179-182.
[22] Osborne D.R. Voogt P.: The Analysis of Nutrients in Food. Academic Press, London 1978.
[23] Oser B.L.: Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protewsp. J. Am. Diet. Assoc., 1951, **27**, 396-399.
[24] Rapior S., Cavalié S., Croze P., Andary C.: Volatile components of ten frozen mushrooms (*Basidiomycetes*). J. Essent. Oil Res., 1996, **8 (1/2)**, 63-66.
[25] Shah H., Khalil I.A., Jabeen S.: Nutritional composition and protein quality of *Pleurotus* mushroom. Sarhad J. Agric., 1997, **13 (6),** 621-626.
[26] Sherr B., Lee C.M., Jelesciewicz C.: Absorption and metabolism of lysine Maillard products in relation to utilization of L-lysine. J. Agric. Food Chem., 1989, **37**, 119-122.
[27] Tsai S.-Y , Tsai H.-L, Mau J.-L.: Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. Food Chem., 2008, **107**, 977-983.
[28] Vetter J.: Chemical composition of fresh and conserved mushroom. Eur. Food Res. Technol., 2003, **217 (1)**, 10-12.
[29] Vivar-Quintana A.M., González-San José M.L., Collado-Fernández M.: Influence of canning process on colour, weight and grade of mushrooms. Food Chem., 1999, **66**, 87-92.
[30] Yang J.H., Lin H.C., Mau J.L.: Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. Food Chem., 2001, **72**, 465-471.

CONTENT OF AMINO ACIDS IN FROZEN AND CANNED STERILIZED PRODUCTS OF *BOLETUS EDULIS* (BULL: FR.) MUSHROOM

S u m m a r y

The objective of the present study was to compare the contents of amino acids in frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushrooms. Compared to canned products, the frozen mushrooms contained 2% more dry matter, 7% more total carbohydrates, 13% more total nitrogen, and 5% more raw fat. The level of mineral components was 64 % lower and of protein nitrogen - 5 % lower, whereas the significant differences were found only in the case of mineral components expressed as ash. The content of total amino acids in the frozen and canned products amounted to 1965 - 2033 mg/100 g fresh matter, and the exogenous amino acids constituted 47 % thereof. Compared to the sterilized fruiting bodies of mushrooms, in the frozen products, the content of endo- and the exogenous amino acids was higher as were the levels of glutamine, lysine, methionine, and valine (2 % to 34 %); the level of serine was lower (-2 %). The results expressed as 16 g N of the sums of endo- and exogenous amino acids produced the lower contents of the majority of amino acids determined by 7 - 19 % in the frozen products. The dominant andogenous amino acids in the two kinds of the products were asparagine and glutamine, whereas in the group of exogenous amino acids: leucine and valine. In the frozen and sterilized fruiting bodies of B. edulis mushrooms, no limiting amino acid was found compared to the FAO/WHO (1991) and FAO/WHO/UNU (2007) standards for the adults, whereas, compared to the FAO/WHO (1991) and FAO/WHO/UNU (2007) standard for children, leucine and lysine were limiting amino acids.

Key words: amino acid, *Boletus edulis* mushroom, freezing, sterilization

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 146 – 157

KAROL MIŃKOWSKI, STANISŁAW GRZEŚKIEWICZ,
MAŁGORZATA JERZEWSKA, MAGDALENA ROPELEWSKA

CHARAKTERYSTYKA SKŁADU CHEMICZNEGO OLEJÓW ROŚLINNYCH O WYSOKIEJ ZAWARTOŚCI KWASÓW LINOLENOWYCH

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

Celem pracy była ocena składu chemicznego, zwłaszcza polienowych kwasów tłuszczowych, a także innych składników ważnych z punktu widzenia żywieniowego i stabilności oksydacyjnej, olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych.

Badaniom poddano oleje roślinne: cztery oleje tłoczone na zimno – lniany, lniankowy, ogórecznikowy, żmijowcowy oraz jeden rafinowany – z nasion czarnej porzeczki. Oznaczano skład i zawartość: kwasów tłuszczowych, tokoferoli, fitosteroli oraz zawartość: karotenoidów, barwników chlorofilowych, a także żelaza i miedzi. Badane oleje charakteryzowały się szczególnie dużą zawartością kwasu α-linolenowego (lniany, lniankowy, żmijowcowy), γ-linolenowego (ogórecznikowy), a także stearydonowego (żmijowcowy). Niektóre z nich okazały się dobrym źródłem tokoferoli (z nasion czarnej porzeczki, ogórecznikowy), natomiast fitosterole nie występowały w nich w znaczących ilościach. W olejach tłoczonych na zimno stwierdzono podwyższoną zawartość barwników chlorofilowych oraz żelaza. Znaczna ilość polienowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 (α-linolenowego i stearydonowego), a także kwasu γ-linolenowego w badanych olejach wskazuje na ich wyjątkowo wysoką wartość żywieniową i zdrowotną. Jednocześnie jednak wysoki stopień nienasycenia, a także podwyższony poziom chlorofili i żelaza mogą być czynnikami negatywnie wpływającymi na ich stabilność oksydatywną.

Słowa kluczowe: oleje roślinne, kwas α-linolenowy, kwasu γ-linolenowy, tokoferole, sterole, barwniki, metale

Wprowadzenie

Wśród bioaktywnych składników olejów roślinnych kluczowe miejsce, z powodu ich istotnej roli w profilaktyce cywilizacyjnych chorób metabolicznych, zajmują polienowe kwasy tłuszczowe (PUFA). Kwasy te nie są syntetyzowane w organizmie czło-

Doc. dr hab. K. Mińkowski, inż. S. Grześkiewicz, mgr inż. M. Jerzewska, mgr inż. M. Ropelewska, Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

wieka i muszą być dostarczone wraz z pożywieniem. Zgodnie z zaleceniami specjalistów w dziedzinie żywienia człowieka ich ilość w polskiej diecie powinna ulec zwiększeniu. Wśród nich, oprócz kwasu linolowego (LA, $C_{18:2}$ Δ9,12cis,cis) i długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych (LC PUFA) istotną rolę odgrywają osiemnastowęglowe polienowe kwasy tłuszczowe o budowie trienowej – α-linolenowy (ALA, $C_{18:3}$ Δ9,12,15 all cis)) i γ-linolenowy (GLA, $C_{18:3}$ Δ6,9,12 all cis), należące do dwóch biochemicznie różnych rodzin n-3 i n-6. Ostatnio szczególnie podkreślana jest ważna fizjologiczna i prozdrowotna rola kwasów n-3, zwłaszcza w prewencji chorób układu krążenia. Także mocno eksponowana jest prozdrowotna rola kwasu γ-linolenowego zwłaszcza w odniesieniu do chorób o podłożu zapalnym i alergicznym oraz układu krążenia. Ważna z punktu widzenia żywieniowego, a także stabilności oksydacyjnej, jest również obecność w olejach tokoferoli, steroli i karotenoidów.

Zasadniczym problemem w szerszym wykorzystaniu polienowych kwasów tłuszczowych o budowie trienowej jest ich mała dostępność oraz szybkie tempo zmian oksydacyjnych. Są one wyjątkowo labilnym składnikiem olejów roślinnych, a ich niepożądane przemiany zarówno sensoryczne, jak chemiczne, mogą być zasadniczym czynnikiem determinującym jakość olejów. Obecność w olejach barwników chlorofilowych oraz jonów metali przejściowych (zwłaszcza Fe i Cu) może sprzyjać tym procesom.

Celem pracy była ocena składu chemicznego, zwłaszcza polienowych kwasów tłuszczowych, a także innych składników ważnych pod względem żywieniowym i stabilności oksydacyjnej, olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych.

Materiał i metody badań

Badaniom poddano oleje tłoczone na zimno, które pochodziły z: lniany – Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu, lniankowy (rydzowy) i żmijowcowy – SGNP SemCo w Śmiłowie, ogórecznikowy – SPRP GAL w Poznaniu Poznań, a ponadto rafinowany olej z nasion czarnej porzeczki z firmy Henry Lamotte GmbH w Hamburgu, Niemcy. Ten ostatni jest wydobywany i oczyszczany z zastosowaniem ditlenku węgla w stanie nadkrytycznym. Oleje w trakcie badań przechowywano w temp. -18 ÷ -22 °C, bez dostępu światła. Badania analityczne prowadzono z wykorzystaniem poniższych metod analitycznych.

Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych wykonywano metodą GC (HP 6890 II z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym) wg PN-EN ISO 5508:1996 [17]. Do rozdziału estrów stosowano wysokopolarną kolumnę kapilarną BPX 70 (60 m × 0,25 mm, 25 μm). Warunki analizy: temp. kolumny programowana w zakresie 140 ÷ 210 °C, temp. dozownika 210 °C, temp. detektora 250 °C, gaz nośny: hel.

Oznaczanie zawartości tokoferoli wykonywano metodą HPLC (HP 1100 z detektorem UV) wg PN-EN 12822:2002 [16]. Analizy prowadzono w układzie faz odwróconych. Próbkę rozpuszczoną w metanolu nanoszono na szczyt kolumny Supelcosil LC-18 (25 cm × 4,6 mm, 5 μm). Rozdział prowadzono w temp. 30 °C, przy przepływie fazy ruchomej (metanol : woda, 97 : 3) 1 ml/min. Oznaczano izomery α, γ i δ przy długości fali 292 nm. Wzorce poszczególnych tokoferoli pochodziły z firmy Sigma Aldrich w Poznaniu.

Oznaczanie zawartości steroli wykonywano metodą GC (Agilent 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym) wg PN-EN ISO 12228:2002 [18]. Próbkę tłuszczu hydrolizowano etanolowym roztworem wodorotlenku potasowego, a następnie przy zastosowaniu trifluorku boru estryfikowano kwasy tłuszczowe do estrów metylowych. Estry metylowe łącznie z substancjami niezmydlającymi ekstrahowano heksanem. Po usunięciu heksanu w strumieniu azotu sterole przeprowadzano w pochodne trimetylosilylowe za pomocą roztworu BSTFA w pirydynie. Do rozdziału stosowano kolumnę kapilarną HP-1 (25 m × 0,20 mm, 0,11 μm). Warunki analizy: temp. kolumny programowana w zakresie 250 ÷ 300 °C, temp. detektora – 310 °C, temperatura dozownika – 280 °C, dozowanie próbki dzielnikowe 25 : 1, gaz nośny – hel.

Oznaczanie zawartości barwników chlorofilowych wykonywano metodą spektrofotometryczną według AOCS Official Method Cc-13d 55. 1997 – Chlorophyll pigments [2], z wykorzystaniem tintometru Lovibonda PFX 990, Tintometer Ltd Anglia.

Oznaczanie zawartości karotenoidów, w przeliczeniu na β-karoten, wykonywano metodą spektrofotometryczną według normy brytyjskiej BS 684: Section 2.20:1977. (Carotene) [3], poprzez pomiar absorbancji przy długości fali 445 nm, z wykorzystaniem tintometru Lovibonda PFX 990, Tintometer Ltd, Anglia.

Oznaczanie zawartości żelaza wykonywano wg PN-A-86939-2:1998 [15], a zawartości miedzi wg PN-A-86939-3:1998 [14]. Pomiary prowadzono za pomocą spektrometru firmy Jobin Yvon type 138 Ultrace, techniką emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-AES). Próbki do badań poddawano wysokociśnieniowej mineralizacji w mineralizatorze Milestone 1200, z zastosowaniem stężonego kwasu azotowego(V).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu komputerowego Statgraphics Plus for Windows, wersja 4.0 Statistical Graphics Corp. 1999. Do analiz zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji oraz wielokrotny test rozstępu Duncana, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zestawiono wyniki dotyczące zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych w badanych olejach.

Są one przede wszystkim źródłem polienowych kwasów – z dwoma, trzema, a także z czterema podwójnymi wiązaniami. Kwasy tłuszczowe o dwóch podwójnych wiązaniach – dieny – reprezentowane były przede wszystkim przez kwas linolowy obecny w stosunkowo niedużych ilościach, 15 ÷ 18 %, w oleju lnianym, lniankowym i żmijowcowym. Zbliżona lub nieznacznie większa zawartość LA występuje w oleju rzepakowym.

Tabela 1

Skład i zawartość kwasów tłuszczowych [% m/m].
Composition and content of fatty acids [% m/m].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Rodzaj oleju / Oil type				
	Lniany Flax	Lniankowy Camelina	Ogórecznikowy Borage	Z czarnej porzeczki Blackcurrant	Żmijowcowy Echium
C14:0	$0,2^{a} \pm 0,0$	0,0	$0,1^{c} \pm 0,0$	0,0	0,0
C16:0	$4,3^{a} \pm 0,3$	$4,8^{b} \pm 0,2$	$9,4^{c} \pm 0,3$	$6,2^{d} \pm 0,2$	$6,9^{e} \pm 0,4$
C16:1	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,4^{c} \pm 0,1$	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,3^{c} \pm 0,1$
C17:0	$0,1^{a} \pm 0,0$	0,0	$0,1^{a} \pm 0,0$	0,0	$0,2^{e} \pm 0,0$
C17:1	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$	0,0	0,0	$0,1^{a} \pm 0,0$
C18:0	$5,0^{a} \pm 0,4$	$2,2^{b} \pm 0,1$	$3,4^{c} \pm 0,2$	$1,5^{d} \pm 0,1$	$3,0^{e} \pm 0,1$
C18:1c9	$19,7^{a} \pm 0,8$	$12,5^{b} \pm 0,4$	$15,3^{c} \pm 0,5$	$12,9^{b} \pm 0,3$	$15,8^{c} \pm 0,5$
C18:1c11	$1,2^{a} \pm 0,1$	$1,9^{b} \pm 0,2$	$0,6^{c} \pm 0,1$	$0,4^{d} \pm 0,1$	$0,6^{c} \pm 0,2$
C18:2cc *n-6*	$16,2^{a} \pm 0,6$	$15,6^{a} \pm 0,4$	$37,3^{c} \pm 1,2$	$49,1^{d} \pm 1,5$	$17,6^{e} \pm 0,7$
C18:3izo	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,2^{c} \pm 0,0$	$0,4^{d} \pm 0,1$	$0,3^{e} \pm 0,1$
C18:3ccc *n-6*	0,0	0,0	$24,1^{c} \pm 0,8$	$12,7^{d} \pm 0,3$	$10,6^{e} \pm 0,5$
C18:3ccc *n-3*	$52,7^{a} \pm 1,7$	$35,6^{b} \pm 1,5$	$0,4^{c} \pm 0,1$	$13,0^{d} \pm 0,4$	$31,3^{b} \pm 1,2$
C18:4cccc *n-3*	0,0	0,0	$0,2^{c} \pm 0,0$	$2,4^{d} \pm 0,2$	$12,4^{e} \pm 0,6$
C20:0	$0,1^{a} \pm 0,0$	$1,2^{b} \pm 0,1$	$0,2^{c} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$
C20:1	$0,1^{a} \pm 0,0$	$20,7^{b} \pm 0,6$	$4,0^{c} \pm 0,2$	$0,9^{d} \pm 0,1$	$0,1^{a} \pm 0,0$
C20:2	0,0	$1,4^{b} \pm 0,2$	$0,2^{c} \pm 0,1$	$0,2^{c} \pm 0,0$	$0,1^{c} \pm 0,0$
C22:0	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,2^{b} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,1$	$0,1^{a} \pm 0,0$	$0,1^{a} \pm 0,0$
C22:1 c13	0,0	$3,1^{b} \pm 0,2$	$2,6^{c} \pm 0,1$	0,0	$0,2^{e} \pm 0,2$
C24:0	0,0	$0,3^{b} \pm 0,1$	$0,1^{c} \pm 0,0$	0,0	$0,1^{c} \pm 0,0$
C24:1	0,0	$0,2^{b} \pm 0,0$	$1,3^{c} \pm 0,1$	0,0	$0,2^{b} \pm 0,1$

Objaśnienia: / Explanatory notes:
n = 6 (3 x 2);
Wartości średnie z różnymi indeksami w rzędach są statystycznie istotnie różne ($P \leq 0,05$) / Mean values with different indexes in rows are statistically significantly different ($P \leq 0.05$).

Dwukrotnie więcej LA było w oleju ogórecznikowym, a zdecydowanie wyróżniał się olej z nasion czarnej porzeczki, który dorównał pod tym względem olejowi sojowemu i kukurydzianemu.

Kwasy tłuszczowe o trzech wiązaniach podwójnych – trieny, to kwasy α- i γ-linolenowe. Oleje bogate w ALA to: lniany (52,7 %), lniankowy (35,6 %) oraz żmijowcowy (31,3 %), a uzyskane wyniki nie odbiegają od wcześniej publikowanych [1, 5, 6, 7, 9, 12, 29]. Wyraźnie mniejsze, ale też znaczące ilości ALA (13,0 %) były w oleju z nasion czarnej porzeczki, a tylko 0,4 % w oleju ogórecznikowym. Wśród konwencjonalnych olejów do 6 % ALA zawiera olej sojowy, a do 10 % rzepakowy.

GLA w największej ilości (24,1 %) występował w oleju ogórecznikowym, który jest jego najbogatszym źródłem [11, 28]. Dobrym źródłem GLA jest także olej z nasion czarnej porzeczki (12,7 %) oraz żmijowcowy (10,6 %), a uzyskane rezultaty stanowią potwierdzenie wcześniejszych badań [6, 9, 12, 26]. Nie stwierdzono obecności GLA w oleju lnianym i lniankowym. Powszechnie spożywane oleje roślinne nie zawierają GLA.

W oleju z nasion czarnej porzeczki oznaczono tylko nieznacznie podwyższoną zawartość (0,4 %) ALA określanego jako izo ($C_{18:3}$ Δ,9,12,15 izo), zawierającego mieszane izomery geometryczne *cis* i *trans*. Jest to możliwe przy stosowaniu zachowawczej metody jego wydobywania i separacji zanieczyszczeń za pomocą ditlenku węgla w stanie nadkrytycznym.

Kwasy tłuszczowe o czterech wiązaniach podwójnych – tetraeny – reprezentował kwas stearydonowy (SDA, $C_{18:4}$ Δ6,9,12,15 all *cis*), szczególnie rzadko występujący w olejach roślinnych. Wśród badanych olejów najwięcej go było w oleju żmijowcowym –12,4 %, który jest najbogatszym źródłem SDA wśród olejów roślinnych [6, 9, 12, 23]. Tak duża zawartość kwasu stearydonowego w oleju żmijowcowym wskazuje na jego wysoką wartość zdrowotną, ale jednocześnie może negatywnie wpływać na jego stabilność oksydatywną. Kilkakrotnie mniej SDA oznaczono w oleju z nasion czarnej porzeczki, a olej ogórecznikowy podobnie jak w innych badaniach [11, 28] zawierał go tylko 0,2 %. Nie stwierdzono SDA w oleju lnianym i lniankowym. Konwencjonalne oleje roślinne nie zawierają kwasu stearydonowego.

Pozostałe grupy kwasów tłuszczowych w badanych olejach to kwasy monoenowe oraz nasycone. Wśród kwasów monoenowych najważniejszą pozycję stanowił kwas oleinowy (OA, $C_{18:1}$ Δ9 cis) obecny w ilości 12 ÷ 16 % w olejach: lniankowym, ogórecznikowym, z nasion czarnej porzeczki i żmijowcowym, więcej zawierał go olej lniany. W porównaniu z takimi olejami, jak oliwkowy czy rzepakowy są to ilości kilkakrotnie mniejsze. Charakterystyczna jest duża zawartość kwasu ikozenowego ($C_{20:1}$) w oleju lniankowym – 20,7 %. Wśród kwasów monoenowych na uwagę zasługuje także obecność kwasu erukowego ($C_{22:1\ c13}$) zwłaszcza w oleju ogórecznikowym.

Spośród kwasów nasyconych główną pozycję stanowił kwas palmitynowy. W oleju ogórecznikowym i żmijowcowym były to ilości porównywalne z występującymi w takich standardowych olejach, jak sojowy i słonecznikowy, w pozostałych jak rzepakowy.

Wyniki analiz zawartości tokoferoli zamieszczono w tab. 2. Oceniając zawartość tokoferoli ogółem należy uznać, że olej ogórecznikowy oraz z nasion czarnej porzeczki dorównują pod tym względem olejowi sojowemu.

Tabela 2

Skład i zawartość tokoferoli [mg/kg].
Composition and content of tocopherols [mg/kg].

Tokoferole Tocopherols	Rodzaj oleju / Oil type				
	Lniany Flax	Lniankowy Camelina	Ogórecznikowy Borage	Z czarnej porzeczki Blackcurrant	Żmijowcowy Echium
Ogółem / Total	$505{,}9^{a} \pm 18{,}9$	$713{,}6^{b} \pm 26{,}2$	$1410{,}2^{c} \pm 40{,}1$	$1231{,}6^{d} \pm 33{,}2$	$257{,}7^{e} \pm 8{,}7$
α	$4{,}0^{a} \pm 0{,}2$	$27{,}0^{b} \pm 0{,}5$	$16{,}1^{c} \pm 0{,}3$	$453{,}3^{d} \pm 18{,}4$	$39{,}2^{e} \pm 0{,}6$
γ	$487{,}8^{a} \pm 21{,}9$	$674{,}3^{b} \pm 28{,}4$	$246{,}6^{c} \pm 9{,}9$	$711{,}1^{d} \pm 29{,}5$	$199{,}3^{e} \pm 8{,}3$
δ	$14{,}1^{a} \pm 0{,}3$	$12{,}3^{a} \pm 0{,}2$	$1147{,}5^{c} \pm 37{,}9$	$67{,}2^{d} \pm 2{,}0$	$19{,}2^{a} \pm 0{,}3$

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Mniejsza, niż podają inni autorzy [10, 22], ale jednocześnie znaczna zawartość tokoferoli w rafinowanym oleju z nasion czarnej porzeczki wiąże się prawdopodobnie z zastosowaniem ditlenku węgla w stanie nadkrytycznym do jego wydobycia i separacji zanieczyszczeń. W oleju lnianym zawartość tokoferoli ogółem była na poziomie niższym niż w oleju słonecznikowym, a w lniankowym, zbliżonym do rzepakowego. Wyjątkowo ubogi w te związki był olej żmijowcowy. Na zawartość tokoferoli ważny wpływ ma sposób wydobywania oleju, a zwłaszcza jego rafinacji [8].

Zawartość α-tokoferolu była bardzo zróżnicowana – od 4,0 mg/kg w oleju lnianym do 453,3 mg/kg w oleju z nasion czarnej porzeczki, w pozostałych olejach bliżej dolnego poziomu. Są one zbieżne z danymi badanych olejów publikowanymi przez innych autorów [5, 10, 23, 27, 29]. Pod względem zawartości α-tokoferolu olej z nasion czarnej porzeczki dorównuje bogatemu w ten związek olejowi słonecznikowemu. Pozostałe oleje należy traktować jako mało zasobne w α-tokoferol.

Zawartość γ-tokoferolu także była wyraźnie zróżnicowana. Najniższy jego poziom był w oleju żmijowcowym i ogórecznikowym, pośredni w lnianym, a najwyższy w lniankowym i z nasion czarnej porzeczki. Pod tym względem dorównywały one olejowi rzepakowemu. Dane literaturowe wskazują na duże wahania zawartości

γ-tokoferolu – w oleju lnianym od 200 nawet do 960 mg/kg [7] i lniankowym od 400 do 750 mg/kg [4, 29].

Zawartość δ-tokoferolu również wahała się w szerokich granicach, od 12,3 mg/kg w oleju lniankowym do 1147,5 mg/kg w oleju ogórecznikowym. W pozostałych olejach było go poniżej 70 mg/kg. Znaczna zawartość δ-tokoferolu w oleju ogórecznikowym, podobnie jak w badaniach innych autorów [20, 21, 23, 28], kilkakrotnie przewyższa jego zawartość w oleju sojowym, najbardziej zasobnym w ten związek wśród olejów standardowych.

Tabela 3

Skład i zawartość steroli [mg/100 g].
Composition and content of sterols [mg/100 g].

Sterole Sterols	Rodzaj oleju / Oil type				
	Lniany Flax	Lniankowy Camelina	Ogórecznikowy Borage	Z czarnej porzeczki Blackcurrant	Żmijowcowy Echium
Brassikasterol Brassicasterol	$4,1^{a} \pm 0,2$	$27,0^{b} \pm 1,3$	$0,3^{c} \pm 0,0$	0,0	0,0
Kampesterol Campesterol	$132,4^{a} \pm 5,3$	$114,1^{b} \pm 4,8$	$83,2^{c} \pm 3,7$	$48,9^{d} \pm 2,2$	$155,1^{e} \pm 6,7$
Stigmasterol	$27,3^{a} \pm 1,2$	0,0	$7,5^{c} \pm 0,3$	$5,6^{d} \pm 0,2$	$11,0^{e} \pm 0,5$
β-Sitosterol	$238,0^{a} \pm 10,1$	$311,2^{b} \pm 12,5$	$131,0^{c} \pm 5,8$	$463,4^{d} \pm 19,2$	$161,7^{e} \pm 7,7$
Δ5 Avenasterol	$69,5^{a} \pm 2,8$	$54,7^{b} \pm 2,7$	$75,1^{c} \pm 3,4$	$13,1^{d} \pm 0,5$	$82,8^{e} \pm 3,5$
Δ7Stigmasterol	$3,2^{a} \pm 0,1$	$3,9^{a} \pm 0,2$	$21,0^{c} \pm 0,9$	$23,0^{d} \pm 1,2$	$12,7^{e} \pm 0,6$
Δ7 Avenasterol	$0,9^{a} \pm 0,0$	0,0	$1,4^{c} \pm 0,1$	$8,1^{d} \pm 0,4$	$1,6^{c} \pm 0,1$
Razem / Total	$475,4^{a} \pm 19,7$	$510,9^{b} \pm 20,5$	$319,5^{c} \pm 14,2$	$562,1^{d} \pm 23,7$	$424,9^{e} \pm 19,3$

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Suma oznaczonych steroli wahała się od około 320 do 560 mg/100 g (tab. 3) i nie odbiegała od typowych zawartości w olejach roślinnych, chociaż była znacznie mniejsza niż w olejach szczególnie bogatych w te związki, takich jak kukurydziany czy dyniowy.

Dominującymi sterolami w badanych olejach były: β-sitosterol, kampesterol i Δ5 avenasterol, podobnie jak w zdecydowanej większości innych olejów roślinnych [22]. Udział β-sitosterolu w sumie steroli wynosił od 38,1 % (olej ogórecznikowy) do 82,4 % (olej z nasion czarnej porzeczki), kampesterolu od 8,7 % (olej z nasion czarnej porzeczki) do 36,5 % (żmijowcowy), a Δ5 avenasterolu od 2,3 % (olej z nasion czarnej porzeczki) do 23,5 % (olej żmijowcowy). Pozostałe sterole występowały w znacz-

nie mniejszych ilościach, a ich łączny udział w sumie oznaczonych steroli wahał się w granicach 5 ÷ 9 %. Stigmasterol i Δ7 avenasterol nieobecny był w oleju lniankowym, a brassikasterol w oleju z nasion porzeczki czarnej i żmijowcowym. Zbliżone rezultaty w przypadku oleju lnianego przedstawiają także inni autorzy [7, 19]. W literaturze istnieją wyraźne rozbieżności co do zawartości steroli w oleju z nasion czarnej porzeczki oraz ogórecznikowym [22, 27]. Należy to prawdopodobnie wiązać z różnymi sposobami ich wydobywania i oczyszczania (rafinacji), mającymi istotny wpływ na zawartość steroli [25]. Według Phillips i wsp. [13] w oleju ogórecznikowym może występować również 24-metylenocholesterol oraz stanole (campestanol i sitostanol).

Spośród barwników, w olejach oznaczono zawartość chlorofili oraz karotenoidów ogółem (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość chlorofili i karotenoidów [mg/kg].
Content of chlorophylls and carotenoids [mg/kg].

Składniki Components	Rodzaj oleju / Oil type				
	Lniany Flax	Lniankowy Camelina	Ogórecznikowy Borage	Z czarnej porzeczki Blackcurrant	Żmijowcowy Echium
Chlorofile Chlorophylls	$0,4^{a} \pm 0,1$	$0,9^{b} \pm 0,1$	$2,8^{c} \pm 0,2$	$0,2^{d} \pm 0,0$	$6,5^{e} \pm 0,3$
Karotenoidy Carotenoids	$147,5^{a} \pm 10,1$	$160,1^{b} \pm 11,2$	$41,7^{c} \pm 3,2$	$7,2^{d} \pm 0,2$	$42,1^{c} \pm 2,8$

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab. 1.

Olej lniany oraz lniankowy zawierały niewielkie ilości chlorofili (0,4 i 0,9 mg/kg), wyraźnie więcej było ich w oleju ogórecznikowym (2,8 mg/kg), a najwięcej w oleju żmijowcowym (6,5 mg/kg). Odwrotna sytuacja była w przypadku karotenoidów. Najwięcej ich było w dwóch pierwszych olejach, natomiast w oleju ogórecznikowym i żmijowcowym ich zawartość była trzykrotnie mniejsza. Olej z nasion czarnej porzeczki był ubogi zarówno w chlorofile, jak i karotenoidy, co prawdopodobnie wiąże się z zastosowaną metodą jego wydobywania i oczyszczania. Znacznie więcej chlorofili jest w oleju surowym wydobywanym metodą ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi, natomiast olej ogórecznikowy zawiera mniejsze ilości tych związków [27]. Jak podają Sensodini i wsp. [21], olej ogórecznikowy w zależności od metody wydobywania może zawierać od 0,8 do 3,3 mg/kg chlorofili. Według Drozdowskiego [8] zawartość i skład barwników lipidowych w surowych olejach zmienia się znacznie i zależy od wielu czynników, m.in. od warunków uprawy roślin, stopnia dojrzałości nasion, sposobu wydobywania lipidów i ich dalszej obróbki.

Spośród jonów metali mających cechy prooksydantów w procesie autooksydacji olejów, takich jak: żelazo, miedź, mangan, kobalt i chrom, w niniejszej pracy oznaczono zawartość dwóch pierwszych, których aktywność w tym kierunku jest największa. Zawartość żelaza w badanych olejach wykazywała duże zróżnicowanie (tab. 5). Najmniej było go w rafinowanym oleju z nasion czarnej porzeczki (< 0,10 mg/kg), co jest zrozumiałe, biorąc pod uwagę jego skuteczne usuwanie podczas procesu rafinacji, zwłaszcza odbarwiania [8].

Tabela 5

Zawartość żelaza i miedzi [mg/kg].
Content of iron and copper [mg/kg].

Składniki Components	Rodzaj oleju / Oil type				
	Lniany Flax	Lniankowy Camelina	Ogórecznikowy Borage	Z czarnej porzeczki Blackcurrant	Żmijowcowy Echium
Fe	0,15[a] ± 0,03	0,58[b] ± 0,06	0,48[c] ± 0,05	<0,1	1,26[d] ± 0,10
Cu	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory notes see Tab.1.

Pozostałe oleje były tłoczonymi na zimno, a podwyższone, ale zróżnicowane ilości żelaza były prawdopodobnie związane głównie z jakością surowca. Spośród nich, najwięcej żelaza (1,26 mg/kg) zawierał olej żmijowcowy, a dopuszczalny poziom (0,4 mg/kg) przekroczony był także w oleju lniankowym i ogórecznikowym. Na zróżnicowaną zawartość żelaza w olejach tłoczonych zwracają uwagę Węgrzyn i wsp. [24]. Zawartość miedzi w każdym z olejów korzystnie była poniżej 0,04 mg/kg (tab. 5).

Wnioski

1. Oleje roślinne są cennym źródłem kwasów alfa i gamma linolenowych. Badania potwierdziły, że szczególnie bogaty w kwas α-linolenowy jest olej lniany (52,7 %) i lniankowy (35,6 %), w kwas γ-linolenowy – olej ogórecznikowy (24,1 %), a w oba te kwasy – olej żmijowcowy (31,3 % i 10,6 %) oraz olej z nasion czarnej porzeczki (12,7 % i 13,0 %). Wśród polienowych kwasów tłuszczowych na podkreślenie zasługuje także bardzo wysoka (12,4 %) zawartość kwasu stearydonowego (o budowie tetraenowej) w oleju żmijowcowym, wyjątkowo rzadko występującego w olejach roślinnych.
2. Niektóre z badanych olejów są także dobrym źródłem tokoferoli. Olej ogórecznikowy zawierał 1410,2 mg/kg tokoferoli ogółem, a olej z nasion czarnej porzeczki 1231,6 mg/kg, w tym 433,3 mg/kg α-tokoferolu. Stosowanie zachowawczej metody

wydobywania i separacji zanieczyszczeń z oleju z nasion czarnej porzeczki ogranicza wyraźnie straty tych związków. Wyjątkowo ubogi w tokoferole był olej żmijowcowy.

3. Fitosterole nie występują w badanych olejach w znaczących ilościach, a ich zawartość ogółem wahała się od 320 mg/100 g (olej ogórecznikowy) do 560 mg/100 g (olej z nasion czarnej porzeczki). Dominującymi sterolami we wszystkich olejach były: β-sitosterol, kampesterol i Δ5 avenasterol.
4. Zawartość barwników utrzymywała się na zróżnicowanym poziomie. Podwyższoną zawartość chlorofili stwierdzono w oleju żmijowcowym i ogórecznikowym. Pod względem zawartości karotenoidów wyróżniał się olej lniankowy i lniany.
5. W niektórych olejach – żmijowcowym, lniankowym i ogórecznikowym stwierdzono podwyższoną zawartość żelaza. Zawartość miedzi w każdym z badanych olejów była poniżej 0,04 mg/kg.
6. Znaczna ilość polienowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 (α-linolenowego i stearydonowego) oraz kwasu γ-linolenowego w badanych olejach wskazuje na ich wyjątkowo wysoką wartość żywieniową i zdrowotną, jednocześnie jednak przy podwyższonej zawartości chlorofili i żelaza może negatywnie wpływać na ich stabilność oksydatywną.

Literatura

[1] Abramovič H., Abram V.: Physic-chemical properties, composition and oxidative stability of *Camelina sativa* oil. Food Technol. Biotechnol., 2005, **43**, 63-70.

[2] AOCS Official Method Cc-13d-55. 1997. Chlorophyll pigments.

[3] BS 684 -2.20:1977. Methods of analysis of fats and fatty acids. Determination of carotene in vegetable oils.

[4] Budin J.T., Breene W.M., Putnam D.H.: Some compositional properties of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) seeds and oils. J. Am. Oil Chem. Soc., 1995, **72**, 309-315.

[5] Choo W.S., Birch J., Dufour J.P.: Physicochemical and characteristics of cold-pressed flaxseed oils. J. Food Comp. Anal., 2006, **20**, 202-211.

[6] Czaplicki S.: Nasiona żmijowca jako źródło bioolejów roślinnych stabilizowanych olejem rokitnikowym. Praca doktorska. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk o Żywności, Olsztyn 2005.

[7] Daun J.K., Barthet V.J., Chomick T.L., Duguid S.: Structure, composition, and variety development of flaxseed. In: Flaxseed in human nutrition. L. U. Thompson, S.C. Cunnae Eds. AOCS Press, Champaign 2003, pp. 1-40.

[8] Drozdowski B.: Lipidy. Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych. W: Chemia żywności, sacharydy, lipidy, białka – pod red. Z.E Sikorskiego. WNT, Warszawa 2007, ss. 73-164.

[9] Dzik J.: Kwas stearydonowy (C18:4 (n-3) – źródła roślinne i potencjalne znaczenie w żywieniu człowieka. Żyw. Człow. Metab. 2005, **32**, 56-64.

[10] Goffman F.D., Galletti S.: Gamma-linolenic acid and tocopherols contents in the seeds oil of 47 accessions from several ribes species. J. Agric. Food Chem., 2001, **49**, 349-354.

[11] Guil-Guerrero J.L., Garcia-Maroto F., Gimenez-Gimenez A.: Fatty acids profile from forty-nine plant species that are new sources of γ-linolenic acid. J. Am. Oil Chem. Soc., 2001, **78**, 677-684.
[12] Guil-Guerrero J.L., Lopez-Martinez J.C., Gomez-Mercado F., Campr-Madrid P.: Gamma-linolenic and stearidonic acids from Moroccan Boraginaceae. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 2006, **108**, 43-47.
[13] Phillips K.M., Ruggio D.M., Toivo J.I., Swank M.A., Simpkins A.M.: Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. J. Food Compos. Anal., 2002, **15**, 123-142.
[14] PN-A-86939-3:1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości metali ciężkich metodą atomowej spektrometrii emisyjnej. Oznaczanie zawartości miedzi.
[15] PN-A-86939-2:1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości metali ciężkich metodą atomowej spektrometrii emisyjnej. Oznaczanie zawartości żelaza.
[16] PN-EN 12822:2002. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie zawartości witaminy E metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej.
[17] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
[18] PN-EN ISO 12228:2002. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie poszczególnych steroli i ich całkowitej zawartości. Metoda chromatografii gazowej.
[19] Rudzińska M., Kazuś T., Wąsowicz E.: Sterole i ich utlenione pochodne w olejach rafinowanych i tłoczonych na zimno. Rośliny Oleiste, 2001, **22**, 477-494.
[20] Senanayake S.P.J.N., Shahidi F.: Chemical and stability characteristics of structured lipids from borage (*Borago officinalis* L.) and evening primrose (*Oenothera biennia* L.) oils. J. Food Sci., 2002, **67**, 2038-2045.
[21] Sensodoni A., Bortolussi G., Orlando C., Fantozzi P.: Borage oil (*borago officinalis L.*) – an important source of gamma-linolenic acid. 2. Tocopherols and chlorophyll content and sensory analysis of borage oils extracted different techniques and blended with extra virgin oils. Industry Alimentary, 1996, **35**, 664-669.
[22] Shahidi F., Shukla V.K.S.: Nontriacylglycerol constituents of fats, oils. Inform, 1996, **7**, 1227-1231.
[23] Velasco L., Goffman L.D.: Chemotaxonomic significance of fatty acids and tocopherols in Boraginaceae. Phytochemistry, 1999, **52**, 423-426.
[24] Węgrzyn W., Borys M., Obiedziński M.W.: Poziom pierwiastków śladowych w olejach jadalnych. Tłuszcze Jadalne, 1995, **33**, 74-81.
[25] Wroniak M., Krygier K.: Oleje tłoczone na zimno. Przem. Spoż., 2006, **60**, 30-34.
[26] Zadernowski R., Lossow B., Nowak-Polakowska H., Nesterowicz J.: Owoce krzewów jagodowych jako źródło bioolejów. Zbiór prac 2. Sympozjum nt. Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii. Łódź 1995, ss. 91-94.
[27] Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Rashed A.A.: Substancje biologicznie aktywne biolejów roślinnych. Cz. I. Substancje niezmydlające się jako naturalne antyoksydanty. Zbiór prac 3. Sympozjum nt. Olej z nasion wiesiołka i inne oleje zawierające kwasy n-6 lub n-3 w profilaktyce i terapii, Sulejów 1998, ss. 156-161.
[28] Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Pieńkowska H., Czaplicki S.: Wpływ sposobu wydobywania tłuszczu z nasion wiesiołka i ogórecznika na wybrane cechy fizykochemiczne oraz stabilność olejów. Rośliny Oleiste, 2002, **23**, 471-480.
[29] Zubr J., Matthäus B.: Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in *Camelina sativa* oil. Ind. Crop. Prod., 2002, **15**, 155-162.

CHEMICAL COMPOSITION PROFILE OF PLANT OILS WITH HIGH CONTENT OF LINOLENIC ACIDS

S u m m a r y

The objective of the analysis was to evaluate the chemical composition of plant oils with high content of linolenic acids, especially the composition of polyenic fatty acids, as well as of other components that appear important from the point of view of their dietary value and oxidative stability.

The material analyzed constituted the following plant oils: four cold pressed oil types (made from flax, camelina, borage, and echium) and one type of refined oil (made from blackcurrant seeds). The determined parameters were the content and composition of fatty acids, tocopherols, sterols, and the content of pigments, Fe, and Cu. The oils analyzed were characterized by a particularly high content of α-linolenic acid (flax, camelina, echium), γ-linolenic acid (borage), and stearidonic acid (echium). Some of them were found to be a good source of tocopherols (blackcurrant seed oil); but the quantity of phytosterols in them was not significant. In the cold pressed oil types, it was reported an increased content of chlorophylls pigments and of Fe. A significant quantity of n-3 fatty acids (α–linolenic and stearidonic) and also of γ–linolenic acid in the examined oil types indicates their exceptionally high dietary and healthful values. However, the high degree of non-saturation and the increased level of chlorophylls and Fe may be the factors to negatively impact their oxidative stability.

Key words: plant oils, α-linolenic acid, γ-linolenic acid, tocopherols, sterols, pigments, metals

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 158 – 167

EWELINA SIEPKA, ŁUKASZ BOBAK, TADEUSZ TRZISZKA

FRAKCJONOWANIE ŻÓŁTKA W CELU POZYSKIWANIA PREPARATÓW WZBOGACONYCH W SUBSTANCJE BIOLOGICZNIE AKTYWNE

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

Jaja są surowcem żywnościowym zawierającym wszystkie niezbędne substancje do rozwoju młodego organizmu. Wykorzystywane są w przemyśle żywnościowym, jak również w farmaceutycznym, kosmetycznym, chemicznym i paszowym ze względu na zawartość substancji biologicznie aktywnych m.in. immunoglobuliny (IgY), foswityny i fosfolipidów.

W pracy podjęto próbę frakcjonowania żółtek jaj kurzych ukierunkowaną na pozyskanie frakcji bogatych w immunoglobulinę (IgY), foswitynę oraz w celu izolacji fosfolipidów. Surowiec stanowiły świeże jaja pozyskane od niosek linii Lohmann Brown, pochodzące z gospodarstwa specjalistycznego zarządzanego przez firmę TRONINA. Nioski utrzymywano w dwóch grupach i żywiono *ad libitum*. Grupie kontrolnej niosek podawano pełnoporcjową standardową mieszankę paszową oraz preparat o nazwie handlowej Biostrong 510, stanowiący mieszaninę olejków eterycznych i wysokowartościowych ekstraktów ziołowych w formie otoczkowanej. W grupie doświadczalnej pasza wzbogacona była w preparaty Humobentofet i Humokarbowit (zawierające kwasy omega 3), zmieszane w stosunku masowym 1 : 2.

Zawartość IgY w plazmie jaj grupy kontrolnej utrzymywała się na poziomie ok. 3,6 mg/ml, natomiast plazma wyizolowana z żółtek jaj niosek żywionych paszą wzbogaconą zawierała ok. 1 mg/ml więcej tego białka. Zawartość foswityny z żółtek jaj pozyskanych zarówno od niosek żywionych paszą standardową, jak i wzbogaconą wyniosła ok. 4 %. Zawartość białka ogółem we frakcji foswitynowej była na podobnym poziomie ok. 60 %. Czystość frakcji fosfolipidowej pozyskanej w obydwóch wariantach żywieniowych, określonej jako ilość substancji nierozpuszczalnej w acetonie, wyniosła ok. 85 %. We frakcji tej zawartość fosfatydylocholiny (PC) wynosiła ok. 75 %, a fosfatydyloetanoloaminy (PE) ok. 24 %.

Słowa kluczowe: foswityna, fosfolipidy, immunoglobulina, żółtka jaj kurzych, frakcjonowanie

Wprowadzenie

Zbilansowana w prawidłowy sposób dieta pełni istotną rolę w utrzymaniu prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Surowiec jajczarski pełni ważną rolę

Mgr inż. E. Siepka, dr inż. Ł. Bobak, prof. dr hab. inż. T. Trziszka, Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauk o Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25/27 50-375 Wrocław

w dostarczaniu składników odżywczych, co wynika szczególnie z dużej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT), zrównoważonego składu aminokwasów, składników mineralnych oraz niemal wszystkich witamin [17]. Na obecnym poziomie wiedzy surowiec jajczarski jest nie tylko uwzględniany jako składnik diety, ale przede wszystkim jako materiał wyjściowy do odzysku (produkcji) cennych bioaktywnych substancji, takich jak: immunoglobulina, foswityna oraz fosfolipidy. Zwłaszcza nowa forma produkcji jaj kurzych (projektowanych) może być rozpatrywana jako etap procesu biotechnologicznego wytwarzania nutraceutyków lub preparatów biomedycznych [2, 9]. Surowiec jajczarski poza funkcją odżywczą stanowi bardzo dobre źródło substancji biologicznie aktywnych o potencjalnej możliwości wykorzystania ich w gałęziach przemysłu m.in. spożywczego, kosmetycznego czy farmaceutycznego. Żółtko jaja będące emulsją typu olej w wodzie (O/W) charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami emulgującymi i wykorzystywane jest jako dodatek funkcjonalny w produkcji żywności. Właściwości te kształtowane są w głównej mierze przez fosfolipidy i lipoproteiny oraz cholesterol [4, 7, 12].

Wdrożenie opracowanej w laboratorium technologii frakcjonowania żółtka jaja w warunkach przemysłowych powinno być ukierunkowane na pozyskanie jak największej liczby składników biologicznie aktywnych. Otrzymywanie w pierwszym etapie jedynie frakcji fosfolipidowej z wykorzystaniem rozpuszczalników organicznych powoduje denaturację białek i w związku z tym całkowitą utratę ich właściwości funkcjonalnych. Za racjonalny kierunek zagospodarowania surowca jajczarskiego, poza klasycznym przetwórstwem ukierunkowanym na pozyskanie makroskopowych części składowych jaja w formie suchej lub płynnej, uważa się rozdział żółtka przewidujący rozcieńczanie i wirowanie co prowadzi do pozyskania dwóch frakcji: plazmy (stanowiącej w badaniach własnych ok. 80 %) i granuli. We frakcji plazmy zawarte są liwetyny (α, β, γ), a z frakcji granularnej pozyskać można m.in. foswitynę, białko o właściwościach chelatujących oraz frakcję lipidową w tym fosfolipidy [1]. Frakcja liwetynowa zawarta w plazmie jest doskonałym źródłem immunoglobuliny [11]. Gamma liwetyna izolowana z plazmy żółtka jaja kurzego wykazuje aktywność immunologiczną, identyczną jak immunoglobulina G i została nazwana (z ang. żółtko – yolk) immunoglobuliną Y (IgY). Immunoglobulina Y odgrywa ważną rolę i jest wykorzystywana w przemyśle paszowym oraz spożywczym do komponowania preparatów zwiększających bierną odporność ludzi i zwierząt na infekcje jelitowe [4]. Metody izolacji IgY polegają na rozcieńczeniu żółtka wodą lub roztworami soli o niskiej sile jonowej oraz adiustacji odczynu roztworu poniżej wartości pH żółtka natywnego 6,2 ÷ 6,5. Optymalnym odczynem jest wartość pH 5,0 ÷ 5,5, w którym następuje rozdział na frakcję granularną i plazmę [1].

Żółtka jaj kurzych są bogatym źródłem lipidów, które stanowią ok. 64 % jego suchej masy, w tym fosfolipidy stanowią jedną trzecią frakcji tłuszczowej, a cholesterol

stanowi ok. 1 % [13]. Wbudowane w strukturę fosfolipidów reszty acylowe charakteryzują się wysoką zawartością kwasów tłuszczowych o łańcuchu zbudowanym z 20 i większej liczby atomów węgla w tym kwasy tłuszczowe z grupy ω-3: EPA (cis-$\Delta^{5,8,11,14,17}$ eikozapentaenowy) i DHA (cis-$\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ dokozaheksaenowy) oraz ω-6 AA (cis-$\Delta^{5,8,11,14}$ arachidonowy). Długołańcuchowe kwasy tłuszczowe nie są spotykane w fosfolipidach izolowanych z surowca roślinnego, dlatego fosfolipidy żółtka jaja mogą znaleźć szerokie zastosowanie jako składnik produktów specjalnego przeznaczenia żywieniowego, przede wszystkim w celu wzbogacenia diety w kwasy z grupy ω-3 i ω-6. Ponadto fosfolipidy żółtka jaja są wykorzystywane w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym do wytwarzania liposomów. Przemysł spożywczy wykorzystuje zdolność lecytyny do emulgowania i stabilizowania układów dyspersyjnych. W większości, dostępna na rynku lecytyna (mieszanina fosfatydylocholiny i fosfatydyloetanoloaminy) izolowana jest ze szlamów poekstrakcyjnych pochodzących z przemysłu tłuszczowego (soja, rzepak, słonecznik) [15]. Lecytyna izolowana z żółtka jaja kurzego, ze względu na skład chemiczny, jest bardziej wartościowa od lecytyn pochodzenia roślinnego, zawiera bowiem w składzie do 80 % fosfatydylocholiny. Wiadomo, że cholina występuje we wszystkich błonach komórkowych i jest niezbędna do życia każdej komórki organizmu [14, 18].

Foswityna jest fosfoproteiną występującą w dwóch frakcjach o masach cząsteczkowych $160 \cdot 10^3$ i $190 \cdot 10^3$ Da. Seryna, stanowiąca ponad 50 % składu aminokwasowego tego białka, warunkuje dużą zawartość fosforu sięgającą do 60 % całej zawartości tego biopierwiastka w żółtku [5, 6]. Foswityna wykazuje właściwości antyoksydacyjne, co powoduje duże zainteresowanie tym białkiem, wynikające z możliwości jego zastosowania jako naturalnego dodatku ograniczającego niepożądany wpływ procesów oksydacyjnych na produkty spożywcze, prowadzące m.in. do chorób nowotworowych [3]. Foswityna wykazuje zdolności do chelatowania jonów metali Fe^{+2}, Cu^{+2} (sprzyjających powstawaniu wolnych rodników), co pozwala na skuteczną inhibicję utleniania m.in. fosfolipidów.

Materiał i metody badań

Proces frakcjonowania żółtka

Świeże jaja pozyskane od niosek linii Lohmann Brown poddano ręcznemu podziałowi na jego makroskopowe części. Żółtko przefiltrowano przez lejek Schotta o średnicy otworów 1 mm, w celu homogenizacji, usunięcia błony witelinowej oraz ewentualnych pozostałości skorup. Ujednolicone żółtko natywne poddawano rozcieńczeniu w stosunku 1 : 3 i adiustacji odczynu do pH=5,0 z wykorzystaniem 1,0 M roztworu kwasu cytrynowego. Powyższy zabieg, a następnie wirowanie przy 12000·g pozwoliło na rozdział żółtka jaja na plazmę (jako roztwór zawierający IgY) oraz osad

granuli zawierający foswitynę. Pozyskany supernatant mrożono, poddawano suszeniu sublimacyjnemu, a następnie określano zawartość gamma globuliny metodą immunodyfuzji radialnej [10]. Pozostałe po procesie izolacji granule zamrażano i przetrzymywano w tym stanie przez 7 dni. Umożliwiło to łatwe rozdzielenie kompleksu foswityny występującej w kompleksie z lipowiteliną (w stosunku molowym 2 : 1). Następnie po rozmrożeniu granule rozcieńczano w proporcji 1 : 1,5 (m/v) 1,75 M roztworem NaCl. Po dobowym przechowywaniu chłodniczym osad granul wirowano przy przyspieszeniu 8000·g. W celu obniżenia siły jonowej otrzymany supernatant rozcieńczano w stosunku objętościowym 1 : 4 (v/v), co pozwoliło na oddysocjowanie foswityny w postaci osadu.

Pozostałość (granule) po procesie izolacji foswityny, zawierającą fosfolipidy, wymrażano na szalkach Petriego w temp. -80 °C i poddawano liofilizacji. Wysuszone granule rozcierano w moździerzu w celu ujednolicenia przed właściwym procesem ekstrakcji. Rozdrobniony liofilizat mieszano z 96 % alkoholem etylowym w proporcji 1:3 (m/v) i wytrząsano, intensyfikując proces ekstrakcji. Po zakończonym procesie wytrząsania każdorazowo mieszaninę odwirowywano przy sile odśrodkowej 26000·g celem oddzielenia fazy stałej od alkoholowego roztworu fosfolipidów. Zabieg powtórzono trzykrotnie. Zawarty w supernatancie alkohol oddestylowywano z wykorzystaniem wyparki laboratoryjnej R-215. Pozyskany osad lecytyny zawieszano w heksanie i strącano zimnym acetonem (4 °C), uwzględniając zachowanie proporcji mieszaniny heksan ÷ aceton 1 :3 (v/v). Powyższy zabieg pozwolił na przedstawienie czystości fosfolipidów wyrażonych jako zawartość substancji nierozpuszczalnej w acetonie.

Analiza frakcji fosfolipidowych

Oznaczenie zawartości fosfolipidów

W otrzymanym preparacie określano zawartość fosfolipidów z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), stosując system HP1200 firmy Agilent wyposażony w detektor diodowy (DAD przy długości fali λ - 205 nm). W tym celu sporządzano 1 % roztwór ekstraktu fosfolipidów w alkoholu izopropylowym i po przefiltrowaniu poddawano analizie chromatograficznej. Eluent sporządzono z acetonitrylu, alkoholu metylowego oraz kwasu ortofosforowego (100/10/1,8;v/v/v), a przepływ ustalono na 2,5 ml/min. Kolumnę z wypełnieniem diolowym termostatowano w temp. 55 °C.

Oznaczenie kwasów tłuszczowych w pozycji sn-1 i sn-2

Do enzymatycznej hydrolizy kwasów tłuszczowych w pozycji sn-1 i sn-2 stosowano odpowiednio lipazę (EC 3.1.1.3, pochodzenia mikrobiologicznego – *Candida antarctica*) oraz fosfolipazę A_2 (EC 3.1.1.4, izolowaną z trzustki wieprzowej). Do spo-

rządzonego 10 % wodnego roztworu fosfolipidów (pH – 8,0 regulowane 0,1 N NaOH) dodawano odpowiednio lipazę i PLA_2, inkubując w temp. 50 ± 2 °C w ciągu 4 h. Ilość i jakość wolnych kwasów tłuszczowych po hydrolizie określano poddając je adsorpcji na aktywowanym (mieszaniną eter dietylowy - hexan) obojętnym tlenku glinu (Al_2O_3). Zawartość kolumienek wypełnionych Al_2O_3 z zaadsorbowanymi kwasami tłuszczowymi suszono pod próżnią, po czym przenoszono ich zawartość do suchych probówek, dodając 6 % kwasu mrówkowego w eterze diizopropylowym. Po ujednoliceniu mieszaniny poddawano ją wirowaniu (siła odśrodkowa 2000·g; czas 5 min). Pozyskany supernatant odparowywano do sucha i określano w nim zawartość kwasów tłuszczowych, przeprowadzając je w estry metylowe kwasów tłuszczowych z wykorzystaniem 14 % metanolowego roztworu trifluorku boru (BF_3) oraz analizowano z wykorzystaniem chromatografu gazowego sprzężonego z detektorem mas. Warunki analizy chromatograficznej (GC/MS): chromatograf gazowy 6890N sprzęgnięty ze spektrometrem mas GC5973 firmy Agilent wykorzystano do określania profilu kwasów tłuszczowych. Zastosowano kolumnę – HP88 (długość – 100 m; średnica – 0,25 mm; grubość filmu fazy stacjonarnej – 0,20 μm).

Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana na poziomie istotności p = 0,05, przy użyciu programu Statistica 9.0.

Wyniki i dyskusja

W wyniku frakcjonowania żółtka metodą wirowania określono stopień podziału na dwie frakcje: granule i plazmę. Oznaczono 80 % plazmy zarówno w grupie kontrolnej, jak i w roztworze sporządzonym z żółtek jaj wzbogaconych. Zawartość białka w plazmie w grupie kontrolnej była większa i wynosiła 8,87 % w porównaniu z jajami wzbogaconymi – 8,05 %, a różnice były statystycznie istotne (tab. 1). W badaniach Kopcia i wsp. [10] wykazano o 10 % mniejszą zawartość plazmy w jajach niosek immunizowanych.

W pozyskanych supernatantach oznaczono zawartość IgY metodą immunodyfuzji radialnej. Zawartość IgY w plazmie pozyskiwanej z żółtek jaj niosek żywionych standardowo utrzymywała się na poziomie ok. 3,6 mg/ml natomiast plazma wyizolowana z żółtek jaj niosek żywionych paszą wzbogaconą zawierała ok. 1 mg/ml więcej tego białka, co stanowiło różnicę statystycznie istotną.

Podczas frakcjonowania żółtka otrzymano ok. 4 % preparatu foswityny z żółtek jaj pozyskanych zarówno od niosek żywionych paszą standardową, jak i wzbogaconą (tab. 1). Zawartość białka w pozyskanych preparatach kształtowała się na podobnym poziomie ok. 60 %, a różnice nie było statystycznie istotne.

W oczyszczonym preparacie oznaczono zawartość kwasów tłuszczowych z wykorzystaniem chromatografu gazowego sprzężonego z detektorem mas oraz zawartość fosfolipidów z wykorzystaniem wysokosprawnej chromatografii cieczowej.

Rodzaj paszy podawanej nioskom linii Lohmann Brown w nieznacznym stopniu wpłynął na zawartość fosfolipidów w żółtku, jednak różnica statystycznie istotna wynika bardziej z czystości pozyskanego preparatu niż ze zmian żywieniowych, gdyż nie obserwuje się różnic zawartości podstawowych grup fosfolipidów w oczyszczonym preparacie. Zawartość PC wynosiła ok. 75 %. Podobnie, jak w przypadku PC, nie wykazano statystycznych różnic zawartości fosfatydyloetanoloaminy (PE) w żółtku, wynikających ze zmodyfikowania paszy podawanej nioskom. Zawartość PE w obydwu grupach stanowiła ok. 24 %. Czystość pozyskiwanych ekstraktów, określona jako ilość substancji nierozpuszczalnej w acetonie, wyniosła ok. 85 %. Wyniki badań przedstawiono w tab. 2.

Tabela 1

Skład chemiczny żółtka i stopień odzysku biologicznie aktywnych białek.
Chemical composition of egg yolk and recovery degree of biologically active proteins.

Grupa badawcza Research group	Żółtko Egg Yolk				Frakcja IgY IgY fraction		Frakcja foswitynowa Phosvitin fraction	
	Sucha masa Dry matter [%]	Białko Protein [%]	Odzysk plazmy Recovery of plasma [%]	Odzysk granul Recovery of granules [%]	Odzysk białka w plazmie Recovery of proteins in the plasma [%]	Zawartość IgY w plazmie IgY content in plasma [mg/ml]	Odzysk frakcji foswitynowej Recovery of phosvitin fraction [%]	Zawartość białka Protein content [%]
Grupa kontrolna Control group	49,61[a]	15,41[a]	80,19[a]	19,81[b]	8,87[b]	3,57[a]	4,35[a]	58,78[a]
Grupa doświadczalna – jaja wzbogacone Experimental group – enriched eggs	50,05[b]	16,41[b]	81,01[a]	18,99[a]	8,05[a]	4,58[b]	4,37[a]	59,27[a]

a,b – grupy statystycznie jednorodne przy poziomie istotności p = 0,05
a,b – statistically consistent groups with the level of significance at p = 0.05.

Analizując zawartość kwasów tłuszczowych w pozycji sn-1 i sn-2 fosfolipidów wyizolowanych z żółtek jaj kur Lohmann Brown wykazano statystycznie istotne różnice dotyczące wszystkich kwasów tłuszczowych, poza kwasem DHA, którego zawartość w grupie kontrolnej oraz grupie żywionej paszą wzbogaconą wynosiła odpowiednio 5,51 i 5,12 %. Ponadto podczas analizy zawartości składu kwasów tłuszczowych odnotowano wysoki wzrost zawartości kwasu EPA z poziomu 0,11 % w grupie kontro-

lnej do blisko 1,0 % w grupie doświadczalnej (tab. 3). Samman i wsp. [16] również porównywali zawartość kwasów tłuszczowych w jajach konwencjonalnych, organicznych i omega-3. Zawartość DHA w jajach omega-3 (2,05 %) była znacznie większa niż w organicznych (0,84 %) i kontrolnych (0,85 %), natomiast w tym materiale badawczym nie odnotowano zawartości kwasu EPA. Analiza wyników przedstawionej pracy wykazuje obecność cennych kwasów tłuszczowych nie występujących w jajach komercyjnie dostępnych. Przykładowo Palacios i wsp. [14], przedstawiając skład kwasów tłuszczowych żółtka nie odnotowali zawartości kwasu linolenowego, EPA oraz DHA.

Tabela 2

Skład frakcji fosfolipidów wyizolowanych z żółtka jaja kur Lohmann Brown.
Composition of fraction of phospholipids isolated from egg yolk laid by Lohmann Brown hens.

Grupa badawcza Research group	Ilość wyekstrahowanych fosfolipidów Amount of extracted phospholipids	Czystość fosfolipidów Purity of phospholipids* [%]	Fosfatydylocholina (lecytyna) Phosphatidylcholine (lecithin) [%]	Fosfatydyloetanoloamina (kefalina) Phosphatidylethanolamine (cephalin) [%]
Grupa kontrolna Control group	14,81[a]	85,51[a]	75,61[a]	24,39[a]
Grupa doświadczalna – jaja wzbogacone Experimental group – enriched eggs	15,50[b]	85,29[a]	75,70[a]	24,30[a]

a,b – grupy statystycznie jednorodne przy poziomie istotności p = 0,05
a,b – statistically consistent groups with the level of significance at p = 0.05.
*– Czystość fosfolipidów wyrażona jako ilość substancji nierozpuszczalnej w acetonie / Purity of phospholipids expressed as quantity of acetone-insoluble substance.

Wnioski

1. Istnieje możliwość przeprowadzenia wieloetapowego frakcjonowania żółtka jaj kurzych ukierunkowanego na pozyskanie substancji aktywnych biologicznie.
2. Proces wzbogacania jaj w istotny sposób wpłynął na poziom immunoglobuliny Y we frakcji plazmy o potencjalnej możliwości zastosowania jej w preparatach stymulujących odporność organizmu.

T a b e l a 3

Skład kwasów tłuszczowych w pozycji sn-1 i sn-2 fosfolipidów wyizolowanych z żółtka jaja kur Lohmann Brown.

Composition of fatty acid at sn1 and sn2 position of phospholipids isolated from egg yolks of Lohmann Brown hens.

Pozycja reszt acylowych Position of acyl groups	Grupa badawcza Research group	Kwasy tłuszczowe / Fatty acids							
		16:00	18:00	18:01	18:02	18:03	20:04	20:05	22:06
sn-1	Grupa kontrolna Control group	51,31[a]	37,30[b]	9,46[b]	1,93[b]	–	–	–	–
	Grupa doświadczalna – jaja wzbogacone Experimental group - enriched eggs	58,68[b]	33,12[a]	7,05[a]	1,15[a]	–	–	–	–
sn-2	Grupa kontrolna Control group	8,75[a]	4,03[b]	50,43[b]	25,19[b]	1,07[b]	4,91[a]	0,11[a]	5,51[a]
	Grupa doświadczalna – jaja wzbogacone Experimental group - enriched eggs	9,44[b]	3,43[a]	49,57[a]	24,94[a]	–	6,53[b]	0,97[b]	5,12[a]

Kwasy tłuszczowe / Fatty acids:
C16:0 palmitynowy / hexadecanoic
C18:0 stearynowy / stearic
C18:1 oleinowy / oleic ω-9 Δ^{9}
C18:2 linolowy / linoleic LA 18:2 ω-9 $\Delta^{9,12}$
C18:3 linolenowy / α-linoleic ALA18:3 ω-3 $\Delta^{9,12,15}$
C20:4 arachidonowy / arachidonic AA 20:4 ω-6 $\Delta^{5,8,11,14}$
C20:5 eikozapentaenowy / eicosapentaenoic EPA 20:5 ω-3 $\Delta^{5,8,11,14,17}$
C22:6 dokozaheksaenowy / docosahexaenoic DHA 22:6 ω-3 $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$

a,b – grupy statystycznie jednorodne przy poziomie istotności p = 0,05.
a,b – statistically consistent groups with the level of significance at p = 0.05.

3. Istnieje relatywnie prosta metoda izolacji foswityny z żółtka jaj jako preparatu do utrwalania żywności, charakteryzującego się działaniem przeciwutleniającym i chelatującym.
4. Projektowanie jaj pozwala na istotny wzrost zawartości WNKT w strukturze fosfolipidów izolowanych z żółtka jaja. Szczególnie długołańcuchowe kwasy tłuszczo-

we preferencyjnie wbudowywane są w pozycję sn-2 fosfolipidów, co decyduje o ich wysokiej wartości odżywczej.

5. Stwierdzono istotny wzrost zawartości kwasu eikozapentaenowego (EPA) w wyizolowanych fosfolipidach z żółtek jaj pochodzących od niosek żywionych paszą wzbogaconą, co stwarza nowe możliwości wykorzystania jaj.

Praca naukowa finansowana ze środków na realizację projektu rozwojowego „Chemiczna ekstrakcja frakcji proteinowo-fosfolipidowych żółtka jaja, ich enzymatyczna modyfikacja ukierunkowana na wykorzystanie biomedyczne oraz produkcję suplementów diety" (nr R 05 021 03) w latach: 2007–2010.

Literatura

[1] Akita E.M., Nakai S.: Immunoglobulins from egg yolk: isolation and purification. J. Food Sci., 1992, **57**, 629-634.

[2] Aro H., Jarvenpaa E.P., Konko K., Sihvonen M., Hietaniemi V., Huopalahti R: Isolation and purification of egg yolk phospholipids using liquid extraction and pilot-scale supercritical fluid techniques. Eur. Food Res. Technol., 2009, **228**, 875-863.

[3] Belhomme C., David-Briand E., Ropers M, Guérin-Dubiard C., Anton M.: Interfacial characteristics of spread films of hen egg yolk phosvitin at the air–water interface: Interrelation with its charge and aggregation state. Food Hydrocoll., 2007, **21**, 896-905.

[4] Buxmann W., Bindrich U., Heinz V., Knorr D., Franke K.: Influencing emulsifying properties of egg yolk by enzymatic modification by phospholipase D from Streptomyces chromofuscus Part 1: Technological properties of incubated egg yolk. Coll. Surfaces B: Biointerfaces, 2010, **76**, 186-191.

[5] Castellani O., Belhomme C., David-Briand E., Guérin-Dubiard C., Anton M.: Oil-in-water emulsion properties and interfacial characteristics of hen egg yolk phosvitin. Food Hydrocoll., 2006, **20**, 35-43.

[6] Castellani O., Guérin-Dubiard C., David-Briand E., Anton M.: Influence of physicochemical conditionsand technological treatments on the iron binding capacity of egg yolk phosvitin. Food Chem., 2004, **85**, 569-577.

[7] Daimer K., Kulozik U.: Oil-in-water emulsion properties of egg yolk: Effect of enzymatic modification by phospholipase A_2. Food Hydrocoll., 2009, **23**, 1366-1373.

[8] Gładkowski W., Chojnacka A., Kiełbowicz G., Pisarski B., Trziszka T., Wawrzeńczyk C.: Charakterystyka frakcji fosfolipidowych izolowanych z żółtek jaj pochodzących od kur Lohmann Brown i zielononóżki kuropatwianej. Przem. Chem., 2009, **5,** 85.

[9] Kassis N., Drake S.R., Beamer S.K., Matak K.E., Jaczynski J: Development of nutraceutical egg products with omega-3-tich oils. Food Sci,. Technol., 2010, **43**, 777-783.

[10] Kopeć W., Bobak Ł., Korzycki M., Skiba T., Stefaniak T., Jawor P.: Optimisation of the dilution method of IgY isolation process from egg yolk of immunized hens. Proceed. of XIX European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XIII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products in Finland, 2009, pp. 1-6.

[11] Kovacs-Nolan J., Mine Y.: Microencapsulation for the gastric passage and controlled intestinal release of immunoglobulin Y. J. Immunol. Methods, 2005, **296**, 199-209.

[12] Laca A., Paredes B., Diaz M.: A method of egg yolk fractionation. Characterization of fractions. Food Hydrocoll., 2010, **24**, 434-443.

[13] Nielsen H.: Production of phospholipids from spray-dried egg yolk by consecutive in situ solid phase extraction with acetone and ethanol. Food Sci. Technol., 2007, **40**, 1337-1343.
[14] Palacios L.E., Wang T.: Egg-Yolk lipid fractionation and lecithin characterization. J. Am. Oil Chem.' Society, 2005, **82**, 571-578.
[15] Pan L.G., Campana A., Tom M.C.: A kinetic study of phospholipid extraction by degumming process in sunflower seed oil. J. Am. Oil Chem. Society, 2000, **77**, 1273-1276.
[16] Samman S., Kung F.P., Carter L.M., Foster M. J., Ahmad Z.I., Phuyal J.L., Petocz P.: Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. Food Chem., 2009, **116**, 911-914.
[17] Sinanoglou V.J., Strati I.F., Miniadis-Meimaroglou S.: Lipid, fatty acid and carotenoid content of edible egg yolks from avian species: A comparative study. Food Chem., 2011, **124**, 971-977.
[18] Shah A., Akoh C.C., Toledo R.T., Corredig M.: Isolation of a phospholipid fraction from inedible egg. J. Supercrit. Fluids, 2004, **30**, 303-313.

FRACTIONATION OF EGG YOLK TO OBTAIN PREPARATIONS ENRICHED IN BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

S u m m a r y

Eggs are a raw food material containing all substances indispensable for the development of young organism. They are used in the food industry, as well as in the pharmaceutical, cosmetic, chemical, and feed industry owing to the content of biologically active substances, among other things, immunoglobulin (IgY), phosvitin, and phospholipids.

In the research covered by this paper, it was attempted to fraction chicken egg yolk in order to receive fractions containing rich amounts of immunoglobulin (IgY) and phosvitin, and, also, to isolate phospholipids. The raw material constituted fresh eggs laid by Lohmann Brown hens received from a specialist farm managed by the "Tronina" company. The layers were held in two groups and fed ad libitum. The control group of layers received a standard, full-portion feed mix and a preparation called Biostrong 510 (commercial name), which was a mixture of essential oils and high-quality herbal extracts in the encapsulated form. In the experimental group, the feed was supplemented with Humokarbowit and Humobentofet preparations (containing omega-3 acids) mixed at a mass ratio of 1 : 2.

The content of IgY in the egg plasma of the control group remained at a level of approximately 3.6 mg / ml, while the plasma isolated from the enriched egg yolk laid by the hens fed a supplemented feed contained about 1 mg / ml more of protein. The content of phosvitin in egg yolk of the eggs laid by the layers fed the standard and enriched feed amounted to about 4%. The total protein content in the phosvitin fraction was at a similar level of approximately 60 %. The pure phospholipid fraction, extracted from the egg yolk of hens fed two types of feed and defined as the amount of a substance insoluble in acetone, was roughly 85%. The content of phosphatidylcholine (PC) in this fraction was about 75 %, and of phosphatidylethanolamine (PE) – approximately 24 %.

Key words: phosvitin, phospholipids, immunoglobulin, chicken egg yolk, fractionation

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 168 – 176

ALEKSANDRA SUŁEK, EWA DOMIAN

WPŁYW CIŚNIENIA HOMOGENIZACJI NA ZAWARTOŚĆ TŁUSZCZU POWIERZCHNIOWEGO W SUSZONYCH ROZPYŁOWO EMULSJACH STABILIZOWANYCH BIAŁKAMI MLEKA

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

Celem pracy było określenie wpływu ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach o/w stabilizowanych białkami mleka. Badano emulsje, w których proporcja składnika białkowego (izolat białek serwatkowych – min. 95 % białka lub kazeinian sodu), węglowodanowego (maltodekstryna DE 28 lub trehaloza) i tłuszczowego (olej rzepakowy) wynosiła 30 : 40 : 30. Zawartość tłuszczu wolnego na powierzchni cząstek proszków zmniejszała się wraz ze zwiększaniem ciśnienia homogenizacji emulsji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa. Sproszkowane emulsje były proszkami drobnoziarnistymi i słabo sypkimi, ale stosunkowo łatwo dyspergowanymi w wodzie.

Słowa kluczowe: tłuszcz powierzchniowy, emulsja, suszenie rozpyłowe, homogenizacja, mikrokapsułkowanie

Wprowadzenie

Dostępność na rynku różnorodnych preparatów białek mleka, ich duża wartość odżywcza i bardzo korzystne właściwości funkcjonalne (zdolności emulgujące, pianotwórcze i żelifikujące) decydują o ich przydatności w technologii wielu produktów, w tym koncentratów spożywczych, odżywek oraz wyrobów mlekopodobnych [15]. Najważniejsze dostępne preparaty białek mleka to koncentraty białek mleka, kazeinian sodu i wapnia oraz koncentraty i izolaty białek serwatkowych. Poprzez suszenie rozpyłowe emulsji typu olej w wodzie stabilizowanych białkami mlecznymi uzyskuje się preparaty białkowo-tłuszczowe w proszku, które mogą mieć wiele zastosowań w roz-

Mgr inż. A. Sułek, dr hab. inż. E. Domian, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

wijającym się przemyśle spożywczym i projektowaniu nowych produktów [10]. Do ogromnych zalet wynikających ze sproszkowanej formy emulsji, oprócz redukcji masy i kosztów związanych z magazynowaniem, transportem, opakowaniem, jest ułatwienie dawkowania i mieszania składnika tłuszczowego z innymi proszkami [6]. Sproszkowane preparaty białkowo-tłuszczowe znajdują szerokie zastosowanie w produkcji zup, sosów, ciastek, zabielaczy do napojów, jako źródło tłuszczu [8, 15].

Kapsułkowanie polega na wytworzeniu takiej otoczki wokół substancji kapsułkowanej (materiału rdzenia), która gwarantuje jej dobrą trwałość i możliwość uwalniania się w sposób kontrolowany w określonych warunkach. Idealny materiał ścianki stosowany do mikrokapsułkowania substancji lipidowych powinien zabezpieczyć je przed utlenianiem. Skuteczną matrycą ścianki w mikrokapsułkowaniu metodą suszenia rozpyłowego stanowią amorficzne struktury cukrów, formujące się na skutek szybkiego usuwania wody podczas suszenia [1, 13]. Tak więc efektywne mikrokapsułkowanie lipidów można uzyskać w wyniku suszenia rozpyłowego emulsji oleju czy tłuszczu, w której białko jest emulgatorem, a rozpuszczalny w wodzie materiał, nie wykazujący właściwości emulgujących, jak cukier czy hydrolizowana skrobia, spełnia rolę wypełniacza w tworzeniu stałej matrycy [8, 15].

Oprócz zabezpieczenia składnika tłuszczowego przed utlenianiem, od kapsułkowanego produktu w proszku oczekuje się również właściwości użytkowych. Do pożądanych cech odwodnionych emulsji, do postaci suchego proszku, należy możliwość odtworzenia pierwotnej emulsji po rekonstytucji proszku w wodzie ze względu na wielkość i rozmieszczenie kuleczek tłuszczowych, niska higroskopijność [3, 4, 11, 15].

Efektywność mikrokapsułkowania wyrażona zawartością tłuszczu na powierzchni cząstek zależy od wymiarów kuleczek tłuszczowych. Emulsje o małych kuleczkach są efektywniej mikrokapsułkowane niż o dużych. W praktyce doświadczalnej przed suszeniem rozpyłowym emulsje poddaje się homogenizacji, aby otrzymać jak najmniejsze (~1 μm) i jednorodne kuleczki tłuszczu [16].

Homogenizacja ciśnieniowa polega na przetłoczeniu emulsji pod wysokim ciśnieniem przez wąską szczelinę w homogenizatorze. Na wielkość kuleczek tłuszczowych wywierają wpływ zastosowane ciśnienie i liczba stopni homogenizacji, temperatura homogenizacji oraz zawartość tłuszczu. Białka muszą w dostatecznym tempie adsorbować się na powierzchni powstałych po homogenizacji nowych kuleczkach tłuszczowych, by zapobiec ich wzajemnej interakcji. Gdy zawartość tłuszczu jest duża, szybkość adsorpcji białek może być zbyt mała, aby zapewnić pokrycie całej powierzchni kuleczek [2, 7, 9].

Celem pracy było określenie wpływu ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach o/w stabilizowanych białkami mleka.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły suszone rozpyłowo emulsje typu o/w, w których proporcja składnika białkowego (izolat białek serwatkowych lub kazeinian sodu), węglowodanowego (maltodekstryna lub trehaloza) i tłuszczowego (olej rzepakowy) wynosiła 30 : 40 : 30. Do sporządzenia emulsji wykorzystano następujące surowce: maltodekstryna DE 28 (Amylon, Czechy), trehaloza (Hortimex, Polska), izolat białek serwatkowych (Davisco, USA, min. 95 % białka), kazeinian sodu (Agnex, Polska), olej rzepakowy (ZT „Kruszwica" S.A.).

Wstępną emulsję o koncentracji suchej masy 30 % sporządzano przy użyciu mieszadła laboratoryjnego IKA Labortechnik (rozpuszczenie składnika białkowego i węglowodanowego w wodzie o temp. 50 °C, 50 min, 200 obr./min) i homogenizatora mechanicznego Ultra Turrax T25/ IKA Labortechnik (dodatek oleju, wstępna homogenizacja, 2 min, 1300 obr./min). Właściwą homogenizację emulsji o temp. 30 °C prowadzono w laboratoryjnym homogenizatorze ciśnieniowym NS 1001L/Niro Soavi przy ciśnieniu 25, 45 lub 65 MPa. Bezpośrednio po homogenizacji ciśnieniowej emulsje poddawano suszeniu rozpyłowemu w suszarce rozpyłowej, typ S1 firmy Anhydro A/S Søborg, Dania, przy temp. powietrza wlotowego 160 ± 2 °C i wylotowego 60 ± 2 °C oraz prędkości obrotowej dysku rozpylającego 38000 obr./min. Temperatura powietrza wylotowego regulowana była natężeniem przepływu emulsji, doprowadzanej do dysku rozpylającego za pomocą pompy perystaltycznej. Do emulsji w proszku dodano 0,8 % krzemionki Aerosil 200, Degussa AG, Niemcy.

Właściwości fizyczne emulsji w proszku oznaczano stosując metody opracowane dla proszku mlecznego [14]. Zawartość tłuszczu na powierzchni cząstek emulsji w proszku (*Tp*) oznaczano poprzez ekstrakcję oleju z 10 g proszku, używając jako rozpuszczalnika 50 ml eteru naftowego. Zwilżalność *Z* w wodzie o temp. 20 i 40 °C oznaczano jako czas potrzebny do zwilżenia wszystkich cząstek proszku zawartych w 13 g masy. Dyspergowalność *D* oznaczano jako czas odtworzenia 13 g proszku w 100 ml wody o temp. 20 i 40 °C z zastosowaniem ręcznego mieszania.

Gęstość cząstek ρ wyznaczano przy użyciu piknometru helowego Stereopycnometer/Quantachrome Instruments. Gęstość nasypową luźną ρ_L (gęstość nasypowa materiału luźno usypanego) i gęstość nasypową utrzęsioną ρ_T (gęstość nasypowa materiału upakowanego 1250 standardowymi postukiwaniami) oznaczano z wykorzystaniem objętościomierza wstrząsowego STAV 2003/Engelsmann AG, Niemcy. Na podstawie gęstości ρ, ρ_L, ρ_T obliczano porowatość złoża luźno usypanego i utrzęsionego z zależności: $\varepsilon_L = 1 - \frac{\rho_L}{\rho}$ i $\varepsilon_T = 1 - \frac{\rho_T}{\rho}$.

Sypkość wyrażano współczynnikiem Hausnera *HR*, jako stosunek gęstości nasypowych z zależności: $HR = \frac{\rho_T}{\rho_L}$.

Zawartość wody oznaczano metodą suszarkową (102 °C, 4 h). Aktywność wody w temperaturze 25 ± 2 °C oznaczano przy użyciu aparatu Rotronic model Hygroskop DT. Wszystkie analizy wykonywano, w co najmniej dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników (tab. 1) stwierdzono, że zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek proszków zmniejszała się wraz ze zwiększeniem ciśnienia homogenizacji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa. Analiza wariancji wykazała, że emulsje w proszku otrzymane przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa różniły się statystycznie istotnie (α = 0,05), pod względem zawartości wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek, od emulsji w proszku badanych przy ciśnieniu homogenizacji 45 i 65 MPa. Podobne zależności uzyskano w innych badaniach. Przykładowo, Millqvist-Fureby [12] badała suszone rozpyłowo emulsje, które zawierały w składzie: 40 % laktozy, 30 % kazeinianu sodu oraz 30 % oleju rzepakowego i palmowego zmieszanych w różnych proporcjach. Zauważono, że wyższemu ciśnieniu homogenizacji odpowiadała mniejsza zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni proszków. Przy ciśnieniu homogenizacji 8 MPa tłuszcz powierzchniowy wynosił około 12 g/100 g proszku, a przy ciśnieniu 65 MPa wynosił 0,99 g/100 g proszku.

Właściwości użytkowe preparatów tłuszczowych w proszku zawiązane z odtwarzaniem w wodzie oraz dozowaniem i transportem, w znacznym stopniu mogą zależeć od ilości wolnego tłuszczu na powierzchni suchych cząstek [8, 15]. Nie zaobserwowano istotnego wpływu ciśnienia homogenizacji emulsji na ich właściwości fizyczne po suszeniu (tab. 1).

Zawartość wody *W* w badanych emulsjach w proszku była porównywalna i wynosiła 2,2 - 4,4 %, co odpowiadało aktywności wody a_w 0,08 - 0,11.

Gęstość pozorna cząstek to stosunek masy cząstki do jej objętości zmniejszonej o objętość porów otwartych. Gęstość cząstek ρ zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 850 - 1512 kg/m^3 przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 764 - 1466 kg/m^3 przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa, 803 - 1415 kg/m^3 przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa (tab. 1). Stwierdzono, że niezależnie od zastosowanego ciśnienia homogenizacji, gęstość cząstek sproszkowanych emulsji była naj-

większa w proszkach zawierających w składzie trehalozę i izolat białek serwatkowych, a najmniejsza w proszkach zawierających maltodekstrynę i kazeinian sodu (tab. 1).

Gęstość nasypowa silnie zależy od upakowania cząstek i zwiększa się wraz z rosnącym upakowaniem materiału sypkiego. Gęstość nasypowa luźna ρ_L i utrzęsiona ρ_T badanych emulsji w proszku wynosiła odpowiednio 285 - 360 i 372 - 466 kg/m^3 (tab. 1). Emulsje w proszku zawierające kazeinian sodu i maltodekstrynę charakteryzowały się mniejszą gęstością luźną i utrzęsioną niż zawierające w składzie izolat białek serwatkowych i trehalozę.

Z gęstością nasypową i gęstością cząstek związana jest porowatość złoża materiału sypkiego, obejmująca zewnętrzną międzyziarnową porowatość, czyli system pustych przestrzeni pomiędzy poszczególnymi cząstkami [5]. Porowatość złoża luźno usypanego ε_L badanych emulsji w proszku przyjmowała wartości w zakresie 0,62 - 0,77. Porowatość złoża upakowanego ε_T badanych proszków wynosiła 0,51 - 0,70 (tab. 1). Emulsje sproszkowane, które zawierały w składzie trehalozę wykazywały wyższe wartości porowatości luźnej niż te, w których występowała maltodekstryna. Zmiana maltodekstryny na trehalozę oraz kazienianu sodu na izolat białek serwatkowych w składzie emulsji wiązała się ze wzrostem porowatości złoża luźno usypanego i upakowanego.

Wskaźnikiem sypkości proszków jest współczynnik Hausnera *HR*. Proszki charakteryzujące się współczynnikiem Hausnera mniejszym od 1,25 określane są jako proszki o dobrej sypkości. Jeśli współczynnik *HR* jest większy od 1,4 to jest prawdopodobne, że proszek ma wszystkie właśności spójnego proszku [6]. Współczynnik Hausnera badanych sproszkowanych emulsji przyjmował wartości w zakresie 1,26 - 1,32 i klasyfikuje je jako proszki o słabej sypkości (tab. 1).

Zmniejszenie zawartości tłuszczu na powierzchni cząstek wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji nie powodowało istotnych zmian we właściwościach rekonstytucyjnych w wodzie. Dyspergowalność emulsji w proszku w wodzie o temp. 20 °C znajdowała się w zakresie 229 - 251 s, a w temp. 40 °C 81 - 107 s. Na dyspergowalność emulsji w proszku miała wpływ temepratura wody. Zwilżalność sproszkowanych emulsji w wodzie, zarówno w temp. 20, jak i 40 °C wynosiła ponad 600 s (tab. 1).

T a b e l a 1

Właściwości fizyczne suszonych rozpyłowo emulsji stabilizowanych białkami mleka.
Physical properties of spray - dried emulsions stabilized with milk proteins.

Rodzaj emulsji * Type of emulsion	Ciśnienie homo-genizacji Homo-genization pressure [MPa]	Zawartość oleju powierzchniowego Surface oil content Tp [g/100g prosz-ku]	Zawartość wody Water content W [%]	Aktywność wody Water activi-ty a_w [-]	Gęstość cząstek Particle density ρ [kg/m^3]	Gęstość nasypowa luźna Loose bulk density ρ_L [kg/m^3]	Gęstość nasypowa utrzęsiona Tapped bulk density ρ_T [kg/m^3]	Współczynnik Hausnera Hausner ratio HR [-]	Porowatość luźna Loose porosity ε_L [-]	Porowatość utrzęsiona Tapped porosity ε_T [-]	Zwilżalność Wettability $Z_{20^\circ C, 40^\circ C}$ [s]	Dyspergowalność Dispersibility	
												$D_{20^\circ C}$ [s]	$D_{40^\circ C}$ [s]
1	25	4,94 ± 0,12	3,57 ± 0,11	0,113 ± 0,001	1057 ± 16	337 ± 7	444 ± 9	1,32 ± 0,00	0,68 ± 0,01	0,58 ± 0,02	>600	229 ± 3	93 ± 3
2	25	4,31 ± 0,55	2,17 ± 0,66	0,094 ± 0,002	1512 ± 33	355 ± 8	451 ± 8	1,27 ± 0,02	0,77 ± 0,01	0,70 ± 0,01	>600	246 ± 4	81 ± 6
3	25	5,97 ± 0,05	3,26 ± 0,01	0,102 ± 0,001	850 ± 46	302 ± 3	379 ± 2	1,26 ± 0,01	0,64 ± 0,02	0,55 ± 0,03	>600	251 ± 4	103 ± 7
4	25	7,46 ± 0,15	3,62 ± 0,54	0,084 ± 0,001	1153 ± 55	296 ± 2	379 ± 6	1,28 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,67 ± 0,01	>600	243 ± 7	88 ± 7
1	45	2,86 ± 0,06	4,46 ± 0,76	0,094 ± 0,002	1033 ± 27	332 ± 2	439 ± 3	1,32 ± 0,00	0,68 ± 0,01	0,58 ± 0,01	>600	241 ± 7	88 ± 2
2	45	3,88 ± 0,03	2,69 ± 0,04	0,084 ± 0,001	1466 ± 54	360 ± 13	457 ± 9	1,27 ± 0,02	0,75 ± 0,02	0,69 ± 0,02	>600	249 ± 4	90 ± 5
3	45	3,56 ± 0,81	3,54 ± 0,11	0,106 ± 0,004	764 ± 60	288 ± 2	376 ± 3	1,31 ± 0,00	0,62 ± 0,03	0,51 ± 0,04	>600	232 ± 5	107 ± 3

c.d. tab. 1.

4	45	2,67 ± 0,50	2,93 ± 0,18	0,098 ± 0,001	1155 ± 51	315 ± 8	411 ± 2	1,31 ± 0,03	0,73 ± 0,01	0,64 ± 0,02	>600	245 ± 2	99 ± 7
1	65	1,61 ± 0,01	3,80 ± 0,11	0,093 ± 0,001	1096 ± 41	352 ± 1	466 ± 6	1,32 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,57 ± 0,02	>600	233 ± 3	92 ± 3
2	65	2,33 ± 0,18	2,53 ± 0,02	0,084 ± 0,001	1415 ± 45	354 ± 36	460 ± 44	1,30 ± 0,01	0,75 ± 0,03	0,67 ± 0,03	>600	250 ± 5	96 ± 5
3	65	1,84 ± 0,13	3,66 ± 0,21	0,112 ± 0,001	803 ± 49	290 ± 3	372 ± 3	1,28 ± 0,02	0,64 ± 0,03	0,54 ± 0,03	>600	251 ± 4	101 ± 4
4	65	1,71 ± 0,15	3,26 ± 0,13	0,095 ± 0,001	1144 ± 30	285 ± 71	373 ± 94	1,31 ± 0,01	0,75 ± 0,06	0,67 ± 0,08	>600	239 ± 3	9 4 ± 4

* 1 – emulsja stabilizowana izolatem białek serwatkowych z dodatkiem maltodekstryny / emulsion stabilized by whey protein isolate with maltodextrin; 2 – emulsja stabilizowana izolatem białek serwatkowych z dodatkiem trehalozy / emulsion stabilized by whey protein isolate with trehalose; 3 – emulsja stabilizowana kazeinianem sodu z dodatkiem maltodekstryny / emulsion stabilized by caseinate sodium with maltodextrin; 4 - emulsja stabilizowana kazeinianem sodu z dodatkiem trehalozy / emulsion stabilized by caseinate sodium with trehalose.

Wnioski

1. Zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek suszonych rozpyłowo emulsji zmniejszała się wraz ze zwiększeniem ciśnienia homogenizacji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa.
2. Sproszkowane emulsje stabilizowane kazeinianem sodu lub izolatem białek serwatkowych były proszkami słabo sypkimi, ale stosunkowo łatwo dyspergowalnymi w wodzie.
3. Zmniejszenie zawartości wolnego tłuszczu wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji emulsji nie powodowało istotnych zmian we właściwościach rekonstytucyjnych proszków w wodzie.

Literatura

[1] Bhandari B.R., Howes T.: Implication of glass transition for the drying and stability of dried food. J. Food Eng., 1999, **40 (1-2)**, 71-79.
[2] Burgaud I., Dickinson E., Nelson P.V.: An improved high-pressure homogenizer for a making fine emulsions on a small scale. Int. J. Food. Sci. Tech. 1990, **25 (1)**, 39-46.
[3] Dalgleish D. G.: Food emulsions their structures and structure forming properties. Food Hydrocoll., 2006, **20 (4)**, 415-422.
[4] Dollo G., Le Corre P., Guerin A., Chevanne F., Burgot J.L., Leverge R.: Spray-dried redispersible o/w emulsions to improve oral bioavailability of poorly soluble drugs. Eur. J. Pharm. Sci., 2003, **19 (4)**, 273-280.
[5] Domian E.: Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracji. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **4 (45),** 87-97.
[6] Domian E.: Sypkość aglomerowanej modelowej żywności w proszku. Acta Agrophysica., 2005, **6 (3),** 605-615.
[7] Elwell M.W., Roberts R.F., Coupland J. N.: Effect of homogenization and surfactant type on the exchange of oil between emulsion droplets. Food Hydrocoll., 2004, **18 (3)**, 413-418.
[8] Fäldt P., Bergenstahl B.: Spray-dried whey protein /lactose /soybean oil emulsions. Surface composition and particle structure. Food Hydrocoll., 1996, **10 (4)**, 421-429.
[9] Kiełczewska K., Kruk A.: Technologiczne aspekty homogenizacji mleka. Przegl. Mlecz. 1996, **4**, 117-121.
[10] Keogh M.K., O'Kennedy B.T.: Milk fat microencapsulation using whey proteins. Int. Dairy J., 1999, **9 (9)**, 657-663.
[11] Keogh M.K., O'Kennedy B.T., Kelly J., Auty M.A., Kelly P.M., Fureby A.: Stability to oxidation of spray-dried fish oil powder microencapsulated using milk ingredients. J. Food Sci., 2001, **66 (2)**, 217-224.
[12] Millqvist-Fureby A.: Characterisation of spray-dried emulsions with mixed fat phases. J. Dairy Sci., 2003, **31 (1-4)**, 65-79.

[13] Ross, Y.H., Karel M., Kokini J.L.: Glass transitions in low moisture and frozen foods: Effect on shelf life and quality. Food Technol., 1996, **50 (11)**, 95-108.
[14] Soerensem J.H, Krag J., Pisecky J., Westergaard V.: Analytical methods for dry milk products. A/S Niro Atomizer Copenhagen, Denmark, 1978.
[15] Vega C., Ross Y.H.: Invited review: Spray-dried dairy and dairy-like – emulsions compositional considerations. J. Dairy Sci., 2006, **89 (2)**, 383-401.
[16] Vignolles M.L., Lopez C., Madec M.N., Ehrhardt J.J, Mejean S., Schuck P., Jeantet R.: Fat properties during homogenization, spray-drying, and storage affect the physical properties of dairy powders. J. Dairy Sci., 2009, **92 (1)**, 58-70.

EFFECT OF HOMOGENIZATION PRESSURE ON SURFACE FAT CONTENT IN SPRAY-DRIED EMULSIONS STABILIZED WITH MILK PROTEINS

S u m m a r y

The objective of this study was to analyze the effect of homogenization pressure on the content of surface fat in spray-dried o/w emulsions stabilized with milk proteins. There were analyzed emulsions containing a protein component (whey protein isolate (min. 95 % protein) or sodium caseinate), a carbohydrate component (maltodextrin DE 28 or trehalose), and fat (rapeseed oil); the ratio of those three components was 30:40:30. The content of free fat on the surface of powder particles decreased with the increasing pressure homogenization of emulsions. Additionally, contingent on the type of carbohydrate and protein component, this content ranged from 4.31 to 7.46 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 25 MPa; 2.67 - 3.88 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 45 MPa; and 1.61 - 2.33 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 65 MPa. The powdered emulsions were fine powders showing poor flowability, but can be easily dispersed in water.

Key words: surface fat, emulsion, spray drying, homogenization, micro-encapsulation

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 177 – 188

MAREK ALJEWICZ, GRAŻYNA CICHOSZ, MARIKA KOWALSKA

WPŁYW PROBIOTYCZNYCH KULTUR *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* HOWARU I *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* HOWARU NA JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ SERA EDAMSKIEGO

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

Celem pracy było określenie wpływu dodatku probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na cechy sensoryczne sera edamskiego. Konsekwencją zastosowania w procesie technologicznym głęboko mrożonych koncentratów bakterii mlekowych był brak typowego orzechowego aromatu oraz oczkowania, zarówno w serach kontrolnych, jak i doświadczalnych. W serach doświadczalnych wyprodukowanych z udziałem *Lactobacillus acidophilus* Howaru stwierdzono bardziej miękką, plastyczną konsystencję (Me-5 po 4 i 6 tygodniach dojrzewania) w porównaniu z pozostałymi wyrobami (Me-6).

Z kolei sery wyprodukowane z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus rhamnosus* Howaru charakteryzowały się znacznie intensywniejszym smakiem i zapachem, charakterystycznym dla serów długo dojrzewających (Me-4,5). Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic zapachu ($p<0,05$) między serami kontrolnymi a serami z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru.

Zastosowanie kultur probiotycznych w technologii sera edamskiego pozwala na wyprodukowanie serów o zmodyfikowanych cechach sensorycznych, m.in. typowych dla serów długo dojrzewających.

Słowa kluczowe: ser typu holenderskiego, jakość sensoryczna, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*

Wprowadzenie

Utrzymanie przez Polskę wysokiej pozycji w światowej produkcji sera w dużym stopniu zależeć będzie od umiejętności szybkiego dostosowania się przedsiębiorców do uwarunkowań rynkowych oraz potrzeb konsumentów.

Szansą na zwiększenie produkcji serów dojrzewających jest wprowadzenie na rynek innowacyjnego produktu, który spełniałby kryterium wyrobu probiotycznego. Ze względu na skład chemiczny, przeżywalność kultur probiotycznych w serach dojrze-

Mgr inż. M. Aljewicz, prof. dr hab. G. Cichosz, mgr inż. M. Kowalska, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Heweliusza 1, 10-724 Olsztyn

wających w porównaniu z innymi, bardziej zakwaszonymi produktami mleczarskimi, jest większa – dodatkowo w znacznie dłuższym czasie [1, 20, 21]

Bardzo istotnym kryterium, oprócz wysokiej przeżywalności kultur probiotycznych, są również walory sensoryczne wyrobu. Warunkiem wprowadzenia nowego produktu na rynek jest bowiem wysoka i powtarzalna jakość sensoryczna, akceptowana przez potencjalnych konsumentów [11]. Jakość sensoryczna serów dojrzewających zależna jest od zakresu przemian biochemicznych zachodzących podczas wyrobu, a zwłaszcza w trakcie dojrzewania [2, 7]. Jednym z najważniejszych parametrów świadczących o prawidłowym przebiegu procesu technologicznego jest dynamika fermentacji mlekowej. Od kwasowości sera bezpośrednio po wyprodukowaniu zależy wzrost oraz aktywność mezofilnych paciorkowców fermentujących cytryniany. Powstający w wyniku fermentacji diacetyl zapewnia typowy dla serów holenderskich lekko orzechowy zapach, natomiast ditlenek węgla determinuje oczkowanie. Skutkiem przemian laktozy i cytrynianów, a w dalszych etapach dojrzewania również mleczanów, kwasów organicznych, w tym tłuszczowych oraz aminokwasów jest generowanie aromatu serów. Głównymi składnikami aromatu serów typu holenderskiego są związki mono- i dikarbonylowe oraz wolne kwasy tłuszczowe [14, 23]. Natomiast smak sera zależy od zakresu proteolizy, a także od zawartości tłuszczu. Zakres proteolizy (wzrost zawartości związków azotowych rozpuszczalnych) w największym stopniu zależny jest od aktywności enzymu koagulującego [10]. Z kolei głębokość proteolizy (wzrost zawartości aminokwasów i związków aminowych) determinowana jest aktywnością mikroflory obecnej w serze [14, 16, 22].

Mimo zachodzącej podczas dojrzewania autolizy komórek bakterii, kultury starterowe – ze względu na syntezę głównie enzymów wewnątrzkomórkowych (amino- oraz dipeptydaz, rzadziej karboksy- i tripeptydaz) – nie odgrywają większej roli w degradacji parakazeiny. Istotna natomiast jest tzw. mikroflora wtórna. O jej liczbie świadczy tempo tzw. fermentacji wtórnej – zmiany pH sera podczas dojrzewania [8]. Mikroflora wtórna to głównie pałeczki mlekowe, które (w odróżnieniu od kultur starterowych) wytwarzają endo- i egzopeptydazy zarówno wewnątrzkomórkowe, związane ze ścianą komórkową bakterii, jak też zewnątrzkomórkowe. Smak sera zależy od liczby oraz aktywności pałeczek *Lactobacillus*. Natomiast kultury starterowe wpływają na przemiany fizykochemiczne podczas enzymatycznej koagulacji mleka, obróbki skrzepu i gęstwy serowej, a także formowania, prasowania i solenia sera. Ich wpływ na jakość sensoryczną sera jest pośredni i polega na ograniczaniu wzrostu mikroflory wtórnej, a zwłaszcza technologicznie szkodliwej [4].

Jakość sensoryczna serów typu holenderskiego w większym stopniu uzależniona jest od liczby niepochodzących z zakwasu pałeczek mlekowych (NSLAB) aniżeli od składu szczepowego oraz liczby kultur starterowych [6, 7, 8]. Dowiedziono również, że zastąpienie niepochodzących z zakwasu bakterii mlekowych (NSLAB) kulturą pro-

biotyczną umożliwia produkcję serów tego samego typu o identycznym składzie chemicznym, jednak charakteryzujących się nieporównywalną jakością sensoryczną [5, 6, 12, 16].

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na cechy sensoryczne sera edamskiego.

Materiał i metody badań

Sery typu holenderskiego (6 warów, każdy z 11 000 l mleka) wyprodukowano w warunkach przemysłowych. Do wyrobu sera zastosowano mleko klasy extra, termizowane, magazynowane w temp. 4 ºC, poddane baktofugacji oraz pasteryzacji w 72,5 ºC przez 15 s. Do mleka kotłowego zgodnie z obowiązującą instrukcją technologiczną dodawano: chlorek wapnia, farbę serowarską, saletrę oraz głęboko mrożone kultury serowarskie (Choozit classic 111) i podpuszczkę (Chymax firmy Ch. Hansen).

W wyrobach doświadczalnych, oprócz kultur starterowych, zastosowano probiotyczną kulturę DVS: *Lactobacillus rhamnosus* HOWARU® (2 wary) oraz *Lactobacillus acidophilus* HOWARU® (2 wary) firmy Danisco [4].

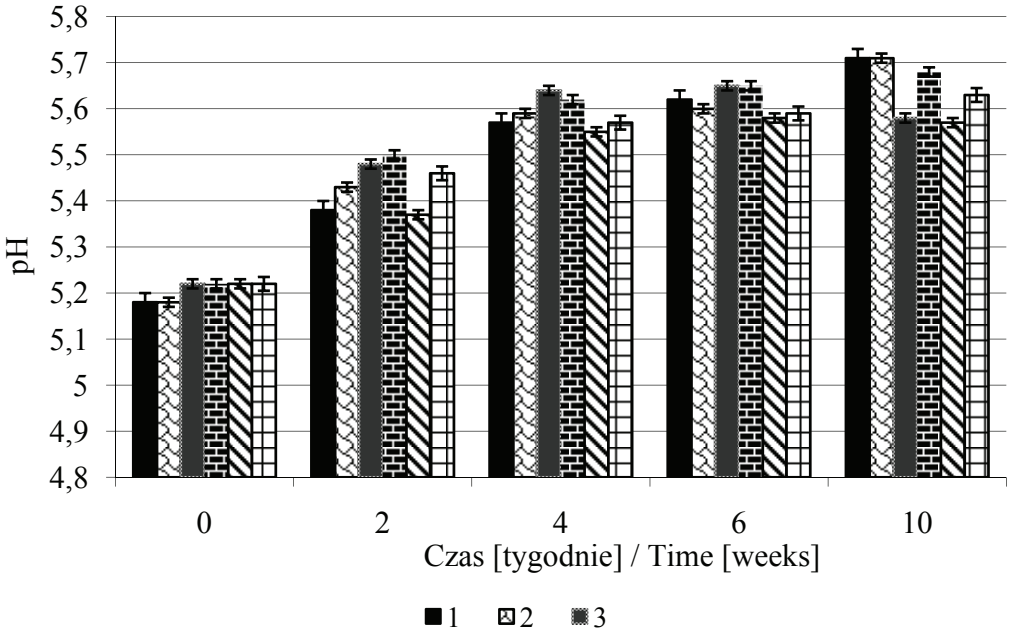
W serach po soleniu oznaczano skład chemiczny (zawartość wody, tłuszczu, soli). Poza tym, po 4, 6 i 10 tygodniach dojrzewania oznaczano: pH (pH-metr Elmetron CP-501) i jakość sensoryczną.

Ocenę sensoryczną serów przeprowadzano metodą stopniowania wg PN-ISO 6658 [19] i PN-ISO 4121 [18]. Metoda ta polega na klasyfikacji produktu na podstawie wybranych cech jakości. W ocenie uwzględniano następujące wyróżniki: barwa, oczkowanie, konsystencja, zapach i smak. Każdej cesze przyporządkowano współczynniki ważkości (barwa i oczkowanie – po 0,15, konsystencja – 0,20 oraz zapach i smak – po 0,25) i zdefiniowano wartości liczbowe stopni skali porządkowej. Do oceny sensorycznej zastosowano skalę sześciopunktową. Charakterystykę poszczególnych wyróżników jakości przygotowano z wykorzystaniem wymagań jakościowych dotyczących serów podpuszczkowych dojrzewających typu gouda określonych w normach PN-68/A-86230 [17] oraz IDF Standard 99C:1997. Ocenę sensoryczną prowadzono w siedmioosobowym zespole wybranych oceniających. Zadaniem zespołu była ocena wybranych wyróżników jakości badanego sera z wykorzystaniem 6-punktowej skali i zapis przyznanych not w karcie oceny. Ogólną ocenę sensoryczną badanej próbki obliczano z zestawienia zbiorczego karty do oceny metodą stopniowania.

W ocenie istotności różnic zastosowano test t-Studenta na poziomie istotności $\alpha < 0,05$. Różnice pomiędzy jakością sensoryczną serów kontrolnych i doświadczalnych (z dodatkiem kultur probiotycznych) oszacowano z zastosowaniem analizy wariancji ANOVA. Analizy statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 9.0 (Statsoft Poland).

Wyniki i dyskusja

Bezpośrednio po soleniu kwasowość czynna serów kontrolnych była nieznacznie wyższa niż doświadczalnych. Poziom pH serów był jednak niższy niż 5,3 (rys. 1), co umożliwiło prowadzenie aktywnej fermentacji cytrynianów przez *Leuconostoc* sp. Wytwarzany wówczas diacetyl zapewnia typowy dla serów holenderskich, lekko orzechowy zapach, natomiast ditlenek węgla niezbędny jest do powstawania oczek.



Rys. 1. Zmiany pH po 0, 2, 4, 6 i 10 tygodniach dojrzewania. 1, 2 – ser kontrolny; 3, 4 – ser z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus acidophilus* Howaru; 5, 6 – ser z dodatkiem kultury probiotycznej *Lactobacillus rhamnosus* Howaru.

Fig. 1 Changes in pH values after 0, 2, 4, 6, and 10 weeks of ripening. 1,2 – control cheese; 3, 4 – cheese with probiotic culture *Lactobacillus acidophilus* Howaru added; 5, 6 – cheese with probiotic culture *Lactobacillus rhamnosus* Howaru added.

Zmiany kwasowości badanych serów podczas dojrzewania, świadczące o tzw. fermentacji wtórnej, były typowe dla serów holenderskich. Większe tempo fermentacji wtórnej, polegającej głównie na rozkładzie mleczanów, stwierdzono po 2 i 4 tygodniach dojrzewania. Po 6 tygodniach dojrzewania stwierdzono wzrost pH serów kontrolnych, a po 10 tygodniach pH serów kontrolnych (pH 5,7) było na poziomie porównywalnym z serami doświadczalnymi (pH 5,6) (rys. 1). Dynamika fermentacji wtórnej zależy od liczby mikroflory wtórnej, a także od jej dostępu do odpowiednich substra-

tów [3, 16]. Z tego powodu, fermentacja wtórna bardziej intensywnie przebiega w początkowych etapach procesu dojrzewania sera [1].

W ocenie jakości sensorycznej sera uwzględniono najważniejsze wyróżniki, tj.: barwę, oczkowanie, konsystencję, zapach i smak. Wszystkie badane sery charakteryzowały się jasnokremową barwą, jednolitą w całej masie sera. W przypadku sera kontrolnego barwę oceniono najwyżej tylko po 6 tygodniach dojrzewania. Z kolei barwę sera z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru najwyżej oceniono po 4 i 10 tygodniach (Me – 6,0) (tab. 1). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic (przy poziomie istotności $p < 0,05$) między barwą serów doświadczalnych i serów kontrolnych (wyprodukowanych bez dodatku kultur probiotycznych).

Oczkowanie we wszystkich badanych serach było bardziej zróżnicowane niż barwa. Próbki sera kontrolnego, jako jedyne, charakteryzowały się nielicznymi okrągłymi oczkami, występującymi pojedynczo (rys. 2 - 4). W przeciwieństwie do serów kontrolnych wyroby doświadczalne, w których zastosowano dodatek kultur probiotycznych, charakteryzowały się nielicznymi, drobnymi oczkami rozmieszczonymi nierównomiernie przy skórce (rys. 2 - 4). Każdorazowo oczkowanie serów doświadczalnych ocenione zostało niżej (Me-4) niż kontrolnych (Me-4,5) (tab. 1). Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic ($p < 0,05$) pomiędzy oczkowaniem w serach kontrolnych oraz wyprodukowanych z dodatkiem *L. acidophilus* Howaru po 4 i 10 tygodniach dojrzewania.

Wszystkie sery charakteryzowały się elastyczną, sprężystą konsystencją. Nie stwierdzono zróżnicowania konsystencji serów kontrolnych i doświadczalnych, wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru (Me-6). W serach doświadczalnych wyprodukowanych z dodatkiem kultury *L. acidophilus* Howaru stwierdzono bardziej miękką konsystencją w porównaniu z pozostałymi (Me-5 po 4 i 6 oraz Me-5,5 po 10 tygodniach dojrzewania). Każdorazowo wyżej oceniono konsystencję serów po 6 niż po 4 tygodniach dojrzewania (rys. 2 - 4). Z kolei po 10 tygodniach dojrzewania konsystencję wszystkich serów oceniono niżej niż po 6 tygodniach. W przypadku wyrobów kontrolnych wpływ czasu dojrzewania na pogorszenie konsystencji był mniejszy niż w przypadku wyrobów doświadczalnych (tab. 1).

Zapach badanych serów zależał od dodatku kultur probiotycznych, a także czasu dojrzewania (tab. 1). Zapach serów kontrolnych oraz doświadczalnych wyprodukowanych z *L. acidophilus* Howaru nie ulegał zmianom podczas dojrzewania i każdorazowo został oceniony na 5 pkt. Stwierdzono występowanie statystycznie istotnych różnic zapachu ($p < 0,05$) serów kontrolnych oraz z dodatkiem kultury *L. rhamnosus* Howaru. Sery doświadczalne wyprodukowane z dodatkiem *L. rhamnosus* Howaru charakteryzowały się niezmiennym, ocenionym na 5 pkt zapachem po 4 i 6 tygodniach dojrzewania. Jednak uległ on wyraźnemu pogorszeniu po 10 tygodniach dojrzewania (Me-4).

Tabela 1

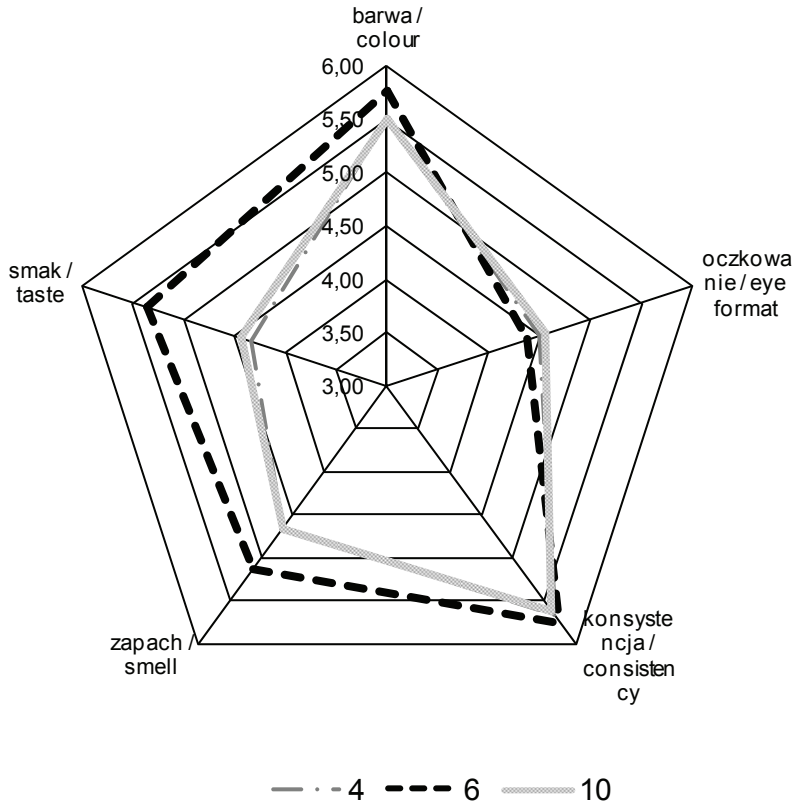
Wyniki oceny sensorycznej serów metodą stopniowania.
Results of sensory evaluation of cheese using a method of cheese grading.

Cecha Feature	4 tydzień / 4th week			6 tydzień / 6th week			10 tydzień / 10th week		
	Me	ocena cząstkowa partial score	ocena ogólna total score	Me	ocena cząst-kowa partial score	ocena ogólna total score	Me	ocena cząst-kowa partial score	ocena ogólna total score
Ser kontrolny / Control cheese									
Barwa Colour	5,5	0,83	4,89	6,0	0,86	5,28	6,0	0,83	4,91
Oczkowanie Eye formation	4,5	0,68		4,0	0,66		4,0	0,68	
Konsystencja Consistency	6,0	1,13		6,0	1,14		6,0	1,12	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,29		5,0	1,17	
Smak / Taste	5,0	1,08		5,0	1,33		4,0	1,11	
Ser z dodatkiem *L. acidophilus* / Cheese with *L. acidophilus* added									
Barwa Colour	5,0	0,80	4,60	5,0	0,81	4,91	6,0	0,84	4,79
Oczkowanie Formation of eyes	4,0	0,50		4,0	0,62		4,0	0,58	
Konsystencja Consistency	5,0	1,00		5,0	1,09		5,5	1,07	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,21		5,0	1,17	
Smak / Taste	5,0	1,13		5,0	1,18		4,5	1,13	
Ser z dodatkiem *L. rhamnosus* / Cheese with *L. rhamnosus* added									
Barwa Colour	6,0	0,83	4,83	6,0	0,81	5,09	6,0	0,84	4,56
Oczkowanie Formation of eyes	4,0	0,65		4,0	0,60		4,0	0,67	
Konsystencja Consistency	6,0	1,10		6,0	1,14		6,0	1,08	
Zapach / Smell	5,0	1,17		5,0	1,29		4,0	1,03	
Smak/ Taste	4,5	1,08		5,0	1,25		4,0	0,94	

Me – mediana / median

Również w pozostałych serach po 10 tygodniach dojrzewania stwierdzono pogorszenie zapachu. Konsekwencją przedłużonego do 10 tygodni czasu dojrzewania był

bardzo intensywny zapach serów kojarzony z wyrobami przejrzałymi (długo dojrzewającymi), które nie przez wszystkich konsumentów są akceptowane.

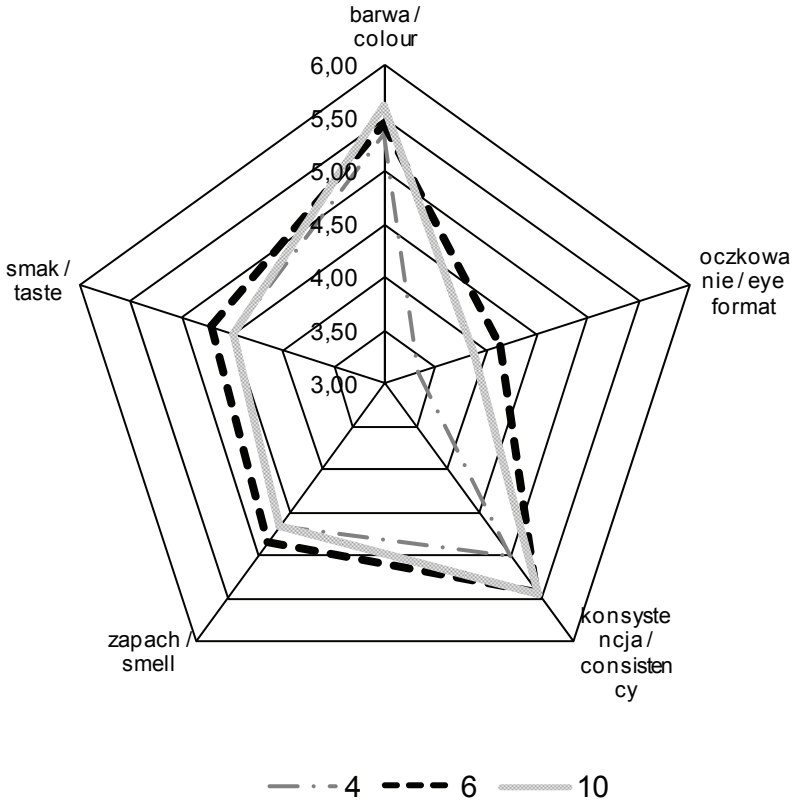


Rys. 2. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera kontrolnego.
Fig. 2. Evaluation of sensory feature intensity of control cheese.

Podkreślić należy, że w żadnym z wyrobów doświadczalnych, niezależnie od czasu dojrzewania, nie stwierdzono zapachu orzechowego, typowego dla serów holenderskich. Natomiast ledwie wyczuwalny zapach orzechowy stwierdzono w serach kontrolnych (tab. 1).

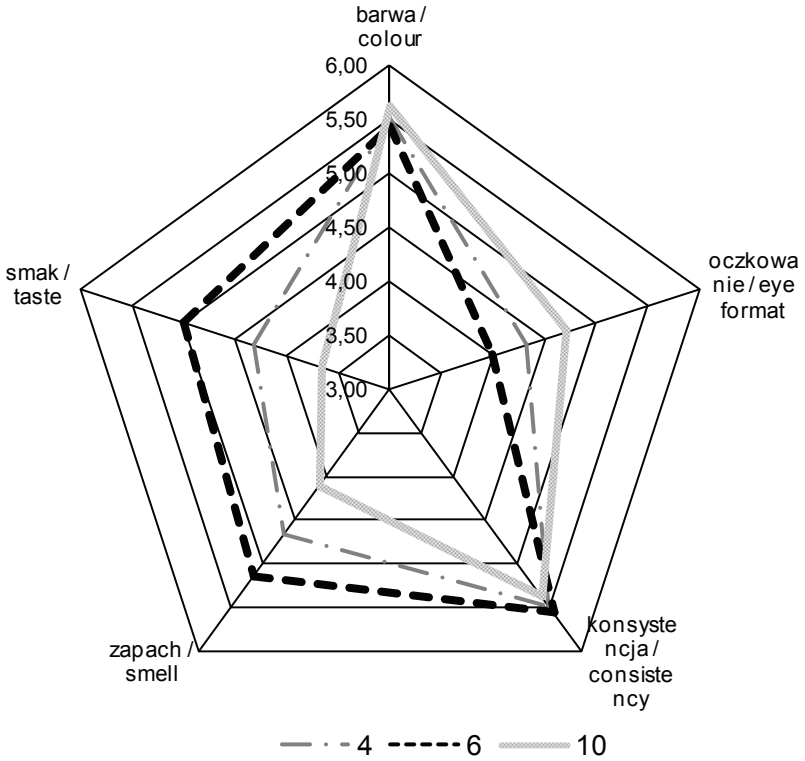
Poddane ocenie sery, zarówno kontrolne jak też doświadczalne, charakteryzowały się typowym, słodkim, delikatnym smakiem. Podczas dojrzewania stwierdzono niewielkie zmiany smaku wszystkich poddanych ocenie wyrobów. Smak serów kontrolnych oraz doświadczalnych wyprodukowanych z *L. acidophilus* Howaru był podobny zarówno po 4, jak i po 6 tygodniach dojrzewania (Me-5). W obu przypadkach po 10 tygodniach stwierdzono pogorszenie smaku do Me 4,0 – ser kontrolny oraz Me 4,5 – ser z *L. acidophilus* Howaru. W serach wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru po

6 tygodniach dojrzewania stwierdzono korzystniejszy smak (Me-5) niż po 4 (Me-4,5). Natomiast po 10 tygodniach dojrzewania smak serów doświadczalnych z *L. rhamnosus* Howaru uległ wyraźnemu pogorszeniu (Me-4). Smak serów doświadczalnych (z dodatkiem kultur probiotycznych) oraz kontrolnych różnił się w statystycznie istotnym stopniu (na poziomie istotności $p < 0,05$).



Rys. 3. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera z dodatkiem *Lactobacillus acidophilus*.
Fig. 3. Evaluation of sensory attribute intensity of cheese with *Lactobacillus acidophilus* added.

Konsekwencją dodatku probiotycznych pałeczek *Lactobacillus* była zróżnicowana jakość sensoryczna. Ocena ogólna wszystkich serów po 4 tygodniach dojrzewania była bardzo zbliżona (tab. 1). Każdorazowo najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowały się sery kontrolne, niezależnie od czasu dojrzewania. Również każdorazowo sery zarówno kontrolne, jak i doświadczalne charakteryzowały się najlepszą jakością sensoryczną (wyższa ocena ogólna) po 6 tygodniach dojrzewania.



Rys. 4. Ocena intensywności wyróżników sensorycznych sera z dodatkiem *Lactobacillus rhamnosus*.
Fig. 4. Evaluation of sensory feature intensity of cheese with *Lactobacillus rhamnosus* added.

Rezultaty oceny sensorycznej w zakresie smaku serów wyprodukowanych z różnymi szczepami probiotycznych bakterii mlekowych są zgodne z wynikami wcześniejszych badań [8]. Dzięki zastosowaniu techniki mikroekstrakcji do fazy stałej (SPME-GC) w ocenie profili sensorycznych serów wyprodukowanych z kulturą *L. acidophilus* i *L. rhamnosus* stwierdzono znaczne zróżnicowanie pomiędzy ilością wytwarzanych związków aromatotwórczych. W serach z dodatkiem kultur probiotycznej *L. rhamnosus* po 6 tygodniach dojrzewania znacznie wzrosło stężenie acetoiny oraz diacetylu z jednoczesnym zmniejszeniem stężenia acetonu, etanolu oraz kwasu kaprylowego w porównaniu z pozostałymi serami [5, 12]. Szczep *L. rhamnosus*, ze względu na zdolność redukcji octanów do diacetylu, stosowany jest w serowarstwie w celu zmniejszenia ryzyka rozwoju bakterii fermentacji masłowej [13].

Podczas dojrzewania serów wytwarzany jest m.in. kwas octowy, który stanowi produkt rozkładu cytrynianów, laktozy czy też wolnych aminokwasów [3, 12]. Szczepy *L. rhamnosus* w przeciwieństwie do *L. acidophilus* są zdolne do rozkładu cytrynianów obecnych w mleku, a efektem jest zwiększona ilość kwasu octowego i acetoiny.

Ong i Shash [16] stwierdzili występowanie statystycznej istotnej zależności ($p < 0,05$) pomiędzy ilością wytwarzanego kwasu octowego a liczbą kultur probiotycznych w serach typu cheddar.

Wydłużenie czasu dojrzewania do 10 tygodni miało na celu określenie stabilności przechowalniczej serów z dodatkiem probiotycznych szczepów *L. rhamnosus* Howaru i *L. acidophilus* Howaru. Sery kontrolne charakteryzowały się większą stabilnością przechowalniczą niż doświadczalne [4, 15]. W serach wyprodukowanych z *L. rhamnosus* Howaru stwierdzono nieznaczne pogorszenie zapachu, natomiast z *L. acidophilus* Howaru – konsystencji. Konsystencja (bardziej miękka, plastyczna) serów wyprodukowanych z *L. acidophilus* jest konsekwencją specyficzności substratowej oraz aktywności syntetyzowanych przez ten szczep proteinaz i peptydaz, co udowodniono we wcześniejszych badaniach [6, 8].

Ze wszystkich uwzględnionych w ocenie sensorycznej wyróżników najniżej oceniono oczkowanie. Przy kwasowości serów poniżej pH 5,3 możliwy był wzrost szczepów fermentujących cytryniany [9]. Brak typowego oczkowania świadczy o niskiej aktywności biochemicznej głęboko mrożonych koncentratów bakterii mlekowych *L. acidophilus* i *Leuconostoc*. Potwierdzeniem tego są wyniki wcześniejszych badań, w których sery doświadczalne wyprodukowano przy zastosowaniu zakwasów roboczych namnażanych w podłożach buforowych [7].

Wnioski

1. Zastosowanie w technologii serów dojrzewających typu holenderskiego pałeczek probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru pozwala na produkcję serów o nieporównywalnej jakości sensorycznej.
2. Najwyższą jakością sensoryczną charakteryzowały się sery (zarówno kontrolne, jak i doświadczalne) po 6 tygodniach dojrzewania.
3. Stwierdzono wysoką stabilność przechowalniczą wszystkich serów; zmiany smaku i zapachu po 10 tygodniach dojrzewania były niewielkie.

Mgr inż. Marek Aljewicz otrzymał stypendium współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Literatura

[1] Aljewicz M., Cichosz G., Łaniewska-Trokenheim Ł., Danowska-Oziewicz M., Łukaszuk-Kępka W.: Przeżywalność *Lactobacillus paracasei* LPC-37 w serach dojrzewających typu szwajcarskiego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, **6 (67),** 7-15.

[2] Bergamini C.V., Hynes E.R., Zalazar C.A.: Influence of probiotic bacteria on the proteolysis profile of a semi-hard cheese. Int. Dairy J., 2006, **16 (8),** 856-866.

[3] Califano A.N, Bevilacqua A.E.: Multivariate analysis of the organic acids content of Gouda type cheese during ripening. J. Food Cons. Analysis 2000, **13**, 949-960.
[4] Cichosz G., Borawska, A.J., M. Cichosz, K. Poprawska.: Ser dojrzewający i sposób wytwarzania sera dojrzewającego. Patent RP nr P 358655 z dnia 10.02.2003 (przyznano 22.09.2008).
[5] Cichosz G., Borejszo Z., Tomera K., Kornacki M.: Aroma compounds in Gouda cheese produced with addition of probiotic strains. Pol. J. Natural Sci. 2006, **21 (2),** 987-997.
[6] Cichosz G., Kłukowska L., Cichosz A.J., Kornacki M.: The effect of *Lactobacillus* addition on proteolysis in Gouda cheese during ripening. Milchwiss. 2006, **61 (1),** 49-52.
[7] Cichosz G., Tomera K., Kornacki M.: Wpływ kultur probiotycznych na jakość sensoryczną serów typu holenderskiego. Przegl. Mlecz., 2004, **1**, 10-15.
[8] Cichosz G., Zalecka A., Kornacki M.: Effect of paracasein degradation on sensory properties of Gouda cheese. Nahrung. Food, 2003, **47 (6),** 383-387.
[9] Fox P.F, Guinee T.P, Cogan T.M, McSweeney P.L.H.: Microbiology of Cheese Ripening Fundamentals of Cheese Science. Aspen Publication Maryland 2000, pp. 206-232.
[10] Fox P.F., McSweeney P.L.H.: Proteolysis in cheese during ripening. Food Rev. Inter. 1996, **12**, 457-509.
[11] Kołczak T., Kupiec B.E.: Analiza sensoryczna w opracowaniu nowych produktów spożywczych. Przem. Spoż. 2004, **1**, 32-24.
[12] Leuven I.V. Caelenberg T.V., Dirinck P.: Aroma characterisation of Gouda-type cheeses Int. Dairy J. 2008, **18**, 790–800.
[13] Mäyrä-Mäkinen A., Suomalainen T.: Inhibition of clostridia with lactic acid bacteria. Bull IDF 1996, **317**, 62-63
[14] McSweeney P.L.H.: Biochemistry of cheese ripening. Introduction and Overview. In: Fox, P.F. (Ed.), Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (2nd ed.). Chapman & Hall London, UK 2004, Vol. 1, pp. 353-366.
[15] Ong L., Henriksson A., Shah N.P.: Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. Int. Dairy J. 2006, **16**, 446-456.
[16] Ong L., Shah N.P.: Probiotic Cheddar cheese: Influence of ripening temperatures on survival of probiotic microorganisms, cheese composition and organic acid profiles LWT - Food Sci. Technol., 2009, **42 (7),** 1260-1268.
[17] PN-68/A-86230. Mleko i przetwory mleczarskie. Sery podpuszczkowe dojrzewające.
[18] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
[19] PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
[20] Ross R.P., Fitzgerald G., Collins K., Stanton C.: Cheese delivering biocultures- probiotic cheese. Aust. J. Dairy Technol., 2002, **57**, 71-78.
[21] Shah N.P.: Functional cultures and health benefits. Int. Dairy J., 2007, **17 (11),** 1262-1277.
[22] Sorayya A., Lee B.H., Yaylayan V., Kilcawley K.N.: Proteolysis development in enzyme-modified Cheddar cheese using natural and recombinant enzymes of *Lactobacillus rhamnosus* S93, Food Chem. 2010, **20**, 174-178.
[23] Urbach G.: Relations between cheese flavor and chemical composition Int. Dairy J. 1993, **3**, 389-422.

EFFECT OF *LACTOBACILLUS RHAMNOSUS* HOWARU AND *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* HOWARU PROBIOTIC CULTURES ON SENSORY QUALITY OF EDAM CHEESE

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of two probiotic cultures added, i.e. of *Lactobacillus rhamnosus* Howaru and *Lactobacillus acidophilus* Howaru, on the sensory features of Edam cheese. The effect of applying deep frozen concentrate cultures of lactic acid bacteria was the lack of typical nut flavour and cheese eyes, both in the control and the experimental cheese. It was found that the experimental cheese with *Lactobacillus acidophilus* Howaru added had a softer, flexible consistency (Me-5 after 4 and 6 weeks of ripening) compared with other cheese products (Me-6).

However, the cheese manufactured with *Lactobacillus rhamnosus* Howaru probiotic cultures added was characterized by a considerably more intensive taste and flavour that was typical of a long-ripening cheese (Me-4.5). It was found that between the control cheese and the cheese with *Lactobacillus rhamnosus* Howaru added, statistically significant flavour differences occurred ($p < 0.05$).

The application of probiotic cultures to the production technology of Edam cheese makes it possible to manufacture cheese with modified sensory features, appearing typical, among other thinks, of the long-riping cheese.

Key words: Dutch type cheese, sensory quality, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 189 – 198

EUGENIA GRZEŚKOWIAK, KAROL BORZUTA, DARIUSZ LISIAK,
JAN STRZELECKI, PIOTR JANISZEWSKI

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I SENSORYCZNE ORAZ SKŁAD KWASÓW TŁUSZCZOWYCH MIĘŚNIA *LONGISSIMUS DORSI* MIESZAŃCÓW PBZ X WBP ORAZ PBZ X (D X P)

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

Badaniami objęto tuczniki dwurasowe pbz x wbp oraz mieszańce pbz x (d x p). W mięśniu najdłuższym grzbietu (LD) wykonano pomiary pH po 45 min (pH45) i 24 h po uboju (pH24) oraz przewodność elektryczną (EC24). W części lędźwiowej mięśnia LD określono między innymi zawartość wody, tłuszczu i białka, WHC, barwę (L*a*b), wyciek naturalny i termiczny oraz oznaczono skład kwasów tłuszczowych. Przeprowadzono także punktową ocenę sensoryczną mięsa gotowanego, w skali 1-5 pkt.

W badanej populacji nie stwierdzono tusz z mięsem PSE i DFD. Mieszańce trójrasowe pbz x (d x p) wykazywały o 1,02 % większe przetłuszczenie śródmięśniowe mięśni w porównaniu z tucznikami ras białych. Mniejszy wyciek naturalny i termiczny oraz ciemniejszą barwę (L*) stwierdzono w mięśniu tuczników trójrasowych. Wodochłonność i zawartość białka mięsa ocenianych tusz kształtowały się na podobnym poziomie. W ocenie sensorycznej mięsa gotowanego obu grup uzyskano powyżej 4 pkt za oceniane wyróżniki.

W mięśniach obu grup genetycznych wykazano podobny poziom kwasów tłuszczowych SFA i UFA. W lipidach mięśni tuczników pbz x wbp, w stosunku do mieszańców trójrasowych, stwierdzono o 0,87 % więcej kwasów wielonienasyconych, przy czym większy udział miały także kwasy PUFA n-6. Natomiast stosunek kwasów PUFA n-6 do PUFA n-3 w obu grupach był podobny (15:1).

Słowa kluczowe: tuczniki, mieszańce, jakość mięsa, kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Badania wielu autorów wykazały, że jakość mięsa wieprzowego zależy od czynników genetycznych (rasy, schematu krzyżowania, płci) i środowiskowych (masy ubojowej, wieku w dniu uboju, warunków utrzymania), a zwłaszcza żywienia [17]. Mięso najlepszej jakości uzyskuje się ze świń large white oraz z genotypów powstałych z ich

Dr hab. E Grześkowiak, dr hab. K. Borzuta, dr inż. D. Lisiak, dr hab. J. Strzelecki, mgr P. Janiszewski Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Zakład Badania Surowców i Produkcji Rzeźnianej, ul. Głogowska 239, 60-111 Poznań

udziałem [11, 13]. Z rasy duroc, uznanej za odporną na stres, uzyskuje się podobne jakościowo mięso, jak ze świń wbp. Korzystną jej cechą jest marmurkowatość mięśni. Poprzez krzyżowanie świń rasy duroc np. z rasą pietrain lub hampshire wykorzystuje się tę cechę do poprawy właściwości sensorycznych mięsa.

Ważnym składnikiem żywności są wielonienasycone kwasy tłuszczowe, zwłaszcza z rodziny PUFA n-3 [30]. Wysoka konsumpcja mięsa wieprzowego w Polsce i wzrastający odsetek ludności zapadającej na tzw. choroby cywilizacyjne, jak schorzenia serca czy układu krążenia, zmuszają do poszukiwania sposobów zmniejszenia otłuszczenia tusz wieprzowych. Efekt ten można uzyskać metodami genetycznymi lub przez żywienie, gdyż ilość i jakość tłuszczu w tuszy w znacznym stopniu zależy od składu komponentów paszowych w diecie [1, 21]. Zastosowanie w dawkach dla tuczników nasion roślin oleistych lub olejów w istotny sposób wpływa na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i lipidów mięsa [14, 20].

Celem pracy było określenie jakości mięsa i tłuszczu świń ras białych oraz mieszańców trójrasowych z udziałem ras pbz, duroc i pietrain

Materiał i metody badań

Badaniami objęto tuczniki będące potomstwem loch rasy polskiej białej zwisłouchej i knurów rasy wielkiej białej polskiej (pbz x wbp) oraz pochodzące z krzyżowania loch pbz z knurami dwurasowymi duroc i pietrain (pbz x (d x p). Badania przeprowadzono na 30 tuszach (w każdej grupie po 15 sztuk z czego osiem stanowiły loszki i siedem wieprzki). Zwierzęta żywiono *ad libitum,* stosując jednakowe mieszanki pełnoporcjowe oraz utrzymywano je w takich samych warunkach środowiskowych. Ubój tuczników prowadzono w wieku około 6,5 do 7 miesięcy przy masie ciała ok. 110 kg, stosując elektryczną metodę oszałamiania. Na ciepłych wiszących lewych półtuszach dokonywano pomiaru mięsności za pomocą aparatu Ultra-Fom 300, ustalano masę tusz i grubość słoniny nad łopatką na grzbiecie i na szynce.

W mięśniu *longissimus dorsi* (LD), na poziomie ostatniego żebra, wykonywano pomiary pH po 45 min (pH_{45}) i 24 h (pH_{24}) od uboju za pomocą pehametru Radiometr PHM 80 Portable z elektrodą zespoloną. W tym samym mięśniu 24 h po oszołomieniu określano przewodność elektryczną tusz (EC_{24}) konduktometrem MT-03. Do badań laboratoryjnych pobierano próby z części lędźwiowej mięśnia LD, w którym oznaczano zawartość: wody wg PN ISO 1442:2000 [24], tłuszczu wg PN ISO 1444:2000 [25], białka metodą Kjeldahla (PN-75/A-04018) – stosując aparaturę firmy Tecator [23]. Ponadto określano: wodochłonność WHC – metodą Grau'a i Hamma [5] w modyfikacji Pohja i Niinivaary [22]; ubytek masy podczas gotowania mięsa – próby ogrzewano do temp. 70 °C wewnątrz mięśnia. Wyniki obliczano z różnicy masy mięsa przed i po gotowaniu; barwę mięsa – za pomocą aparatu Minolta Chroma Matters CR 400, wyznaczając parametry L*a*b* oraz poprzez punktową ocenę sensoryczną barwy w skali

od 1 do 5 pkt (1 pkt – barwa jasnoczerwona, 5 pkt – ciemnoczerwona); marmurkowatość – stopień przetłuszczenia mięśnia określano według wzorców kanadyjskich i amerykańskich w skali 1 do 4 pkt (1 pkt – nieznaczne przetłuszczenie, 4 pkt – silne przetłuszczenie) [32].

Poziom kwasów tłuszczowych w lipidach mięśnia LD oznaczano metodą chromatografii gazowej wg PN-ISO 5509 [26]. Analizy wykonywano przy użyciu chromatografu gazowego Hewlett Packard model 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym przy użyciu kolumny Rtx 2330 105 mm×0,25 nm×20 µm. Ocenę sensoryczną gotowanego mięsa prowadzono w skali 1 - 5 punktów, określając zapach, soczystość, kruchość i smakowitość. Ponadto z polędwicy gotowanej wykrawano próbki w kształcie walca o średnicy około 2,5 cm i oznaczano siłę cięcia za pomocą aparatu Warner-Bratzlera (WB). Wyniki opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie i odchylenie standardowe (Sd). Istotność różnic między średnimi określano za pomocą testu T-Studenta [31]

Wyniki i dyskusja

Ocena umięśnienia badanej populacji wykazała wyższą o 2,35 % zawartość mięsa w tuszach mieszańców z udziałem rasy pietrain i duroc (56,23 %) w porównaniu z tucznikami ras białych (53,88 %), przy masie tusz odpowiednio: 87,7 i 91,2 kg. Stwierdzono także większe otłuszczenie podskórne tusz ras białych. Średnia grubość słoniny zmierzona w pięciu punktach na tuszy wynosiła w badanych grupach odpowiednio: 25,08 i 22,68 mm.

Analizowana populacja świń charakteryzowała się dobrą jakością mięsa. Nie stwierdzono tusz z mięsem PSE ($pH_{45} \leq 5,8$), co potwierdziły również stosunkowo niskie wartości pomiarów przewodniości elektrycznej (tab. 1). W obu grupach nie notowano mięsa DFD ($pH_{24} > 6,3$). W badaniach Florowskiego i wsp. [3] wykazano ok. 5 % tusz świń wbp i pbz z mięsem wodnistym. Zdaniem Różyckiego [29] występowanie mięsa PSE u świń w 1994 r. na poziomie prawie 16 % było między innymi wynikiem niekontrolowanego sprowadzania do kraju knurów ras pietrain i hampshire.

Porównując zawartość tłuszczu w mięśniach obu grup należy zauważyć istotny wpływ rasy duroc na zwiększenie poziomu przetłuszczenia śródmięśniowego (1,53 % wobec 2,55 %). W pracach innych autorów [9, 19] w mięśniach rasy duroc i jej mieszańcach wykazano około 4 % tłuszczu, a więc znacznie więcej niż w tej pracy. Zell i wsp. [33] badali zależność przewodności elektrycznej od stopnia przetłuszczenia mięśni. Badania te wykazały, że im większa zawartość tłuszczu w tkance tym niższa przewodność. Mięśnie tuczników pbz x (d x p) były bardziej przetłuszczone i charakteryzowały się również niższą wartością EC, chociaż nie różniła się ona istotnie pomiędzy grupami.

Tabela 1

Wyniki pomiarów cech fizykochemicznych m. *longissimus dorsi* badanych grup.
Measurement results of physical-chemical properties of *longissimus dorsi* muscle in the groups evaluated.

Cecha / Feature	Grupy /Groups			
	pbz x wbp PL x PLW		pbz x (d x p) PL x (D x P)	
	$\overline{x}$	Sd	$\overline{x}$	Sd
Zawartość wody [%] Water content [%]	74,31	0,44	72,28	0,61
Zawartośc tłuszczu [%] Fat content [%]	1,53a	0,18	2,55b	0,87
Zawartość białka og. [%] Protein content [%]	23,76	0,45	24,01	0,95
Wyciek naturalny [%] Drip loss [%]	4,34a	0,87	2,99b	1,33
Wodochłonność [%] Water holding capacity [%]	31,63	1,78	29,35	2,64
pH_{45}	6,49	0,05	6,43	0,24
pH_{24}	5,54	0,07	5,58	0,11
EC_{24} [mS]	4,02	1,10	3,88	1,15
Ubytek termiczny [%] Cooking losses [%]	29,19a	2,34	24,34b	3,58
Barwa / Colour: L* a* b*	 52,23a 2,31 5,44a	 2,26 0,87 0,62	 46,19b 4,67 1,22b	 1,46 0,76 0,56
Marmurkowatość [pkt] Marbling [points]	2,00	0,29	2,17	0,40
Barwa [pkt] Colour [points]	2,14a	0,22	2,58b	0,30

a, b – $P \leq 0,05$

Większy o 1,35 % wyciek naturalny stwierdzono w tkance mięśniowej tuczników pbz x wbp w porównaniu z mieszańcami trójrasowymi, przy podobnej wodochłonności i poziomie białka. Zdaniem Przybylskiego i wsp. [28] wzrost masy tusz, a zatem i grubsza słonina mają wpływ na zmniejszenie wycieku naturalnego. Należy podkreślić, że wielkość wycieku naturalnego w m. LD tuczników ze skupu rynkowego jest bardzo zmienna od 1 do 15 %, przy średniej 7,59 [12]. W innej pracy Koćwin-

Podsiadła i Krzęcio [10] próbowali wyjaśnić przyczyny występowania tusz z mięsem o podwyższonym wycieku naturalnym, badając wpływ wieku, tempa wzrostu i mięsności tusz. Pervolnik i wsp. [27] wykazali istotną korelację pomiędzy wyciekiem naturalnym a jasnością barwy L* (r = 0,56). Można przypuszczać, że stwierdzona w tej pracy jaśniejsza barwa mięśnia LD tuczników ras białych L* = 52,23 związana jest z większym wyciekiem naturalnym. Natomiast ciemniejsza barwa L* = 46,19 mięsa mieszańców trójrasowych wiąże się z mniejszym wyciekiem z tkanki.

Stwierdzono większy o prawie 5 % ubytek masy podczas gotowania mięsa świń pbz x wbp niż świń trójrasowych. Obserwacja ta wiąże się z większym przetłuszczeniem śródmięśniowym mięsa mieszańców z rasą duroc i pietrain.

Tabela 2

Wyniki oceny sensorycznej [pkt] i siła cięcia [N] polędwicy gotowanej.
Sensory evaluation results [points] and shear force [N] of cooked loin.

Cecha / Feature	Grupa / Group			
	pbz x wbp PL x PLW		pbz x (d x p) PL x (D x P)	
	$\overline{x}$	Sd	$\overline{x}$	Sd
Zapach / Flavour	4,39	0,24	4,17	0,22
Soczystość / Juiciness	4,19	0,18	3,91	0,56
Kruchość / Tenderness	4,35	0,14	4,01	0,46
Smakowitość / Palatability	4,36	0,10	4,13	0,33
Siła cięcia (WB) / Shear force (WB)	51,66a	9,60	53,92	11,57

a, b – $P \leq 0.05$

Średnia ocena sensoryczna mięsa mieszańców ras białych za oceniane wyróżniki tj. zapach, soczystość, kruchość i smakowitość wynosiła 4,31 pkt i była korzystniejsza w porównaniu z mięsem mieszańców trójrasowych (4,05 pkt), przy czym poszczególne cechy nie różniły się istotnie pomiędzy grupami. Dobrą kruchość mięsa obu grup potwierdziły również wyniki pomiarów szerometrycznych, ale wielkość siły cięcia mięsa ras białych okazała się korzystniejsza ($P \leq 0,05$) niż mieszańców trójrasowych (tab. 2). Migdał i wsp. [19], w przypadku podobnych genotypów, stwierdzali również siłę cięcia na poziomie około 50 N. Można przypuszczać, ze dobra kruchość mięsa badanych grup wiąże się między innymi z tym, że w badanej populacji nie stwierdzono mięsa wodnistego. Grześ i wsp. [6] wykazali, że bardzo dobrą kruchością charakteryzuje się mięso pozyskane od świn wolnych od genu *RYR1*, natomiast znacznie mniejszą od świń obciążonych tym genem.

T a b e l a 3

Profil kwasów tłuszczowych w mięśniu LD badanych tuczników [%].
Fatty acid profile in LD muscle of the fatteners evaluated [%].

Wyszczególnienie Specification	Grupa / Groups			
	pbz x wbp PL x PLW		pbz x (d x p) PL x (D x P)	
	$\overline{x}$	Sd	$\overline{x}$	Sd
C10:0	0,10	0,00	0,10	0,00
C12:0	0,10	0,00	0,10	0,00
C14:0	1,14	0,15	1,21	0,07
C15:0	0,10	0,00	0,10	0,00
C16:0	23,41	1,40	23,43	0,87
C16:1	3,69	0,30	3,51	0,34
C17:0	0,20	0,00	0,23	0,04
C17:1	0,17	0,05	0,22	0,04
C18:0	11,66[a]	0,70	12,07[b]	0,83
C18:1	43,91	1,77	44,35	2,10
C18:2 n – 6	9,52	1,73	9,23	1,35
C18:3 n – 3	0,32	0,08	0,34	0,06
C20:0	0,14	0,05	0,16	0,05
C20:1	0,70	0,09	0,69	0,11
C20:2 n – 6	0,26	0,05	0,29	0,03
C20:3 n – 6	0,37	0,14	0,30	0,09
C20:4 n – 6	2,57	1,07	2,15	0,70
C20:5 n - 3	0,11	0,03	0,10	0,00
C22:0	0,10	0,00	0,10	0,00
C22:4 n – 6	0,40	0,19	0,34	0,08
C22:5 n – 3	0,34	0,13	0,27	0,09
C22:6 n- 3	0,11	0,03	0,11	0,03
C24:0	0,10	0,00	0,00	0,00
SFA	37,05	0,57	37,50	0,64
UFA	62,47	0,66	61,90	0,48
MUFA	48,47	0,55	48,77	0,85
PUFA	14,00[a]	0,35	13,13[b]	0,31
PUFA n-3	0,88	0,07	0,82	0,07
PUFA n-6	13,12[a]	0,64	12,31[b]	0,55
DFA	74,13	0,67	73,97	0,64
OFA	24,55	0,72	24,64	0,47
UFA/SFA	1,69	-	1,65	-
PUFA n-6 /PUFA n-3	14,90	-	15,01	-

a, b – $P \leq 0.05$
DFA – UFA + C18:0
OFA – C14:0 + C16:0

Charakterystykę profilu kwasów tłuszczowych w tkance tłuszczowej mięśnia LD badanej populacji przedstawiono w tab. 3. Wśród nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) obu grup notowano podobny poziom kwasu laurynowanego, mirystynowego i palmitynowanego. Kwasu stearynowego stwierdzono o 0,41 % istotnie więcej w mięśniu tuczników trójrasowych ($P \leq 0,05$). Suma kwasów SFA mięśni ras białych stanowiła 37,05 % ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych, natomiast nienasyconych UFA 62,47. Podobny poziom tych grup kwasów tłuszczowych stwierdzono w mięśniach mieszańców trójrasowych (różnica ok. 0,5 %). Również w badaniach innych autorów w tkance tłuszczowej mięśni schabu i szynki wykazano podobny sumaryczny udział kwasów SFA i UFA [4, 7, 21]. Wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA stwierdzono o 0,87 % ($P \leq 0,05$) więcej w mięśniach świń ras białych niż mieszańców z rasą duroc i pietrain, w tym kwasów PUFA n-6 notowano odpowiednio: 13,12 % i 12,31 %. Natomiast poziom kwasów PUFA n-3 w obu grupach był podobny (odpowiednio: 0,88 i 0,82 %). We wcześniejszej pracy w mięśniach świń (LD i BF) ras puławska x pbz i Naima x P-76 stwierdzono podobny poziom kwasów z rodziny PUFA [7]. Natomiast w mięśniu LD tuczników z pogłowia masowego Litwińczuk i wsp. [15], wykazali o połowę mniej kwasów wielonienasyconych w porównaniu z wynikami tej pracy.

Ważnym wskaźnikiem decydującym o wartości odżywczej tłuszczu jest stosunek kwasów PUFA n-6 do PUFA n-3. W obu grupach wielkość tego wskaźnika była podobna 14,9 : 1 i 15,01 : 1. W pracach innych autorów nad różnymi genotypami świń wykazano podobny lub większy stosunek kwasów PUFA n-6/n-3 [4, 7, 18]. Według ekspertów International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids [cyt. za 16] stosunek kwasu PUFA n-6 do n-3 w diecie powinien być mniejszy niż 4. Natomiast normy żywieniowe podają, że prawidłowy stosunek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 w dziennej racji pokarmowej powinien mieścić się w granicach od 6 : 1 do 4 : 1.

Poprawa dietetycznej wartości mięsa wieprzowego możliwa jest przez dodatek do mieszanek paszowych dla świń olejów roślinnych. Udział w dawkach pokarmowych dla tuczników tłuszczów o wysokiej zawartości wielonienasyconych kwasów wpływa na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego i zapasowego. W wielu publikacjach wykazano, że w mięśniach świń żywionych mieszanką z dodatkiem oleju z nasion lnu stosunek kwasów PUFA n-6 do PUFA n-3 wynosił 1,6 do 3,57 [2, 8]. Migdał i wsp. [18] zwracają uwagę, aby problem modyfikowania profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa i jego produktów rozpatrywać kompleksowo. Autorzy wskazują, że oprócz właściwości prozdrowotnych i funkcjonalnych mięsa czy jego przetworów, należy brać pod uwagę ich zwiększoną podatność oksydacyjną, mniejszą trwałość i związany z tym krótszy okres przechowywania.

Wnioski

1. W badanej populacji tuczników mieszańców dwu i trójrasowych nie stwierdzono tusz z mięsem PSE i DFD.
2. Mięśnie tuczników z udziałem knurów rasy duroc i pietrain w porównaniu z rasami białymi charakteryzowały się większą zawartością tłuszczu śródmięśniowego oraz mniejszym wyciekiem naturalnym i termicznym.
3. W ocenie sensorycznej mięsa gotowanego obu grup uzyskano średnio powyżej 4 pkt za oceniane wyróżniki, przy czym dobrą kruchość mięsa potwierdziły również pomiary szerometryczne.
4. W tkance tłuszczowej mięśnia LD obu grup stwierdzono podobny poziom kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych. Natomiast więcej kwasów wielonienasyconych PUFA stwierdzono w mięśniu świń ras białych zarówno z rodziny PUFA n-3, jak i PUFA n-6. Stosunek kwasów n-6 / n-3 wynosił 15:1.

Literatura

[1] Barowicz T.: Dietetyczna wieprzowina bez tłuszczu i cholesterolu. Przegl. Hod., 1999, **4**, 17-19.
[2] Barowicz T., Kędzior W.: Wykorzystanie pełnotłustych nasion lnu oraz zróżnicowanych dawek witaminy E do modyfikacji składu chemicznego i walorów dietetycznych mięsa wieprzowego. Zesz. Nauk. Przegl. Hod., 2000, **48,** 167-174.
[3] Florowski T., Pisula A., Buczyński J T., Orzechowska B.: Częstotliwość występowania wad jakości mięsa świń różnych ras hodowlanych w Polsce. Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot., 2006, **2/2**, 91-97.
[4] Gardzińska A., Migdał W.: Zawartość i profil kwasów tłuszczowych w szynce i w schabie tuczników mieszańców o różnej masie ciała. Rocz. Nauk. Zoot. 2003, **17**, Supl., 37-40.
[5] Grau R, Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung in. Fleischwirtschaft 1952 , **4**, 295-297.
[6] Grześ B., Pospiech E., Łyczyński A., Koćwin-Podsiadła M., Mikołajczak B., Iwańska E., Rzosińska E., Czyżak-Runowska G.: Zależność pomiędzy zróżnicowaną podatnością świń na stres a kruchością mięsa i szybkością degradacji titiny. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., 2006, **42/2**, 25-32.
[7] Grześkowiak E., Borzuta K., Borys A., Grześkiewicz S., Strzelecki J.: Skład kwasów tłuszczowych mięśni *longissimus dorsi i biceps femoris* świń puł x pbz oraz Naima x p-76 z gospodarstw chłopskich. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3 (44)** Supl. 48-52.
[8] Grześkowiak E., Zając T., Borzuta T., Zając P., Tratwal Z., Lisiak D., Strzelecki J.: Badanie wpływu dodatku do paszy świń preparatu z oleju z nasion lnu na wartość rzeźną tusz oraz jakość mięsa i tłuszczu. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., 2008, **46/2**, 7-20.
[9] Jasek S., Krasnowska G., Natołoczna-Kotara A., Kaniak-Polok M.: Ocena wybranych wskaźników użytkowości rzeźnej i jakości mięsa tuczników pięciu grup genetycznych. Pr. Mat. Zoot., Zesz. Spec., 2002, **13**, 55-61.
[10] Koćwin-Podsiadła M., Krzęcio E..: Nowe trendy w badaniach jakości wieprzowiny. Pr. Mat. Zoot., 2004, **15**, 85-92.
[11] Krzęcio E., H., Antosik K., Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Sieczkowska H., Kuryl A., Łyczyński A.: Quality and technological value of meat from porkers of six genetic groups as related to *RYR1* gene. Anim. Sci. Pap. Rep., 2004, **3 (22)** Suppl., 19-30.

[12] Krzęcio E., Koćwin-Podsiadła M., Zybert A., Sieczkowska H., Antosik K., Mieszczuk B., Włodawiec P.: Charakterystyka jakości tusz i mięsa tuczników o zróżnicowanym wycieku naturalnym z tkanki mięśnia *longissimus lumborum*. Zesz. Nauk. Przegl. Hod. 2004, **72/2**, 143-153.

[13] Krzęcio E., Sieczkowska H., Zybert A., Antosik K., Koćwin-Podsiadła M., Miszczuk B.: Skład morfologiczny, zawartość mięsa w tuszy i stopień zakwaszania mięśnia *longissimus lumborum* tuczników rasy duńska landrace i mieszańców loch tej rasy z knurami yorkshire i duroc, importowanych z Danii. Zesz. Nauk. Przegl. Hod., 2003, **68,** 239-243.

[14] Lauridsen C., Hencel Mu. H.: Influence of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and age at slaughtering on performance, slaughter and meat quality, lipoproteins and tussue deposition of CLA in barrows. Meat Sci., 2005, **69**, 393-399.

[15] Litwińczuk A., Grodzicki T., Skałecki P., Florek M., Ryszkowska-Siwko M.: Skład kwasów tłuszczowych mięśni *longissimus lumborum i semimembranosus* oraz sadła i słoniny tuczników z chowu masowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, **4 (37)** Supl.**,** 265-271.

[16] Makała H., Kern-Jędrychowski J.: Ocena modelowych przetworów mięsnych z dodatkiem olejów z ryb w aspekcie charakterystyki profilu kwasów tłuszczowych i przebiegu zmian oksydacyjnych. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., 2006, **44/2,** 117-129.

[17] Migdał W., Paściak P., Gardzińska A., Barowicz T., Pieszka M., Wojtysiak D.: Wpływ czynników genetycznych i środowiskowych na jakość wieprzowiny. Pr. Mat. Zoot., Zesz. Spec. 2004, **15,** 103-118

[18] Migdał W., Pieszka M., Barowicz T., Janik A., Wojtysiak D., Pustkowiak H., Nowak J., Kozioł A.: Modyfikowanie profilu kwasów tłuszczowych mięsa zwierząt rzeźnych-za i przeciw. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz. 2008, **46/1,** 111-123

[19] Migdał W., Przeor I., Wojtysiak D., Palka K., Natonek-Wiśniewska M., Duda I.: Skład chemiczny, parametry tekstury oraz siła cięcia schabu (*m. longissimus*) i szynki (*m. semimembranosus*) loszek-tuczników ras polskiej białej zwisłouchej, wielkiej białej polskiej i duroc. Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zoot., 2007, **3,** 3, 105-111.

[20] Nuernberg K., Fischer K., Nuernberg G., Kuechenmeister V., Kłosowska D., Eliminowska-Wenda G., Fiedler I., Knder K.: Effects of dietary olive and linseed oil on lipid composition, meat quality sensory characteristics and muscle structure in pigs. Meat Sci., 2005, **70**, 63-74.

[21] Paściak P., Migdał W., Wojtysiak D., Połtowicz K.: Profil kwasów tłuszczowych szynki i schabu świń JSR. Rocz. Nauk. Zoot., 2003, **17** Supl., 81-84.

[22] Pohja N.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung der Wasserbindung in Fleisches mittels der Konstantdrűckmethods. Fleischwirtschaft, 1957, **9**, 193-195.

[23] PN -75/A04018 . Produkty rolniczo żywnościowe. Oznaczanie azotu.

[24] PN ISO 1442: 2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody.

[25] PN ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu.

[26] PN ISO 5509:1996. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych

[27] Prevolnik M., Čandek-Potokar M., Novič M., Škorjanc D.: An attempt to predict pork drip loss from pH and colour measurements or near infrared spectra using artificial neural networks. Meat Sci. 2009, **83**, 405-411.

[28] Przybylski W., Niemyjski S., Pospiech E., Rosińska E., Czyżak-Runowska G.: Ocena przydatności wybranych grup genetycznych świń do produkcji ciężkich tuczników mięsnych. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., 2005, **42/43**: 7-16.

[29] Różycki M.: Możliwości poprawy jakości mięsa świń hodowlanych w Polsce na drodze selekcji. Pr. Mat. Zoot., Zesz. Spec., 1998, **8,** 19-25.

[30] Simoupolos A. P.,: n-3 Fatty acids and Human Heath, Defining Strategies for Public Policy. Lipids, 2001, **36,** Suppl., 583-589

[31] Stanisz A.: Przystępny kurs statystyki w oparciu o program STATISTICAL PL na przykładach z medycyny. Startsoft Polska, Sp. z.o.o. Kraków, 1998
[32] Wise G.: Pork quality. A guide to understanding colour and structure pork muscle. Join Publications of Resarch Branch (Locombe Meat Resarch Centre) and Food Production and Inspection Banch. Ottawa. Agriculture Canada Publication 5180, 1981
[33] Zell M., Lyng J.G., Cronin D.A., Morgan D.J.: Ohmic heating of meats: Electrical conductivities of whole meats and processed meat ingredients. Meat Sci. 2009, **83** 563-570.

PHYSICAL -CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES, AS WELL AS COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN LONGISSIMUS DORSI MUSCLE OF PL X PLW AND PL X (D X P) PIG CROSS BREEDS

S u m m a r y

The experiment covered two-breed fatteners: Polish Landrace and Polish Large White (PL x PLW) and cross breeds: Polish Landrace with Duroc x Pietrain PWL x (D x P). In the longissimus dorsi muscle (LD), pH was measured 45 minutes (pH45) and 24 h after slaughter (pH24), and electrical conductivity (E24). In the lumbar section of LD muscle, among other things, the contents of water, fat, and protein were determined, as well as WHC, drip, cooking losses, colour, and composition of fatty acids. Furthermore, the cooked meat was sensory evaluated using a 5-point scale.

In the population examined, no carcasses with PSE and DFD meat were reported. It was found that the intramuscular fatness in LD muscle of three-breed cross breeds, i.e. of PL x (D x P), was by 1.02 % higher compared to the white breed fatteners. In the meat of three-breed fatteners, a lower natural drip, cooking losses, and a darker colour (L*) were reported. The water holding capacity and the content of meat proteins in the evaluated carcasses were comparable. The evaluated sensory properties of cooked loin meat of fatteners in both groups received a little more than 4 points.

In the LD muscles of two genotype groups of fatteners, a similar content level of SFA and UFA fatty acids was shown. Moreover, it was found that the content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the lipids contained in the muscles of PLxPLW fatteners white breeds was by 0.87 % higher compared to three-breed cross breeds [PLW x (D x P)], and, specifically, the level of PUFA n-6 acids was higher. However, the ratio of PUFA n-6 to PUFA n-3 was similar in both groups (15:1).

Key words: fatteners, cross-breeds, meat quality, fatty acids

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 199 – 208

HANNA JANKOWIAK, MARIA BOCIAN, WOJCIECH KAPELAŃSKI,
ALEKSANDRA ROŚLEWSKA

ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY OTŁUSZCZENIEM TUSZY A ZAWARTOŚCIĄ TŁUSZCZU ŚRÓDMIĘŚNIOWEGO I PROFILEM KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W MIĘSIE ŚWIŃ

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

Celem niniejszej pracy było określenie zależności między otłuszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń rasy złotnickiej pstrej i mieszańców F_1 (wbp x pbz). Badanych było łącznie 86 zwierząt, w tym: 60 szt. świń rasy złotnickiej pstrej (złp) i 26 szt. mieszańców F_1 (wbp x pbz). Zwierzęta utrzymywane były w warunkach hodowli ekologicznej. Tuczniki poddano ubojowi po osiągnięciu masy ok. 106 kg przez świnie złp i 114 kg przez mieszańce F_1. Tusze świń złotnickiej pstrej były bardziej otłuszczone w porównaniu z mieszańcami F_1. Średnia grubość słoniny świń złp i mieszańców F_1 z 5 pomiarów wynosiła odpowiednio 29,62 mm i 22,83 mm, a różnice okazały się statystycznie wysoko istotne przy $P \leq 0,01$. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego była bardzo zbliżona w mięsie świń obu grup (1,87 i 1,72 %). Profil kwasów tłuszczowych w mięsie obu porównywanych grup świń też był zbliżony. Jedynie udział kwasu palmitynowego (C16:0) był istotnie niższy w przypadku świń złp niż mieszańców F_1 (28,16 % wobec 29,50 %) ($P \leq 0,05$). Istotną ujemną korelację pomiędzy średnią grubością słoniny a zawartością tłuszczu śródmięśniowego wykazano tylko w przypadku świń rasy złotnickiej pstrej (r = -0,264*). Wykazano też dodatnią zależność między poziomem tłuszczu śródmięśniowego a zawartością kwasu oleinowego C18:1 (r = 0,612**) i ujemną zależność z zawartością kwasu linolowego C18:2 (r = -0,732**). Wnioskuje się, że ujemna zależność między grubością okrywy tłuszczowej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego jest cechą zależną od rasy świń oraz że większej zawartości tłuszczu śródmięśniowego towarzyszy większy udział jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) reprezentowanych głównie przez kwas oleinowy C18:1 w mięsie.

Słowa kluczowe: świnie, otłuszczenie, tłuszcz śródmięśniowy, kwasy tłuszczowe

Wprowadzenie

Wzrost i tucz zwierząt mięsnych jest związany z kolejnością przyrostu odkładania tłuszczu, tj. najpierw tłuszczu podskórnego, a następnie śródmięśniowego [6]. Świnie

Dr inż. H. Jankowiak, dr inż. M. Bocian, prof. dr hab. W. Kapelański, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, dr inż. A. Roślewska, Katedra Biologii Małych Przeżuwaczy i Biochemii Środowiska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

różnych ras zawierające zbliżoną ilość tłuszczu podskórnego mogą w dużym stopniu różnić się poziomem tłuszczu śródmięśniowego. Sugeruje to, że mechanizmem regulującym miejsce odkładania tłuszczu w tuszy są czynniki genetyczne [8].

Zmniejszenie otłuszczenia tusz i poprawa ich mięsności przy utrzymaniu właściwego poziomu przydatności technologicznej i smaku pozyskiwanej wieprzowiny jest aktualnie wiodącym problemem hodowli świń. Do niedawna skupiano się głównie na efektach ilościowych produkcji żywca wieprzowego, czyli wydajności rzeźnej, jak i zawartości mięsa w tuszy, a wskaźniki jakościowe analizowano w mniejszym stopniu. Konsekwencją takich działań było obniżenie jakości mięsa. Ponadto, jak zauważył Gerbens [14], produkcja tuczników o dużej zawartości chudego mięsa w wielu przypadkach zmniejszyła ilość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu *longissimus dorsi* do 0,5 - 1,5 %. Do osiągnięcia optymalnego smaku mięsa niezbędna jest zawartość tłuszczu na poziomie 2 % [4] lub, jak z kolei podają DeVol i wsp. [7], 2,5 - 3 %. Optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego nadaje mięsu odpowiedni smak, soczystość i kruchość. Poziom poniżej 1 % uznawany jest za niedopuszczalny, grożący obniżeniem walorów smakowych mięsa wieprzowego [26], które po obróbce termicznej staje się suche i łykowate. Jednocześnie Fernandez i wsp. [11] podkreślają, że zawartość tłuszczu powyżej 3,5 % też może spowodować niższą ocenę mięsa przez konsumentów.

Mięso i jego przetwory są głównym źródłem tłuszczu w diecie, a w szczególności nasyconych kwasów tłuszczowych. Ostatnio obserwuje się wzrost zainteresowania możliwościami modyfikowania zawartości kwasów tłuszczowych przez odpowiednie żywienie zwierząt, dążąc do produkcji mięsa o właściwościach prozdrowotnych [30]. Prowadzone są prace zmierzające do zwiększenia zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

Celem pracy była ocena zależności między otłuszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego oraz profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń.

Materiał i metody badań

Badanych było łącznie 86 zwierząt, w tym 60 szt. świń rasy złotnickiej pstrej (złp) i 26 szt. mieszańców F_1 (wbp x pbz). Zwierzęta utrzymywano w warunkach hodowli ekologicznej. Tuczniki poddano ubojowi po osiągnięciu masy ok. 106 kg przez świnie złp i 114 kg przez mieszańce F_1.

Następnego dnia po uboju dokonywano oceny umięśnienia i otłuszczenia tusz. Polędwicę przecinano za ostatnim kręgiem piersiowym i na płaszczyźnie dogłowowej dokonano obrysu powierzchni przekroju poprzecznego mięśnia najdłuższego grzbietu. Określano powierzchnię przekroju mięśnia przy użyciu systemu komputerowej analizy obrazu Lucia. Oceny otłuszczenia tusz dokonywano na podstawie pomiarów grubości słoniny grzbietowej w pięciu punktach wzdłuż linii podziału tuszy: nad łopatką, mię-

dzy ostatnim kręgiem piersiowym i pierwszym lędźwiowym oraz na wysokości kręgów krzyżowych – I, II, III.

Wskaźniki jakości mięsa oznaczano w mięśniu *longissimus lumborum*. Po 45 minutach od uboju określano stopień zakwaszenia tkanki mięśniowej (pH_1) prawej półtuszy między 4 a 5 kręgiem lędźwiowym. Pomiaru dokonywano przy użyciu przenośnego pH-metru (firmy R. Matthäus) wyposażonego w szklaną, zespoloną elektrodę sztyletową. Barwę mięsa oznaczano przy użyciu spektrofotometru Specol 11 z przystawką odbiciową [25] oraz jasność barwy L* za pomocą kolorymetru Minolta CR 310 [20]. Wodochłonność określano metodą Grau'a i Hamma [16] w modyfikacji Pohja i Niinivaary [23], podając wynik jako procentową zawartość wody luźnej w mięsie. Swobodny wyciek soku (drip loss) z mięsa określano według metody Honikela [18]. Tłuszcz śródmięśniowy oznaczano metodą AOAC [2].

Oznaczenie kruchości mięsa wykonywano metodą instrumentalną z wykorzystaniem aparatu do badań wytrzymałościowych Instron 3342 przy użyciu przystawki Warnera-Bratzlera. Próby ogrzewano w łaźni wodnej do osiągnięcia w ich wnętrzu temperatury 70 ºC. Wielkość ogrzewanej próby wynosiła około 120 g, a obróbkę cieplną prowadzono w roztworze chlorku sodu o stężeniu 0,85 %. Po schłodzeniu w temperaturze pokojowej (20 ± 2 °C), cięciu poddawano słupki mięśnia wycinane za pomocą korkoboru o średnicy 12,5 mm równolegle do przebiegu włókien mięśniowych. Prędkość przesuwu noża wynosiła 50 mm/min [29].

W liofilizowanych próbach mięsa wykonywano analizę kwasów tłuszczowych, poddając je ekstrakcji roztworem chloroformu i metanolu zgodnie z metodyką Folcha i wsp. [13]. Profil kwasów tłuszczowych odpowiednich estrów metylowych oznaczano za pomocą chromatografu gazowego Varian model 380GC (USA) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, stosując kolumny Supelcowax 10 (30 m×0,32 mm×0,25 μm). Identyfikacji estrów metylowych kwasów tłuszczowych wykonano stosując wzorzec Supelco PUFA-2 Animal Source oraz Supelco 37 component Fame Mix (Supelco, USA).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Wyliczono: średnią arytmetyczną ($\overline{x}$) i odchylenie standardowe (s). Istotność różnic pomiędzy poszczególnymi grupami określano za pomocą testu T. Wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych a cechami jakości tuszy i mięsa. Obliczenia wykonano przy użyciu programu komputerowego Statistica 8 PL [27].

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono wyniki pomiarów wskaźników jakości tuszy i mięsa. Tusze świń rasy złotnickiej pstrej były lżejsze (79,39 kg) niż mieszańców wbp x pbz (88,87 kg) oraz charakteryzowały się mniejszym przekrojem poprzecznym oka polę-

dwicy (33,54 cm^2 wobec 48,03 cm^2). Jednocześnie tusze tych zwierząt były bardziej otłuszczone, co uwidoczniło się w postaci grubszej słoniny grzbietowej (odpowiednio: 29,62 mm wobec 22,83 mm). Uzyskane różnice w zakresie wartości tych cech zostały potwierdzone jako wysoko istotne ($P \leq 0,01$). W badaniach Grześkowiak i wsp. [17] stwierdzono nieznacznie większe otłuszczenie tusz (32,11 mm) oraz większą powierzchnię oka polędwicy (37,45 cm^2) świń rasy złotnickiej pstrej. Podobne obserwacje poczyniono w doświadczeniu Kapelańskiego i Raka [21].

Obie badane grupy zwierząt charakteryzowały się takim samym stopniem zakwaszenia tkanki mięśniowej. Wartości uzyskane z pomiaru dokonanego po 45 min od uboju wskazują na mięso normalnej jakości, gdyż nie stwierdzono mięsa PSE. Najistotniejszym parametrem barwy mięsa jest jej jasność. W niniejszym doświadczeniu tę cechę określono obiektywnie w dwojaki sposób, za pomocą spektrofotometru Spekol 11 oraz przy użyciu aparatu Minolta CR 310. Pierwszy pomiar wskazał wysoko istotnie ciemniejszą, a tym samym bardziej pożądaną barwę mięsa świń złotnickiej pstrej (19,14 %) w stosunku do grupy drugiej (21,72 %), ($P \leq 0,01$). Wartości te zostały potwierdzone drugim pomiarem przy użyciu aparatu Minolta (odpowiednio: 49,28 wobec 52,11); ($P \leq 0,01$). Zbliżone wyniki uzyskali Florowski i wsp. [12]. W ocenie jakości mięsa ważnym wskaźnikiem wartości technologicznej jest wodochłonność, określająca zdolność utrzymania w mięsie określonej ilości wody, głównie przez białka i miofibrylarne struktury tkankowe. Wskaźnikiem wodochłonności najlepiej charakteryzującym straty masy mięsa podczas jego przechowywania i dystrybucji jest swobodny wyciek soku. W zakresie obu cech stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi grupami świń. Mniejszą zawartością wody luźnej w mięsie (16,48 %) oraz mniejszym wyciekiem soku (2,53 %) cechowało się mięso świń rasy złotnickiej pstrej w porównaniu z mięsem mieszańców wbp x pbz (odpowiednio 19,70 % i 4,03 %). Rassmussen i Andersson [24] wskazują, że wysoki, a tym samym niekorzystny wyciek, może być spowodowany denaturacją białek mięśniowych, skurczem chłodniczym lub niskim pH.

Jednym z głównych czynników decydujących o sensorycznej jakości mięsa jest tłuszcz śródmięśniowy (intramuscular fat content - IMF). Jak podaje Gerbens [14], średnia zawartość IMF w mięsie, w konsekwencji prowadzenia selekcji świń na zawartość chudego mięsa w tuszy, spowodowała zmniejszenie jego ilości poniżej zalecanego optimum. Wiele badań wskazuje na niekorzystnie małą zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięsie świń [5, 15, 26]. Wartości średnie poziomu IMF w mięsie świń obu porównywanych grup w badaniach własnych nie wykazują różnic statystycznie istotnych i są nieco niższe od wartości przyjętych za optymalne (1,87 % u złotnickiej pstrej oraz 1,72 % u mieszańców F_1). Alfonso i wsp. [1] analizowali tempo wzrostu, zawartość tłuszczu w tuszy oraz jakość mięsa świń rasy Basque. Stwierdzili wysoko istotnie większą marmurkowatość oka polędwicy świń tej rasy (0,70 %) niż rasy Large White (0,46 %), ($P < 0,001$), a ponadto znacznie ciemniejsze i bardziej czerwone mięso. Rasa

ta, podobnie jak polska rodzima rasa złotnicka pstra, nie jest objęta selekcją na wzrost mięsności.

Tabela 1

Wybrane cechy jakości tuszy i mięsa.
Selected carcass and meat quality characteristics.

Badana cecha Characteristic analyzed	Rasa, mieszańce / Breed, cross-breeds	
	Złotnicka pstra Zlotnicka Spotted	F_1 (wbp × pbz) F_1 (PLW × PL)
Masa tuszy zimnej [kg] Cold carcass weight [kg]	$79{,}39^A \pm 7{,}74$	$88{,}87 \pm 8{,}90^B$
Powierzchnia przekroju polędwicy [cm^2] Loin cross section area [cm^2]	$33{,}54^A \pm 5{,}92$	$48{,}03^B \pm 10{,}86$
Średnia grubość słoniny z 5 pomiarów [mm] Average backfat thickness [mm]	$29{,}62^A \pm 6{,}19$	$22{,}83^B \pm 4{,}07$
pH_1	$6{,}34 \pm 0{,}37$	$6{,}34 \pm 0{,}29$
Jasność barwy [%] Lightness [%]	$19{,}14^A \pm 2{,}85$	$21{,}72^B \pm 2{,}83$
Minolta L*	$49{,}28^A \pm 2{,}50$	$52{,}11^B \pm 1{,}90$
WHC [% wody luźnej] WHC [loose water %]	$16{,}48^A \pm 3{,}23$	$19{,}70^B \pm 3{,}68$
Swobodny wyciek soku [%] Drip loos [%]	$2{,}53^A \pm 1{,}56$	$4{,}03^B \pm 2{,}28$
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego [%] Intramuscular fat content [%]	$1{,}87 \pm 0{,}74$	$1{,}72 \pm 0{,}76$
Kruchość mięsa [N/cm] Tenderness of meat [N/cm]	$43{,}76 \pm 14{,}98$	$43{,}91 \pm 9{,}51$

A, B – różnice statystycznie istotne $P \leq 0{,}01$ / statistically significant differences at $P \leq 0.01$

Zawartość kwasów tłuszczowych w badanym mięsie przedstawiono w tab. 2. Spośród nasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono występowanie kwasu mirystynowego, palmitynowego oraz stearynowego. Największe różnice pod względem zawartości tych kwasów wykazano w stosunku do kwasu C16:0, gdzie większą jego zawartością cechowało się mięso osobników F_1 (29,50 %) niż tuczników grupy pierwszej (28,16 %), ($P \leq 0{,}05$). Alfonso i wsp. [1] wykazali istotne różnice przy poziomie $P < 0{,}01$ pomiędzy zawartością kwasu stearynowego w mięsie świń rasy Basque (14,5 %) a Large White (15,6 %). W badaniach przeprowadzonych przez Enser i wsp.

[9] w stekach polędwicy wieprzowej pochodzących z czterech supermarketów nie stwierdzono występowania nasyconego kwasu mirystynowego. Zawartość kwasu C16:0, jak i C18:0 w porównaniu z niniejszymi danymi była mniejsza. W obrębie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych stwierdzono najwięcej kwasu oleinowego w obu badanych grupach. Krzysztoforski i wsp. [22] wskazują na większą zawartość C18:1 w mięśniu *longissimus dorsi* tuczników niskomięsnych (47,07 %) w stosunku do wysokomięsnych (45,69 %). Analizowana zawartość kwasów nasyconych oraz jednonienasyconych była zbliżona w mięsie świń obu grup. Podobne wyniki uzyskali Alfonso i wsp. [1], natomiast mniejszą zawartość SFA oraz większą MUFA w stosunku do uzyskanych w niniejszym doświadczeniu wykazali Battacone i wsp. [3] oraz Krzysztoforski i wsp. [22].

Tabela 2

Zawartość kwasów tłuszczowych w mięsie [%].
Content of fatty acid in meat [%].

Badana cecha Characteristic analyzed	Rasa, mieszańce / Breed, cross-breeds	
	Złotnicka pstra Zlotnicka Spotted	F_1 (wbp x pbz) F_1 (PLW x PL)
C14:0 mirystynowy C14:0 myristic	1,12 ± 0,23	1,27 ± 0,26
C16:0 palmitynowy C16:0 palmitic	$28,16^a$ ± 1,34	$29,50^b$ ± 1,57
C16:1 palmitooleinowy C16:1 palmitoleic	3,16 ± 0,66	3,69 ± 0,74
C18:0 stearynowy C18:0 stearic	14,56 ± 1,84	13,69 ± 1,49
C18:1 oleinowy C18:1 oleic	43,41 ± 3,62	42,36 ± 2,02
C18:2 linolowy C18:2 linoleic	9,58 ± 2,48	9,48 ± 2,67
Kwasy nasycone SFA SFA Saturated acids	43,84 ± 2,08	44,46 ± 1,82
Kwasy jednonienasycone MUFA MUFA Monounsaturated acids	46,58 ± 2,88	46,05 ± 3,97

a,b – różnice statystycznie istotne $P \leq 0,05$ / statistically significant differences at $P \leq 0.05$

T a b e l a 3

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych a ważniejszymi cechami jakości tuszy i mięsa.

Correlation coefficients between the intramuscular fat content and profile of fatty acids, and the more important carcass and meat quality characteristics.

Zmienna Variables	Średnia grubość słoniny Average backfat thickness		Zawartość tłuszczu śródmięś. IMF content	pH_1	Jasność Lightness	L*	Kruchość Tenderness
Średnia grubość słoniny z 5 pomiarów Average backfat thickness	Złp	-	-0,264*	0,442**	-0,220	0,081	0,235
	F_1	-	-0,078	-0,032	-0,028	-0,121	0,091
Tłuszcz śródmięśniowy Intramuscular fat	Złp	-0,264*	-	-0,280*	0,233	0,085	-0,158
	F_1	-0,078	-	-0,119	0,276	0,186	0,109
C14:0 [1)]	- 0,235		0,201	0,007	0,170	0,206	-0,120
C16:0	-0,055		-0,105	0,127	0,196	0,318	-0160
C16:1	-0,399*		0,069	-0,027	0,234	0,394*	0,101
C18:0	0,312		0,025	0,157	-0,121	-0,172	-0,147
C18:1	-0,052		0,612**	0,060	0,218	0,150	-0,048
C18:2	0,024		-0,732**	-0,252	-0,389*	-0,398*	0,240
Kwasy nasycone, SFA SFA saturated acids	0,199		-0,037	0,241	0,073	0,131	-0,272
Kwasy jednonienasycone, MUFA MUFA monounsaturated acids	-0,134		0,571**	0,049	0,250	0,223	-0,022

* – współczynniki korelacji statystycznie istotne przy $P \leq 0,05$ / statistically significant correlation coefficients at $P \leq 0.05$;

** – współczynniki korelacji statystycznie istotne przy $P \leq 0,01$ / statistically significant correlation coefficients at $P \leq 0.01$;

[1)] – współczynniki korelacji dla obu ras łącznie / correlations for two breeds altogether.

Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu śródmięśniowego oraz profilem kwasów tłuszczowych a ważniejszymi wskaźnikami jakości tuszy i mięsa zestawiono w tab. 3. Istotną ujemną korelację pomiędzy średnią grubością słoniny a zawartością tłuszczu śródmięśniowego wykazano tylko w przypadku świń rasy złotnickiej pstrej (r = -0,264*). Wielu badaczy wskazuje na genetyczne podłoże zależności pomiędzy zawartością IMF a grubością słoniny. Hovenier i wsp. [19] podają korelację dodatnią na poziomie r = 0,37, a Suzuki i wsp. [28], również dodatnią, choć na niskim poziomie r = 0,28. Z kolei Wood i wsp. [30] zaobserwowali brak wyraźnej współzależności między grubością okrywy tłuszczowej a zawartością tłuszczu śródmięśniowego. Porównując tradycyjne rasy Berkshire i Tamworth, cechujące się zbliżoną, grubą słoniną, stwierdzili istotnie wysoką dysproporcję zawartości IMF (2,29 i 0,91 %). Autorzy ci wskazują na działanie czynników genetycznych determinujących anatomiczną lokalizację odkładania tłuszczu w ciele.

Uzyskane wyniki własne nie wykazały wyraźnego wpływu zawartości IMF na badane właściwości mięsa. Zaobserwowano jedynie pewną tendencję do wyższych wartości pH_1 w mięsie przy mniejszej zawartości tłuszczu śródmięśniowego świń rasy złotnickiej pstrej ($P \leq 0,05$). Zawartość niektórych nienasyconych kwasów tłuszczowych była natomiast istotnie skorelowana z pewnymi właściwościami mięsa. I tak, jednonienasycony kwas palmitooleinowy C16:1 był dodatnio skorelowany z jasnością barwy mierzoną aparatem Minolta ($P \leq 0,05$), a jego poziom był większy w mięsie zwierząt o grubszej słoninie ($P \leq 0,05$). Dwunienasycony kwas linolowy C18:2 był dodatnio skorelowany z ciemniejszą barwą mięsa ($P \leq 0,05$). Ponadto jego zawartość była istotnie mniejsza przy wyższej zawartości IMF w mięsie ($P \leq 0,01$). Zawartość jednonienasyconego kwasu oleinowego C18:1 była większa przy wyższym poziomie tłuszczu śródmięśniowego ($P \leq 0,01$). Według Fernandeza i wsp. [10] korelacje między głównymi kwasami tłuszczowymi (C16:0; C18:0; C18:1; C18:2) były bliskie zeru.

Wnioski

1. Stwierdzono ujemną zależność pomiędzy otłuszczeniem tuszy mierzonym grubością słoniny a zawartością tłuszczu śródmięśniowego, ale tylko w przypadku świń rasy złotnickiej pstrej.
2. Profil kwasów tłuszczowych w mięsie był zbliżony u obu porównywanych grup rasowych świń, jedynie udział kwasu palmitynowego był istotnie mniejszy w mięsie świń rasy złotnickiej pstrej niż mieszańców F_1.
3. Większa zawartość IMF w mięsie była istotnie dodatnio skorelowana z udziałem kwasu oleinowego C18:1 i ujemnie z udziałem kwasu linolowego C18:2.

Literatura

[1] Alfonso L., Mourot J., Insausti K., Mendizabal J.A., Arana A.: Comparative description of growth, fat deposition, carcass and meat quality characteristics of Basque and Large White pigs. Anim. Res., 2005, **54**, 33-42.

[2] AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis 15th Ed., 1990.

[3] Battacone G., Nudda A., Manca M.G., Rubattu R., Pulina G.: Effect of dietary oil supplementation on fatty acid profile of backfat and intramuscular fat in finishing pigs. Ital. J. Anim. Sci., 2009, **8 (2)**, 477-479.

[4] Bejerholm A.C., Barton-Gade P.: Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. Proc. 30th Eur. Mtg. of Meat Research Workers. Bristol, 1986, pp. 389-391.

[5] Czarniecka-Skubina E., Przybylski W., Jaworska D., Wachowicz I., Urbańska I., Niemyjski S.: Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **6 (55)**, 285-294.

[6] De Smet S., Raes K., Demeyer D.: Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim. Res., 2004, **53**, 81-98.

[7] DeVol D.L., McKeith F.K., Bechtel P.J., Novakofski J., Shanks R.D., Carr T.R.: Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in random sample of pork carcasses. J. Anim. Sci., 1988, **66**, 385-395.

[8] Doran O., Bessa R.J.B., Hughes R.A., Jeronimo E., Moreira O.C., Prates J.A.M., Marriott D.: Breed-specific mechanisms of fat partitioning in pigs. EAAP – 60th Annual Meeting, Barcelona 2009, p. 443.

[9] Enser M., Hallett K., Hewett B., Fursey G.A.J., Wood J.D.: Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. Meat Sci., 1996, **44**, 443-458.

[10] Fernandez A., De Pedro E., Nunez N., Silio L., Garcia-Casco J., Rodriguez A.: Genetic parameters for meat and fat quality and carcass composition traits in Iberian pigs. Meat Sci., 2003, **64**, 405-410.

[11] Fernandez X., Monin G., Talmant A., Mourot J., Lebert B.: Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat – 2. Consumer acceptability of *m. longissimus lumborum*. Meat Sci., 1999, **53**, 67-72.

[12] Florowski T., Pisula A., Adamczak L., Buczyński J.T., Orzechowska B.: Technological parameters of meat in pigs of two Polish local breeds – Złotnicka Spotted and Pulawska. Anim. Sci. Pap. Rep., 2006, vol. **24 (3)**, 217-224.

[13] Folch J., Lees M., Stanley G.H.S.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 1956, **226**, 497-509.

[14] Gerbens F.: Genetic control of intramuscular fat accretion. In: Muscle development of livestock animals. Eds te Pas M.F.W., Everts M.E., Haagsman H.P. 2004, pp. 343-361.

[15] Grajewska S., Bocian M.: Plastyczność surowego mięsa wieprzowego jako wskaźnik jego jakości z uwzględnieniem genotypu świń *RYR1*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3 (44)** Supl., 38-47.

[16] Grau R., Hamm R.: Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. Fleischwirtschaft, 1952, **4**, 295-297.

[17] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J., Buczyński J.T., Lisiak D., Janiszewski P.: Jakość tusz oraz przydatność technologiczna mięsa świń ras złotnickich. Rocz. Nauk. Zoot., 2007, **34 (2)**, 239-250.

[18] Honikel K.O.: The water binding of meat. Fleischwirtschaft, 1987, **67 (9)**, 1098-1102.

[19] Hovenier R., Kanis E., Van Asseldonk T., Westerink N.G.: Genetic parameters of pig meat quality traits in a halothane negative population. Liv. Prod. Sci., 1992, **32**, 309-321.

[20] Itten J.: The Elements of Color. Chapman & Hall, London 1997

[21] Kapelański W., Rak B.: Growth performance and carcass traits of pietrain and złotniki spotted pigs and their crossbreeds evaluated in 1969 and 1997. Adv. Agric. Sci., 1999, **6 (2)**, 45-50.
[22] Krzysztoforski K., Nowak J., Migdał W.: Wpływ zróżnicowanej mięsności tuczników rasy pbz na profil kwasów tłuszczowych w mięśniu najdłuższym grzbietu (*m. longissimus*). Rocz. Nauk. Zoot., 2007, **34 (2)**, 157-163.
[23] Pohja M.S., Niinivaara F.P.: Die Bestimmung des Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstankdruckmethode. Fleischwirtschaft, 1957, **9**, 193-196.
[24] Rasmussen A.J., Andersson M.: New method for determination of drip loss in pork muscles. "Meat for the consumer", 42nd ICoMST, 1996, 1-6 September, Lillehamer Norway, 286-287.
[25] Różyczka J., Grajewska-Kołaczyk S., Kortz J.: A simplified method of the objective measurement of colour in fresh pork meat. Rocz. Nauk Rol., 1968, **90 (B-3)**, 345-353.
[26] Schwörer D., Hofer A., Lorenz D., Rebsamen A.: Selection progress of intramuscular fat in Swiss pig production. EAAP Publication, 2000, No. **100**, Zurich, Switzerland, 25 August 1999, 69-72.
[27] Statistica. StatSoft Poland (data analysis software system), Version 8.0 PL. (2007) Krakow, Poland.
[28] Suzuki K., Irie M., Kadowaki H., Shibata T., Kumagai M., Nishida A.: Genetic parameter estimates of meat quality in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness, and intramuscular fat content. J. Anim. Sci. 2005, **83**, 2058-2065.
[29] Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Medyński A., Rzosińska W., Bartkowiak Z., Danyluk B.: Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz., 1999, **36**, 61-76.
[30] Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M.: Effects of fatty acid on meat quality: a review. Meat Sci., 2003, **66**, 21-32.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CARCASS FATNESS AND INTRAMUSCULAR FAT CONTENT, AND FATTY ACIDS PROFILE IN PIG MEAT

S u m m a r y

The objective of the present study was to determine the relationship between carcass fatness and intramuscular fat content, and the profile of fatty acids in pig meat of Złotnicka Spotted breed and of crossbreed F_1 (Polish Large White x Polish Landrace). The examined group comprised a total of 86 pigs, i.e. 60 Złotnicka Spotted pure breed pigs (Złp) and 26 F_1 cross-breeds (PLW x PL). The animals were reared under the ecological conditions. The Złotnicka Spotted pigs were slaughtered at about 106 kg of body weight and the cross-breed F_1 pigs at about 114 kg. The carcasses of Złotnicka Spotted pigs were fattier in comparison to the F_1 cross-breeds. The mean backfat thickness of 5 measurements was 29.62 mm (Złp) and 22.83 mm (F_1) respectively, and the differences were highly statistically significant at $P \leq 0.01$. The intramuscular fat content was highly similar in the two groups (1.87 % and 1.72 %). The profile of fatty acids in meat was also similar in the two groups being analyzed. Only the content of palmitic acid (C16:0) was significantly lower in the Złotnicka Spotted pigs than in the F_1 cross-breeds (28.16 % versus 29.50 %); ($P \leq 0.05$). A significant negative correlation was found between the mean backfat thickness and intramuscular fat content in the Złotnicka Spotted pigs only (r=-0.264*). Moreover, a significant positive relationship was proved to exist between the level of intramuscular fat and oleic acid contents C18:1 (r=0.612**), and a negative relationship relating to the linoleic acid content C18:2 (r=-0.732**). It is concluded that the negative relationship between the backfat thickness and intramuscular fat content is contingent on the pig breed type and that a higher intramuscular fat content is associated with the higher content of monounsaturated fatty acids (MUFA) in meat, represented, mainly, by the oleic acid C18:1.

Key words: pigs, fatness, intramuscular fat, fatty acids

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 209 – 218

EWA DĄBROWSKA, MONIKA MODZELEWSKA-KAPITUŁA,
ALEKSANDRA KWIATKOWSKA, BARBARA JANKOWSKA,
MAREK CIERACH

WPŁYW OBRÓBKI CIEPLNEJ W ŚRODOWISKU PARY WODNEJ NA TEKSTURĘ, SOCZYSTOŚĆ I ROZPUSZCZALNOŚĆ BIAŁEK KOLAGENOWYCH WOŁOWEGO MIĘŚNIA PODGRZEBIENIOWEGO

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

Przeprowadzono ocenę wołowego mięśnia podgrzebieniowego (*m. infraspinatus*), pochodzącego z tusz uzyskanych z krzyżowania towarowego polskiego bydła mlecznego i rasy Limousine, w celu ustalenia możliwości jego kulinarnego zastosowania. Określono podstawowy skład chemiczny całego surowego mięśnia (woda, białko, tłuszcz, kolagen i związki mineralne oznaczone w postaci popiołu) oraz parametry barwy (L*a*b*). Części mięśnia: głowę, środek i ogon poddano obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym odpowiednio do uzyskania temperatury wewnątrz elementu 75, 85 i 95 °C. Po obróbce określono: ubytki masy każdej z części, zawartość kolagenu mięśniowego i kolagenu rozpuszczalnego w wodzie, parametry barwy, siłę cięcia i przeprowadzono ocenę sensoryczną. Wykazano, że badany mięsień, o średniej masie 2668 g, charakteryzował się barwą typową dla wołowiny kulinarnej z bydła ras mięsnych. Zawierał 76,02 % wody, 20,13 % białka, w tym 1,94 % białka kolagenowego, 2,79 % tłuszczu i 0,98 % związków mineralnych. Obróbka cieplna tego mięśnia w piecu konwekcyjno-parowym do temperatury wewnątrz elementu 85 - 95 °C istotnie zmniejszyła jego twardość, korzystnie zmieniła stopień rozpuszczalności białek kolagenowych oraz pozytywnie wpłynęła na wyróżniki sensoryczne mięsa: kruchość, smak i ogólną akceptację.

Słowa kluczowe: mięsień podgrzebieniowy, tekstura, kolagen, soczystość

Wprowadzenie

Żywieniowcy zachęcają do konsumpcji mięsa wołowego, którego oferta handlowa jest bardzo zróżnicowana. Wołowina ze zwierząt ras mięsnych, ze względu na cenę, cieszy się popytem niewielkiej grupy konsumentów, inna o niższej cenie jest nie-

Mgr inż. E. Dąbrowska, dr inż. M. Modzelewska-Kapituła, dr hab. A. Kwiatkowska, prof. UWM, dr inż. B. Jankowska, prof. dr hab. M. Cierach, Katedra Technologii i Chemii Mięsa, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1, 10-718 Olsztyn

chętnie kupowana ze względu na nieodpowiednie cechy tekstury, barwę i ograniczoną przydatność kulinarną. W ostatnich latach w handlu pojawiła się wołowina pochodząca z krzyżowania towarowego ras mięsnych z polskim bydłem mlecznym [14]. Asortyment wołowiny kulinarnej tworzą: zrazowe, ligawa, rostbef, karkówka, antrykot, rozbratel i szponder. Pozostałe wyręby i mięśnie przeznacza się do produkcji mięsa wykorzystywanego w przetwórstwie. Należy do nich mięsień podgrzebieniowy, odznaczający się znaczną masą (około 3 kg) i dużymi skupiskami śródmięśniowej tkanki łącznej, która ogranicza możliwość wykorzystania tego mięsa w celach kulinarnych. Współcześnie, coraz częściej zaleca się dostarczanie organizmowi odpowiedniej ilości białek kolagenowych, których brak w diecie przyczynia się do upośledzenia funkcji stawów oraz stanu skóry, włosów i paznokci. Zalecenia te dotyczą głównie osób aktywnych ruchowo oraz starszych [12].

Celem pracy była ocena mięśnia podgrzebieniowego, będącego bogatym źródłem białek kolagenowych, w kierunku możliwości jego kulinarnego zastosowania.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowił mięsień podgrzebieniowy (*m. infraspinatus*) pochodzący z tusz uzyskanych w wyniku krzyżowania towarowego polskiego bydła mlecznego z rasą Limousine (n = 4). Masa żywych zwierząt przeznaczonych do uboju wynosiła 450 - 500 kg, tusze po uboju i wychłodzeniu dojrzewały w temp. 4 °C przez 5 dni.

Mięsień podgrzebieniowy dzielono na trzy części: głowę, środek i ogon. Z każdej wycinano w poprzek włókien plaster o grubości 1 cm. W pięciu punktach na powierzchni każdego plastra dokonano pomiarów parametrów barwy (L*a*b*) za pomocą kolorymetru (Dr Lange, LMG170) [6]. Po dwukrotnym rozdrobnieniu mięsa, przez sitko o średnicy oczek 3 mm, oznaczano podstawowy skład chemiczny tj. zawartość: wody metodą suszarkową [9], tłuszczu [7], białka [8], związków mineralnych w postaci popiołu [11], kolagenu ogólnego i rozpuszczalnego w wodzie [4]. Oznaczano także zawartość wody wolnej metodą Grau'a -Hamma [3], stosując do pomiarów powierzchni plam program do komputerowej analizy obrazu (Nikon NIS-Elements Br 2.0).

Pozostałe kawałki mięśnia poddano obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym (Küppersbuch CPE 110), w parze (temp. 120 °C) do uzyskania wewnątrz próby z części głowowej mięśnia 75 °C, z części środkowej 85 °C i z części ogonowej 95 °C. Masę mięśnia i jego poszczególnych części oraz ubytki w czasie obróbki cieplnej zamieszczono w tab. 1. W mięsie po obróbce cieplnej określano zawartość kolagenu całkowitego i rozpuszczalnego w wodzie [4]. Mierzono wartość siły cięcia [N/cm^2] próbek o polu przekroju poprzecznego 10×10 mm, przy stałej prędkości elementu tnącego wynoszącej 2 mm/s (TA-XT2i z przystawką Warnera-Bratzlera) [1]. Dokonano także pomiarów parametrów barwy (Dr Lange, LMG170) w pięciu punk-

tach na przekrojach poprzecznych elementów. Ocenie sensorycznej, przeprowadzanej przez dziesięcioosobowy zespół metodą punktową w skali 1 - 9 [10], poddano plastry o grubości 2 mm. Ocena obejmowała takie wyróżniki, jak: wygląd przekroju, kruchość, soczystość, smak, zapach, barwa i pożądalność ogólna.

Statystyczną analizę wyników przeprowadzono przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA na poziomie istotności $p \leq 0,05$. Po uzyskaniu istotnych wartości testu F przeprowadzono test Duncana ($p \leq 0,05$) umożliwiający porównanie wartości średnich (Statistica 7.0, StatSoft Inc.).

Wyniki i dyskusja

Mięsień podgrzebieniowy uzyskany z tusz otrzymanych w wyniku krzyżowania ras mięsnych z polskim bydłem mlecznym charakteryzował się przeciętną masą 2668 g (tab. 1). Skład chemiczny mięśnia przedstawiał się następująco: woda 76,02 %, białko 20,13 %, w tym białko kolagenowe 1,94 %, tłuszcz 2,79 %, związki mineralne oznaczone w postaci popiołu 0,98 % (tab. 2). Parametry barwy mięśnia surowego (tab. 3) były zbliżone do charakteryzujących wołowinę kulinarną z bydła ras mięsnych [13].

Tabela 1

Ubytki masy mięśnia podgrzebieniowego po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym.
Weight loss of top blade muscle after cooking in convection steam oven.

Masa mięśnia surowego całego Weight of raw muscle [g]	Część mięśnia podgrzebieniowego Portion of top blade muscle	Temp. końcowa obróbki cieplnej Final temperature of thermal processing [°C]	Masa elementów przed obróbka cieplną Weight of pieces prior to thermal processing [g]	Masa elementów po obróbce cieplnej Weight after thermal processing [g]	Ubytek Loss [%]
2668	Głowa Anterior	75	715	465	35 a
	Środek Central	85	690	420	39 b
	Ogon Posterior	95	710	403	43 c

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

Obróbka cieplna, prowadzona w piecu konwekcyjno-parowym w środowisku pary wodnej, spowodowała ubytki masy elementów. Stwierdzono, że wysokość końcowej temperatury obróbki cieplnej wpływała istotnie na wielkość ubytków masy ($p \leq 0,05$). Wraz ze wzrostem temperatury ubytki masy mięsa zwiększyły się znacząco (tab. 1). Na skutek obróbki cieplnej zmianie uległy parametry barwy mięsa, przy czym nie odnotowano statystycznie istotnego wpływu wysokości temperatury na wartości parametrów barwy w układzie L*a*b* (tab. 3). Po obróbce cieplnej zawartość wody zmniejszyła się w mięsie ogrzanym do temp. 75, 85 i 95 ºC w porównaniu z mięsem surowym odpowiednio do 61,7; 59,8 i 59,3 %. Zawartość wody w próbach po obróbce cieplnej prowadzonej do uzyskania temp. 75 ºC różniła się istotnie ($p \leq 0,05$) od zawartości wody w próbach ogrzewanych do wyższej temperatury (tab. 2).

Tabela 2

Podstawowy skład chemiczny surowego mięśnia podgrzebieniowego i poddanego obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym.

Basic chemical composition of raw top blade muscle and after thermal processing in convection steam oven.

Część mięśnia podgrzebieniowego Portion of top blade muscle	Temp. końcowa obróbki cieplnej Final temperature of thermal processing [°C]	Miara statystyczna Statistical measure	Woda Water [%]	Woda wolna Free water [%]	Białko Protein [%]	Tłuszcz Fat [%]	Popiół Ash [%]
Surowy Raw	-	$\overline{x}$	76,02 a	24,15	20,13	2,79 a	0,98
		S	2,47	5,37	1,56	1,70	0,05
Głowa Anterior	75	$\overline{x}$	61,68 b			6,80 b	
		S	1,63	-	-	3,80	-
Środek Central part	85	$\overline{x}$	59,77 c			6,63 b	
		S	1,97	-	-	4,42	-
Ogon Posterior	95	$\overline{x}$	59,34 c			5,25 ab	
		S	1,78	-	-	2,43	-

Objaśnienia: / Explanatory notes:

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

$\overline{x}$ – wartość średnia / mean value, S – odchylenie standardowe / standard deviation.

T a b e l a 3

Charakterystyka barwy mięśnia podgrzebieniowego surowego i po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym.
Colour description of raw top blade muscle and after thermal processing in convection steam oven.

Część mięśnia podgrzebieniowego Portion of top blade muscle	Temp. końcowa obróbki cieplnej Final temperature of thermal treatment [°C]	Miara statystyczna Statistical measure	Parametry barwy Colour parameters		
			L*	a*	b*
Surowy Raw	-	$\overline{x}$	39,01 a	12,41 a	22,90 a
		S	4,92	2,18	2,92
Głowa Anterior	75	$\overline{x}$	51,57 b	5,28 b	19,60 b
		S	3,72	1,25	1,06
Środek Central part	85	$\overline{x}$	49,26 b	4,68 b	19,97 b
		S	2,99	0,58	2,01
Ogon Posterior	95	$\overline{x}$	49,41 b	5,36 b	20,89 b
		S	3,70	1,15	1,63

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

Obróbka cieplna mięsa nie wpłynęła istotnie na zmianę zawartości białek kolagenowych w mięsie, a ich ilość w zależności od wysokości zastosowanej temperatury wynosiła od 2466,52 mg/100 g do 1767,59 mg/100 g (tab. 4). Istotnie zmieniła się natomiast zawartość kolagenu rozpuszczalnego w wodzie (czyli form tego białka o masie mniejszej od masy cząsteczki tropokolagenu) już w próbie mięśnia ogrzanej do temp. 75 °C, a ilość tej frakcji była dziesięciokrotnie większa w porównaniu z mięsem surowym (tab. 4). W próbach mięsa poddanego obróbce cieplnej w wyższej temperaturze zawartość związków kolagenowych rozpuszczalnych w wodzie zmniejszyła się, ale istotnie tylko w mięsie ogrzewanym do temp. 95 °C. Zmniejszenie zawartości frakcji kolagenowej rozpuszczalnej w wodzie było prawdopodobnie spowodowane tym, że znaczna jej ilość rozpuściła się w wycieku cieplnym, którego było najwięcej w tej właśnie temperaturze.

Siła cięcia próbek mięśnia podgrzebieniowego po obróbce cieplnej zależała od wysokości temperatury końcowej (tab. 5), ale statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie jej wartości dotyczyło tylko ogrzewania do temperatury 95 °C, czyli w warunkach, w których wykazano największe zmniejszenie się ilości białek kolagenowych.

Tabela 4

Zawartość związków kolagenowych w mięśniu podgrzebieniowym surowym i po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym.
Content of collagen compounds in raw top blade muscle and after thermal processing in convection steam oven.

Część mięśnia podgrzebieniowego Portion of top blade muscle	Temp. końcowa obróbki cieplnej Final temperature of thermal processing [°C]	Miara statystyczna Statistical measure	Kolagen ogólny [mg/100 g mięsa] Total collagen [mg/100 g of meat]	Kolagen rozpuszczalny w wodzie [mg/100 g mięsa] Water soluble collagen [mg/100 g of meat]	% kolagenu całkowitego % of total collagen
Surowe Raw meat	-	$\overline{x}$ S	1943,55a 579,23	122,67 c 52,33	6,31*
Głowa Anterior	75	$\overline{x}$ S	2466,52a 679,39	1276,35 a 435,15	51,75**
Środek Central part	85	$\overline{x}$ S	2119,87a 268,82	1036,34 ab 253,92	48,89**
Ogon Posterior	95	$\overline{x}$ S	1767,59a 113,21	654,35 b 69,31	37,02**

Oznaczenia jak pod tab. 2. Ponadto: / Explanatory notes as in Tab. 2. / Additionally:
* - w mięsie surowym / in raw meat; ** - w mięsie po obróbce cieplnej / in meat after thermal processing.

Temperatura końcowa obróbki cieplnej nie miała statystycznie istotnego wpływu ($p > 0,05$) na takie wyróżniki jakości sensorycznej, jak: wygląd przekroju mięśni, soczystość, zapach i barwa (tab. 6). Odnotowano, że wysokość temperatury końcowej wpłynęła znacząco na kruchość, smak i ogólną akceptację prób ($p \leq 0,05$). Mięso ogrzewane do najwyższej temperatury, wynoszącej 95 ºC, cechowało się największą kruchością, najkorzystniejszym smakiem i uzyskało najwyższe noty za ogólną akceptację.

Soczystość mięsa, czyli uczucie wilgotności jakiego doświadcza się podczas początkowego okresu przeżuwania, jest efektem uwalniania z produktu wody i tłuszczu śródmięśniowego. Różnice soczystości są przypisywane różnym ilościom wody za-

trzymanej w mięsie po obróbce i chłodzeniu wyrobów [2]. Chociaż stwierdzono istotne różnice zawartości wody pomiędzy próbami poddanymi obróbce cieplnej do osiągnięcia temp. 75 ºC i próbami ogrzewanymi do 85 i 95 ºC, były one zbyt małe, aby spowodować różnice w soczystości ocenianej sensorycznie. Ponadto nie wykazano statystycznie istotnych różnic zawartości tłuszczu pomiędzy próbami ogrzewanymi do różnych wartości temperatury końcowej, co także wpłynęło na wynik oceny sensorycznej.

Tabela 5

Wartości siły cięcia mięśnia podgrzebieniowego po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym w różnych wartościach temperatury.
Shear force values of top blade muscle after thermal processing in convection steam oven at different temperature values.

Część mięśnia podgrzebieniowego Portion of top blade muscle	Temp. końcowa obróbki cieplnej Final temperature of thermal processing [°C]	Miara statystyczna Statistical measure	Siła cięcia Shear force [N/cm^2]
Głowa Anterior	75	$\overline{x}$ S	40,64 a 6,10
Środek Central part	85	$\overline{x}$ S	36,26 a 4,70
Ogon Posterior	95	$\overline{x}$ S	26,25 b 6,42

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

Mięsień podgrzebieniowy rzadko i tylko fragmentarycznie jest przedmiotem badań. Z pracy Torrescano i wsp. [13], dotyczącej oceny 14 mięśni wołowych rasy Swiss Brown wynika, że miesień podgrzebieniowy należy do mięśni twardych (siła cięcia po ogrzaniu przez 2 h w 90 °C wynosi 4,24 kg/cm^2 czyli 41,59 N), zawiera mniej kolagenu (493 mg/100 g mięsa), który jest silnie usieciowany i słabo podatny na termohydrolizę. Jeremiah i wsp. [5] odnotowali, że mięśnie łopatki, do których należy mięsień podgrzebieniowy, wymagają krótszego czasu ogrzewania do osiągnięcia tej samej temperatury wewnątrz elementu w porównaniu z innymi mięśniami. Jednocześnie obróbka cieplna powoduje znaczne ubytki masy mięśni łopatki, większe niż w przypadku np. mięśnia najdłuższego klatki piersiowej (*m. longissimus thoracis*) czy pośladkowego większego (*m. psoas major*).

Tabela 6

Wyniki oceny sensorycznej mięśnia podgrzebieniowego po obróbce cieplnej w piecu konwekcyjno-parowym.
Results of sensory evaluation of top blade after thermal processing in convection steam oven.

Wyróżnik jakości Quality parameter	Miara statystyczna Statistical measure	Część mięśnia podgrzebieniowego / Temperatura końcowa [ºC] Portion of top blade muscle / End temperature [ºC]		
		Głowa / Anterior temp. 75	Środek / Central part temp. 85	Ogon / Posterior temp. 95
Wygląd przekroju Appearance of cross-section	$\overline{x}$ S	6,39 a 2,11	6,53 a 2,08	7,30 a 1,86
Kruchość Tenderness	$\overline{x}$ S	6,07 a 1,71	6,60 a 1,48	7,53 b 1,50
Soczystość Juiciness	$\overline{x}$ S	6,03 a 1,78	6,23 a 1,74	6,60 a 1,90
Smak Taste	$\overline{x}$ S	7,10 a 1,59	7,10 a 1,40	7,90 b 1,26
Zapach Aroma	$\overline{x}$ S	7,45 a 1,30	7,47 a 1,33	7,70 a 1,24
Barwa Colour	$\overline{x}$ S	7,17 a 1,42	7,33 a 1,40	7,52 a 1,27
Pożądalność ogólna Overall acceptability/desirability	$\overline{x}$ S	6,55 a 1,59	6,77 a 1,48	7,57 b 1,38

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

Wnioski

1. Obróbka cieplna mięśnia podgrzebieniowego wpływa na ubytki jego masy, których wielkość zależy od wartości osiąganej temperatury w mięśniu. Zmiany te prowadzą do zmniejszenia zawartości wody i kolagenu w niej rozpuszczonego.
2. Ogrzanie mięsa do temperatury 75 ºC zmienia parametry barwy na przekroju mięśnia. Ogrzanie do wyższych wartości temperatury nie wpływa na dalsze zmiany tej cechy.
3. Siła cięcia próbek mięśnia podgrzebieniowego po obróbce cieplnej zależy od wysokości temperatury, do której go ogrzano, przy czym największe zmiany mają miejsce po ogrzaniu do temperatury 95 °C. Równocześnie w tej temperaturze mięsień ma najmniejszą zawartość białek kolagenowych.

4. Obróbka cieplna mięsa w zakresie osiąganych wewnątrz mięśnia wartości temperatury 75 - 95 °C nie ma istotnego wpływu na ocenę sensoryczną wyglądu przekroju, soczystości, zapachu i barwy. Istotnie korzystny wpływ na smak, kruchość i ogólną akceptację ma obróbka cieplna prowadzona do uzyskania wewnątrz mięśnia temperatury 95 ºC.

Praca powstała w ramach Projektu WND-POIG.01.03.01-00-204/09 Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od zagrody do widelca", współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013 (Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-02).

Literatura

[1] Bourne M.: Texture profile analysis. Food Technol., 1976, **32 (6)**, 62.
[2] Drummond L., S. Da-Wen , Talens Vila C., Scannell A.G.M.: Application of immersion vacuum cooling to water-cooked beef joints – Quality and safety assessment. LWT - Food Sci. Technol., 2009, **42 (1)**, 332-337.
[3] Hamm R.: Functional properties of the myofibrilar system and their measurement. In: Bechtel PJ (eds) Muscle as Food. Academic Press Inc, London 1986, pp. 143-147.
[4] Jankowska B., Korzeniowski W., Kwiatkowska A.: Changes in solubility of porcine muscle collagen upon the influence of high pressure. Natural Sci., 2000, **6**, 173- 180.
[5] Jeremiah L.E., Dugan M.E.R., Aalhus J.L., Gibson L.L.: Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. Meat Sci., 2003, **65 (3)**, 985–992.
[6] Kłosowska B.M., Olkiewicz M.: Barwa modelowego surowo dojrzewającego produktu mięsnego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2000, **1 (22),** 56-64.
[7] PN-73/A-82111. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu w mięsie i przetworach mięsnych.
[8] PN-75/A-04018. Produkty rolno-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.
[9] PN-ISO 1442:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza).
[10] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia – Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
[11] PN-ISO 936:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie popiołu całkowitego.
[12] Świderski F., Czerwonka M., Waszkiewicz-Robak B.: Hydrolizat kolagenu nowoczesny suplement diety. Przem. Spoż., 2009, **4 (63)**, 42-44.
[13] Torrescano G., Sanchez-Escalante A., Gimenez B., Roncales P., Beltran J.A.: Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. Meat Sci., 2003, **64 (1)**, 85-91.
[14] Wajda S.: Możliwości wzrostu produkcji i poprawy jakości wołowiny. Gosp. Mięs., 2006, **12**, 26-29.

EFFECT OF THERMAL PROCESSING IN STEAM ENVIRONMENT ON TEXTURE, JUICINESS, AND COLLAGEN SOLUBILITY IN BEEF TOP BLADE MUSCLE

S u m m a r y

A beef top blade muscle (m. infraspinatus) was evaluated in order to determine the possibility of its culinary application; the muscle evaluated was from cattle, which was a cross-breed of the Polish dairy cattle and Limousin breed. The basic chemical composition (water content, protein, fat, collagen, mineral compounds assayed as ash) of the whole raw muscle meat were determined as were its colour parameters (L*a*b*). The parts of the muscle: head, middle part, and tail were cooked in a convection steam oven so as to obtain a temperature 75, 85, 95 ºC, respectively, inside the element. After the cooking completed, in every part cooked, the following parameters were determined: cooking loss in each part, content of muscle and soluble collagen, colour parameters, and shear force. The sensory evaluation was also conducted. It was proved that the muscle, weighing 2668 g on average, was characterized by the colour parameters typical for culinary beef from beef cattle. It contained 76.02 % of water, 20.13 % of proteins including 1.94 % of collagen, 2.79 % of fat, and 0.98 % of mineral compounds. Cooking the muscle in the convection steam oven to the temperature ranging from 85 to 95 ºC inside the cooked part significantly decreased the toughness, advantageously impacted the degree of collagen protein solubility, and beneficially influenced sensory parameters of the cooked meat, such as tenderness, taste and overall acceptability.

Key words: top blade muscle, texture, collagen, juiciness

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 219 – 227

MARTA CHMIEL, KRZYSZTOF DASIEWICZ, MIROSŁAW SŁOWIŃSKI

OCENA JAKOŚCI DROBNEGO MIĘSA WOŁOWEGO METODĄ KOMPUTEROWEJ ANALIZY OBRAZU

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

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości drobnego mięsa wołowego pozyskanego w warunkach przemysłowych z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej. Wykonano fotografie badanego mięsa, a następnie przeprowadzono komputerową analizę obrazu. Parametry wyznaczone tą metodą (tj. składowe barwy R, G, B oraz udział pól białych) skorelowano z wyróżnikami jakości mięsa. Stwierdzono nieliczne istotne zależności, co wskazuje na konieczność określenia optymalnych warunków wykonywania fotografii do komputerowej analizy obrazu. Dokładniejsze wyniki stosowania metody komputerowej analizy obrazu uzyskuje się w przypadku badania elementów mięsa o mało zróżnicowanym białym zabarwieniu tkanki tłuszczowej.

Słowa kluczowe: drobne mięso wołowe, komputerowa analiza obrazu (KAO), składowe barwy R, G, B, jakość

Wprowadzenie

O wartości użytkowej i kierunku wykorzystania mięsa decyduje zawartość w nim tkanki mięśniowej, łącznej i tłuszczowej oraz właściwości technologiczne. Drobne mięso wołowe pozyskiwane jest z różnych części tuszy podczas rozbioru i wykrawania elementów zasadniczych. Surowiec taki odznacza się znaczną zmiennością zawartości tkanki tłuszczowej oraz zróżnicowaną jakością. Jakość surowców w dużym stopniu wpływa na jakość gotowego wyrobu, jego akceptowalność i decyzję zakupu. Są to ważne cechy zarówno dla konsumentów, jak i dla przetwórców. Wzrastające wymagania w zakresie jakości i bezpieczeństwa produktów żywnościowych, w tym produktów mięsnych, wymuszają konieczność poszukiwania nowych, obiektywnych, szybkich i bezinwazyjnych metod ich oceny. Powyższe oczekiwania mogą zostać spełnione poprzez zastosowanie m.in. komputerowej analizy obrazu.

Mgr inż. M. Chmiel, dr inż. K. Dasiewicz, dr hab. M. Słowiński, prof. SGGW, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa

Od szeregu lat prowadzone są badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu (KAO) do oceny jakości mięsa. Metoda ta może być wykorzystywana do określenia parametrów geometrycznych badanego obiektu (np. kształt, wielkość) lub też innych jego cech, np.: barwy lub poziomów jasności. Wielu autorów potwierdziło przydatność KAO do oceny jakości mięsa wieprzowego [1, 3, 4, 15, 16, 17, 19], w tym do szacowania zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym [6], a otrzymane wyniki potwierdziły skuteczność tej metody. Prowadzone były także badania nad zastosowaniem komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego [4, 5, 7, 10, 14] i drobiowego [26], jak również zależności pomiędzy parametrami barwy ocenianymi metodą KAO a metodami fizykochemicznymi [30]. Metodę KAO można także zastosować do szacowania zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie wieprzowym [8]. Istnieje również możliwość automatycznej klasyfikacji mięsa wołowego na podstawie marmurkowatości za pomocą KAO [29]. Komputerowa analiza obrazu, jako szybka, powtarzalna oraz nieinwazyjna metoda może zastąpić szereg kosztownych, praco- i czasochłonnych pomiarów [20, 25, 27, 28]. Zastosowanie jej w praktyce przemysłowej pozwoli zobiektywizować subiektywną metodę wzrokowej oceny jakości mięsa.

Celem niniejszej pracy było wdrożenie prostej, szybkiej, bezinwazyjnej metody oceny jakości drobnego mięsa wołowego, jaką jest komputerowa analiza obrazu (KAO).

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiło drobne mięso wołowe pozyskane w warunkach przemysłowych z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej. Badania przeprowadzono na 12 próbkach mięsa. Każdorazowo analizie poddawano próbki mięsa drobnego o masie około 5 kg, które przekładano do pojemnika. W celu wyeliminowania powstawania ewentualnych cieni ręcznie wyrównywano powierzchnię fotografowanego mięsa. Następnie pojemnik umieszczano w stanowisku pomiarowym. Wykonano serie fotografii aparatem cyfrowym Olympus 1400L, w standardowych warunkach, przy oświetleniu żarowym na tle zielonym. Warunki wykonywania fotografii przyjęto na podstawie wcześniejszych badań [6]. Po wykonaniu fotografii pobierano reprezentatywną próbkę mięsa (ok. 0,5 kg) do oceny laboratoryjnej, z 5 różnych miejsc pojemnika. Przed wykonaniem oznaczeń fizykochemicznych mięso rozdrabniano dwukrotnie w wilku laboratoryjnym przy użyciu siatki o średnicy otworów 3 mm.

Zawartość podstawowych składników chemicznych w badanym mięsie oznaczano metodami odwoławczymi: tłuszczu – metodą Soxhleta [23], białka – metodą Kjeldahla [21] oraz wody – metodą suszenia [22]. W badanym mięsie oznaczano także wybrane wyróżniki właściwości technologicznych: pH [24], ilość wycieku po obróbce termicznej (ogrzewając ok. 30 g mięsa w łaźni wodnej w temp. 70 ± 2 °C przez 30 min) [18], zdolność utrzymywania wody własnej (metodą bibułową) [18]. Stosując

program analityczny CARNE 2.2. [13] na uzyskanych fotografiach określano udział pól białych oraz przeprowadzono analizę składowych barwy R, G, B.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej [9] wykorzystując program StatgraphicS 4.1, na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń podstawowego składu chemicznego (zawartość: wody, białka, tłuszczu) oraz wybranych wyróżników określających właściwości technologiczne drobnego mięsa wołowego przedstawiono w tab. 1. Uzyskane wyniki są porównywalne pod względem zawartości białka z danymi literaturowymi [5]. Natomiast oznaczona w niniejszej pracy zawartość wody była mniejsza, a tłuszczu większa w porównaniu z wynikami badań prowadzonych przez innych autorów na tym samym elemencie [5, 11, 12]. Rozbieżności w otrzymanych wynikach mogły być spowodowane różnicami w stopniu przetłuszczenia mięsa pozyskanego z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej, a także zmiennością osobniczą między zwierzętami, z których pozyskiwane było mięso.

Tabela 1

Zawartość podstawowych składników chemicznych oraz wybrane wyróżniki jakości technologicznej drobnego mięsa wołowego.
Content of basic chemical components and selected technological quality parameters of beef trimmings.

Wyróżnik Parameter	Zawartość wody Water content [%]	Zawartość białka Protein content [%]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]
$\overline{x} \pm s$	55,6 ± 1,1	17,9 ± 0,3	25,4 ± 1,2
min	53,3	17,3	23,5
max	57,0	18,3	27,6
Wyróżnik Parameter	pH	Ilość wycieku po obróbce termicznej Cooking loss [%]	Zdolność utrzymywania wody własnej Water holding capacity [cm^2/g]
$\overline{x} \pm s$	5,4±0,07	23,3±3,4	18,6±1,9
min	5,3	16,8	15,9
max	5,6	27,7	22,0

Objaśnienia: / Explanatory notes:
n = 12
$\overline{x} \pm s$ – wartość średnia ± odchylenie standardowe / mean value ± standard deviation; min – wartość minimalna / minimal value; max – wartość maksymalna / maximum value.

Za najważniejszy wyróżnik określający przydatność technologiczną mięsa wołowego uznawana jest wartość pH. Oznaczona kwasowość czynna badanego drobnego mięsa wołowego mieściła się w przedziale od 5,3 do 5,6. Uzyskane wyniki zbliżone są do literaturowych [11, 12].

Wśród wyróżników określających jakość wołowiny ważne miejsce zajmują także: ilość wycieku po obróbce termicznej oraz zdolność utrzymywania wody własnej. Wyróżniki te w badanych próbach mięsa były zróżnicowane (tab. 1). Potencjalny wpływ na zaobserwowane rozbieżności mógł mieć badany surowiec, który cechował się dużą zawartością tkanki tłuszczowej oraz małą zawartością wody.

Wykonane fotografie drobnego mięsa wołowego pozyskanego z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej poddano analizie za pomocą programu komputerowego. Wyznaczono składowe barwy R, G, B (ang. *Red* – czerwona, *Green* – zielona, *Blue* – niebieska) oraz określono udział pól białych występujących na obrazie – odpowiadający tkance tłuszczowej i łącznej. Wartości średnie R, G, B wynosiły odpowiednio: 187,4; 63,9 i 59,6 jednostki, natomiast średni udział pól białych wynosił 17,7 %.

W celu zbadania zależności między składowymi barwy R, G, B a zawartością podstawowych składników chemicznych mięsa oraz jego właściwościami technologicznymi, dokonano próby ich skorelowania. Również by zbadać możliwość wykorzystania komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tłuszczu przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy udziałem pól białych (wyznaczonych metodą KAO) a zawartością tłuszczu.

Uzyskane wartości współczynników korelacji wskazują na nieliczne istotne zależności (tab. 2). Stwierdzono ujemną istotną korelację pomiędzy składowymi barwy R, B a zawartością wody. Wyliczone współczynniki korelacji i determinacji wynosiły odpowiednio $r = -0{,}70^*$ i $R^2 = 49{,}0$ %; $r = -0{,}59^*$ i $R^2 = 35{,}1$ % (rys. 1 i 2).

Zależności te są zgodne z wynikami prowadzonych wcześniej prac, w których stwierdzono istotne korelacje pomiędzy składową barwy B a zawartością wody w mięsie [5]. W niniejszej pracy nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy składowymi barwy mierzonymi metodą komputerowej analizy obrazu a zawartością białka w badanym drobnym mięsie wołowym (tab. 2).

Przeprowadzona analiza statystyczna między składowymi barwy wyznaczonymi metodą komputerowej analizy obrazu a wybranymi wyróżnikami jakości technologicznej badanego drobnego mięsa wołowego nie wykazała istotnych korelacji (tab. 2). Stwierdzone zależności są odmienne od wyników uzyskanych w pracach związanych z zastosowaniem komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości najdłuższego mięśnia wołowego. W badaniach tych wykazano możliwość wykorzystania tej metody do szacowania zdolności utrzymywania wody własnej oraz pH tego mięsa [5]. W tym przypadku barwa tłuszczu, w związku z jego niewielką ilością, nie miała wpływu na wartości składowych barwy wyznaczonych metodą KAO. Na obrazach większy udział

stanowiła tkanka mięśniowa, stąd większa liczba zaobserwowanych istotnych korelacji, w przeciwieństwie do korelacji uzyskanych w niniejszych badaniach.

Tabela 2

Współczynniki korelacji między składowymi barwy określonymi za pomocą komputerowej analizy obrazu a zawartością wody i białka oraz wybranymi wyróżnikami jakości technologicznej drobnego mięsa wołowego.

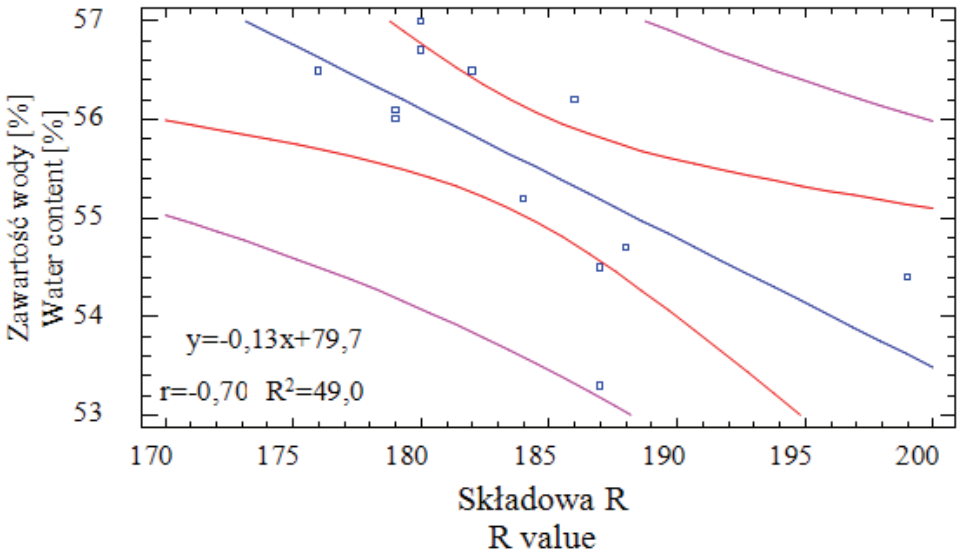
Coefficients of correlation between colour values, determined by video image analysis, and water and protein content, and selected technological quality parameters of beef trimmings.

Składowe barwy wyznaczone metodą KAO Colour values determined by video image analysis	Zawartość wody Water content	Zawartość białka Protein content
R	-0,70*	-0,10
G	-0,57	-0,05
B	-0,59*	-0,13

Składowe barwy wyznaczone metodą KAO Colour values determined by video image analysis	pH	Ilość wycieku po obróbce termicznej Cooking loss	Zdolność utrzymywania wody własnej Water holding capacity
R	0,26	0,13	-0,12
G	0,20	0,41	-0,06
B	0,07	0,44	-0,12

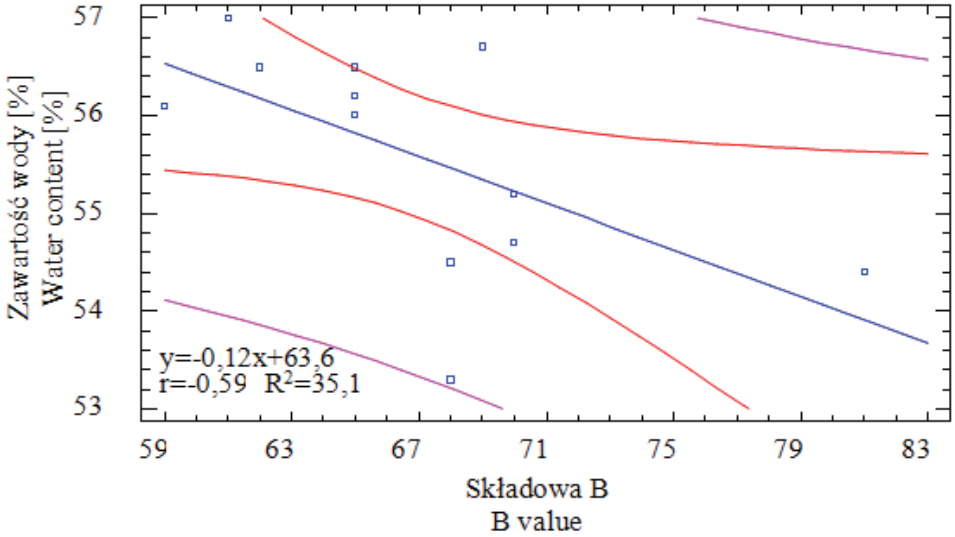
*korelacja istotna statystycznie przy $\alpha \leq 0,05$ / correlation statistically significant at $\alpha \leq 0.05$.

Pozyskiwanie fotografii jest bardzo ważnym etapem w metodzie komputerowej analizy obrazu, gdyż od niego w znacznej mierze zależy uzyskanie prawidłowych wyników. Niezbędne jest zatem właściwe dobranie warunków, w których będą one wykonywane. Różnice pomiędzy wynikami prac innych autorów a uzyskanymi w niniejszej pracy prawdopodobnie spowodowane zostały zastosowaniem innego rodzaju oświetlenia podczas pozyskiwania obrazu. Zastosowanie żarowego źródła światła mogło w istotny sposób wpłynąć na wartości składowych barwy, a także ich zależności z badanymi właściwościami technologicznymi.



Rys. 1. Krzywa regresji pomiędzy składową barwy R wyznaczoną metodą KAO a zawartością wody oznaczoną metodą suszenia w badanym drobnym mięsie wołowym.

Fig. 1. Regression curve of R value determined using VIA method and water content determined by drying method in beef trimmings analyzed.



Rys. 2. Krzywa regresji pomiędzy składową barwy B wyznaczoną metodą KAO a zawartością wody oznaczoną metodą suszenia w badanym drobnym mięsie wołowym.

Fig. 2. Regression curve of B value determined using VIA method and water content determined by drying method in beef trimmings analyzed.

W badaniach nie zaobserwowano także istotnych zależności między udziałem pól białych (odpowiadających tkance tłuszczowej i łącznej) a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta. Współczynnik korelacji wynosił r = 0,21. Brak istotnych zależności spowodowany mógł być faktem, że program CARNE 2.2. jest zbyt mało czuły na niewielkie różnice zawartości tłuszczu w badanych próbkach mięsa. W przypadku drobnego mięsa wołowego pozyskanego z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej zawartość tłuszczu mieściła się w przedziale od 23,5 do 27,6 %. Istotnym problemem w rozróżnieniu na obrazie poszczególnych rodzajów tkanek jest małe zróżnicowanie barwy zarówno tkanki mięśniowej, jak i tłuszczowej oraz występowanie tkanki łącznej. W badaniach użyto surowca pozyskanego z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej. Mięso takie cechuje się dużą zawartością tłuszczu. Ze względu na zróżnicowanie barwy tłuszczu, a w szczególności jego różowoczerwonego odcienia zaistniała możliwość błędnej interpretacji poszczególnych pikseli obrazu przez program komputerowy, a następnie błędnej klasyfikacji obszarów zajętych przez tłuszcz. Stąd też mógł wynikać niski współczynnik korelacji pomiędzy udziałem pól białych a zawartością tłuszczu oznaczoną odwoławczą metodą Soxhleta.

Wnioski

1. Stwierdzone istotne zależności pomiędzy składowymi barwy R i B a zawartością wody w badanym drobnym mięsie wołowym wskazują na możliwość wykorzystania komputerowej analizy obrazu do szacowania zawartości tego składnika w mięsie. Jednak w celu potwierdzenia tych zależności istnieje konieczność prowadzenia dalszych badań w tym kierunku.
2. Brak istotnych zależności między składowymi barwy R, G, B a wartością pH, ilością wycieku po obróbce termicznej, zdolnością utrzymywania wody własnej drobnego mięsa wołowego wskazuje na znaczne ograniczenie możliwości wykorzystania metody KAO do oceny jakości technologicznej drobnego mięsa wołowego. Może to wynikać ze znacznego zróżnicowania barwy tłuszczu w mięsie pozyskanym z wykrawania i obróbki dolnej zrazowej.

Praca finansowana z grantu nr N312 239435 MNiSW w latach 2008-2010.

Literatura

[1] Du C.J., Sun D.W.: Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. Trends. Food Sci. Technol., 2004, **15**, 230-249.

[2] Dasiewicz K., Pisula A, Cegiełka A.: The use of computer image analysis for pork trimmings quality evaluation under industrial conditions. Animal Sci. Proc., 2007, **1**, 31-32.

[3] Dasiewicz K., Pisula A., Słowiński M., Noga A.: Zastosowanie komputerowej analizy obrazu do szacowania jakości peklowanego drobnego mięsa wieprzowego klasy II. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **4 (59)**, 52-60.
[4] Dasiewicz K., Słowiński M., Sakowski T., Oprządek J., Wiśnioch A., Dymnicki E., Słoniewski K.: The attempt of Video Image Analysis use for estimation of meat quality of beef breeds bulls. E. J. P.A.U. Series Food Sci. Technol., 2003, **6**, issue 2.
[5] Dasiewicz K., Słowiński M., Sakowski T.: Próba zastosowania komputerowej analizy obrazu do oceny jakości mięsa wołowego. Gosp. Mięs., 1998, **50 (4)**, 40-44.
[6] Dasiewicz K., Szymański P.: Optymalizacja warunków szacowania metodą komputerowej analizy obrazu zawartości tłuszczu w drobnym mięsie wieprzowym klasy II. Post. Techn. Przetw. Spoż., 2005, **16/27 (2)**, 44-49.
[7] Dasiewicz, K., Słowiński, M., Walasek, M., Cegiełka, A.: The use of colour measurements for determining the quality of meat from young cattle and culled cows. Animal Sci. Proc., 2007, **1**, 33–34.
[8] Faucitano L., Huff P., Teuscher F., Gariepy C., Wegner J.: Application of computer image analysis to measure pork marbling characteristics. Meat Sci., 2005, **69**, 537–543.
[9] Gawęcki J., Wagner W.: Podstawy metodologii badań doświadczalnych w nauce o żywieniu i żywności. PWN, Warszawa 1984.
[10] Gerrard D.E., Gao X., Tan J.: Determining beef marbling and color scores by image processing. J. Food Sci., 1998, **61**, 145-148.
[11] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J.: Porównanie jakości różnych mięśni tusz młodego bydła rzeźnego rasy ncb. Gosp. Mięs., 2006, **58 (9)**, 16-18.
[12] Grześkowiak E., Strzelecki J., Borzuta K., Borys A.: Jakość podstawowych elementów kulinarnych tusz młodego bydła. Gosp. Mięs., 2006, **58 (8)**, 30-33.
[13] Instrukcja programu komputerowego CARNE 2.2., 2004.
[14] Jackman P., Sun D.W., Allen P.: Automatic segmentation of beef longissimus dorsi muscle and marbling by an adaptable algorithm. Meat Sci., 2009, **83**, 187-194.
[15] Lu J., Tan J., Shatadal P., Gerrard D.E.: Evaluation of pork color by using computer vision. Meat Sci., 2000, **56**, 57-60.
[16] Mancini R.A., Hunt M.C.: Current research in meat color. Meat Sci., 2005, **71**, 100-121.
[17] Mendoza F., Dejmek P., Aguilera J.M.: Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. Posth. Biology Technol., 2006, **41**, 285-295.
[18] Mitek M., Słowiński M. (pod red.): Wybrane zagadnienia z technologii żywności. Technologia mięsa i jaj. Wyd. SGGW, Warszawa 2006, ss. 269-286.
[19] O'Sullivan M.G., Byrne D.V., Martens H., Gidskehaug L.H., Andersen H.J., Martens M.: Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. Meat Sci., 2003, **65**, 909-918.
[20] Papadakis S.E., Abdul-Malek S., Kamdem R.E., Yam K.L.: A versatile and inexpensive technique for measuring color foods. Food Technol., 2000, **54**, 48-51.
[21] PN-75/1-04018. Oznaczenie zawartości azotu metodą Kjeldahla i przeliczenie na białko.
[22] PN-ISO 1442: 2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości wody.
[23] PN-ISO 1444: 2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczenie zawartości tłuszczu wolnego.
[24] PN-ISO 2917: 2001. Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH.
[25] Rius-Vilarrasa E., Bünger L., Maltin C., Matthews K.R., Roehe R.: Evaluation of Video Image Analysis (VIA) technology to predict meat yield of sheep carcasses on-line under UK abattoir conditions. Meat Sci, 2009, **82**, 94-100.
[26] Słowiński M., Majewska M., Dasiewicz K.: Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do oceny zawartości tłuszczu w mięsie kurcząt. Post. Techn. Przetw. Spoż., 2007, **17/30 (1)**, 13-16.
[27] Tan J.: Meat quality evaluation by computer vision. J. Food Eng., 2004, **61**, 27-35.

[28] Yam K.L., Papadakis S.: A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. J. Food Eng., 2004, **61**, 137-142.
[29] Yoshikawa F., Toraichi K., Wada K., Nobuyuki O., Ostu N., Nakai H., Mitsumoto M., Katagishi K.: On a grading system for beef marbling. Pattern Rec. Letters, 2000, **21**, 1037-1050.
[30] Zheng C., Su, D.W., Zheng L.: Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – a review. Trends Food Sci. Technol., 2006, **17**, 642-655.

QUALITY EVALUATION OF BEEF TRIMMINGS BY VIDEO IMAGE ANALYSIS

S u m m a r y

The objective of the study was to assess the possibility of applying video image analysis when evaluating the quality of beef trimmings obtained whilst cutting and trimming the bottom rump, under the industrial conditions. The images of analyzed meat were taken, and, then, a video image analysis was performed. The parameters determined using the VIA method (i.e. R, G, B colour values and the content of white fields) were correlated with the meat quality parameters. Several significant relationships were found; thus, there is a necessity of determining optimal conditions for taking images to be analyzed with the use of video image analysis. The use of video image analysis produces results that are more exact in the case of meat with an adipose tissue of poorly differentiated white colouring.

Key words: beef trimmings, video image analysis (VIA), R, G, and B colour values, quality

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 228 – 238

MARIOLA FRIEDRICH, ZUZANNA GOLUCH-KONIUSZY,
JOANNA SADOWSKA

OCENA WPŁYWU SKŁADU DIETY I JEJ SUPLEMENTACJI WITAMINAMI Z GRUPY B NA PRZEMIANY BIAŁKOWE W BADANIACH MODELOWYCH NA SZCZURACH

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

Celem badań była ocena, w badaniach modelowych na zwierzętach, wpływu zmiany składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na stężenie kortykosteronu i wybrane wskaźniki metabolizmu białkowego.

Doświadczenie przeprowadzono na 36 samicach szczura, w wieku około 7 miesięcy. Zwierzęta podzielono na 3 grupy żywione: grupa I – paszą podstawową, grupy II i III – paszą zmodyfikowaną. Grupy I i II otrzymywały do picia wodę, grupa III – wodny roztwór witamin z grupy B. Po 6 tygodniach doświadczenia zwierzęta uśpiono, a następnie pobrano do badań krew i tkanki. W surowicy krwi oznaczono: stężenie kortykosteronu, białka całkowitego i jego frakcji, mocznika i kreatyniny, aktywność GGTP, AspAT i AlAT. W wątrobie i mięśniach oznaczono zawartość białka ogólnego i tłuszczu.

Dowiedziono, że zmiana składu diety, polegająca na zamianie pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę i jej suplementacja wybranymi witaminami z grupy B, spowodowała wzrost stężenia kortykosteronu do poziomu, który powodował obniżenie stężenia białka ogólnego i jego frakcji albumin we krwi oraz nasilenie tempa przemian aminokwasów, bez wprowadzania ich jednak w szlaki kataboliczne. Stwierdzono również niewielki, ale statystycznie istotny wzrost stężenia frakcji alfa1 – globulin, co może wskazywać na wzrost natężenia procesów wolnorodnikowych.

Słowa kluczowe: witaminy z grupy B, metabolizm białek, sacharoza, szczury

Wprowadzenie

Białka ustrojowe nieustannie ulegają proteolizie i równocześnie są odnawiane ze swoich prekursorów. Te dwa przeciwstawne, a jednocześnie powiązane ze sobą, procesy oddziela szereg reakcji związanych z przemianami powstających podczas proteolizy aminokwasów. Są to: deaminacja, transaminacja, aminacja, synteza nowych cząsteczek

Prof. dr hab. M. Friedrich, dr inż. Z. Goluch-Koniuszy, dr inż. J. Sadowska, Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Rybactwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin

białka, synteza związków niebiałkowych, a także powstawanie końcowych produktów przemian.

Enzymatyczna i hormonalna kontrola tych procesów jest przez wielu badaczy uważnie śledzona w kontekście wpływu na nie wieku, płci, stanu zdrowia, stanu odżywienia i sposobu żywienia, tak u zwierząt, jak i u ludzi [6, 7].

Obserwacje te dotyczą najczęściej wpływu określonego czynnika na zawartość i aktywność różnych składowych przemian białkowych. Nieliczne są natomiast doniesienia dotyczące wpływu na te procesy, narastającej w ostatnich latach, suplementacji diety lub dodawania witamin przez producentów do żywności, w tym z grupy B [9, 16], w stosunku do których ciągle jeszcze obowiązuje pogląd o znikomym wpływie ich nadmiaru na organizm.

Z wieloletnich własnych obserwacji wynika, że zastosowanie suplementacji witaminami z grupy B istotnie wpływa m.in. na ilość pobieranej paszy, a tym samym na ilość spożywanego białka, dlatego też celem podjętych badań modelowych na zwierzętach było określenie wpływu takiej suplementacji na metabolizm białkowy.

Materiał i metody badań

Doświadczenie (po uzyskaniu zgody Lokalnej Komisji Etycznej) przeprowadzono na 36 samicach szczura szczepu SPRD/MolLod, w wieku około 7 miesięcy, które przebywały w indywidualnych klatkach, w klimatyzowanym wiwarium, w temperaturze 21 ± 1 °C, cykl jasność/ciemność 12 h/12h.

Zwierzęta podzielono na 3 grupy (po 12 sztuk w każdej), o wyjściowej masie ciała 305,0 ± 11,1 g i żywiono *ad libitum* granulowanymi paszami wyprodukowanymi z tych samych, poza różnicującymi, składników, przez Wytwórnię Pasz w Kcyni, po wdrożeniu procedury 15.3 „Czyszczenie maszyn i urządzeń". Grupa I otrzymywała paszę podstawową zawierającą m.in. pełne ziarna pszenicy i kukurydzy; grupa II i III tę samą paszę zmodyfikowaną, w której 83,5 % ziaren pszenicy, w stosunku do paszy podstawowej, zastąpiono mąką pszenną typu 500, a 50 % kukurydzy – sacharozą. Pełny skład zastosowanych w doświadczeniu pasz przedstawiono w tab. 1, a ich skład chemiczny w tab. 2. Zastosowane w doświadczeniu pasze były izokaloryczne i izobiałkowe.

Do picia zwierzęta grupy I i II otrzymywały odstaną wodę wodociągową. Zwierzęta grupy III, w porze wzmożonej aktywności, otrzymywały 50 ml wodnego roztworu witamin, pochodzących z ogólnie dostępnych preparatów farmaceutycznych, w ilościach: B_1 – 0,402 mg, B_2 – 0,057 mg, B_6 – 0,318 mg, PP – 3,366 mg na 100 g paszy. Zastosowana suplementacja 3 - 5 razy przekraczała ilości witamin, o które została zubożona pasza w trakcie zamiany składników, co do pewnego stopnia imitowało sposób suplementacji u ludzi. Po wypiciu przez zwierzęta roztworu witamin pojono je wodą wodociągową.

T a b e l a 1

Skład surowcowy pasz zastosowanych w doświadczeniu.
Ingredients contained in feedstuffs applied in the experiment.

Skład recepturalny Ingredients	Pasza podstawowa [%] Basic feedstuff [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feedstuff [%]
Pszenica / Wheat	36,4	6
Kukurydza / Corn grain	20	10
Otręby pszenne / Wheat bran	20	20
Serwatka suszona / Dry whey	3	3
Sól pastewna / Fodder salt	0,3	0,3
Śruta sojowa 48% / Soya-bean grain 48%	17	17
Kreda pastewna / Fodder chalk	1,5	1,5
Fosforan dwuwapniowy / Phosphate 2-Ca	0,8	0,8
Premiks LRM / Premix LRM	1	1
Mąka pszenna / Wheat flour	-	30,4
Sacharoza / Saccharose	-	10

T a b e l a 2

Skład chemiczny pasz zastosowanych w doświadczeniu.
Chemical composition of feedstuffs applied in the experiment.

Składnik Component	Pasza podstawowa [%] Basic feedstuff [%]	Pasza zmodyfikowana [%] Modified feedstuff [%]
Białko ogólne / Total protein	18,1	17,5
Tłuszcz surowy / Crude fat	2,1	2,19
Węglowodany / Carbohydrates	65,8	66,3
Sucha masa / Dry matter	92,1	91,7
Popiół ogólny / Total ash	6,08	5,69
Energia brutto / Gross energy [kcal/g] [kJ/g]	 3,95 16,5	 3,95 16,5
Energia metaboliczna / Metabolic energy [kcal/g] [kJ/g]	 3,54 14,8	 3,54 14,8

Doświadczenie trwało 6 tygodni (po jednotygodniowym okresie kondycjonowania), w trakcie których na bieżąco obliczano ilość spożytej paszy, a w grupie suplementowanej także ilość pobranych witamin oraz raz na tydzień kontrolowano masę ciała. Po zakończeniu doświadczenia zwierzęta uśpiono anestetykiem (Ketanest) i pobrano krew z serca, w której po odwirowaniu skrzepu oznaczano:

- zawartość białka całkowitego – metodą biuretową, przy użyciu spektrofotometru Marcel Media Bio [15],
- i jego frakcji (albumin, $alfa_1$-, $alfa_2$-, beta- i gamma-globulin) – metodą rozdziału elektroforetycznego, w komorach i na żelu agarozowym firmy Cormay, przy użyciu densytometru DT-93,
- stężenie mocznika i kreatyniny – metodą kinetyczną, przy użyciu biotestów BioSystems, w spektrofotometrze SP-8001 [12, 18],
- aktywność GGTP, AspAT i AlAT – metodą kinetyczną, przy użyciu biotestów Aqua-Medica i BioSystems, w spektrofotometrze SP-8001 [8],
- kortykosteronu metodą radioimmunologiczną, przy użyciu znakowanego I^{125} zestawu testowego ImmuChem^{TM} Double Antibody Corticosterone RIA Kit for Rat and Mice [19].

Od zwierząt pobrano również wątrobę i tkankę mięśniową z łopatek i ud, w których oznaczano zawartość:

- białka ogólnego – metodą Kjeldahla, w aparacie Kjeltec 2100 Foss Tecator [13],
- tłuszczu – metodą Soxhleta, w aparacie Soxtec HT6 Foss Tecator [14].

Uzyskane wyniki, po sprawdzeniu normalności rozkładu, poddano obliczeniom statystycznym przy użyciu programu Statistica z zastosowaniem testu Duncana przy poziomie istotności $\alpha = 0{,}01$ i $\alpha = 0{,}05$ [20].

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że zmiana składu diety sprzyjała zmniejszeniu jej spożycia, a zastosowana suplementacja witaminami z grupy B jeszcze to zjawisko nasilała. Temu zmniejszonemu pobraniu paszy towarzyszyły jednak większe, w przeliczeniu na 100 g spożytej paszy, przyrosty masy ciała (tab. 3).

Stwierdzono, że zmiana składu diety powodowała również istotny wzrost stężenia białka całkowitego w surowicy krwi oraz spadek jego zawartości w mięśniach badanych zwierząt. Towarzyszył temu wzrost aktywności AspAT oraz spadek aktywności AlAT i stężenia mocznika (tab. 4).

Tabela 3

Pobieranie paszy, białka, skład chemiczny mięśni i wątroby oraz przyrosty masy ciała samic szczura w zależności od składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B.
Feedstuff intake, chemical composition of muscles and liver, and body weight gain in female rats depending on diet composition and on supplementing it with B-group vitamins.

Badana cecha Examined trait	Pasza standard Basic feedstuff (a)	Pasza zmodyfikowana Modified feedstuff (b)	Pasza zmodyfikowana +suplementacja Modified feedstuff + supplementation (c)	Istotność różnic Significance of differences
Spożycie paszy Consumption of feedstuff [g]	711 ± 69,6	672 ± 46,9	678 ± 61,0	a-b*, a-c**
Spożycie paszy Consumption of feedstuff [g/100 g of body weight]	270 ± 19,3	259 ± 10,5	251 ± 10,2	a-b*, a-c**
Spożycie białka Protein consumption [g/100g of body weight]	49,2 ± 3,2	44,6 ± 1,7	43,8 ± 1,7	a-b*, a-c**
Białko / Protein [%] Mięśnie / Muscles Wątroba / Liver	 22,0 ± 0,21 18,2 ± 0,48	 21,1 ± 0,05 18,1 ± 0,40	 21,1 ± 0,5 18,1 ± 0,40	 a-b**, a-c**
Tłuszcz / Fat [%] Mięśnie / Muscles Wątroba / Liver	 3,37 ± 0,52 1,44 ± 0,18	 5,78 ± 0,32 1,56 ± 0,09	 5,29 ± 0,48 1,61 ± 0,2	 a-b**, a-c** a-b*, a-c*
Przyrost masy ciała Body weight gain [g/100 g of feedstuff	4,75 ± 1,29	5,88 ± 1,18	5,99 ± 1,85	a-c*

Objaśnienia: / Explanatory notes:
$\overline{x}$ ± SD, n=12 w grupie / $\overline{x}$ ± SD, n=12 in a group)
*,** – różnice statystycznie istotne, * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$
*,** – statistically significant differences, * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Zastosowana suplementacja witaminami sprzyjała natomiast zmniejszeniu stężenia białka całkowitego i frakcji albumin we krwi, w porównaniu ze zwierzętami żywionymi paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, przy braku zmian jego zawartości w wątrobie i mięśniach. Towarzyszyło temu dalsze zmniejszanie stężenia mocznika i kreatyniny w surowicy krwi przy wzroście aktywności AspAT.

T a b e l a 4

Stężenia wybranych wskaźników przemian białkowych we krwi samic szczura w zależności od składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B.
Concentrations of selected indicators of protein metabolisms in female rats depending on diet composition and on supplementing it with B-group vitamins.

Badana cecha Feature analyzed	Pasza standard Basic feedstuff (a)	Pasza zmodyfikowana Modified feedstuff (b)	Pasza zmodyfikowana+ suplementacja Modified feedstuff + supplementation (c)	Istotność różnic Significance of differences
Białko ogólne / Total protein [g/l]	61,9 ± 2,9	65,4 ± 0,40	60,6 ± 2,90	a-b*, b-c*
Albuminy / Albumin [g/l]	29,7 ± 1,9	30,8 ± 2,3	28,5 ± 1,5	a-c*, b-c*
α_1-globuliny / α_1-globulin [g/l]	10,9 ± 0,70	12,5 ± 2,3	12,0 ± 1,0	a-b**, a-c**
α_2-globuliny / α_2-globulin [g/l]	2,90 ± 0,34	2,85 ± 0,26	2,74 ± 0,36	-
β-globuliny / β-globulin [g/l]	11,0 ± 0,82	11,2 ± 0,80	10,8 ± 1,0	-
γ-globuliny / γ-globulin [g/l]	7,03 ± 0,67	7,17 ± 0,96	6,60 ± 0,82	-
A/G	0,94 ± 0,08	0,91 ± 0,08	0,89 ± 0,05	-
GGTP [U/l]	11,0 ± 3,2	10,4 ± 2,5	9,31 ± 1,3	-
AspAT [U/l]	48,1 ± 4,0	57,6 ± 8,2	61,9 ± 10,4	a-b*, a-c**
AlAT [U/l]	27,7 ± 7,6	21,8 ± 4,8	21,4 ± 4,8	a-b**, a-c**
Mocznik / Urea [mg/dl]	46,2 ± 5,6	21,0 ± 2,8	17,8 ± 3,4	a-b**, a-c**
Kreatynina / Creatinine [mg/dl]	0,806 ± 0,03	0,782 ± 0,05	0,740 ± 0,10	a-c**
Kortykosteron / Corticosterone [ng/ml]	52,2±20,0	67,4±36,7	95,0±48,2	a-c*

Objaśnienia, jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Analiza udziału frakcji białkowych w surowicy krwi wykazała istotny wpływ zmiany składu diety na wzrost udziału alfa$_1$-globulin, a zastosowana suplementacja jeszcze ten wpływ nasiliła (tab. 5).

Prawidłowe stężenie białka całkowitego we krwi zależy głównie od równowagi między syntezą a degradacją dwóch głównych frakcji białkowych – albumin i gamma-globulin. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono, że pomimo zmniejszonego spożycia białka przez zwierzęta karmione paszą zmodyfikowaną niesuplementowaną, stężenie tego składnika we krwi istotnie wzrosło i związane było z istotnym wzrostem stężenia frakcji alfa$_1$-globulin oraz niewielkim albumin. Zjawisku temu towarzyszyło nieznaczne, ale statystycznie istotne, zmniejszenie zawartości białka w mięśniach. Natomiast zastosowana suplementacja wpłynęła na zmniejszenie stężenia białka cał-

kowitego we krwi do wartości obserwowanych u zwierząt żywionych paszą podstawową, nie zmieniając jego zawartości ani w tkance mięśniowej ani wątrobowej. Obserwowany spadek związany był przede wszystkim z istotnym spadkiem stężenia albumin i to nawet poniżej wartości obserwowanych u zwierząt otrzymujących paszę podstawową oraz niewielkim frakcji alfa$_1$-globulin, jednak bez wpływu na ich udział procentowy.

Tabela 5

Udział frakcji białkowych w surowicy krwi samic szczura w zależności od składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B.

Content of protein fractions in blood serum of female rats depending on the diet composition and on supplementing it with B-group vitamins.

Badana cecha Feature analyzed	Pasza standard Basic feedstuff (a)	Pasza zmodyfikowana Modified feedstuff (b)	Pasza zmodyfikowana + suplementacja suplementacja Modified feedstuff + supplementation (c)	Istotność różnic Significance of differences
Albumin / Albumin [%]	48,0 ± 2,0	47,7 ± 2,0	47,0 ± 1,3	–
α_1-globuliny / α_1-globulin [%]	17,6 ± 1,0	19,4 ± 1,3	19,8 ± 1,2	a-b**, a-c**
α_2-globuliny / α_2-globulin [%]	4,70 ± 0,63	4,42 ± 0,36	4,53 ± 0,60	–
β-globuliny / β-globulin [%]	18,2 ± 1,4	17,4 ± 1,1	17,8 ± 1,0	–
γ-globuliny / γ-globulin [%]	11,4 ± 1,0	11,1 ± 1,3	10,9 ± 1,1	–

Objaśnienia, jak pod tab. 3 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Analizując wzrost stężenia albumin, pełniących rolę niespecyficznego systemu transportowego, można przypuszczać, że był on związany m. in. ze wzrostem stężenia wolnych kwasów tłuszczowych w osoczu, wynikającym z natężenia przemian lipidowych pod wpływem składu zastosowanej diety [3] i/lub obserwowanym wzrostem stężenia kortykosteronu, gdyby nie fakt, że zastosowana suplementacja oba te procesy jeszcze nasiliła. Trudno również, bez dodatkowych badań, jednoznacznie określić przyczynę istotnego wzrostu stężenia frakcji alfa$_1$-globulin w surowicy krwi. Jest to grupa białek syntetyzowanych głównie w wątrobie w przebiegu ostrych i przewlekłych stanów patologicznych, i wzrost jej stężenia jest wtedy wielokrotnie większy od wartości referencyjnych. Rola białek ostrej fazy nie jest dostatecznie poznana. Większość z nich ma właściwości inhibitorów proteaz lub jest nośnikami np hemoglobiny i heminy. Badane samice nie wykazywały w przebiegu doświadczenia objawów chorobowych i były w dobrej kondycji, dlatego też można przypuszczać, że obserwowany nie-

wielki, ale statystycznie istotny wzrost stężenia frakcji alfa$_1$-globulin mógł być związany ze wzrostem, przy tego typu diecie, stężenia insuliny [10] lub związków odpowiadających m.in. za antyoksydacyjne właściwości osocza. Z wcześniejszych badań własnych wynika, że taka zmiana składu diety i jej suplementacja wybranymi do doświadczenia witaminami z grupy B sprzyjała istotnemu wzrostowi natężenia procesów wolnorodnikowych zachodzących u badanych zwierząt [1].

Analizując natomiast zmniejszenie zawartości białka w tkance mięśniowej, szczególnie w kontekście składu zastosowanej w doświadczeniu paszy, zawierającej łatwo trawione i szybko wchłaniane węglowodany oraz związany z tym wyrzut insuliny, która zwiększa m.in. transport aminokwasów do komórek, obserwowane zmiany powinny mieć odmienny charakter. Z wcześniejszych badań własnych wynika jednak, że taka zmiana składu diety sprzyjała insulinooporności u samic szczura, na co wskazywał obserwowany istotny wzrost stężenia glukozy we krwi [2], a potwierdzają to wyniki badań innych autorów [10]. Taki mechanizm wpływu składu diety mógłby tłumaczyć obserwowane zjawisko, a towarzyszący temu spadek stężenia kreatyniny we krwi badanych samic potwierdzałby ten pogląd.

Kreatynina jest produktem rozpadu kreatyny i fosfokreatyny i jej stężenie w surowicy krwi zależy od całkowitej masy mięśniowej. Zmniejszone spożycie białka i zmniejszone wprowadzanie aminokwasów do komórek mięśniowych, może sprzyjać zmniejszaniu masy mięśniowej, czego wyrazem byłyby zmiany stężenia kreatyniny. Czynnikiem dodatkowo nasilającym obserwowane zjawisko mógł być stwierdzony u badanych samic wzrost stężenia kortykosteronu, który nie tylko nasila insulinooporność, ale sprzyja, obserwowanemu również w przeprowadzonym doświadczeniu, zmniejszeniu zawartości białka w mięśniach, nie wpływając na jego zawartość w wątrobie.

Oceniając zaistniałe zmiany należy jednak zdawać sobie sprawę, że mogą one wynikać nie tylko ze zmiany ilości spożywanego przez zwierzęta białka czy insulinooporności, ale też z samego faktu zmiany składu diety. Poprzez wymuszanie odmiennej aktywności enzymatycznej i metabolicznej może być ona odbierana przez organizm jako czynnik agresji środowiskowej, co manifestuje się m.in. zmianami stężenia glikokortykoidów we krwi [5]. Glikokortykoidy uważane są za wybitnie nasilające katabolizm białek ustrojowych, bowiem jedną z ich funkcji jest zapewnianie puli wolnych aminokwasów do adaptacyjnej syntezy białka, co wiąże się z indukcją syntezy enzymów różnych szlaków przemian aminokwasów. Wskazywałby na to obserwowany w przeprowadzonym doświadczeniu wzrost stężenia kortykosteronu przy zmianie składu diety, nasilający się przy jej suplementacji. Na taki mechanizm wpływu wskazuje obserwowany spadek aktywności AlAT, która jest enzymem odpowiedzialnym za kierowanie aminokwasów na szlaki kataboliczne oraz spadek stężenia końcowego produktu metabolizmu białka – mocznika, przy istotnym wzroście aktywności AspAT.

Biorąc jednak pod uwagę całokształt zachodzących zmian i czas trwania eksperymentu wydaje się, że we wzroście stężenia kortykosteronu we krwi swój udział musiał mieć też skład diety zmodyfikowanej i rodzaj zastosowanych do suplementacji witamin. I to nie tylko poprzez wpływ na wzrost zawartości wisceralnej tkanki tłuszczowej [3], zwiększającej insulinooporność [11], ale też poprzez wpływ na zmianę składu jej kwasów tłuszczowych, polegającą na wzroście zawartości kwasów monoenowych i spadku zawartości polienowych, nasilaną przez zastosowaną suplementację [4]. Rosołowska-Huszcz i wsp. [17] wykazali, że taka zmiana, wpływając na wydzielanie, transport i recepcję w tkankach kory nadnerczy, może mieć wpływ na zmiany stężeń produkowanych przez korę nadnerczy hormonów.

Reasumując całokształt zachodzących zmian można stwierdzić, że mogły być one skutkiem nie tylko zastosowanych w doświadczeniu czynników tj. samego faktu zmiany diety i zastosowania suplementacji, określonej zmiany jej składu i zastosowania do suplementacji określonych witamin, ale wypadkową naruszenia homeostazy organizmu, poprzez wymuszenie zmiany tempa określonych przemian lub zmiany szlaków metabolicznych. Dotyczy to przede wszystkim wpływu zmiany składników recepturowych diety na bardziej przetworzone, oczyszczone, zawierające łatwo trawione i łatwo przyswajane węglowodany oraz suplementację witaminami wprowadzającymi te produkty trawienia w określone szlaki metaboliczne. Powodowało to wzrost tempa przemian w cyklu pentozowo-fosforanowym, nasiloną biosyntezę triacylogliceroli i, obserwowane także w przeprowadzonym doświadczeniu, ich gromadzenie w mięśniach i wątrobie, ale też, w opisanej wcześniej, wisceralnej tkance tłuszczowej, czemu towarzyszyła zmiana składu zawartych w niej kwasów tłuszczowych.

Wnioski

1. Zmiana składu diety szczurów doświadczalnych, polegająca na zamianie pełnych ziaren zbóż na mąkę pszenną i sacharozę oraz jej suplementacja wybranymi witaminami z grupy B, spowodowała niewielki, ale statystycznie istotny wzrost stężenia frakcji alfa$_1$-globulin, co może wskazywać na wzrost natężenia procesów wolnorodnikowych
2. Równocześnie stwierdzono wzrost stężenia kortykosteronu do poziomu, który powodował zmniejszenie stężenia białka ogólnego i jego frakcji albumin we krwi oraz nasilenie tempa przemian aminokwasów, bez wprowadzania ich jednak w szlaki kataboliczne.

Literatura

[1] Friedrich M., Dolot A.: Assessment of effects of diet composition and vitamin B supplementation on free radical-related processes in the body. Activity of antioxidant enzymes and the total antioxidant status of rat blood. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2010, **60**, (w druku).

[2] Friedrich M., Sadowska J., Sawicka A.: Wpływ składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na metabolizm ustroju szczura. Monografia pod red. W. Bacieczko, II Zachodniopomorski Kongres Nauki. 60-letni dorobek nauki na Pomorzu Zachodnim wnoszony do Unii Europejskiej, 2007, s. 21-37.

[3] Friedrich M., Sadowska J.: Effects of diet supplementation with B-complex vitamins on fatty tissue accumulation in rats. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14 (55),** 189-194.

[4] Friedrich M., Sadowska J.: Wpływ składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na ilość i skład kwasów tłuszczowych okołonarządowej tkanki tłuszczowej u szczura. Żyw. Człow. Met., 2005, **32 (4),** 302-315.

[5] Friedrich M.: Effects of diet enrichment with glucose and casein on blood cortisol concentration of calves in early postnatal period. Arch. Vet. Pol., 1995, **35**, 117-125.

[6] Garlick P.J., McNurlan M.A**.,** Bark T**.,** Lang C.H**.,** Gelato M.C.: Hormonal regulation of protein metabolism in relation to nutrition and disease. J. Nutr., 1998, **128**, 356S-359S.

[7] Gołębiowska-Gągała B., Szewczyk L.: Regulacja hormonalna przemiany białkowo-aminokwasowej. Endokrynologia Pediatryczna, 2005, **4 (12)**, 51-58.

[8] IFCC primary reference procedures for the measurement of catalytic activity concentrations of enzymes. Clin. Chem. Lab. Med., 2002, **40**, 718-733.

[9] Jantarska D., Ratkovska B., Kunachowicz H.: Wzbogacanie żywności - wartości deklarowane a rzeczywiste. Przem. Spoż., 2007, **61 (1)**, 24-27.

[10] Kim J.Y., Nolte L.A., Hansen P.A., Han D.H., Ferguson K., Thompson P.A., Holloszy J.O.: High-fat diet-induced muscle insulin resistance: relationship to visceral fat mass. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 2000, **279 (6)**, R2057-R2065.

[11] Kim J.Y., Nolte L.A., Hansen P.A., Han D.H., Kawanaka K., Holloszy J.O.: Insulin resistance of muscle glucose transport in male and female rats fed a high – sucrose diet. Am. J. Physiol., 1999, **276 (3Pt2)**, 665-672.

[12] Narayanan S., Appleton H.D.: Creatinine – a review. Clin. Chem., 1980, **26 (8)**, 1119-1126.

[13] PN-75/A-04018. Produkty rolniczo-żywnościowe. Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko.

[14] PN-ISO 1444:2000. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu wolnego.

[15] Rappaport F., Loew M.: A stable standard for the colorimetric determination of total protein, albumin, globulin and fibrinogen. Clin. Chim. Acta, 1957, **2 (2),** 126-130.

[16] Ratkovska B., Kunachowicz H., Przygoda B.: Krajowy rynek produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne wobec wymagań prawnych UE. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **6 (55)**, 90- 99.

[17] Rosołowska-Huszcz D., Gromadzka-Ostrowska J., Wilczak J., Romanowich K., Borysiak M., Dębska K., Mazurek B.: Thyroid peroxidase activity, hepatic glucose-6-phosphate dehydrogenase activity and corticosterone level in plasma and tissues of rats fed different dietary fats. J. Anim. Feed Sci., 2001, **10 (1)**, 185-200.

[18] Sampson E.J., Baird M.A., Burtis C.A., Smith E.M., Witte D.L., Bayse D.D.: A coupled-enzyme equilibrium method for measuring urea in serum: optimization and evaluation of the AACC study urea candidate reference method. Clin. Chem., 1980, **26**, 816-826.

[19] Shimizu K., Amagaya S., Ogihara Y.: Analysis of corticosterone in the serum of mice and rats, using high performance liquid chromatography. J. Chromat., 1983, **272**, 170.

[20] StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

ASSESSING THE EFFECT OF DIET COMPOSITION AND OF SUPPLEMENTING IT WITH B-GROUP VITAMINS ON PROTEIN METABOLISM IN MODEL STUDIES INVOLVING RATS

S u m m a r y

Within the studies with animals as a model, a study was carried out with the objective to assess the effect of changes in the composition of diet, as well as the effect of supplementing the diet with B-group vitamins, on the concentration of corticosterone and on the selected indices of protein metabolism.

The experiment involved 36 female rats aged about 7 months. The rats were assigned to 3 feeding groups: Group I was fed a standard diet, and Groups II and III were fed a modified feedstuff. The rats in Groups I and II drank water, while the rats in Group III drank an aqueous solution of B-group vitamins. After the 6 week experiment, samples of rat blood and tissues were collected. In the rat blood serum, the following was determined: concentration of corticosterone, total serum protein and its fractions, urea and creatinine, activities of GGTP, AspAT, and AlAT. Total protein and fat contents were determined in the liver and muscles.

The following was proved: the changes in the composition of diet consisting in substituting the whole cereal grains for wheat flour and sucrose, as well as the supplementation with the selected vitamins of B group resulted in the increase in the corticosterone concentration level. This increase caused the concentration of total protein and its albumin fractions in the blood to decrease and the metabolic conversion rate of amino acids to intensify, however, without putting them onto catabolic pathways. A slight but statistically significant increase was reported in the concentration of alpha1-globulin fraction; this increase was regarded as a probable indicator of the increased intensity of free radical processes.

Key words: B-group vitamins, protein metabolism, saccharose, rats

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 239 – 254

KATARZYNA PYSZ-IZDEBSKA, TERESA LESZCZYŃSKA, ANETA KOPEĆ, ESTERA NOWACKA, BARBARA BUGAJ

POKRYCIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ I WYBRANE SKŁADNIKI ODŻYWCZE W DIECIE PENSJONARIUSZY DOMU POMOCY SPOŁECZNEJ ORAZ OCENA ICH PARAMETRÓW ANTROPOMETRYCZNYCH

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

Celem pracy była ocena pokrycia zapotrzebowania na energię, podstawowe składniki odżywcze oraz witaminy przeciwutleniające w okresie wiosennym oraz jesiennym, przez pensjonariuszy wybranego Domu Pomocy Społecznej w Krakowie. Obliczeń dokonano na podstawie wywiadów o spożyciu z ostatnich 24 godzin, za pomocą programu komputerowego DIETA 2.0.

Wartość energetyczna racji pokarmowych kobiet, zarówno wiosną, jak i jesienią, była niewystarczająca i stanowiła odpowiednio 88 i 85 % pokrycia normy, a zawartość tłuszczów i białka była prawidłowa w stosunku do zaleceń. Wartość energetyczna racji pokarmowych mężczyzn oraz zawartość w nich tłuszczów mieściła się w zakresie obowiązujących norm w obydwu analizowanych porach roku, natomiast zawartość białka przekraczała zalecaną ilość. Cholesterol zawarty w racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn stanowił wiosną 74 i 87 %, a jesienią 77 i 94 % dopuszczalnej ilości, wynoszącej 300 mg/osobę/dobę. Spożycie węglowodanów ogółem wiosną i jesienią wynosiło w przypadku kobiet 67 i 64 %, a w przypadku mężczyzn 91 i 84 % normy. Zawartość w racjach błonnika pokarmowego stanowiła jedynie połowę zalecanej ilości 30 g/osobę/dobę. Spożycie witaminy A było większe od wartości zalecanych, a witaminy E i C na ogół niewystarczające.

Właściwą wartość wskaźnika wagowo-wzrostowego (BMI) stwierdzono w przypadku 19,6 % kobiet oraz 50,0 % mężczyzn, natomiast nadwagę i otyłość odpowiednio u 78,0 oraz 50,0 % badanych, przy czym otyłość androidalna dotyczyła 88,9 % kobiet z podwyższoną masą ciała. W przypadku 2,4 % kobiet stwierdzono niedożywienie.

Słowa kluczowe: wywiad żywieniowy z ostatnich 24 godzin, osoby starsze, energia, podstawowe składniki odżywcze, witaminy przeciwutleniajace

Mgr inż. K. Izdebska-Pysz, prof. dr hab. inż. T. Leszczyńska, dr inż. A. Kopeć, mgr inż. E. Nowacka, mgr inż. B. Bugaj, Katedra Żywienia Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

Wprowadzenie

Rozwój człowieka, jego stan zdrowia, wydajność pracy oraz długość życia, są ściśle uzależnione m.in. od jakości dostarczanego mu pożywienia [9, 27]. Każdy organizm, czerpiąc ze środowiska składniki pokarmowe, wykorzystuje je do zapewnienia tkankom odnowy i wzrostu oraz możliwości tworzenia rezerw ustrojowych. Służą one również jako produkt wyjściowy do wytwarzania wielu związków warunkujących prawidłowy przebieg procesów życiowych [12].

Grupą, która w szczególny sposób jest narażona na niedobory składników pokarmowych są osoby w wieku starszym. Zwiększone w tym okresie życia ryzyko chorób o charakterze przewlekłym wiąże się często z koniecznością stosowania wielu ograniczeń pokarmowych, co sprzyja występowaniu niedożywienia. U osób w wieku podeszłym ryzyko niedoborów pokarmowych wynika m.in. ze zmniejszonej wydolności układu pokarmowego. Obniżenie wydzielania śliny, częściowy zanik kubków smakowych, to czynniki które mogą prowadzić do ograniczenia doznań smakowych, suchości jamy ustnej i trudności w formowaniu kęsów, a tym samym mogą zmniejszać spożycie. Ponadto samotność, depresja, izolacja społeczna i ograniczone często dochody, to dodatkowe czynniki niesprzyjające poprawnemu odżywianiu [8, 10, 20].

Celem pracy była ocena przeciętnego dobowego pobrania energii, podstawowych składników odżywczych i witamin przeciwutleniających w okresie wiosennym oraz jesiennym, przez pensjonariuszy wybranego Domu Pomocy Społecznej w Krakowie, w odniesieniu do zalecanych norm. Wykonano też ocenę wybranych parametrów antropometrycznych badanej populacji.

Materiał i metody badań

Badania oceny sposobu żywienia przeprowadzono wśród pensjonariuszy wybranego Domu Pomocy Społecznej w Krakowie. Ankietowano 60 osób (49 kobiet i 11 mężczyzn) w okresie wiosennym oraz 53 osoby (44 kobiety i 9 mężczyzn) w okresie jesiennym 2007 r. Wiek respondentów i respondentek zawierał się odpowiednio w przedziale 49 - 90 oraz 50 - 93 lata. Masa ciała oraz wysokość w odniesieniu do kobiet i mężczyzn mieściły się w zakresach 47 - 90 kg i 56 - 114 kg oraz 134 - 162 i 161 - 176 cm. Wszystkie osoby zakwalifikowano do grupy o małej aktywności fizycznej, a spożycie energii, składników odżywczych i witamin odniesiono do norm zapotrzebowania na poziomie bezpiecznym dla osób po 60. roku życia. Badana populacja zobowiązana była do stosowania diety z ograniczeniem łatwostrawnych węglowodanów, zgodnie z zaleceniem lekarskim.

Wyniki spożycia energii, składników odżywczych i witamin przeciwutleniających opracowano na podstawie przeprowadzonych 24-godzinnych wywiadów żywieniowych z 4 dni tygodnia. Z uwagi na odmienne żywienie, mogące wystąpić w poszcze-

gólnych dniach, wywiady przeprowadzano każdorazowo w piątek i z niedzielę oraz w dwa dowolnie wybrane dni.

Respondenci zostali wcześniej przeszkoleni oraz poinformowani o celu prowadzonych badań. Zapoznani zostali także z Albumem Produktów i Potraw [24], w celu wyrobienia u nich umiejętności poprawnego określania wielkości spożytych porcji.

Ankietowane osoby podzielono na 4 grupy:

- grupa IA – kobiety zobowiązane do stosowania diety z ograniczeniem łatwo przyswajalnych węglowodanów, w sezonie wiosennym;
- grupa IIA kobiety zobowiązane do stosowania diety z ograniczeniem łatwo przyswajalnych węglowodanów, w sezonie jesiennym;
- grupa IB mężczyźni zobowiązani do stosowania diety z ograniczeniem łatwo przyswajalnych węglowodanów, w sezonie wiosennym;
- grupa IIB – mężczyźni zobowiązani do stosowania diety z ograniczeniem łatwo przyswajalnych węglowodanów w sezonie jesiennym.

Wartość energetyczną, zawartość podstawowych składników odżywczych oraz witamin przeciwutleniających w racjach pokarmowych obliczano za pomocą programu komputerowego DIETA 2.0, opracowanego przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie.

Uzyskane wyniki poddano interpretacji po uprzednim ich uśrednieniu. Dla każdej z osób obliczono średnie dobowe pobranie energii, podstawowych składników odżywczych oraz witamin. Uzyskane wartości porównano z normami żywieniowymi [28]. Z wszystkich wyników określono odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Ponadto istność różnic w pokryciu norm pomiędzy sezonami wykazano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA).

Przeprowadzono również pomiary wysokości, masy ciała, obwodu pasa i obwodu bioder, a na ich podstawie obliczono wskaźnik masy ciała (BMI) oraz stosunek obwodu talii do obwodu bioder (WHR). Zawartość tkanki tłuszczowej określano na podstawie pomiaru fałdów skórno-tłuszczowych.

Wyniki i dyskusja

Pomiędzy wartościami procentowego pokrycia normy na energię i oceniane składniki odżywcze, w zależności od sezonu, przez ocenianą populację, najczęściej nie wykazywano istotnych różnic, co prawdopodobnie było spowodowane dużymi wartościami odchyleń standardowych.

Energia i podstawowe składniki odżywcze

Średnia wartość energetyczna racji pokarmowych pensjonariuszek Domu Pomocy Społecznej była w każdym przypadku mniejsza w stosunku do zalecanych norm.

T a b e l a 1

Pokrycie zapotrzebowania na energię i wybrane składniki odżywcze przez kobiety.
Meeting demand for energy and some selected nutritients by women.

Składniki / Components	Wiosna (Grupa IA) / Spring / Group IA)					Jesień/ (Grupa IIA) / Autumn (Group IIA)				
	Zawartość / Content		Realizacjia normy [%] % of recommended intake		CV [%]	Zawartość / Content		Realizacjia normy [%] [% of recommended intake]		CV [%]
	Zakres Range	$\overline{X}$ ± SD	Zakres Range	$\overline{X}$		Zakres Range	$\overline{X}$ ± SD	Zakres Range	$\overline{X}$	
Energia [kcal] / Energy [kcal]	997,7 - 2949,3	1593,8 ± 466,5	55,4- 163,8	88,5	29	814,1- 2441	1539,5 ± 493,6	45,2 - 135,6	85,5	32
Białko ogółem [g] Total protein [g]	17,2 - 88,1	58,3 ± 20,3	33,1- 169,4	112,1	35	21,0- 96,8	54,4 ± 21,2	40,4 - 186,2	104,6	39
Białko zwierzęce [g] Animal protein [g]	5,4 - 65,7	39,5 ± 18,0	20,7- 252,7	151,9	46	9,1- 65,9	36,1 ± 18,7	35,0 - 253,5	138,8	52
Białko roślinne [g] Vegetable protein [g]	11,8 - 35,7	18,8 ± 6,2	45,4- 137,3	72,3	33	9,4- 30,9	17,5 ± 5,9	36,2 - 118,8	67,3	34
Węglowodany ogółem [g] Total carbohydrates [g]	160,1 - 498,6	233,3 ± 75,1	46,1- 143,5	67,1	32	124,1- 346,2	221,4 ± 75,8	35,7 - 99,6	63,7	34
Sacharoza [g] / Saccharose [g]	31,1 - 199,9	67,3 ± 34,4	77,8- 499,8	168,3	51	9,2- 189,0	70,4 ± 39,5	23,0 - 472,5	176,0	56
Błonnik pokarmowy [g]/ Fibre[g]	8,1 - 20,5	14,9 ± 4,7	24,9- 63,1	45,8	32	5,3- 20,9	14,5 ± 5,1	16,3 - 52,3	44,6	35
Tłuszcze [g] / Fat [g]	24,5 - 80,9	52,5 ± 20,6	49- 161,8	105	39	23,1- 81,9	53,8 ± 22,0	46,2 - 163,8	107,6	41
NKT [g] / UFA [g]	11,3 - 38,0	24,7 ± 8,8	62,7- 211,1	137,2	36	12,2- 40,9	24,5 ± 10,4	67,8 - 227,2	136,1	42
JNKT [g] / SUFA [g]	8,3 - 33,0	18,4 ± 9,5	29,6- 117,8	65,7	52	7,4- 30,7	19,1 ± 9,0	26,4 - 109,6	68,2	47
WNKT [g] / PUFA[g]	1,7 - 9,0	4,9 ± 2,5	24,3- 128,6	70	51	1,8- 9,1	5,6 ± 3,0	25,7 - 130,0	80,0	54
Cholesterol [mg] / Cholesterol [mg]	85,3 - 511,4	221,4 ± 118,5	28,4- 170,5	73,8	54	82,1- 395,4	230,3 ± 121,7	27,4 - 131,8	76,8	53
Witamina A [µg] / Vitamin A [µg]	314,4 - 2824,3	834,5 ± 698,5	52,4- 470,7	139,1	83	236,5- 1461,1	840,5 ± 403,8	39,4 - 243,5	140,1	48
β-karoten [µg] / β-carotene [µg]	525,5 - 8521,5	2509,1±2628,8	–	–	105	493,8- 6505	3041,5 ± 2309,6	–	–	76
Witamina E [mg] / Vitamin E [mg]	1,9 - 32,3	19,1 ± 77,7	23,8- 403,8	238,8	407	1,7- 10,2	5,5 ± 2,5	21,3 - 127,5	68,8	46
Witamina C [mg] / Vitamin C [mg]	16,0 - 361,6	60,4 ± 70,4	26,6- 602,6	100,7	117	7,5- 148,3	48,5 ± 43,7	12,5 - 247,2	80,8	90

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation; CV – współczynnik zmienności / coefficient of variation

T a b e l a 2

Pokrycie zapotrzebowania na energię i wybrane składniki odżywcze przez mężczyzn.
Meeting demand for energy and some selected nutritients by men.

Składniki / Components	Wiosna (Grupa IB / Spring (Group IB)					Jesień (Grupa IIB) / Autumn / (Group IIB)				
	Zawartość / Content		Realizacjia normy [%] % of recommended intake		CV [%]	Zawartość / Content		Realizacjia normy [%] [% of recommended intake]		CV [%]
	Zakres Range	$\overline{X}$ ± SD	Zakres Range	$\overline{X}$		Zakres Range	$\overline{X}$ ± SD	Zakres Range	$\overline{X}$	
Energia [kcal] / Energy [kcal]	984,9 - 3164,0	2010,9 ± 669,6	46,9 - 150,7	95,8	33	1738,8 - 2158,7	1948,9 ± 367,7	82,8 - 102,8	92,8	19
Białko ogółem [g] Total protein [g]	40,1 - 101,7	70,5 ±2 2,3	66,8 - 169,5	117,5	32	58,5 - 83,2	72,1 ± 18,6	97,5 - 138,7	120,2	26
Białko zwierzęce [g] Animal protein [g]	26,7 - 63,4	45,7 ± 16,2	89,0 - 211,3	152,3	35	36,2 - 56,8	48,5 ± 18,1	120,7 - 189,3	161,7	37
Białko roślinne [g] Vegetable protein [g]	13,5 - 41,9	24,9 ± 8,8	45,0 - 139,7	83,0	35	17,6 - 26,9	23,6 ± 6,7	58,7 - 89,7	78,7	28
Węglowodany ogółem [g] Total carbohydrates [g]	142,9 - 541,8	315,3 ± 119,4	41,1 - 155,9	90,7	38	248,9 - 326,7	292,6 ± 61,2	71,6 - 94,0	84,2	21
Sacharoza [g] / Saccharose [g]	20,1 - 135,4	84,9 ± 40,8	50,3 - 338,5	212,3	48	76,1 - 101,7	87,9 ± 18,6	190,3 - 254,3	219,8	21
Błonnik pokarmowy [g]/ Fibre[g]	13,2 - 33,3	21,2 ± 7,3	40,6 - 102,5	65,2	34	15,0 - 22,8	18,6 ± 5,8	46,2 - 70,2	57,2	31
Tłuszcze [g] / Fat [g]	33,7 - 77,4	60 ± 19,7	58,1 - 133,4	103,4	33	57,4 - 74,5	61,6 ± 16,1	98,7 - 128,4	106,2	26
NKT [g] / UFA [g]	17,9 - 33,9	26,7 ± 8,0	99,4 - 188,3	148,3	30	23,5 - 32,4	27,4 ± 6,2	130,5 - 180,0	152,2	23
JNKT [g] / SUFA [g]	10,3 - 27,3	20,6 ± 8,3	36,8 - 97,5	73,6	40	19,9 - 27,9	22,1 ± 7,0	71,1 - 99,6	78,9	32
WNKT [g] / PUFA[g]	2,9 - 12,5	7,5 ± 3,9	41,4 - 178,6	107,1	52	5,5 - 7,9	6,7 ± 3,0	78,6 - 112,9	95,7	45
Cholesterol [mg] / Cholesterol [mg]	150,3 - 326,9	260,7 ± 111,5	50,1 - 108,9	86,9	43	200,2 - 412,4	282,5 ± 188,6	66,7- 137,5	94,2	67
Witamina A [µg] / Vitamin A [µg]	596,9 - 4181,7	1897,5 ± 3241,8	85,3 - 597,4	271,1	171	789 - 1445,1	1067,1 ± 458,5	112,7 - 206,4	152,4	43
β-karoten [µg] / β-carotene [µg]	2282,1 - 4287,7	3298,8 ± 1998,0	–	–	61	3140,6 - 6781,6	4137,0 ±2585,6	–	–	63
Witamina E [mg] / Vitamin E [mg]	3,4 - 9,9	6,7 ± 3,3	42,5 - 123,7	83,8	49	5,1 - 6,8	6,1 ± 2,2	72,8 - 85,0	82,5	36
Witamina C [mg] / Vitamin C [mg]	26,4 - 77,0	49,7 ± 40,0	37,7 - 110,0	71,9	81	29,2 - 53,2	40,3 ± 29,2	41,7 - 76,0	57,6	73

SD – odchylenie standardowe/ standard deviation; CV – współczynnik zmienności / coefficient of variation

Średnia podaż energii w racjach kobiet, w okresie wiosny i jesieni wynosiła kolejno 1593,8 ± 466,5 oraz 1539,5 ± 493,6 kcal, co stanowiło 88,5 i 85,5 % pokrycia normy (tab. 1). Średnia wartość energetyczna racji pokarmowych mężczyzn mieściła się w zakresie obowiązujących norm (biorąc pod uwagę ± 10 % dopuszczalne odchylenie od normy) w obydwu analizowanych porach roku (tab. 2). Przyjmuje się, że przy małej aktywności fizycznej, typowej dla tej grupy osób, zapotrzebowanie energetyczne stanowi około 1,5-krotną wartość podstawowej przemiany materii (w odniesieniu do ludzi młodszych pracujących zawodowo 1,8 - 2,1). Oprócz pokrycia zapotrzebowania bardzo ważne jest zachowanie właściwych proporcji substratów energetycznych w diecie. Węglowodany powinny stanowić nie mniej niż 55 - 60 %, tłuszcze nie więcej niż 25 - 30 %, a białka 12 -15 % całodziennej energii racji pokarmowej [7]. Wykazano, że procentowy udział podstawowych składników odżywczych w wartości energetycznej racji na ogół mieścił się w zalecanych zakresach. Udział energii pochodzącej z białka wynosił 14,0 - 14,8 % i był najbardziej zbliżony do zalecanych wartości. Węglowodany w racjach poszczególnych grup stanowiły 57,5 (Gr. IIA) – 62,7 % (Gr. IB), a tłuszcze 26,9 (Gr. IB) – 31,5 % (Gr. IIA) wartości energetycznej przeciętnej racji pokarmowej (tab. 3).

Tabela 3

Odsetek energii pochodzącej z białek, tłuszczów i węglowodanów w racjach pokarmowych.
Percent of energy from proteins, fat, and carbohydrates in daily food rations.

Składniki Components	Wiosna Grupa IA Spring	Jesień Grupa IIA Autumn	Wiosna Grupa IB Spring	Jesień Grupa IIB Autumn
Białko / Protein	14,6	14,1	14,0	14,8
Tłuszcze / Fat	29,6	31,5	26,9	28,4
Węglowodany Carbohydrates	58,6	57,5	62,7	60,1

Niektóre dane literaturowe potwierdzają zbyt małe pobranie energii z racjami pokarmowymi przez osoby w zakresie wiekowym 50 - 60 lat. Ilow i wsp. [15] stwierdzili pobranie energii przez 50-letnie kobiety i mężczyzn z Wrocławia na poziomie odpowiednio 78,4 i 85,0 % [15].

Z kolei otrzymane w niniejszej pracy wyniki nie potwierdzają uzyskanych danych przez innych autorów, dotyczących pobrania energii z racjami pokarmowymi [4, 23, 26]. Wierzbicka i wsp. [26] wykazali, że pensjonariusze wybranych domów pomocy społecznej normę zapotrzebowania na energię realizowalni w 97,0 % (kobiety) i 101,0 % (mężczyźni) [26]. Badania przeprowadzone przez Instytut Żywności i Ży-

wienia w gospodarstwach domowych na terenie całego kraju w grupie emerytów i rencistów, stanowiącej 35,5 % ogółu badanych, wykazały, że pobranie energii było wystarczające zarówno przez kobiety, jak i przez mężczyzn [23]. Natomiast zgodnie z badaniami przeprowadzonymi wśród 70-letnich mieszkańców Warszawy stwierdzono, że kobiety realizowały normę na energię jedynie w 62,0 %, a mężczyźni w 87,0 % [4].

Oceniając spożycie białka ogółem stwierdzono, że realizacja normy była pełna. Średnie spożycie białka ogółem przez pensjonariuszki wiosną oraz jesienią wynosiło odpowiednio 58,3 ± 20,3 i 54,4 ± 21,2 g/osobę/dobę, czyli 112,1 oraz 104,6 % realizacji normy. Wykazana w dietach pensjonariuszy zawartość tego składnika wynosiła wiosną 70,5 ± 22,3 g, oraz jesienią 72,1 ± 18,6 g, stanowiło to odpowiednio 117,5 oraz 120,2 % normy na poziomie bezpiecznego spożycia (tab. 1 i 2).

Udział białka pochodzenia zwierzęcego w każdym przypadku przekraczał zalecaną ilość (50 % ogólnej ilości białka). Średnie spożycie białka zwierzęcego przez poszczególne podgrupy wynosiło od 36,1 do 48,5 g/osobę/dobę, co stanowiło pokrycie zalecanej ilości spożycia w zakresie 138,8 - 161,7 %. W związku z tak dużą podażą białka pochodzenia zwierzęcego, dieta badanej populacji była uboga w białko roślinne, którego podaż w racjach żadnej z badanych grup nie pokrywała wartości zalecanej. Pokrycie zalecanej ilości spożycia białka pochodzenia roślinnego kształtowało się na poziomie 67,3 - 83,0 % (17,5-24,9 g/osobę/dobę).

Podobne wyniki dotyczące spożycia białka ogółem otrzymały Wajszczyk i Chwojnowska [25]. Autorki te wykazały, że kobiety w wieku 69 - 71 lat spożywały średnio 57 g/osobę/dobę białka, co stanowiło 110,1 % wartości normy. Kobiety 50-letnie z okręgu dolnośląskiego spożywały 60,2 g/osobę/dobę białka ogółem, pokrywając normę w 111,5 %, a 50-letni mężczyźni – 83,9 g/osobę/dobę białka, co stanowiło 132,1 % normy [14]. W innych badaniach wykazano, że kobiety w wieku 40 – 65 lat pobierały w ciągu doby przeciętnie 66,2 g białka, a mężczyźni w tym samym przedziale wiekowym 89,5 g [2]. Badania przeprowadzone wśród 70-letnich mieszkańców Warszawy wykazały, że kobiety spożywały średnio 49 g/osobę/dobę białka ogółem, a mężczyźni 72 g/osobę/dobę, co stanowiło pokrycie normy odpowiednio w 70 i 102 %. Podaż białka zwierzęcego wynosiła 34 g (racje kobiet) i 48 g (racje mężczyzn), czyli 97 i 138 % ilości zalecanej [4].

Średnia zawartość węglowodanów w racjach pokarmowych pensjonariuszy była niewystarczająca i wynosiła od 221,4 (Gr. IIA) – 315,3 g (Gr. IB) co odpowiadało pokryciu normy w zakresie 63,7 - 90,7 %. Normę w przedziale 90 - 110 % zrealizowało ~30 % mężczyzn w obu sezonach oraz jedynie 3,0 % kobiet wiosną (tab.1 i 2).

Analizując spożycie węglowodanów, szczególną uwagę należy zwrócić na podaż sacharozy i błonnika pokarmowego. W racjach pokarmowych wszystkich podgrup podaż sacharozy była zbyt duża i każdorazowo przekraczała dopuszczalną ilość (nie

więcej niż 10 % energii racji pokarmowej). Pomimo zalecenia stosowania diety z ograniczeniem węglowodanów łatwo przyswajalnych, spożycie sacharozy wśród pensjonariuszek wynosiło 168,3 % wiosną oraz 176 % jesienią wymienionej dopuszczalnej ilości. Racje pokarmowe mężczyzn przekraczały dopuszczalną ilość tego składnika o 112,3 oraz o 119,8 %.

Podaż włókna pokarmowego była niewystarczająca i wynosiła ~14,5 g w racjach pokarmowych kobiet, w obydwu analizowanych sezonach oraz ~20,0 g w racjach mężczyzn, co odpowiednio stanowiło ~45,0 i ~60,0 % pokrycia zalecanej ilości (tab. 1 i 2).

Kobiety pokrywały normę na węglowodany w mniejszym stopniu niż mężczyźni, co potwierdzają zarówno wyniki uzyskane w niniejszej pracy oraz opublikowane przez innych autorów. Pensjonariuszki wybranych domów pomocy społecznej, z terenów Polski, spożywały przeciętnie 275 g/osobę/dobę węglowodanów ogółem, co stanowiło 89 % normy, natomiast mężczyźni normę tę pokrywali w 97 %, spożywając średnio 321 g/osobę/dobę węglowodanów [26]. Kobiety z miejscowości Marki k/Warszawy spożywały średnio 156 g/osobę/dobę węglowodanów, a mężczyźni 209 g/osobę/dobę, co odpowiadało pokryciu normy odpowiednio w 52 i 66 % [26]. Kobiety z Poznania normę na ten składnik odżywczy pokryły w 69 %, a mężczyźni w 83 % [26]. Kobiety 70-letnie z Warszawy z przeciętną racją pokarmową spożyły 168 g/osobę/dobę węglowodanów (52 % normy), natomiast mężczyźni 247 g/osobę/dobę (74 % normy) [4].

Niedoborowe ilości błonnika pokarmowego w dietach osób w wieku podeszłym stwierdzono w innych badaniach. Według Sadowskiej i Śliwińskiej [21] kobiety pokryły ilości zalecane w 53 % (16 g), a mężczyźni w 60 % (18 g), a według Ilow i Regulskiej-Ilow [14] kobiety pobrały 18,5 g/osobę/dobę, a mężczyźni 22,6 g/osobę/dobę błonnika. Wajszczyk i Chwojnowska [25] także stwierdziły niskie spożycie włóka przez kobiety (16,7 g/osobę/dobę).

W niniejszej pracy wykazano prawidłowe spożycie tłuszczów zarówno przez kobiety, jak i przez mężczyzn, wynoszące ~105 % normy (~53,0 i 61,0 g/osobę/dobę). Stwierdzono zbyt dużą ilość nasyconych kwasów tłuszczowych, która przekraczała przyjęte w niniejszej pracy zalecenia o ok. 40 % w przypadku kobiet oraz ok. 50 % w przypadku mężczyzn. Średnie spożycie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JNKT) przez kobiety w okresie wiosennym wynosiło 18,4 ± 9,5 (Gr. IA), a w okresie jesiennym 19,1 ± 9,0 g/osobę/dobę (Gr. IIA), co odpowiednio pokryło zlecaną ilość w 65,7 i 68,2 %. Mężczyźni w analogicznych sezonach spożyli średnio 20,6 ± 8,3 (Gr. IB) i 22,1 ± 7,0 g/osobę/dobę (Gr. IIB) JNKT, co stanowiło pokrycie zalecanej ilości odpowiednio w 73,6 i 78,9 %. Spożycie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z całodzienną dietą w przypadku kobiet było niewystarczające i stanowiło 70 % dziennego zapotrzebowania w okresie wiosny oraz 80 % w sezonie jesiennym. Diety mężczyzn dostarczały właściwych ilości tego składnika, pokrywając zalecenia

w 107,6 i 95,7 %. Spożycie cholesterolu nie przekraczało dopuszczalnego poziomu 300 mg/dobę, wynosiło bowiem od 221,4 ± 118,5 (Gr. IA) do 282,5 ± 188,6 g/osobę/dobę (Gr. IIB).

Przedstawione dane, dotyczące spożycia tłuszczów ogółem, najczęściej są zbliżone do wyników innych, cytowanych poniżej autorów. W pracy Chwojnowskiej i wsp. [4] wykazano, że podaż tłuszczów z przeciętną racją pokarmową kobiet wyniosła 55 g, natomiast z racją mężczyzn 77 g. Kobiety w wieku 69 - 71 lat realizowały normę na tłuszcze w 104,9 % [25], a inna grupa kobiet normę tę pokryła w 100,0 % [18]. Według Wierzbickiej i wsp. [26] przeciętna racja pokarmowa pensjonariuszek i pensjonariuszy wybranych domów pomocy społecznej pokrywała normę w 115 oraz 110 % [26].

Nadmierną podaż tłuszczów zaobserwowano w racjach ludzi w wieku podeszłym, pochodzących z terenów wiejskich. Spożycie to wynosiło w przypadku kobiet 63 g/osobę/dobę, co stanowiło 123 % normy, a w przypadku mężczyzn 76 g/osobę/dobę, czyli 131 % normy [21]. Ponadto udział tłuszczów w racjach pokarmowych kobiet z Poznania był za duży o 24 %, a w diecie mężczyzn o 60 % [26]. Badania dotyczące spożycia NKT wykazały, że kobiety w wieku podeszłym spożywały średnio 20,1 g/osobę/dobę tych składników [25]. Nieprawidłową podaż NKT wykazano w diecie 70-letnich mieszkańców Warszawy [21]. Badania Ilowa i wsp. [14] dowiodły, że podaż JNKT w racjach pokarmowych 50-letnich kobiet wynosiła 26,3 g, co stanowiło 73,7 % ilości zalecanej. Mężczyźni spożyli 40,4 g/osobę/dobę JNKT, co odpowiadało pokryciu normy w 88,0 %.

Wyniki badań innych autorów wskazują na zróżnicowane spożycie cholesterolu. Wykazano, że większe jego ilości występują w diecie mężczyzn niż w diecie kobiet. Wajszczyk i wsp. [25] stwierdzili, że podaż cholesterolu z przeciętną racją pokarmową kobiet starszych nie przekraczała dopuszczanej ilości, wynosiła bowiem 176,5 mg. Zgodny z zaleceniami był również udział tego składnika w diecie kobiet uczestniczących w Uniwersytecie Trzeciego Wieku i wynosił średnio 75 % dopuszczalnej ilości [18]. Badania oceny sposobu żywienia 70-letnich mieszkańców Warszawy wykazały, że kobiety średnio spożywały 261 mg/osobę/dobę tego składnika, co stanowiło 87 % ilości dopuszczalnej, a mężczyźni 314 mg/osobę/dobę, czyli 105 % wartości dopuszczalnej [4].

Witaminy

Średnia podaż witaminy A (ekwiwalent retinolu) w racjach badanej populacji skutkowała przekroczeniem normy (tab. 1 i 2). Całodzienne racje pokarmowe kobiet pokrywały zapotrzebowanie na witaminę A w ~139 % niezależnie od sezonu. Diety mężczyzn dostarczały omawianej witaminy w ilościach stanowiących 271 % (wiosną) oraz 152,4 % (jesienią) wartości normy. Witamina A (w tym β-karoten) pochodziła

głównie z takich produktów, jak: potrawy z warzyw gotowanych, potrawy z ryb gotowanych, zupy warzywne. Większy udział tej witaminy w diecie mężczyzn był spowodowany dodatkowym spożyciem duszonych potraw z mięsa mieszanego, podrobów i wędlin.

Wyniki otrzymane w niniejszej pracy potwierdzają badania innych autorów. Słowińska i Wądołowska [22] wykazały, że racje pokarmowe kobiet dostarczały średnio 751 µg ekwiwalentu retinolu, a mężczyzn 748 µg. Według innych badań kobiety powyżej 60. roku życia spożywały średnio 869,0 µg/osobę/dobę witaminy A, w tym 482,8 µg/osobę/dobę retinolu i 1789,0 µg/osobę/dobę β-karotenu [19]. Sadowska i wsp. [21] wykazali, że osoby starsze, mieszkające na terenach wiejskich, realizowały normę na witaminę A w 124 % (kobiety) i 114 % (mężczyźni) [21]. Pensjonariuszki wybranych domów pomocy społecznej spożywały średnio 764 µg/osobę/dobę witaminy A, natomiast pensjonariusze 1032 µg/osobę/dobę, realizując normę odpowiednio w 96 i 103 % [26]. Z badań przeprowadzonych wśród kobiet z Warszawy wynika, że norma na witaminę A została zrealizowana w ~200 % [18].

W niniejszej pracy wykazano nadmierną podaż witaminy E w racjach kobiet, w okresie wiosennym (238 % realizacji normy). W racjach pozostałych podgrup odnotowano niedostateczne ilości tego składnika odżywczego (od 68,8, do 83,8 % normy). W racjach pokarmowych kobiet źródłem witaminy E były oleje roślinne, majonez, świeże owoce, warzywa oraz zupy warzywne.

Dane literaturowe, dotyczące spożycia witaminy E, wskazują na zróżnicowaną zawartość tego składnika w racjach pokarmowych osób starszych. Kobiety z terenów wiejskich realizowały normę na witaminę E w 69 %, natomiast mężczyźni w 87 % [21]. Mieszkańcy okolic Olsztyna także nie w pełni realizowali normę na omawianą witaminę [22]. W pracy Myszkowskiej-Ryciak i wsp. [18] oraz Niedworok i wsp. [19] wykazano pełne pokrycie normy na witaminę E wśród kobiet w wieku podeszłym. Z kolei wyniki badań Wajszczyk i wsp. [25] wskazują, że kobiety w wieku 69 - 71 lat spożyły średnio 9,1 mg/osobę/dobę tej witaminy, co stanowiło 113,6 % realizacji normy.

Prawidłowe pokrycie normy na witaminę C wykazano w grupie kobiet w sezonie wiosennym (100,7 %). Diety pozostałych grup okazały się deficytowe pod względem zawartości tej witaminy, stwierdzone ilości stanowiły bowiem 70,0 (Gr. IB); 80,8 (Gr. IIA); 57,6 % (Gr. IIB) wartości normy. Inne badania również potwierdzają małe spożycie tej witaminy. W przypadku racji pokarmowych kobiet z wybranych domów pomocy społecznej zawartość witaminy C wyniosła 38 mg, co stanowiło 63 % pokrycia normy, natomiast w przypadku racji mężczyzn 51 mg, co odpowiadało realizacji normy w 84 % [26]. Kobiety z miejscowości Marki k/Warszawy spożyły średnio 17 mg/osobę/dobę witaminy C (28 % pokrycia normy), a mężczyźni 13 mg/osobę/dobę (22 % pokrycia normy) [25]. Niską podaż witaminy C odnotowano także wśród osób

w wieku podeszłym, zamieszkujących tereny wiejskie. Średnia ilość tej witaminy w racjach kobiet wyniosła 29 mg, a w dietach mężczyzn 30 mg, co stanowiło pokrycie normy odpowiednio w 48 i 50 % [21].

Parametry antropometryczne

Wykazano wysokie średnie wartości wskaźnika BMI zarówno w odniesieniu do kobiet, jak i do mężczyzn. W przypadku kobiet wartość ta wyniosła 29,3 kg/m² (20,2 - 40,0 kg/m²), a w przypadku mężczyzn 28,9 kg/m² (21,6 - 39,4 kg/m²). Prawidłową masę ciała, na podstawie wskaźnika BMI, potwierdzono u 19,6 % kobiet oraz 50,0 % mężczyzn. Niedożywienie oraz otyłość dużego stopnia dotyczyła podobnego odsetka kobiet wynoszącego po 1,9 %. Nadwagę odnotowano u 39,1 % kobiet i 25,0 % mężczyzn, natomiast otyłość umiarkowanego stopnia u 37,0 % kobiet i 25,0 % mężczyzn (tab. 4 i 5).

Tabela 4

Parametry antropometryczne pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej.

Anthropometric parameters of residents in Residential Care Home.

Parametry / Parameters	Kobiety Women $\overline{x}$ ± SD	Mężczyźni Men $\overline{x}$ ± SD
Masa ciała [kg] / Body weight [kg]	68,2 ± 11,0	82,2 ± 21,0
Wzrost[m] / Height [m]	1,53 ± 0,07	1,69 ± 0,06
BMI [kg/m^2] / BMI [kg/m^2]	29,3 ± 4,28	28,9 ± 7,1
Obwód talii [cm] / Waist size [cm]	96,7 ± 11,2	102,0 ± 16,3
Obwód bioder [cm] / Hip zise [cm]	109,2 ± 11,7	111,8 ± 17,9
WHR	0,89 ± 0,07	0,92 ± 0,08
Otyłość aneroidalna [% populacji] Android obesity [percentage of population]	88,9	0
Grubość fałdu nad mięśniem trójgłowym ramienia [mm] Thickness of fat-pad over triceps muscle of arm [mm]	16,1 ± 4,9	13,8 ± 6,2
Grubość fałdu pod dolnym kątem łopatki [mm] Thickness of fat-pad under inferior angle of scapula [mm]	14,7 ± 4,7	17,0 ± 3,0
Średnia zawartość tłuszczu [%] Mean content of fat [%]	32,1 ± 5,20	31,1 ± 4,64

Średnia wartość wskaźnika WHR populacji kobiet oraz mężczyzn wynosiła 0,89 ± 0,07 i 0,92 ± 0,08. Spośród kobiet o wartościach BMI powyżej 30 kg/m², 88,9 % wykazywało otyłość androidalną, a pozostałe gynoidalną. W przypadku mężczyzn występowała tylko otyłość gynoidalna (tab. 4).

Tabela 5

Odsetek pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej w zależności od wartości wskaźnika BMI.
Percent number of residents in Residential and Care Home depending on the value of body mass index (BMI).

BMI	Interpretacja / Interpretation	Kobiety Women [%]	Mężczyźni Men [%]
< 19,9	Niedożywienie / malnutrition	2,4	–
20 - 24,9	najmniejsze ryzyko zwiększonej umieralności the lowest risk of increased mortality	19,6	50,0
25 - 29,9	problemy zdrowotne na tle przekarmienia heath problems owing to overfeeding	39,1	25,0
30 - 30,9	otyłość umiarkowanego stopnia wraz z konsekwencjami zdrowotnymi moderate obesity with health consequences thereof	37,0	25,0
> 40	otyłość III stopnia / obesity of class III	1,9	–

Średnia zawartość tkanki tłuszczowej w przypadku kobiet wynosiła 32,1 ± 5,20 %, a w przypadku mężczyzn 31,1 ± 4,64 % masy ciała. Równocześnie stwierdzono, że nadmierną zawartość tkanki tłuszczowej miało 84,8 % kobiet oraz wszyscy oceniani mężczyźni, a prawidłową tylko 15,2 % kobiet (tab. 6). Jak zatem wykazano, uczestniczący w badaniach respondenci najczęściej dotknięci byli nadwagą i otyłością, a zalecenie stosowania diety z ograniczeniem łatwo przyswajalnych węglowodanów wynikało z nietolerancji glukozy lub zdiagnozowanej cukrzycy typu 2. Przyczyną nadwagi i otyłości może być nie tylko wadliwe żywienie, ale również zaburzenia hormonalne, obciążenie genetyczne oraz mała aktywność fizyczna.

Gębska-Kuczerowska [11] na podstawie ogólnopolskich badań osób w wieku podeszłym wykazała, że prawidłowy wskaźnik masy ciała występował u 47 % ogółu badanych, nadwaga i otyłość u 45 % oraz niedowaga u 8 %. Wraz z wiekiem badanych wzrastał udział osób z niedowagą i malał odsetek osób z nadwagą i otyłością. Duda i wsp. [6], analizując parametry antropometryczne mieszkańców Poznania powyżej 60 roku życia, wykazali, że u 54 % kobiet i 72 % mężczyzn występuje nadwaga lub otyłość. Można przypuszczać, że nadmierna masa ciała u tak znacznego odsetka osób jest

Tabela 6

Odsetek pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej w zależności od zawartości tłuszczu w organizmie.
Percent number of residents in Residential and Care Home depending on fat content in the body.

	Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]	Odsetek populacji Percent number of population
Kobiety / Women	<16	0
	16-25	15,2
	>25	84,8
Mężczyźni / Men	<12	0
	12-19	0
	>19	100

skutkiem długoletnich zaniedbań żywieniowych, związanych głównie ze spożywaniem posiłków o nadmiernej wartości energetycznej. Istotny wpływ mogła mieć także, obserwowana w starszym wieku, ograniczona aktywność fizyczna [1]. Kostka i Bogus [16] w badaniu starszych mieszkańców Łodzi, w wieku 65 - 69 lat, wykazali, że im większe są wartości wskaźnika BMI, tym mniejsza mobilność [16]. Badania Bobrowiak i Barylskiej [3], przeprowadzone wśród osób po 65. roku życia, uczęszczających do jednego z Domów Dziennego Pobytu na terenie województwa łódzkiego wykazały, że średni wskaźnik masy ciała (BMI) wynosił 27,84 ± 4,1 kg/m². Na 25 uczestniczących w badaniach, 6 respondentów miało nadwagę lub otyłość, a aż u 7 seniorów stwierdzono niedożywienie [3]. Odmienne dane podają Humańska i wsp. [13], którzy wykazali ryzyko niedożywienia aż u 60 % osób starszych z Bydgoszczy i Koronowa. Dobry stan odżywienia cechowało 36 spośród 100 badanych osób, a u 4 stwierdzono niedożywienie [13]. Problem niedożywienia pojawia się także w pracach zagranicznych autorów. Crogan i Pasvogel [5] wykazali, że ~38,6 % mieszkańców trzech domów opieki we wschodnim Waszyngtonie (USA) było niedożywionych.

Wnioski

1. Badane racje pokarmowe kobiet były prawidłowo zbilansowane pod względem zawartości tłuszczów i białek, równocześnie nie pokrywały zapotrzebowania na energię. Wartość energetyczna racji pokarmowych mężczyzn oraz zawartość w nich tłuszczów mieściła się w zakresie obowiązujących norm, natomiast zawartość białek przekraczała zalecaną ilość.

2. W racjach wszystkich ocenianych pensjonariuszy średnia zawartość węglowodanów oraz błonnika pokarmowego na ogół była niewystarczająca, przy czym spożycie sacharozy znacznie przekraczało dopuszczalną ilość.
3. Spożywane tłuszcze charakteryzowały się nadmiarem nasyconych kwasów tłuszczowych i równoczesnym niedoborem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz na ogół mniejszą od dopuszczalnej ilością cholesterolu.
4. Spożycie witaminy A było większe od wartości zalecanych, a witaminy E i C na ogół niewystarczające.
5. Wyniki badań, wśród ocenianych kobiet i mężczyzn zobowiązanych do stosowania diety z ograniczeniem węglowodanów łatwo przyswajalnych, wskazujące na nadwagę i otyłość odpowiednio u 80 i 50 % z nich, potwierdzają udokumentowane doniesienia, że nietolerancja glukozy częściej dotyczy ludzi z nadmierną masa ciała.
6. Stwierdzone błędy żywieniowe oraz wysoki odsetek badanych z nadwagą i otyłością, stwarzają konieczność poprawy sposobu żywienia, między innymi poprzez zwiększenie spożycia warzyw jako źródeł błonnika i witaminy C, ograniczenie spożycia cukrów rafinowanych, słodyczy i tłuszczów zwierzęcych, a zwiększenie spożycia olejów roślinnych.

Literatura

[1] Bogus K., Borowiak E., Kostka T.: Otyłość i niska aktywność ruchowa jako ważne czynniki determinujące jakość życia osób starszych. Geriatria, 2008, **2**, 116-120.

[2] Bolesławska I., Przysławski J.: Analiza sposobu żywienia kobiet i mężczyzn w zróżnicowanych wiekowo okresach życia – energia oraz składniki podstawowe. Rocz. PZH, 2007, **58**, (**1**), 171-176.

[3] Borowiak E., Barylska A.: Problemy seniorów przebywających w Domu Dziennego Pobytu wyzwaniem dla pielęgniarki. Problemy Pielęgniarstwa, 2007, **15**, 1.

[4] Chwojnowska Z., Charzewska J., Rogalska-Niedźwiedź M., Chabros E., Wajszczyk B., Ziemlański Ś.: Ocena sposobu żywienia 70-letnich mieszkańców wybranej dzielnicy warszawskiej. Żyw. Człow. Metab., 1993, **20**, (**3**), 189-200.

[5] Crogan N.L., Pasvogel A.: The influence of protein-calorie malnutrition on quality of life in nursing homes. J. Gerontol., 2003, **58A,** (**2**), 159-164.

[6] Duda G., Różycka-Cała K., Przysławski J.: Sposób żywienia a wybrane wskaźniki stanu odżywienia osób w wieku podeszłym. Nowa Medycyna – Medycyna w Sporcie, 2000, 12.

[7] Gabrowska E., Spodaryk M.: Zasady żywienia osób w starszym wieku. Gerontologia Polska 2006, **14 (2)**, 57-62.

[8] Gabrowska E., Spodaryk M.: Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania zachowań żywieniowych starszych mieszkańców Krakowa. Gerontologia Polska. 2003, **11,** (**1**), 35-37.

[9] Gawęcki J., Mosso-Pietraszewska T.: Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2004.

[10] Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T. (pod red.): Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2007.

[11] Gębska-Kuczerowska A.: Charakterystyka grupy osób w podeszłym wieku uczestniczących w badaniu zależności między aktywnością a stanem zdrowia. Przegl. Epidemiol. 2002, **56**, 463-470.
[12] Hasik J., Hryniewski L., Grzymisławski M.: Dietetyka. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 1999.
[13] Humańska M., Kędziora-Kornatowska K.: Wpływ miejsca zamieszkania osób w podeszłym wieku na stan odżywiania się. Gerontologia Polska 2009, **17**, (**3**), 126-128.
[14] Ilow R., Regulska-Ilow B., Biernat J., Kowalisko A.: Ocena sposobu żywienia wybranych grup populacji dolnośląskiej - 50-latkowie. Bromat. Chem. Toksykol., 2007, **40**, (**3**), 293-298.
[15] Ilow R., Regulska-Ilow B., Biernat J., Kowalisko A.: Ocena zwyczajów żywieniowych 50-letnich mieszkańców Wrocławia. Bromat. i Chem. Toksykol., 2007, **40**, (**2**), 121-129.
[16] Kostka T, Bogus K.: Independent contribution of overweight/obesity and physical inactivity to lower health-related quality of life in community-dwelling older subjects. Gerontol. Geriatr. 2007, **40**, 43-51.
[17] Kunachowicz H., Nadolna I., Wojtasik A., Przygoda B.: Żywność wzbogacana a zdrowie. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2004.
[18] Myszkowska-Ryciak J., Bujko J., Malesza M.: Ocena sposobu żywienia kobiet w podeszłym wieku zrzeszonych w Uniwersytecie Trzeciego Wieku w Warszawie. Żyw. Człow. i Metab., 2003, **30**, (**1/2**), 357-361.
[19] Niedworok E., Całyniuk B., Szczepańska E., Żurawińska T., Dul L.: Styl życia a sposób odżywiania na przykładzie badań struktury spożycia wybranych składników odżywczych w określonych grupach wiekowych kobiet. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia, 2003, **58**, (**13**), 171, 365-368.
[20] Roszkowski W.: Żywienie osób starszych. W: Hasik J., Gawęcki J. (pod red.). Żywienie człowieka zdrowego i chorego. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2000, ss. 86-94.
[21] Sadowska J., Śliwińska U.: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia osób w wieku starszym, zamieszkałych na terenach wiejskich. Żyw. Człow. Metab., 2005, **32**, (**3**), 187-202.
[22] Słowińska M.A., Wądołowska L.: Spożycie witamin antyoksydacyjnych a śmiertelność ogólna osób starszych zamieszkałych w rejonie Olsztyna. Bromat. Chem. Toksykol., 2006, **39**, (**4**), 313-319.
[23] Szponar L., Sekuła W., Rychlik E., Ołtarzewski M., Figurska K.: Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych. Sprawozdanie z projektu TCP/POL/8921A, Warszawa 2003, ss. 752-785.
[24] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2000.
[25] Wajszczyk B., Chwojnowska Z., Rogalska-Niedźwiedź M., Charzewska J., Chabros E., Kokosa J.: Sposób żywienia kobiet w wieku okołomenopauzalnym i pomenopauzalnym. Żyw. Człow. Metab., 2003, **30**, (**1/2**), 372-376.
[26] Wierzbicka E., Brzozowska A., Roszkowski W.: Sposób żywienia oraz stan odżywienia ludzi starszych w Polsce w świetle danych z piśmiennictwa z lat 1980-1996. Roczn. PZH, 1997, **48**, (**1**), 87-102.
[27] Ziemlański Ś (pod red.): Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2001.

MEETING THE DEMAND FOR ENERGY AND SELECTED NUTRITIENTS IN DIETS OF RESIDENTS OF ONE SELECTED RESIDENTIAL CARE HOME FOR ADULTS AND EVALUATION OF THEIR ANTHROPOMETRIC PARAMETERS

S u m m a r y

The objective of this study was to assess the diets of the residents of one selected Residential Care Home in Cracow with regard to whether or not they meet the demand for energy, basic nutritients, and antioxidant vitamins during the spring and autumn seasons. The calculations were performed using a DIETA 2.0 software, on the basis of the surveys conducted among the residents on their food consumed during 24 hours prior to survey.

Both during the spring and the autumn, the caloric value of food rations for women was insufficient and constituted 88 % and 85 %, respectively, of the recommended standard intake level, whereas the fat and protein content was suitable from the point of view of recommendations. The caloric value of and fat content in food rations for men met the obligatory standards during the two seasons, however, the protein content exceeded the recommended value. During the spring, the cholesterol content in the diets of women and men was 74 and 87 % of the acceptable amount of 300 mg/person/day, and, during the autumn, 77 and 94 % of this amount. During the spring and the autumn, the intake of total carbohydrates by women was 67 and 64 %, respectively, and by men 91 and 84 %, respectively. The content of dietary fibre in the daily diet constituted only a half of the recommended intake value amounting to 30 g/person/day. The intake of vitamin A was higher than the recommended value, but the intake of vitamins E and C was, in general, not sufficient.

The proper body mass index (BMI) was found in 19.6 % of the women and in 50.0 % of the men surveyed, whereas the overweight and obesity was found in 78 (women) and 50% (men) of the polled. The android obesity was found in 88.9 % of the women with a higher body mass. The malnourishment was found in 2.4 % of women.

Key words: 24-hour diet survey, the elderly, energy, basic nutritients, antioxidant vitamin

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 255 – 270

GRAŻYNA MORKIS

ZAKRES WDROŻENIA GHP, GMP I HACCP W PRZEMYŚLE SPOŻYWCZYM

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

W Polsce, podobnie jak w krajach Unii Europejskiej, wprowadzono regulacje prawne dotyczące produkcji i obrotu żywnością, w tym także unormowania prawne wprowadzające obowiązek wdrożenia i stosowania niektórych systemów zarządzania jakością. W procesie produkcji i obrotu żywnością przedsiębiorstw przemysłu spożywczego obowiązkowe jest stosowanie GHP, GMP i HACCP. Po pięciu latach od wstąpienia Polski do Unii Europejskiej nastąpił istotny wzrost liczby przedsiębiorstw, które wdrożyły i stosują obligatoryjne systemy zarządzania jakością. Z przeprowadzonego monitoringu w latach 2005 - 2009 wynika m.in., że w 2009 r. zdecydowana większość (94 %) przedsiębiorstw przetwarzających produkty pochodzenia zwierzęcego wdrożyła obligatoryjne systemy zapewnienia jakości, w grupie przedsiębiorstw przemysłu spożywczego przetwarzających produkty pochodzenia niezwierzęcego przedsiębiorstw stosujących GHP było 88 %, GMP 85 %, a HACCP tylko 32 %.

Słowa kluczowe: system zarządzania jakością, Dobra Praktyka Higieniczna (GHP), Dobra Praktyka Produkcyjna (GMP), system HACCP, przemysł spożywczy

Wprowadzenie

Nowe podejście do problematyki jakości żywności wynika z jednej strony z zaostrzenia wymagań w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego i odpowiedzialności producentów za wytwarzane produkty oraz ze wzrastających wymagań konsumentów. Jakość wyrobów jest jednym z najistotniejszych instrumentów konkurencji na rynku oraz podstawowym czynnikiem decydującym o stopniu zadowolenia klientów. W Polsce, podobnie jak w krajach Unii Europejskiej, wprowadzono regulacje prawne dotyczące produkcji i obrotu żywnością, w tym także regulacje wprowadzające obowiązek wdrożenia i stosowania niektórych systemów zapewnienia bezpieczeństwa żywności i zarządzania jakością [1, 2, 9, 13].

Dr G. Morkis, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB, ul. Świętokrzyska 20, 00-950 Warszawa

Do obligatoryjnych systemów zapewnienia jakości w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie żywności i żywienia) należą:

- Dobra Praktyka Higieniczna (Good Hygienic Practice – GHP),
- Dobra Praktyka Produkcyjna (Good Manufacturing Practice – GMP),
- System Analizy Zagrożeń i Krytycznego Punktu Kontrolnego (Hazard Analysis and Critical Control Point – HACCP).

Dobra Praktyka Higieniczna określa działania, które muszą być podjęte, i warunki higieniczne, które muszą być spełniane i kontrolowane na wszystkich etapach produkcji lub obrotu, aby zapewnić bezpieczeństwo zdrowotne żywności. Dobra Praktyka Produkcyjna ustala działania, które muszą być podjęte, i warunki, które muszą być spełniane, aby produkcja żywności oraz materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością odbywała się w sposób zapewniający właściwą jakość zdrowotną żywności, zgodnie z przeznaczeniem. System Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontrolnych określa tok postępowania, który ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa żywności poprzez identyfikację i oszacowanie skali zagrożeń z punktu widzenia jakości żywności oraz ryzyka wystąpienia zagrożeń podczas przebiegu wszystkich etapów procesu produkcyjnego i obrotu żywnością. System HACCP ma również na celu określenie metod ograniczania zagrożeń oraz ustalenie działań naprawczych [14, 15].

Z dniem uzyskania przez Polskę członkostwa w Unii Europejskiej, czyli od 1 maja 2004 r., wdrożenie zasad systemu HACCP we wszystkich przedsiębiorstwach wykonujących działalność w zakresie produkcji lub obrotu żywnością jest obowiązkowe (Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia – wraz z późniejszymi zmianami [14]). Od 28 października 2006 r. obowiązuje ustawa z dn. 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, która wprowadziła m.in. kary pieniężne za nie wdrożenie w przedsiębiorstwie systemu HACCP.

Od 1 maja 2004 r. obowiązują w Polsce również unijne akty prawne, w tym m.in. rozporządzenie Nr 178/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności [10]. Natomiast od 1 stycznia 2006 r. obowiązuje: rozporządzenie Nr 852/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych, ustanawiające ogólne zasady dla przedsiębiorstw sektora spożywczego w zakresie higieny środków spożywczych oraz rozporządzenie Nr 853/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego [11, 12].

Zakres i metody badań

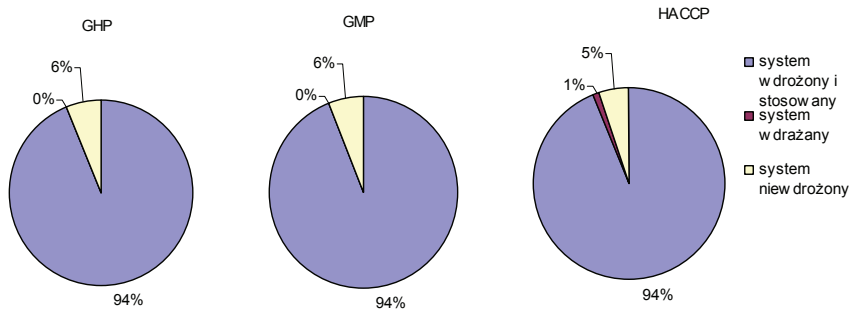
Prowadzenie monitoringu stanu wdrożenia obligatoryjnych i nieobligatoryjnych systemów zarządzania jakością w działających w Polsce przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego po integracji z UE od 2004 r. do 2009 r. było jednym z celów zadania Planu Wieloletniego pt.: „Monitorowanie efektów ekonomicznych rozwoju systemów zapewnienia jakości i ich wpływu na konkurencyjność polskiej gospodarki żywnościowej", realizowanego w Instytucie Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Badaniami objęto wszystkie przedsiębiorstwa branży mięsnej, rybnej, mleczarskiej i paszowej (podlegające nadzorowi Inspekcji Weterynaryjnej) oraz branży cukrowniczej, cukierniczej, piwowarskiej, alkoholowej, winiarskiej, makaronowej, owocowo-warzywnej, zbożowej, piekarskiej, tłuszczowo-olejarskiej, wód mineralnych, przetwórstwa kawy i herbaty i grupy pozostałych artykułów spożywczych (podlegające Państwowej Inspekcji Sanitarnej). Tematem prowadzonych od 2005 do 2009 r. corocznie badań ankietowych był stan wdrożenia i wdrażania systemów GHP, GMP i HACCP.

Wyniki i ich omówienie

W 2009 r. w grupie przedsiębiorstw przetwarzających żywność pochodzenia zwierzęcego procesy wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w zdecydowanej większości zostały zakończone. I tak, wszystkie przedsiębiorstwa paszowe miały wdrożone i stosowały: GHP, GMP i HACCP, 90 % firm branży mięsnej i 90 % mleczarni wdrożyło te systemy. Wyjątkiem są przedsiębiorstwa branży rybnej, bowiem tam obligatoryjne systemy zarządzania jakością wdrożyło tylko 63 % firm, a wynika to z faktu, że w 2008 i 2009 r. powstały nowe przedsiębiorstwa tej branży (rys. 1). Sytuacja w zakresie stosowania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w grupie przedsiębiorstw produkujących żywność pochodzenia niezwierzęcego jest znacznie mniej korzystna. Wprawdzie średni stan wdrożenia w tej grupie w przypadku GHP wynosi 88 % i GMP 85 %, to w przypadku HACCP wskaźnik ten wynosi tylko 43 % (rys. 2). Zatem w 2009 r. więcej niż połowa przedsiębiorstw nie wdrożyła i nie stosuje obligatoryjnego systemu HACCP. W tej grupie są przedsiębiorstwa, które rozpoczęły (32 %), jak i te, które dotychczas nie rozpoczęły (25 %) procedury wdrażania obligatoryjnego systemu zarządzania jakością. To świadczy z jednej strony o lekceważeniu obowiązujących przepisów przez część przedsiębiorstw przemysłu spożywczego, a z drugiej o niedostatecznym poziomie egzekwowania przestrzegania prawa przez jednostki Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Zjawisko to szczególnie dotyczy bardzo małych i małych przedsiębiorstw. Natomiast najbardziej zawansowane są procesy wdrożenia i stosowania systemów w dużych (93 % GHP, GMP i HACCP)

i w średnich przedsiębiorstwach (96 % GHP, 95 % GMP i 88 % HACCP) (rys. 3 - 5). Stwierdzono, że ma miejsce również bardzo duże zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi branżami w zakresie stopnia wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością. Najbardziej zaawansowany proces wdrażania systemu HACCP odnotowano w branży: przetwórstwa kawy i herbaty – 76 %, piwowarskiej – 75 %, olejarsko-tłuszczowej – 67 %, winiarskiej – 62 %. Natomiast najwięcej pracy, w zakresie wdrażania systemów, mają przed sobą przedsiębiorstwa niżej wymienionych branż, bowiem stopień wdrożenia systemu HACCP w 2009 r. w tych branżach był najniższy i wynosił w: cukrowniczej – 36 %, pozostałych artykułów spożywczych – 38 %, zbożowo-młynarskiej – 40 %, piekarskiej – 41 % i makaronowej – 49 % (rys. 6).



Objaśnienia / Explanatory notes: system wdrożony i stosowany / system implemented and in use; system wdrażany / system being imlemented; system niewdrożony / system not implemented.

Rys. 1. Stopień wdrożenia systemów GHP, GMP i HACCP w grupie przedsiębiorstw przetwarzających produkty pochodzenia zwierzęcego (mięsnego, rybnego i mleczarskiego) w 2009 r. [%].

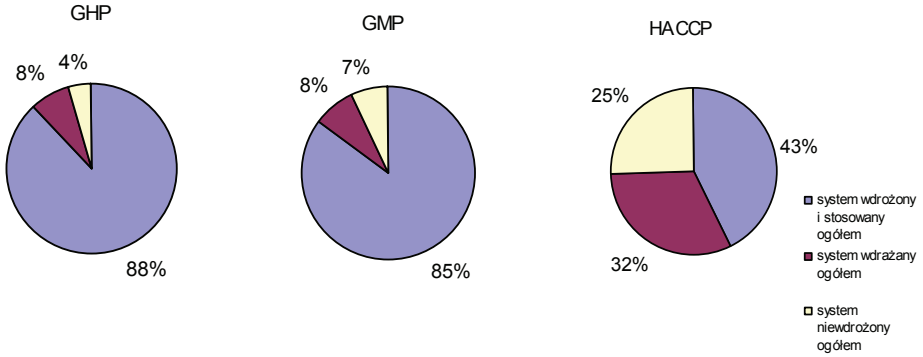
Fig. 1. Level of implementation of GHP, GMP and HACCP systems in the enterprises processing food of animal origin (meat, fish, diary), in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Inspekcji Weterynaryjnej. / The author's own calculations on the basis of data, not yet published, collected by Veterinary Inspectorate.

W 2009 r. 63 % przedsiębiorstw branży rybnej stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną, Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz system HACCP. Na etapie wdrażania systemu HACCP było tylko 1 % przedsiębiorstw. Natomiast aż 37 % przedsiębiorstw rybnych nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP, GMP oraz 36 % HACCP. Największy odsetek przedsiębiorstw, które nie rozpoczęły dotychczas procedur wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością odnotowano w województwach: opolskim (100 %), lubuskim (85 %), świętokrzyskim (67 %) i wielkopolskim (60 %). W tej grupie znajdują się głównie nowo powstałe przedsiębiorstwa.

Dobrą Praktykę Higieniczną, Dobrą Praktykę Produkcyjną i system HACCP w 2009 r. stosowało 90 % przedsiębiorstw branży mleczarskiej. Na etapie wdrażania systemu HACCP był 1 % przedsiębiorstw. Natomiast 10 % mleczarni nie wdrożyło

wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i GMP oraz 9 % HACCP. Największy odsetek przedsiębiorstw, które dotychczas nie rozpoczęły procedur wdrażania obowiązkowych systemów odnotowano w województwach: zachodniopomorskim, małopolskim, świętokrzyskim, warmińsko-mazurskim i podkarpackim.



Objaśnienia jak na rys.2. / Explanatory notes as in Fig. 1

Rys. 2. Stopień wdrożenia systemów GHP, GMP i HACCP w grupie przedsiębiorstw produkujących żywność pochodzenia niezwierzęcego w Polsce w 2009 r.

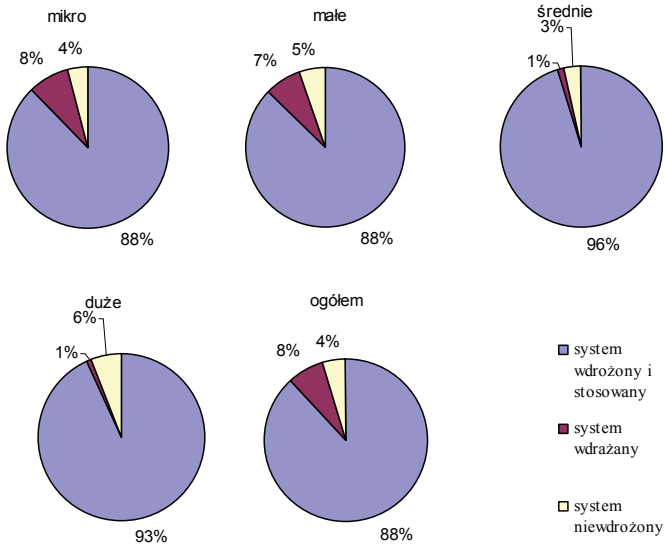
Fig. 2. Level of implementation of GHP, GMP, and HACCP systems in the group of food enterprises manufacturing food of non-animal origin, in Poland, in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Chief Sanitary Inspectorate.

W 2009 r. 88 % przedsiębiorstw branży owocowo-warzywnej miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną, 85 % Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz tylko 54 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 10 %, a systemu HACCP 23 % przedsiębiorstw. Natomiast 2 % firm owocowo-warzywnych nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i 5 % GMP oraz aż 23 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w średnich przedsiębiorstwach owocowo-warzywnych (98 %) oraz w przedsiębiorstwach małych (90 %), w mniejszym stopniu w przedsiębiorstwach dużych (86 %), a najmniejszy w bardzo małych firmach (GHP 85 % i GMP 80 %). Szczególnie duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży, i tak aż 92 % średnich firm stosuje HACCP, 86 % dużych oraz 68 % małych i tylko 34 % mikroprzedsiębiorstw. Największy odsetek przedsiębiorstw stosujących GHP i GMP odnotowano w województwach: dolnośląskim (100 %), podkarpackim (100 %) oraz warmińsko-mazurskim (96 %), kujawsko-pomorskim (95 %) i łódzkim (93 %), a system HACCP w woje-

wództwach: dolnośląskim (86 %), świętokrzyskim (72 %) i kujawsko-pomorskim (69 %).

W branży olejarsko-tłuszczowej w 2009 r. 88 % przedsiębiorstw stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 67 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 12 %, a systemu HACCP 15 % przedsiębiorstw. Natomiast 18 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. systemu HACCP. Procesy wdrożenia wszystkich obligatoryjnych systemów zarządzania jakością najbardziej zawansowane są w dużych i średnich przedsiębiorstwach, bowiem wszystkie te przedsiębiorstwa stosują te systemy. W dalszej kolejności uplasowały się małe przedsiębiorstwa, gdyż 88 % ma wdrożone GHP i GMP. Duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia HACCP, gdyż ten system stosuje tylko 50 % małych i 42 % mikrofirm olejarsko-tłuszczowych. Największy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami zarządzania jakością odnotowano w województwach: dolnośląskim, podkarpackim, pomorskim, śląskim i zachodniopomorskim.

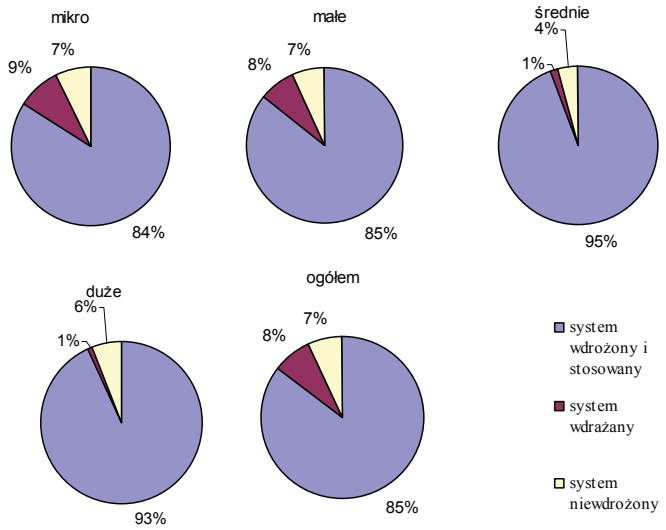


Objaśnienia / Explanatory notes: mikro-/micro- ; małe/small; średnie/medium; duże/large; ogółem/in total; system wdrożony i stosowany /system implemented and in use; system wdrażany/system being implemented; system niewdrożony / system not implemented.

Rys. 3. Stopień wdrożenia Dobrej Praktyki Higienicznej w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego przetwarzających produkty pochodzenia niezwierzęcego w Polsce w 2009 r. [%].

Fig. 3. Level of implementation of GHP system in the food enterprises processing products of non-animal origin, in Poland, in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Chief Sanitary Inspectorate.



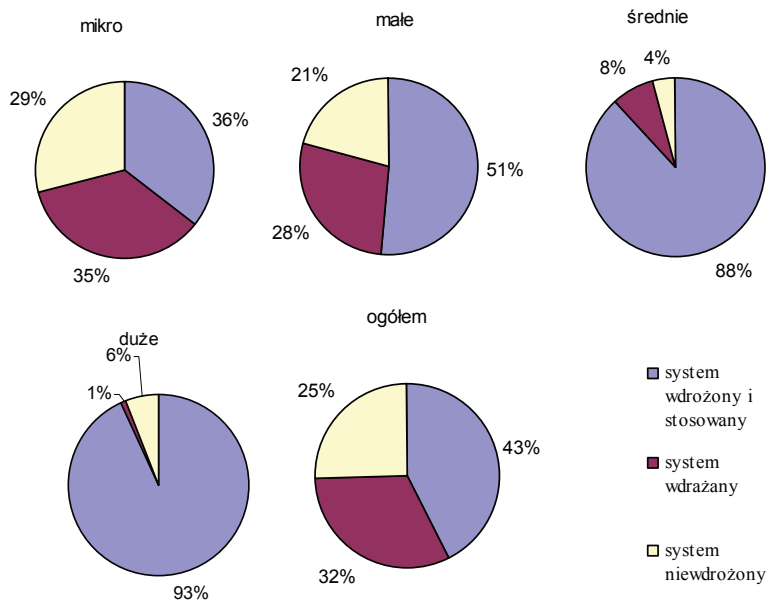
Objaśnienia / Objaśnienia jak na rys. 3. / Explanatory notes as in Fig. 3.

Rys.4. Stopień wdrożenia Dobrej Praktyki Produkcyjnej w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego przetwarzających produkty pochodzenia niezwierzęcego w Polsce w 2009 r. [%].

Fig. 4. Level of implementation of GMP system in the food enterprises processing products of non-animal origin, in Poland, in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Chief Sanitary Inspectorate.

W 2009 r. 81 % przedsiębiorstw branży zbożowo-młynarskiej, stosowało Dobrą Praktykę Higieniczna, 77 % Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz tylko 40 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP było 10 %, GMP 11 %, a systemu HACCP 26 % przedsiębiorstw. Natomiast 9 % firm zbożowo-młynarskich nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i 12 % GMP oraz 34 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w dużych przedsiębiorstwach zbożowo-młynarskich (100 %) oraz przedsiębiorstwach średnich (92 %), w mniejszym stopniu w przedsiębiorstwach małych (84 %), a najmniejszy w mikrofirmach (GHP 80 % i GMP 75 %). Szczególnie duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży. Wszystkie duże firm stosują HACCP, 89 % średnich oraz 65 % małych i tylko 31 % mikrofirm. Największy odsetek przedsiębiorstw stosujących GHP i GMP odnotowano w województwach: lubuskim (100 %), podlaskim (100 %) i warmińsko-mazurskim (100 %) oraz śląskim 97 %), a system HACCP w województwach dolnośląskim (84 %), zachodnio-pomorski (85 %).



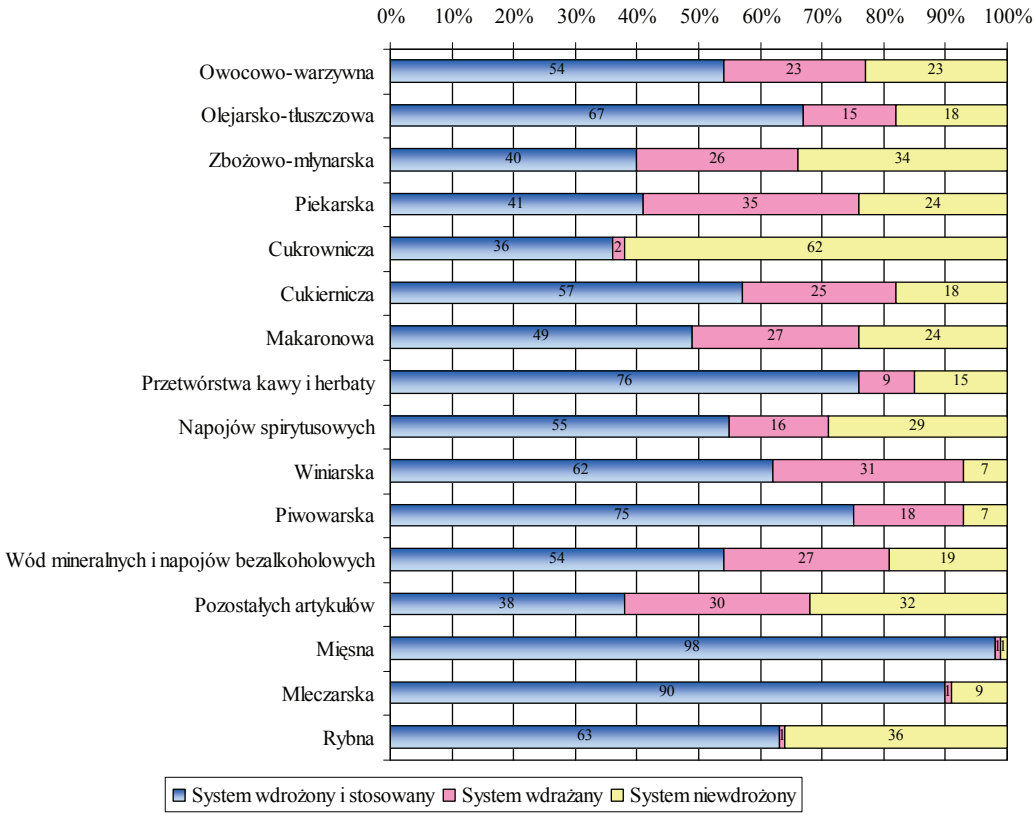
Objaśnienia jak na rys.3. / Explanatory notes as in Fig. 3.

Rys. 5. Stopień wdrożenia HACCP w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego przetwarzających produkty pochodzenia niezwierzęcego w Polsce w 2009 r.[%].

Fig. 5. Level of implementation of HACCP system in food enterprises processing products of non-animal origin, in Poland, in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Chief Sanitary Inspectorate.

W przemyśle piekarskim w 2009 r. 89 % przedsiębiorstw stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną, 86 % Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz tylko 41 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP było 7 %, GMP 8 %, a systemu HACCP 35 % przedsiębiorstw. Natomiast 4 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP, 6 % GMP oraz 24 % systemu HACCP. Procesy wdrożenia GHP i GMP w poszczególnych grupach przedsiębiorstw był na zbliżonym poziomie (86 – 92 %), natomiast w przypadku HACCP najbardziej zawansowane są w dużych i średnich przedsiębiorstwach (odpowiednio 89, 78 %). Zdecydowanie w mniejszym zakresie wdrożono HACCP w małych (48 %) i mikropiekarniach (37 %). Największy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami zarządzania jakością odnotowano w województwach: dolnośląskim, lubuskim i zachodniopomorskim.



Objaśnienia/ Explanatory notes: owocowo-warzywna / fruit-vegetable; olejarsko-tłuszczowa / oil-fat; zbożowo-młynarska / cereal-milling products; piekarska / bakery; cukrownicza / sugar; makaronowa / pasta; przetwórstwa kawy i herbaty / tea and coffee processing; napojów spirytusowych / spirits; winiarska / wines; piwowarska/ beer; wód i napojów bezalkoholowych / mineral water and beverages; pozostałych artykułów / others food products; mięsna / meat; mleczarska / dairy; rybna / fish; system wdrożony i stosowany / system implemented and in use; system wdrażany / system being implemented; system niewdrożony / system not implemented.

Rys. 6. Stopień wdrożenia i wdrażania systemu HACCP w poszczególnych branżach przemysłu spożywczego w 2009 r. [%].

Fig. 6. Level of implementation of HACCP system in individual sectors of food industry in 2009 [%].

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Inspekcji Weterynaryjnej i Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Veterinary Inspectorate and by Chief Sanitary Inspectorate.

Z 55 działających w Polsce w 2009 r. cukrowni Dobrą Praktykę Higieniczną stosowało 60 %, Dobrą Praktykę Produkcyjną (38 %) i 36 % system HACCP. Żadne przedsiębiorstwo nie było na etapie wdrażania GHP i GMP, natomiast systemu HACCP nie wdrażało 2 % przedsiębiorstw. Duża grupa cukrowni nie wdrożyła wcze-

śniej i nie wdrażała w 2009 r. GHP (40 %), GMP (62 %) oraz 62 % HACCP. W branży tej występuje duże zróżnicowanie stopnia wdrożenia i stosowania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w zależności od wielkości firmy. Wszystkie duże i mikroprzedsiebiorstwa wdrożyły GHP, GMP i HACCP. Większość małych firm nie stosuje i nie wdraża GHP (61 %), GMP (62 %) i HACCP (97 %), natomiast zdecydowana większość średnich firm stosuje GHP (89 %), GMP (89 %) i HACCP (83 %). W 2009 r. żadne przedsiębiorstwo cukrownicze nie wdrażało GHP i GMP, a 2 % wdrażało HACCP (tylko średnie przedsiębiorstwa). Wszystkie cukrownie funkcjonujące w województwie dolnośląskim, lubelskim, łódzkim, mazowieckim, opolskim, podkarpackim, wielkopolskim i zachodnio-pomorskim stosują obligatoryjne systemy zarządzania jakością, natomiast w podlaskim żadne przedsiębiorstwo nie stosuje GHP i GMP.

W 2009 r. 88 % przedsiębiorstw cukierniczych stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i 87 % Dobrą Praktykę Produkcyjną, a tylko 57 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 7 %, a systemu HACCP 25 % przedsiębiorstw. Natomiast 5 % firm cukierniczych nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i 6 % GMP oraz 18 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w dużych (95 %) i średnich (97 %) przedsiębiorstwach cukierniczych. W nieco mniejszym stopniu w przedsiębiorstwach małych (84 %), a najmniejszy w mikrofirmach (83 %). Szczególnie duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży. Większość (95 %) dużych i średnich firm stosuje HACCP i 56 % małych, a tylko 31 % mikrofirm. Największy odsetek przedsiębiorstw stosujących obligatoryjne systemy zarządzania jakością odnotowano w województwach: dolnośląskim i lubuskim

Przedsiębiorstw makaronowych, które w 2009 r. stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną było 89 %, Dobrą Praktykę Produkcyjną 88 %, a tylko 49 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 6 - 7 %, a systemu HACCP 27 % przedsiębiorstw. Natomiast 5 % firm makaronowych nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i GMP oraz 24 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w małych przedsiębiorstwach makaronowych (odpowiednio 94 i 93 %) oraz w mikroprzedsiębiorstwach (odpowiednio 89 i 88 %), w mniejszym stopniu w przedsiębiorstwach średnich (72 %). W branży tej nie ma dużych firm**.** Szczególnie duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży. Aż 72 % średnich firm stosuje HACCP, 57 % małych, a tylko 44 % mikroprzedsiębiorstw. Wszystkie firmy makaronowe działające w województwach: dolnośląskim i lubuskim stosują GHP, GMP i HACCP, a w województwach: podlaskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim wszystkie firmy wdrożyły

GHP i GMP. Najbardziej niekorzystna sytuacja ma miejsce w województwie opolskim, gdyż tylko 67 % działających tam przedsiębiorstw tej branż wdrożyło i stosuje GHP i GMP, natomiast żadne nie wdrożyło HACCP, a tylko 33 % rozpoczęło procedury wdrażające ten system.

W branży przetwórstwia kawy i herbaty w 2009 r. w 89 % przedsiębiorstw funkcjonowała Dobra Praktyka Higieniczna, w 87 % Dobra Praktyka Produkcyjną i w 76 % system HACCP. Żadne przedsiębiorstwo nie wdrażało GHP i GMP, natomiast 9 % nie wdrażało systemu HACCP. W 2009 r. 11 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało GHP, 13 % GMP, a 15 % systemu HACCP. Procesy wdrożenia wszystkich obligatoryjnych systemów zarządzania jakością najbardziej zawansowane są w średnich przedsiębiorstwach, gdyż wszystkie te przedsiębiorstwa stosują te systemy. W dalszej kolejności uplasowały się małe i duże przedsiębiorstwa. Najniższy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami zarządzania jakością odnotowano w województwach: pomorskim, mazowieckim i śląskim.

W branży napojów alkoholowych w 2009 r. 83 % przedsiębiorstw stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną, a tylko 55 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 8 %, a systemu HACCP 16 % przedsiębiorstw. Natomiast 9 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. tego systemu, a 29 % systemu HACCP. Procesy wdrożenia wszystkich obligatoryjnych systemów zarządzania jakością najbardziej zawansowane są w dużych przedsiębiorstwach (bowiem wszystkie te przedsiębiorstwa stosują te systemy). W dalszej kolejności uplasowały się średnie przedsiębiorstwa, gdyż 92 % ma wdrożone GHP i GMP i mikrofirmy (84 %). Duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia HACCP, bowiem ten system wdrożyło tylko 50 % małych i 45 % mikrofirm tej branży. Najmniejszy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami odnotowano w województwach: mazowieckim, łódzkim i wielkopolskim.

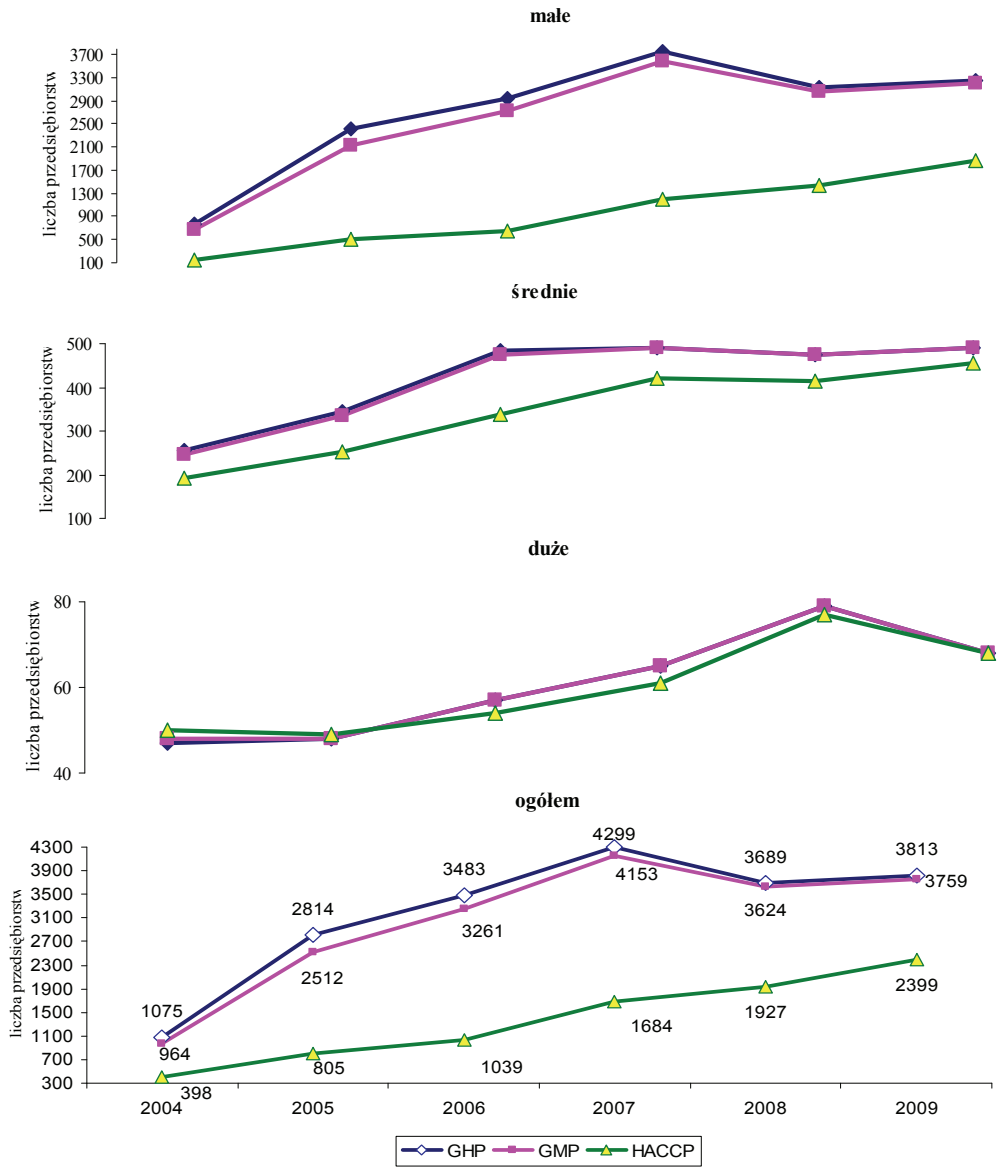
W branży winiarskiej w 2009 r. 93 % przedsiębiorstw wdrożyło i stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 62 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 7 %, a systemu HACCP 31 % przedsiębiorstw. Natomiast 7 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. systemu HACCP. Procesy wdrożenia wszystkich obligatoryjnych systemów zarządzania jakością najbardziej zawansowane są w średnich przedsiębiorstwach, gdyż wszystkie te przedsiębiorstwa stosują te systemy. W dalszej kolejności uplasowały się małe i mikroprzedsiębiorstwa odpowiednio 93 i 88 %). Duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia HACCP, bowiem ten system stosuje tylko 57 % małych i 38 % mikrofirm winiarskich. Najmniejszy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami odnotowano w województwach: lubelskim i małopolskim.

W branży piwowarskiej w 2009 r. 96 % przedsiębiorstw wdrożyło i stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną oraz 75 % system HACCP.

Na etapie wdrażania GHP i GMP było 2 %, a systemu HACCP 18 % przedsiębiorstw. Natomiast 7 % przedsiębiorstw tej branży nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. systemu HACCP. Procesy wdrożenia wszystkich obligatoryjnych systemów zarządzania jakością najbardziej zawansowane są w dużych przedsiębiorstwach, gdyż wszystkie te przedsiębiorstwa stosują te systemy, a GHP i GMP w średnich (100 %). W dalszej kolejności uplasowały się małe przedsiębiorstwa, gdyż 96 % ma wdrożone GHP i GMP. Duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia HACCP, bowiem ten system stosuje 94 % średnich, 81 % małych i tylko 31 % mikrofirm piwowarskich. Najmniejszy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami zarządzania jakością odnotowano w województwie wielkopolskim.

W 2009 r. 88 % przedsiębiorstw wód mineralnych i napojów bezalkoholowych stosowało Dobrą Praktykę Higieniczną, 86 % Dobrą Praktykę Produkcyjną, a tylko 54 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 6 - 8 %, a systemu HACCP 27 % przedsiębiorstw. Natomiast 6 % firm wód mineralnych i napojów bezalkoholowych nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i GMP, a 19 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w dużych i średnich przedsiębiorstwach (100 %), a w mniejszym stopniu w przedsiębiorstwach małych (90 %) i mikro- (83-80 %). Istotne różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży. Aż 100 % dużych i 92 % średnich firm stosuje HACCP, 65 % małych i tylko 38 % mikroprzedsiębiorstw. Największy odsetek przedsiębiorstw stosujących obligatoryjne systemy zarządzania jakością odnotowano w województwach: dolnośląskim i wielkopolskim.

W 2009 r. 88 % przedsiębiorstw tej branży miało wdrożoną Dobrą Praktykę Higieniczną, 85 % Dobrą Praktykę Produkcyjną, a tylko 38 % system HACCP. Na etapie wdrażania GHP i GMP było 7 %, a systemu HACCP 30 % przedsiębiorstw. Natomiast 5 - 8 % firm nie wdrożyło wcześniej i nie wdrażało w 2009 r. GHP i GMP oraz 32 % HACCP. Najbardziej zaawansowany proces wdrożenia i stosowania Dobrej Praktyki Higienicznej i Dobrej Praktyki Produkcyjnej ma miejsce w dużych i średnich przedsiębiorstwach (odpowiednio 96 i 92 %). Szczególnie duże różnice dotyczą stopnia wdrożenia i stosowania systemu HACCP w przedsiębiorstwach analizowanej branży. Aż 96 % dużych, 88 % średnich firm stosuje HACCP, 58 % małych i tylko 32 % mikroprzedsiębiorstw. Najmniejszy odsetek przedsiębiorstw z wdrożonymi obligatoryjnymi systemami zarządzania jakością odnotowano w województwach: wielkopolskim, lubelskim i lubuskim.



Objaśnienia jak na rys. 3. / Explanatory notes as in Fig. 3.

Rys. 7. Wzrost liczby przedsiębiorstw przemysłu spożywczego przetwarzających produkty pochodzenia niezwierzęcego z wdrożonymi systemami GHP, GMP i HACCP w latach 2004 - 2009.

Fig. 7. Increase in the number of food industry enterprises processing products of non-animal origin according toThe implemented GHP, GMP, and HACCP systems, in 2004 - 2009.

Źródło: / Source: Obliczenia własne na podstawie niepublikowanych danych Państwowej Inspekcji Sanitarnej. / The author's own calculations on the basis of the data, yet not published, collected by Chief Sanitary Inspectorate.

Wejście Polski w struktury Unii Europejskiej odegrało istotny wpływ na stan wdrożenia i stosowania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego wytwarzających żywność pochodzenia niezwierzęcego. W tej grupie, od 1 maja 2004 r. do 1 maja 2009 r., wzrost liczby przedsiębiorstw stosujących Dobrą Praktykę Higieniczną i Dobrą Praktykę Produkcyjną był prawie czterokrotny, a w przypadku systemu HACCP aż ponad sześciokrotny. W przypadku dużych przedsiębiorstw, dynamika wzrostu liczby przedsiębiorstw stosujących GHP, GMP i HACCP jest na tym samym poziomie, a w przypadku średnich przedsiębiorstw nieco wyższy jest wzrost liczby przedsiębiorstw stosujących GHP i GMP niż HACCP. Większość dużych i średnich przedsiębiorstw po 2004 r. wdrażała jednocześnie wszystkie trzy systemy zarządzania jakością. W grupie małych przedsiębiorstw zaobserwowano większy przyrost liczby przedsiębiorstw stosujących GHP i GMP niż system HACCP. Zatem część przedsiębiorstw małych zdecydowała się wdrażać w pierwszej kolejności GHP i GMP, a następnie osobno system HACCP lub też poprzestała na wdrożeniu tylko GHP i GMP (rys. 7). W branżach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną proces ten został przyspieszony w okresie przedakcesyjnym ze względu na bardzo wysokie wymagania Unii Europejskiej i wagę problemu w trakcie negocjacji akcesyjnych.

Podsumowanie

Przed akcesją Polski do Unii Europejskiej formułowano wiele obaw, że m.in. polska gospodarka żywnościowa nie będzie konkurencyjna na runku unijnym oraz że polskie przedsiębiorstwa w krótkim okresie nie dostosują się do wymagań i standardów unijnych w zakresie bezpieczeństwa żywności. Prowadzony monitoring stanu wdrażania i wdrożenia systemów zarządzania jakością wykazał, że obawy te były nieuzasadnione. W grupie przedsiębiorstw przetwarzających żywność pochodzenia zwierzęcego (przedsiębiorstwa branży: mięsnej, rybnej, mleczarskiej i paszowej), a podlegające nadzorowi Inspekcji Weterynaryjnej, procesy wdrażania obligatoryjnych systemów zarządzania jakością (GHP, GMP i HACCP) w zdecydowanej większości zostały zakończone. Stan wdrożenia obligatoryjnych systemów zarządzania jakością w grupie przedsiębiorstw produkujących żywność pochodzenia niezwierzęcego, a podlegających nadzorowi Państwowej Inspekcji Sanitarnej jest mniej korzystny niż w grupie przedsiębiorstw podlegających nadzorowi Inspekcji Weterynaryjnej. Wprawdzie średni stan wdrożenia w tej grupie w przypadku GHP wynosi 88 % i GMP 85 %, to w przypadku HACCP wskaźnik ten wynosi tylko 43 %, natomiast pozostałe przedsiębiorstwa są na etapie wdrażania lub dotychczas nie rozpoczęły procedury wdrażania systemów zarządzania jakością. W tej grupie przedsiębiorstw występuje duże zróżnicowanie stopnia wdrożenia systemu HACCP w zależności od branży, wielkości przedsiębiorstwa oraz województwa. Największy procent przedsiębiorstw z wdrożonym systemem HACCP

występuje w województwie dolnośląskim (82 %), najmniejszy natomiast odnotowano w województwie opolskim (zaledwie 14 %). Najbardziej zawansowane są procesy wdrożenia i funkcjonowania systemów w dużych (93 % GHP, GMP i HACCP) i w średnich przedsiębiorstwach (96 % GHP, 95 % GMP i 88 % HACCP). Najwięcej przedsiębiorstw z niewdrożonymi systemami to małe i mikroprzedsiębiorstwa, jednak w wielu bardzo małych i małych przedsiębiorstwach podjęto trud wdrożenia zasad systemu HACCP, niejednokrotnie pomimo braku wykwalifikowanego personelu. Do podjęcia decyzji o wdrażaniu zasad systemu HACCP w małych i mikroprzedsiębiorstwach skłania przede wszystkim lęk przed otrzymaniem kary za nie wywiązywanie się z obowiązków prawnych, które nakłada ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. Najbardziej zaawansowany proces wdrażania systemu HACCP odnotowano w branży: przetwórstwa kawy i herbaty (76 %), piwowarskiej (75 %), olejarsko-tłuszczowej (67 %), winiarskiej (62 %), natomiast najmniej w branżach: cukrowniczej (36 %), pozostałych artykułów spożywczych (38 %), zbożowo-młynarskiej (40 %), piekarskiej (41 %) i makaronowej (49 %).

Funkcjonowanie obligatoryjnych systemów zarządzania jakością stało się tak powszechne, że dzisiaj nie jest już istotnym elementem konkurowania na rynku krajowym czy zagranicznym, lecz niezbędnym warunkiem dalszego funkcjonowania przedsiębiorstwa spożywczego w Polsce. Natomiast pozostaje problem wyegzekwowania, szczególnie przez PIS, obowiązkowego wdrożenia HACCP w przedsiębiorstwach, które dotychczas go nie wdrożyły, aby zapewnić bezpieczeństwo produkowanej żywności.

Literatura

[1] Luning P.A., Marcelis W.J., Jongen W.M.: Zarządzanie jakością żywności. WNT, Warszawa 2005, s. 291-346.

[2] Maleszka A., Swat U., Kowalczyk W.: Specyfikacja wymagań dla podmiotów rynkowych w zakresie bezpieczeństwa zdrowotnego w świetle najnowszych wymagań UE. Cz. I. Wymagania dla producentów żywności. W: Jakość w doskonaleniu współczesnej ekonomii i techniki. Wyd. SGH, Warszawa 2005, s. 91-100.

[3] Morkis G.: Systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (Ocena stanu wdrożenia po roku integracji z Unią Europejską). Program Wieloletni 2005 - 2009. IERiGŻ – PIB. Warszawa 2006, Raport Nr 20.

[4] Morkis G.(pod red.): Systemy zarządzania jakością w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego (Ocena stanu wdrożenia po roku integracji z Unią Europejską). Program Wieloletni 2005 - 2009. IERiGŻ – PIB. Warszawa 2006, Raport Nr 42.

[5] Morkis G.: Nowoczesne systemy zarządzania jakością w polskim przemyśle spożywczym. Roczniki Naukowe SERIA 2003 t. V z. 2, 143-146.

[6] Morkis G.(pod red.): Stan wdrożenia systemów zarządzania jakością oraz ich wpływ na konkurencyjność małych i średnich przedsiębiorstw przemysłu spożywczego. IERiGŻ – PIB. Warszawa 2008, Raport Nr 107.

[7] Morkis G.(pod red.): Raport z monitoringu wpływu systemów zarządzania jakością na koszty produkcji, działalność marketingową i integrację pionową przedsiębiorstw przemysłu spożywczego IERiGŻ – PIB. Warszawa 2008, Raport Nr 119.
[8] Morkis G.(pod red.): Ekonomiczne efekty rozwoju systemów zarządzania jakością oraz ich wpływ na konkurencyjność polskich przedsiębiorstw przemysłu spożywczego. IERiGŻ – PIB. Warszawa 2009, Raport Nr 157.
[9] Praca zbiorowa pod red. J. Kijowskiego i T. Sikory: Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. WNT, Warszawa 2003.
[10] Rozporządzenie Nr 178/2002/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności i ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. Dz. Urz. WE L 31 z dn.1.02.2002, s.1.
[11] Rozporządzenie Nr 852/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych. Dz. Urz. WE L 139 z dn. 30.04.200, s. 1.
[12] Rozporządzenie Nr 853/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczegółowe przepisy w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. Dz. Urz. WE L 139 z dn.30.04.2004, s.14.
[13] Sikora T.: Zapewnienie jakości żywności na początku XXI wieku. W: Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2002, s. 51-61.
[14] Ustawa z dn. 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia. Dz. U. 2001 r., Nr 63, poz. 634, z późn. zmian.
[15] Ustawa z dn. 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225, z późn. zmian.

THE LEVEL OF IMPLEMENTING GHP, GMP, AND HACCP SYSTEMS INTO THE FOOD INDUSTRY

S u m m a r y

Similar to other UE countries, in Poland, legal regulations have been introduced on manufacturing and selling food products including, among other things, legal standards enforcing the obligation of implementing and applying some quality management systems. This, the use of GHP/GMP, and HACCP systems in the food enterprises, which manufacture and sell food products, is mandatory. Five years after Poland joined the UE, the number of enterprises, which have implemented and operated the obligatory quality management systems, significantly increased. Based on the monitoring carried out in a period from 2005 to 2009, it is concluded that, in 2009, the straight majority of enterprises (94 %) processing food of animal origin implemented the obligatory quality management systems. In the group of food enterprises processing products of non-animal origin, there were 88 % of enterprises using GHP, 85 % of enterprises using GMP, and only 32 % of enterprises using HACCP.

Key words: quality management system, Good Hygienic Practice (GHP), Good Manufacturing Practice (GMP), HACCP system, food industry

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 271 – 273

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 30 listopada 2010 r.

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 26 sierpnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz. U. 2010 r. Nr 165, poz. 1120).
   Wprowadzono zmiany w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu dotyczące m.in. rodzajów miodu.
   Rozróżnia się:
   – główne rodzaje miodu, które są określone w ust. 1 części VIII załącznika III do rozporządzenia WE nr 1234/2007;
   – miód nektarowo-spadziowy, który jest miodem wytwarzanym przez pszczoły z wydalin owadów ssących soki żywych roślin lub wydzielin żywych części roślin z nektarem roślin.
2. Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dn. 16 września 2010 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności (Dz. U. 2010 r. Nr 174, poz. 1182).
   W rozporządzeniu określono:
   – środki spożywcze, do których są obligatoryjnie dodawane witaminy lub składniki mineralne (tłuszcze oraz sól przeznaczona do spożycia przez ludzi),
   – poziomy lub maksymalne poziomy witamin i składników mineralnych.
   Przepisów rozporządzenia nie stosuje się do wprowadzanych do obrotu w Rzeczypospolitej Polskiej wzbogacanych środków spożywczych znajdujących się w obrocie w państwach członkowskich Unii Europejskiej innych niż Rzeczpospolita Pol-

Dr G. Morkis, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w Warszawie, ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa

ska oraz w państwach członkowskich Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – stronach umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym.

3. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 16 września 2010 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego (Dz. U. 2010 r. Nr 180, poz. 1214).

   Rozporządzenie określa:
   - przeznaczenie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego należących do grup wymienionych w art. 24 ust. 2 pkt 1-4 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (preparaty i środki żywienia niemowląt, środki spożywcze stosowane w dietach, dietetyczne środki spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego) oraz szczegółowe wymagania, jakie powinny spełniać środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego,
   - wykaz substancji chemicznych należących do kategorii substancji dodawanych w szczególnych celach żywieniowych do środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego, które mogą być wykorzystane w produkcji tych środków spożywczych, oraz warunki ich stosowania,
   - szczególne wymagania i warunki dotyczące oznakowania, prezentacji i reklamy środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego i przedmiotów służących do karmienia niemowląt,
   - wymagania w zakresie treści materiałów informacyjnych i edukacyjnych dotyczących żywienia niemowląt oraz warunki przekazywania takich materiałów przez producentów i dystrybutorów środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego i przedmiotów służących do karmienia niemowląt,
   - warunki wprowadzania do obrotu środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego przeznaczonych bezpośrednio dla konsumenta finalnego bez opakowania obejmującego w całości środek spożywczy.

4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 16 września 2010 r. w sprawie produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego pochodzących z obszarów podlegających ograniczeniom, nakazom lub zakazom (Dz. U. 2010 r. Nr 183, poz. 1231).

   Rozporządzenie zawiera:
   - wykaz chorób zakaźnych zwierząt, ze względu na które wprowadza się zakaz albo ograniczenie wprowadzania na rynek produktów pochodzenia zwierzęcego,
   - sposób produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego na obszarach podlegających ograniczeniom, nakazom lub zakazom wydanym na podstawie przepisów o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt oraz sposób produkcji produktów pochodzenia zwierzęcego pochodzących z tych

obszarów, w tym sposób znakowania świeżego mięsa pochodzącego z takich obszarów lub pozyskanego od zwierząt pochodzących z takich obszarów.

5. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 28 września 2010 r. w sprawie rejestru zakładów produkujących produkty pochodzenia zwierzęcego lub wprowadzających na rynek te produkty oraz wykazów takich zakładów (Dz. U. 2010 r. Nr 187, poz. 1258).

   Rozporządzenie zawiera m.in.:
   - sposób prowadzenia rejestru zakładów: produkujących lub wprowadzających na rynek produkty pochodzenia zwierzęcego, prowadzące sprzedaż bezpośrednią produktów pochodzenia zwierzęcego, będące gospodarstwami, na terenie których dokonuje się uboju zwierząt pochodzących z innych gospodarstw w celu pozyskania mięsa na użytek własny,
   - wykazu podmiotów prowadzących działalność rejestrowaną,
   - wykazu zatwierdzonych zakładów w trybie i na zasadach określonych w art. 31 ust. 2 rozporządzenia WE 882/2004,
   - zakres danych i informacji objętych rejestrem zakładów oraz wykazami.

6. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 1 października 2010 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami weterynaryjnymi (Dz. U. 2010 r. Nr 198, poz. 1318).

   Został określony szczegółowy sposób postępowania z odpadami weterynaryjnymi polegający na:
   - klasyfikowaniu odpadów weterynaryjnych w celu ustalenia właściwego sposobu postępowania z nimi,
   - zbieraniu odpadów weterynaryjnych,
   - magazynowaniu odpadów weterynaryjnych,
   - transportowaniu odpadów weterynaryjnych.

ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73), 274 – 275

HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 46. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w Żywności nr 3 (28), 2001 i kończymy w tym numerze.

ATENUACJA / ATTENUATION – odzjadliwienie, sztuczne otrzymywanie odmian patogenów (wirusów, grzybów, bakterii) o znacznie obniżonej zdolności do wywoływania chorób (wirulencji) przy równoczesnym zachowaniu ich immunologicznego oddziaływania na organizm, w celu wyprodukowania szczepionki

ATRAKTANTY POKARMOWE / NUTRITIONAL ATTRACTANS – cechy wyglądu lub substancje zapachowe wydzielane przez organizm zjadany lub żywicielski są ważne, gdyż pozwalają zaspokoić głód lub znaleźć żywiciela dla potomstwa. W takich przypadkach atrakcyjność ofiary lub żywiciela wynika z wykształconego w ciągu życia, pokarmowego odruchu warunkowego lub z wrodzonego zachowania instynktownego. Ofiara w żadnym razie nie stara się przywabić swego wroga, wręcz przeciwnie dobór naturalny preferuje te osobniki, które jak najbardziej się maskują i są najmniej atrakcyjne. Zjawisko atrakcyjności pokarmowej wykorzystuje się w łowiectwie (bardziej w kłusownictwie), wykładając w miejscach polowań atrakcyjną dla zwierzyny karmę, w wędkarstwie stosując różnego rodzaju przynęty pokarmowe oraz hodowli, dodając do karmy dodatki paszowe, dzięki którym zwierzęta chętniej i więcej jedzą, a tym samym szybciej rosną lub produkują więcej np. mleka. Nawet mikroorganizmy potrafią reagować na znajdujące się w ich otoczeniu chemoatraktanty

BAKTERIOSTAZA / BACTERIOSTASIS – zjawisko zahamowania podziałów komórek bakterii pod wpływem różnych czynników, np. antybiotyków bakterio-

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

statycznych, zmian temperatury i wyczerpania składników pokarmowych otoczenia organizmu pozostającego w symbiozie z innym organizmem

BIOLOGICZNE SPRZĘŻENIE ZWROTNE / BIOFEEDBACK – dostarczanie człowiekowi informacji zwrotnej o zmianach jego stanu fizjologicznego. Zmiany fizjologiczne organizmu monitorowane są przez odpowiednie urządzenia pomiarowe. Metoda ta jest wykorzystywana m. in. w sporcie, medycynie i żywieniu dietetycznym

ENZYMY MARKEROWE / MARKER ENZYMES – enzymy, których aktywność związana jest z określonymi strukturami subkomórkowymi. Poziom tej aktywności jest miarą stopnia czystości frakcji otrzymywanych podczas izolowania organelli subkomórkowych

ERYTRON / ERYTHRON – całkowita liczba wszystkich dojrzałych erytrocytów oraz ich komórek prekursorowych w organizmie. Liczba krwinek czerwonych w krążeniu jest regulowana zapotrzebowaniem na transport tlenu, a tempo ich wytwarzania jest uzależnione od szybkości eliminowania erytrocytów z krwiobiegu

KLASTER GENOWY / GEN CLUSTER – określenie dla grupy blisko leżących genów, które kodują blisko spokrewnione białka. Jeżeli klaster genów jest kontrolowany przez operator to wówczas mówi się o operonie

NOWE KSIĄŻKI

Sanitation: Cleaning and Disinfection in the Food Industry
[Warunki sanitarne: mycie i dezynfekcja w przemyśle spożywczym]
Mario Stanga
Wydawnictwo: Wiley-Blackwell, 2010, ISBN 978-3-527-32685-3, stron 611, cena 65 £ (78 €)
Zamówienia: www.eu.wiley.com

Utrzymanie higieny urządzeń, powierzchni roboczych i opakowań jest koniecznym warunkiem ociągnięcia czystości mikrobiologicznej produktu spożywczego. Niezwykle ważne jest skuteczne mycie i dezynfekcja urządzeń produkcyjnych. Drobnoustroje bytujące na powierzchni maszyn, rąk i ubrań ludzi uczestniczących w procesie produkcyjnym mogą bowiem stanowić źródło wtórnych zanieczyszczeń surowców, półproduktów oraz produktu finalnego.
W książce zamieszczono wiele przykładów z różnych przedsiębiorstw żywnościowych oraz wskazówek, w których uwzględniono np. tworzenie biofilmów, ogólne warunki sanitarne oraz standardy dotyczące czyszczenia, w tym systemy CIP (clean – in – place). Omówiono zasady odnoszące się do kontaminacji (zanieczyszczenia), środków czyszczących, środków bakteriobójczych oraz sprzętu do mycia. Autorzy określili także problemy odnoszące się do mycia i dezynfekcji laboratoriów. Książka skierowana jest do technologów żywności, chemików, studentów chemii żywności, inżynierów chemicznych, naukowców zajmujących się inżynierią w przedsiębiorstwie oraz personelu przemysłu żywnościowego.

Essentials of Thermal Processing
[Istota procesów cieplnych]
Gary S. Tucker, Susan Featherstone
Wydawnictwo: Wiley-Blackwell, 2010, ISBN 978-1-4051-9058-9, stron 288, cena 120 £ (144 €)
Zamówienia: www.eu.wiley.com

Procesy cieplne należą do najważniejszych metod zabezpieczenia żywności przed zepsuciem, dlatego ich znaczenie dla przemysłu żywnościowego jest ogromne. Duża

skala operacji produkcyjnych powoduje, że procesy te mają obecnie większe znaczenie niż kiedykolwiek wcześniej. Podręcznik stanowi kompendium wiedzy dla osób zainteresowanych procesami cieplnymi. W książce zamieszczono istotne informacje z zakresu zabezpieczenia żywności działaniem ciepła odnoszące się do wszystkich rodzajów żywności, a więc zarówno produktów z dużą zawartością kwasów i wymagających umiarkowanych warunków cieplnych, jak i tych z małą zawartością kwasów, poddawanych procesowi sterylizacji, np. mającej na celu inaktywację *Clostridium botulinum.* Omawiając żywność utrwaloną działaniem ciepła autorzy przedstawili poszczególne etapy procesów produkcyjnych – począwszy od surowców produkcyjnych i ich jakości mikrobiologicznej, poprzez różne reżimy produkcyjne, metody walidacji, różne opcje pakowania, testy inkubacyjne oraz braki produkcyjne.
Książka stanowi istotne źródło dla naukowców, technologów oraz studentów zainteresowanych nauką o żywności.

Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability
[Substancje fitochemiczne owoców i warzyw: właściwości chemiczne, wartość żywieniowa oraz stabilność]
Laura A. de la Rosa (Editor), Emilio Alvarez-Parrilla (Editor), Gustavo A. Gonzalez-Aguilar (Editor)
Wydawnictwo: Wiley-Blackwell, 2009, ISBN 978-0-8138-0320-3, stron 384, cena 120 £ (144 €)
Zamówienia: www.eu.wiley.com

Autorzy, w sposób przystępny, przedstawili aktualną wiedzę z zakresu właściwości chemicznych, klasyfikacji i analizy głównych substancji fitochemicznych obecnych w owocach i warzywach – polifenoli i karotenoidów. Szczególną uwagę skupili na właściwościach zdrowotnych tych składników, ich interakcji z błonnikiem, właściwościach biologicznych, w tym przeciwutleniających. Omówili także procesy degradacji, które pojawiają się po zbiorach owoców i warzyw oraz ich obróbce.
Książka przeznaczona jest głównie dla naukowców i studentów takich kierunków, jak: technologia żywności i żywienia człowieka, dietetyka, biotechnologia, biologia, towaroznawstwo i dziedziny pokrewne.

Biotechnologia molekularna
Buchowicz J.
Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2009, ISBN: 9788301159566, stron 192, cena 30,90 zł
Zamówienia: ksiegarnia.pwn.pl

Celem podręcznika jest wprowadzenie czytelnika do biotechnologii molekularnej – nowej dyscypliny naukowej powstałej na pograniczu biologii eksperymentalnej i techniki. Opisano w niej m.in. korzyści i zagrożenia płynące z tworzenia organizmów genetycznie zmodyfikowanych. Dokonano przeglądu zastosowań technik inżynierii genetycznej. Autor opisał korzyści i zagrożenia płynące z tworzenia organizmów genetycznie zmodyfikowanych (GMO) i posługiwania się komórkami somatycznymi o nieograniczonej zdolności do różnicowania się. W nowym wydaniu dokonano przeglądu postępu w tej dziedzinie. Dodano nowe rozdziały dotyczące komórek macierzystych zarodka ludzkiego (do celów badawczych i terapeutycznych) oraz potranslacyjnych modyfikacji białek heterologicznych. Uzupełniono i unowocześniono informacje wynikające z najnowszych doniesień naukowych w tej dziedzinie. W sposób szczególny autor omówił metody wprowadzania obcego DNA i jego losy w ustroju biorcy (drobnoustroje, rośliny, zwierzęta). W tym kontekście omówione zostały kontrowersje i nieporozumienia towarzyszące rozpowszechnianiu organizmów genetycznie zmodyfikowanych.
Książka jest przeznaczona dla studentów nauk przyrodniczych i medycznych, szczególnie takich kierunków, jak: technologia żywności i żywienia człowieka, biotechnologia, biologia, biochemia, inżynieria genetyczna, farmacja, towaroznawstwo oraz wszystkich zainteresowanych społecznymi skutkami postępu biotechnologicznego.

Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego
Świetlikowska K. (pod red.)
Wydawnictwo: SGGW, Warszawa 2010, Wyd. II, uzupełnione, ISBN: 978-83-7244-929-0, stron 380, cena 40,00 zł
Zamówienia: www.wydawnictwosggw.pl

W książce podano charakterystykę ważniejszych surowców roślinnych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wartości użytkowej, niezbędnej przy poznawaniu i ocenie przydatności żywieniowej surowców roślinnych przez studentów. Opracowanie obejmuje siedem grup surowców roślinnych: warzywa, rośliny okopowe, rośliny zbożowe, owoce krajowe, owoce egzotyczne, przyprawy i grzyby uprawne. Omawiając grupy surowców, uwzględniono część wprowadzającą i część dotyczącą poszczególnych gatunków. W części wprowadzającej podano krótką charakterystykę grupy, w tym wykaz gatunków i ich przynależność do rodzin botanicznych, wartość odżywczą i znaczenie gospodarcze. W części dotyczącej poszczególnych gatunków uwzględniono: budowę części użytkowej, wartość odżywczą, wykaz wybranych odmian, polecanych głównie do uprawy polowej. Autorka dokonała ich charakterystyki oraz określiła przydatność użytkową, w tym: spożycie bezpośrednie, przetwórstwo i przechowywanie. Wymagania jakościowe dotyczące poszczególnych gatunków surowców roślinnych

przeznaczonych do obrotu przedstawiono zgodnie z aktualnymi dokumentami normalizacyjnymi. Opracowanie jest przeznaczone dla studentów takich kierunków, jak: technologia żywności, żywienia człowieka, dietetyka oraz towaroznawstwo.

Słownik terminologiczny biotechnologii żywności i rolnictwa
Praca zbiorowa
Wydawnictwo: SGGW, Warszawa, 2010, ISBN: 978-83-7583-230-3, stron 360, cena 40,00 zł.
Zamówienia: www.wydawnictwosggw.pl

Słownik stanowi polską wersję „Glossary of Biotechnology for Food and Agriculture" wydanego przez FAO w 2001 roku, a następnie dwukrotnie poprawianego i uaktualnianego w 2003 i 2007 roku. Jest stale udoskonalany, gdyż terminologia biotechnologiczna ulega dynamicznym zmianom. Słownik zawiera syntetyczną listę terminów i akronimów używanych w biotechnologii, jak również w naukach związanych z biotechnologią. Zamieszczony na końcu wykaz terminów angielskich ułatwi odnalezienie prawidłowych terminów polskich. Słownik przeznaczony jest dla studentów, inżynierów i pracowników naukowych związanych z biotechnologią i naukami o żywności. Ułatwia dotarcie do wiedzy potrzebnej w pracach projektowych, badawczych i legislacyjnych, szczególnie w kontaktach międzynarodowych.

Wybrane zagadnienia z analizy żywności
Obiedziński M. (pod red.)
Wydawnictwo: SGGW, Warszawa, 2009, ISBN: 978-83-7583-164-4, stron 252, cena 35,00 zł.
Zamówienia: www.wydawnictwosggw.pl

W książce omówiono podstawowe zagadnienia związane z analityką surowców i produktów żywnościowych. Autorzy zwrócili uwagę czytelnika na: błędy w analizie żywności, kalibrację szkła, pobieranie i przygotowywanie próbek do analiz, mineralizację próbek, pomiary gęstości. Książka zawiera opis badań podstawowych składników żywności przy zastosowaniu metod klasycznych i wybranych metod instrumentalnych, w tym oznaczanie zawartości: wody, sacharydów, lipidów, białek, kwasów organicznych i innych związków o aktywności biologicznej. Autorzy opisali metody badania właściwości przeciwutleniających żywności, zanieczyszczenia chemiczne żywności. Dokonano również oceny zawartości wybranych dodatków do żywności. W kolejnych rozdziałach podręcznika poruszono zagadnienia związane z: analizą sensoryczną

w ocenie jakości żywności, spektrofotometrią absorpcyjną, oceną barwy produktów spożywczych, konduktometrią oraz badaniem właściwości reologicznych żywności. Podręcznik przeznaczony jest dla studentów takich kierunków, jak: technologia żywności i żywienia człowieka oraz towaroznawstwo.

Opracowała: *Anna Gręda*

2nd INTERNATIONAL ISEKI FOOD CONFERENCE, BRIDGING TRAINING AND RESEARCH FOR INDUSTRY AND THE WIDER COMMUNITY

31 sierpnia - 2 września 2011 r., Universita Degli Studi Di Milano

Tematyka konferencji:

1. Nowe umiejętności na rzecz lepszej pracy – „Standardy jakości studiów na kierunku nauka o żywności" (warsztaty).

2. Nowe narzędzia w badaniach naukowych i innowacyjne procesy przetwarzania żywności.

3. Żywność zapewniająca dobre samopoczucie – zagadnienia zróżnicowanej roli żywności we współczesnym świecie i w różnych kręgach społecznych – „Problemy bezpieczeństwa i jakości żywności" (warsztaty).

Więcej informacji: www.isekiconferences.com

TECHNOLOG ŻYWNOŚCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Rok 20 Nr 6 grudzień 2010

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

W dniu 7 grudnia 2010 r. odbyło się w Warszawie Jubileuszowe zebranie ZG PTTŻ. W części roboczej omówiono bieżącą działalność Towarzystwa w 2010 r. i plany na rok 2011.

Rozstrzygnięto konkurs na najlepsze publikacje w 2009 r. w czasopiśmie ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość w dwóch kategoriach: prace przeglądowe i prace oryginalne.

1. W kategorii prac przeglądowych jury wyróżniło pracę autorstwa: Jolanta Krzyczkowska, Ewa Białecka-Florjańczyk, Izabela Stolarzewicz: Biotechnologiczne metody otrzymywania substancji zapachowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, 3 (64), 5-18.
2. W kategorii prac oryginalnych jury wyróżniło pracę autorstwa: Tomasz Szablewski, Jacek Kijowski, Renata Ciegielska-Radziejewska, Anna Dziedzic, Anna Kamińska: Wpływ promieniowania UV na stan mikrobiologiczny skorupy oraz jakość treści jaj. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, 2 (63), 40-52.

Uroczyste posiedzenie ZG PTTŻ było związane z 20-leciem działalności Towarzystwa. Prezes, Pani prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska w imieniu Towarzystwa złożyła serdeczne życzenia Prof. dr dr h.c. mult. Antoniemu Rutkowskiemu, założycielowi i pierwszemu prezesowi Towarzystwa, z okazji 90. rocznicy Urodzin. Do życzeń dołączyli się również przedstawiciele Oddziałów. Następnie w krótkiej prezentacji prof. prof. Danuta Kołożyn-Krajewska i Tadeusz Sikora przedstawili działalność Towarzystwa w okresie minionych 20 lat.

Miłym akcentem uroczystości było wręczenie dyplomów Członków Honorowych Towarzystwa i Złotych Odznak PTTŻ

Dyplomy Członków Honorowych otrzymali:

1. Prof. dr hab. Barbara Szteke – Oddział Warszawski.
2. Prof. dr hab. Piotr Bykowski. – Oddział Gdański.

3. Prof. dr hab. Zbigniew Duda – Oddział Wielkopolski.
4. Prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz – Oddział Warszawski.

Złotymi Odznakami zostali wyróżnieni:

1. Prof. dr hab. Tadeusz Sikora – Oddział Małopolski.
2. Prof. dr hab. Janusz Budny – Oddział Olsztyński.
3. Prof. dr hab. Bogusław Król – Oddział Łódzki.
4. Prof. dr hab. Piotr Bykowski – Oddział Gdański.
5. Inż. Andrzej Janaczek – dyr. Zakładów Tłuszczowych „Bielmar" – Oddział Małopolski.
6. Dr inż. Barbara Lenart – ZG PTTŻ.
7. Mgr inż. Marzena Wachnik – dyr. Bunge Polska – ZG PTTŻ.
8. Tomasz J. Kowalewski – dyr. Hortimex Plus – ZG PTTŻ.
9. Jerzy Kozłowski – dyr. Frito-Lay Poland – ZG PTTŻ.

Gratulujemy!

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE NAUKOWE W **2011 r.**

Kwiecień

17 – 20 VELIKA PLANA = 2nd International Conference INOPTEP 2011 „Sustainable Postharvest and Food Technologies". Organizatorzy: National Society of Processing and Energy in Agriculture (PTEP) and Faculty of Agriculture, University of Novi Sad.
Kontakt: www.ptep.org.rs

Maj

12 – 13 OLSZTYN = XVI Sesja Naukowa Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Ewolucja w żywności". Organizatorzy: Sekcja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Oddział Olsztyński PTTŻ, Wydział Nauki o Żywności UWM w Olsztynie, Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie.
Kontakt: mgr inż. Aleksandra Grześkiewicz
e-mail: smkn@pan.olsztyn.pl; Tel.: 89/523 47 91.
http://www.pan.olsztyn.pl/smkn2011

24 – 27 OLSZTYN = V Konferencja Naukowa nt. "Właściwości geometryczne, mechaniczne i strukturalne surowców i produktów spożywczych". Organizatorzy: Katedra Inżynierii Rolniczej WNT UWM w Olsztynie, Oddział Nauki o Żywności IR-

ZiBŻ PAN w Olsztynie, Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki UR w Krakowie, Komitet Agrofizyki PAN, Komitet Techniki Rolniczej PAN.
Kontakt: mgr Justyna Biedulska
e-mail: justyna.biedulska@uwm.edu. pl; Tel./fax (89) 523453
http://www.uwm.edu.pl/wnt/ptaolsztyn

26 – 27 **KIRY k. Zakopanego = Sympozjum Naukowe nt. „Wykorzystanie drobnoustrojów i ich metabolitów w produkcji i utrwalaniu żywności".** Organizatorami Sympozjum są: Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności Wydziału Nauk o Żywności SGGW w Warszawie oraz Oddział Warszawski PTTŻ.
Kontakt: dr inż. Anna Chlebowska-Śmigiel
Tel.: (22) 593 76 51; Fax: (22) 593 76 81
e-mail: anna_chlebowska_smigiel@sggw.pl

Czerwiec

6 – 10 **POZNAŃ = 13th International Lupin Conference – "Lupin crops – an opportunity for today, a promise for the future".** Conference is organized under the auspices of the International Lupin Association by the Polish Lupin Association and the Institute of Plant Genetics, Polish Academy of Sciences.
Kontakt: e-mail: ilc2011@igr.poznan.pl
http://www.igr.poznan.pl

29.06. – 01.07. WARSZAWA = XL Sesja Komitetu Nauk o Żywności PAN nt. „Tradycja i nowoczesność w żywności i żywieniu". Organizatorzy: KNoŻ PAN, Wydział Nauk o Żywności SGGW, Oddział Warszawski PTTŻ
Kontakt: e-mail: konferencja_knoz@sggw.pl
http://50ltawnoz.sggw.pl/index.php

Sierpień

31.08 – 02.09. MEDIOLAN = 2nd International ISEKI_Food Conference: "New Skills and New Jobs, New Tools for Research and Food Process Innovation, Food for Wellbeing: an International Perspective". Organizatorzy: Uniersita Degli Studi Di Milano, ISEKI_Food Projekt, ISEKI Food Association.
Kontakt: www.isekiconferences.com

Listopad

24 – 26 **LIDZBARK WARMIŃSKI = II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Promocyjna nt. „Żywność regionalna i tradycyjna – aspekty surowcowe, technologiczne i ekonomiczne".** Organizatorami Konferencji są: Centrum Badań Żywności Naturalnej i Tradycyjnej UWM w Olsztynie, Urząd Marszałkowski Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, KNoŻ PAN oraz PTTŻ
Kontakt: dr inż. Joanna Klepacka
e-mail: klepak@uwm.edu.pl
www.uwm.edu.pl/cbznt

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, Włodzimiera Masłowski Kartezjusz A Votre Service, Warszawa.**
Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**
Przy Oddziale Szczecińskim: **Hartim Szczecin**

Materiał zawarty w Nr 6 (73)/2010 Biuletynu podano według stanu informacji do 1 grudnia 2010 r. Materiały do Nr 1 (74) /2011 prosimy nadsyłać do 1 lutego 2011 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

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

SPIS TREŚCI
CZASOPISMA „ŻYWNOŚĆ”
NR 68–73

Wykaz opublikowanych materiałów

Nr 68

Od Redakcji 3
Robert Duliński: Biotechnologiczne metody produkcji witamin z wykorzystaniem mikroorganizmów 5
Renata Bieżanowska-Kopeć, Paulina Liszka, Magdalena Surma-Zadora, Paweł M. Pisulewski: Wpływ procesu technologicznego na zawartość kwasu foliowego w pieczywie 20
Irena Perucka, Małgorzata Materska, Luiza Jachacz: Ocena jakości preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki (*Capsicum Annuum* L.) 30
Agnieszka Nawirska-Olszańska, Alicja Z. Kucharska, Anna Sokół-Łętowska, Anita Biesiada: Ocena jakości dżemów z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami 40
Michalina M. Kotlarska, Renata Pietrzak-Fiećko, Stefan S. Smoczyński, Zbigniew Borejszo: Poziom polichlorowanych bifenyli w grzybach jadalnych dostępnych na rynku Warmii i Mazur 49
Emil Szymański, Jerzy Szpendowski, Ryszard Żywica, Joanna K. Banach: Wpływ dodatku koncentratu partykułowanych białek serwatkowych do mleka serowarskiego na jego właściwości elektryczne 58
Grzegorz Bienkiewicz, Zdzisław Domiszewski, Dominika Plust, Barbara Czerniejewska-Surma: Zawartość długołańcuchowych polienowych kwasów tłuszczowych *n*-3 w paluszkach rybnych 71
Krystyna Palka, Władysław Migdał, Dorota Wojtysiak, Małgorzata Natonek-Wiśniewska, Agnieszka Dudkiewicz, Kamil Muzyczka, Marcin Wantuch, Edyta Bauerek: Wpływ rasy i wieku świń na właściwości modelowych farszów mięsnych i kiełbas 80
Krzysztof Wójcik, Małgorzata Sobczak, Joanna Żochowska-Kujawska, Karol Zieliński: Porównanie tekstury i struktury oraz podatności na proces masowania mięśni danieli (*Dama dama*) w zależności od płci i wieku 93
Anita Mikołajczyk: Wpływ kwasu winowego na pałeczki *Salmonella* w podłożach mikrobiologicznych i w tuszkach indyczych 105
Marek Nowak, Tadeusz Trziszka: Zachowania konsumentów na rynku mięsa drobiowego 114
Dominika Jakubowska, Monika Radzymińska, Stefan S. Smoczyński: Określenie determinant wpływających na percepcję ryzyka w zakresie bezpieczeństwa mięsa i produktów mięsnych 123
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym 130
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności 131
Anna Gręda: Nowe książki 133
Antoni Golachowski: Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski doktorem *honoris causa* Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu 137
Technolog Żywności 140

Nr 69

Od Redakcji 3
Edyta Malinowska-Pańczyk, Ilona Kołodziejska: Możliwości zastosowania wysokiego ciśnienia w przemyśle owocowo-warzywnym 5
Dorota Pietrzak: Perspektywy stosowania wysokich ciśnień w produkcji żywności wygodnej z mięsa drobiowego 16
Joanna Żochowska-Kujawska, Kazimierz Lachowicz, Małgorzata Sobczak, Leszek Gajowiecki, Marek Kotowicz, Arkadiusz Żych, Barbara Oryl: Wykorzystanie mięsa z dzików do produkcji modelowych kiełbas drobno rozdrobnionych ze zmiennym dodatkiem wody i tłuszczu 29
Elżbieta Horoszewicz, Krystyna Pieniak-Lendzion, Roman Niedziółka: Wyniki tuczu i wartość rzeźna koziołków żywionych paszą z dodatkiem nasion lnu 40
Izabela Dmytrów, Anna Mituniewicz-Małek, Krzysztof Dmytrów: Fizykochemiczne i sensoryczne cechy sera twarogowego kwasowego wyprodukowanego z mleka koziego oraz mieszaniny mleka koziego i krowiego 46
Jerzy Szpendowski, Emil Szymański, Bogusław Staniewski, Krzysztof Bohdziewicz: Właściwości fizykochemiczne i funkcjonalne kazeinianów otrzymywanych metodą zbiornikową oraz ekstruzji 62
Kinga Topolska, Ewa Cieślik, Angelika Bodzioch, Elżbieta Grzych-Tuleja: Preferencje młodzieży gimnazjalnej z terenu województwa małopolskiego w zakresie spożycia mleka i produktów mlecznych 76
Paulina Pająk, Teresa Fortuna: Ocena właściwości fizykochemicznych i jakości sensorycznej wybranych żeli z owocami 85
Agnieszka Nawirska-Olszańska, Alicja Z. Kucharska, Anna Sokół-Łętowska: Frakcje włókna pokarmowego w owocach derenia właściwego (*Cornus mas* L.) 95
Bożena Borycka: Wiązanie kadmu i ołowiu przez naturalne polisacharydowe włókna z niektórych odpadów owocowych i warzywnych 104
Izabela Przetaczek-Rożnowska, Teresa Fortuna: Wpływ ogrzewania mikrofalowego na zmianę wybranych właściwości maltodekstryn ziemniaczanych 111
Monika Radzymińska, Dominika Jakubowska, Stefan S. Smoczyński: Postrzeganie obcych związków w żywnosci jako czynnika stanowiącego zagrożenie dla zdrowia 132
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym 140
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności 142
Anna Gręda: Nowe książki 144
Technolog Żywności 148

Nr 70

Od redakcji 3
Ewa Lange: Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna 7
Alicja Kawka: Współczesne trendy w produkcji piekarskiej – wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych 25
Alicja Kawka, Danuta Górecka: Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego z udziałem zakwasów fermentowanych starterem LV2 44
Marek Gibiński, Halina Gambuś, Karol Nowakowski, Barbara Mickowska, Dorota Pastuszka, Grażyna Augustyn, Renata Sabat: Wykorzystanie mąki owsianej – produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa – w piekarstwie 56

Wiktor Berski: Wybrane właściwości fizykochemiczne skrobi wyizolowanych z polskich odmian i rodów owsa nagoziarnistego ... 76
Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska: Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego ... 88
Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska: Właściwości antyoksydacyjne wybranych odmian owsa siewnego ... 100
Daniela Dvončová, Michaela Havrlentová, Andrea Hlinková, Peter Hozlár: Effect of fertilization and variety on the β-glucan content in the grain of oats ... 108
Elżbieta Pisulewska, Robert Witkowicz, Agnieszka Kidacka: Plon, komponenty składowe plonu oraz celność ziarna wybranych odmian owsa siewnego ... 117
Krzysztof Ukalski, Tadeusz Śmiałowski, Joanna Ukalska: Analiza plonowania i stabilności genotypów owsa za pomocą metody graficznej typu GGE ... 127
Kazimierz Klima, Teofil Łabza: Plonowanie i efektywność ekonomiczna uprawy owsa w siewie czystym i mieszanym w systemie ekologicznym i konwencjonalnym ... 141
Tadeusz Zając, Andrzej Oleksy Grzegorz Pińczuk, Robert Witkowicz: Porównanie plonowania i cech morfologicznych roślin owsa oplewionego uprawianego w siewie czystym i mieszanym na terenie powiatu sanockiego ... 148
Danuta Buraczyńska: Porównanie plonowania i zawartości białka mieszanek owsa oplewionego i łubinu wąskolistnego ... 160
Renata Tobiasz-Salach, Dorota Bobrecka-Jamro, Jan Buczek, Ewa Szpunar-Krok: Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na działanie regulatorów wzrostu ... 174
Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska: Wpływ nawożenia mineralnego i regulatorów wzrostu na transmisję promieniowania biologicznie czynnego przez łan owsa nagoziarnistego ... 182
Kazimierz Noworolnik: Plonowanie i jakość ziarna owsa w zależności od wilgotności podłoża i dawki azotu ... 190
Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego ... 197
Alicja Sułek: Porównanie produkcyjności i architektury łanu owsa brunatnoplewkowej odmiany „Gniady" w zależności od doboru kompleksu glebowego ... 205
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym ... 216
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności ... 219
Anna Gręda: Nowe książki ... 221
Wacław Leszczyński: Recenzja książki „Skrobia i jej pochodne" ... 224
Technolog Żywności ... 227

Nr 71

Od Redakcji ... 3
Adriana Nowak, Katarzyna Śliżewska, Zdzisława Libudzisz: Probiotyki – historia i mechanizmy działania ... 5
Adriana Nowak, Katarzyna Śliżewska, Zdzisława Libudzisz, Jerzy Socha: Probiotyki – efekty zdrowotne ... 20
Jerzy Szpendowski, Bogusław Staniewski, Krzysztof Bohdziewicz, Krzysztof Siemianowski, Emil Szymański: Wpływ ekstruzji na właściwości fizykochemiczne i czystość mikrobiologiczną kazeiny ... 37
Piotr Domaradzki, Piotr Skałecki, Mariusz Florek, Zygmunt Litwińczuk: Związek kolagenu z wybranymi parametrami technologicznymi mięsa cielęcego ... 50

Eugeniusz R. Grela, Ryszard K. Pisarski, Edyta Kowalczuk-Vasilev, Agata Rudnicka: Zawartość składników odżywczych, mineralnych i profil kwasów tłuszczowych w mięsie wybranych gatunków ryb w zależności od terminu odłowu 63
Teresa Jaśkiewicz, Agnieszka Sagan, Andrzej Masłowski: Wpływ czasu autoklawowania nasion krajowych odmian soi na zawartość lizyny reaktywnej 73
Elżbieta Klimczak, Bogusław Król: Oznaczanie zawartości rożnych form kwasu elagowego w ubocznych produkach przerobu truskawek 81
Alicja Z. Kucharska, Katarzyna Kowalczyk, Agnieszka Nawirska-Olszańska, Anna Sokół-Łętowska: Wpływ dodatku aronii, truskawek i malin na skład fizykochemiczny przecieru dereniowego 95
Beata Sperkowska, Grzegorz Bazylak: Wpływ warunków ekstrakcji na zawartość rozpuszczalnych szczawianów w wodnych naparach herbat zielonych i herbatek ziołowych 107
Barbara Wójcik-Stopczyńska, Paulina Jakowienko, Dorota Jadczak: Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia świeżej bazylii i mięty 122
Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Aneta Kopeć: Suplementacja diety studentów wyższych uczelni województwa małopolskiego witaminami i/lub składnikami mineralnymi 132
Ewa Babicz-Zielińska, Marzena Jeżewska-Zychowicz, Wacław Laskowski: Postawy i zachowania konsumentów w stosunku do żywności wygodnej 141
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym 154
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności 156
Anna Gręda: Nowe książki 158
Technolog Żywności 161

Nr 72

Od Redakcji 3
Anna Wociór, Dagmara Złotkowska, Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra: Mikoproteiny 5
Alicja Kośmider, Katarzyna Czaczyk: Witamina B_{12} – budowa, biosynteza, funkcje i metody oznaczania 20
Agnieszka Martyn, Zdzisław Targoński: Antymikrobiologiczne opakowania żywności *33*
Stanisław Kalisz, Iwona Ścibisz: Wpływ dodatku ekstraktów roślinnych na zawartość polifenoli ogółem, antocyjanów, witaminy C i pojemność przeciwutleniającą nektarów z czarnej porzeczki 45
Iwona Ścibisz, Stanisław Kalisz, Marta Mitek: Termiczna degradacja antocyjanów owoców borówki wysokiej 56
Dariusz Kowalczyk, Ewa Pikula: Wpływ jadalnej powłoki białkowo-woskowej na jakość przechowalniczą winogron (*Vitis vinifera* L.) 67
Joanna Niewczas, Marta Mitek: Zawartość składników mineralnych w owocach pięciu odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) 77
Agata Kurzawska, Danuta Górecka, Dorota Piasecka-Kwiatkowska, Krzysztof Dziedzic: Zawartość glutenu w kłączu pałki wodnej wąskolistnej (*Typha angustifolia*) 85
Mirosław Żmijewski: Jakość ciasta i chleba pszenno-gryczanego w zależności od dodatków technologicznych 93
Paulina Wolska, Alicja Ceglińska, Aleksandra Dubicka: Produkcja pieczywa na żurkach ze zbóż bezglutenowych 104
Maria Sielicka, Bogdan Pachołek, Anna Zagórska: Właściwości przeciwutleniające wybranych herbatek będących suplementami diety 112

Dorota Zaręba: Stabilność aromatu fermentowanego mleka sojowego w czasie chłodniczego przechowywania....123
Marek Aljewicz, Grażyna Cichosz, Marika Kowalska: Wpływ dodatku kultur probiotycznych *Lactobacillus* na intensyfikację proteolizy w serach typu holenderskiego....136
Marta Pokora, Joanna Niedbalska, Marek Szołtysik: Wpływ enzymów drożdży *Yarrowia lipolytica* na wybrane cechy jakościowe dojrzewających serów niskotłuszczowych....146
Marta Chmiel, Krzysztof Dasiewicz, Mirosław Słowiński: Wpływ rozdrobnienia mięsa wołowego na dokładność szacowania zawartości tłuszczu metodą komputerowej analizy obrazu....159
Katarzyna Neffe, Danuta Kołożyn-Krajewska: Możliwości zastosowania bakterii probiotycznych w dojrzewających produktach mięsnych....167
Krzysztof J. Durkalec-Michalski, Joanna M. Suliburska, Zbigniew Krejpcio, Paweł Bogdański: Ocena spożycia alkoholu, tłuszczu i sodu w wybranej grupie pacjentów z pierwotnym nadciśnieniem tętniczym....178
Ewa Żary-Sikorska, Jerzy Juśkiewicz: Wpływ fruktooligosacharydów i polifenoli z cykorii na procesy fermentacyjne zachodzące w końcowym odcinku przewodu pokarmowego u szczurów doświadczalnych....191
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym....200
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności....202
Anna Gręda: Nowe książki....204
Joanna Kawa-Rygielska: XV Jubileuszowa Sesja Młodej Kadry Naukowej PTTŻ „Jakość i prozdrowotne cechy żywności"....207
Technolog Żywności....210

Nr 73

Od redakcji....3
Katarzyna Samborska: Suszenie rozpyłowe enzymów – przyczyny inaktywacji oraz metody i mechanizmy ich stabilizacji....7
Piotr P. Lewicki: Kiełki nasion jako źródło cennych składników odżywczych....18
Bohdan Achremowicz, Wiktor Berski, Halina Gambuś: Wykorzystanie metody SRC (Solvent Retention Capacity) do oceny jakości technologicznej mąk pszennych....34
Zofia Karolini-Skaradzińska, Anna Czubaszek, Dorota Łuczak, Anna Frączak: Jakość ciasta i pieczywa pszennego z dodatkiem serwatki....46
Renata Stanisławczyk, Mariusz Rudy, Bernadetta Świątek: Występowanie mikotoksyn w zbożach i przetworach zbożowych znajdujących się w placówkach handlowych województwa podkarpackiego....58
Małgorzata Miśniakiewicz: Wpływ procesu fermentacji na poziom zanieczyszczeń ciasta chlebowego....67
Aldona Sobota, Marta Dobosz: Jakość dostępnych na rynku makaronów pełnoziarnowych....83
Tomasz Tarko, Aleksandra Duda-Chodak, Piotr Pogoń: Charakterystyka owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego....100
Aleksandra Szydłowska, Danuta Kołożyn-Krajewska: Zastosowanie bakterii potencjalnie probiotycznych do fermentacji przecieru z dyni....109
Dariusz Kowalczyk, Ewa Pikula, Barbara Baraniak: Wpływ jadalnej powłoki białkowo-woskowej na jakość przechowywanych chłodniczo brokułów....120
Emilia Bernaś, Grażyna Jaworska: Zawartość aminokwasów w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull: Fr.))....134

Karol Mińkowski, Stanisław Grześkiewicz, Małgorzata Jerzewska, Magdalena Ropelewska: Charakterystyka składu chemicznego olejów roślinnych o wysokiej zawartości kwasów linolenowych....146
Ewelina Siepka, Łukasz Bobak, Tadeusz Trziszka: Frakcjonowanie żółtka w celu pozyskiwania preparatów wzbogaconych w substancje biologicznie aktywne....158
Aleksandra Sułek, Ewa Domian: Wpływ ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach stabilizowanych białkami mleka....168
Marek Aljewicz, Grażyna Cichosz, Marika Kowalska: Wpływ probiotycznych kultur *Lactobacillus rhamnosus* Howaru i *Lactobacillus acidophilus* Howaru na jakość sensoryczną sera edamskiego....177
Eugenia Grześkowiak, Karol Borzuta, Dariusz Lisiak, Jan Strzelecki, Piotr Janiszewski: Właściwości fizykochemiczne i sensoryczne oraz skład kwasów tłuszczowych mięśnia *longissimus dorsi* mieszańców pbz x wbp oraz pbz x (d x p)....189
Hanna Jankowiak, Maria Bocian, Wojciech Kapelański, Aleksandra Roślewska: Zależność między otłuszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie świń....199
Ewa Dąbrowska, Monika Modzelewska-Kapituła, Aleksandra Kwiatkowska, Barbara Jankowska, Marek Cierach: Wpływ obróbki cieplnej w środowisku pary wodnej na teksturę, soczystość i rozpuszczalność białek kolagenowych wołowego mięśnia podgrzebieniowego....209
Marta Chmiel, Krzysztof Dasiewicz, Mirosław Słowiński: Ocena jakości drobnego mięsa wołowego metodą komputerowej analizy obrazu....219
Mariola Friedrich, Zuzanna Goluch-Koniuszy, Joanna Sadowska: Ocena wpływu składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na przemiany białkowe w badaniach modelowych na szczurach....228
Katarzyna Pysz-Izdebska, Teresa Leszczyńska, Aneta Kopeć, Estera Nowacka, Barbara Bugaj: Pokrycie zapotrzebowania na energię i wybrane składniki odżywcze w diecie pensjonariuszy Domu Pomocy Społecznej oraz ocena ich parametrów antropometrycznych....239
Grażyna Morkis: Zakres wdrożenia GHP, GMP i HACCP w przemyśle spożywczym....255
Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym....271
Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności....274
Anna Gręda: Nowe książki....276
Technolog Żywności....281
Spis treści czasopisma „Żywność" Nr 68–73....285
Wykaz nazwisk Autorów w 2010 roku....291
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2010 roku....294

WYKAZ NAZWISK AUTORÓW W 2010 ROKU

Achremowicz B. 73/34
Aljewicz M. 72/136, 73/177
Augustyn G. 70/56
Babicz-Zielińska E. 71/141
Banach J.K. 68/58
Baraniak B.73/120
Bauerek E. 68/80
Bazylak G. 71/107
Bernaś E. 73/134
Berski W. 70/76, 73/34
Bienkiewicz G. 68/71
Biesiada A. 68/40
Bieżanowska-Kopeć R. 68/20, 71/132
Bobak Ł. 73/158
Bobrecka-Jamro D. 70/174
Bocian M. 73/199
Bodzioch A. 69/76
Bogdański P.72/178
Bohdziewicz K. 69/62, 71/37
Borejszo Z. 68/49
Borycka B. 69/104
Borzuta K. 73/189
Buczek J. 70/174
Bugaj B.73/239
Buraczyńska D. 70/160
Ceglińska A. 72/104
Chmiel M. 72/159, 73/219
Cichosz G. 72/136, 73/177
Cierach M.73/209
Cieślik E. 69/76
Czaczyk K.72/20
Czerniejewska-Surma B. 68/71
Czubaszek A. 73/46
Dasiewicz K. 72/159, 73/219
Dąbrowska E. 73/209
Dmytrów I. 69/46
Dmytrów K. 69/46
Dobosz M.73/83
Domaradzki P. 71/50
Domian E.73/168
Domiszewski Z. 68/71
Dubicka A.72/104
Duda-Chodak A. 73/100
Dudkiewicz A. 68/80
Duliński R. 68/5
Durkalec-Michalski K.J. 72/178
Dvončová D. 70/108
Dziedzic K.72/85
Florek M. 71/50
Fortuna T. 69/85, 69/111
Frączak A.73/46
Friedrich M. 73/228
Gajowiecki L. 69/29
Gambuś H. 70/56, 73/34
Gibiński M. 70/56
Golachowski A. 68/137
Goluch-Koniuszy Z. 73/228
Górecka D. 70/44, 72/85
Grela E.R. 71/63
Gręda A. 68/133, 69/144, 71/158, 73/276
Grześkiewicz S. 73/146
Grześkowiak E. 73/189
Grzych-Tuleja E. 69/76
Havrlentová M. 70/108
Hlinková A. 70/108
Horoszewicz E. 69/40
Hozlár P. 70/108
Jachacz L. 68/30
Jadczak D.71/122
Jakowienko P. 71/122
Jakubowska D. 68/123, 69/132
Janiszewski P. 73/189
Jankowiak H. 73/199
Jankowska B. 73/209
Jaśkiewicz T. 71/73
Jaworska G.73/134
Jerzewska M. 73/146
Jeżewska-Zychowicz M. 71/141
Juśkiewicz J.72/191
Kalisz S. 72/45, 72/56
Kapelański W. 73/199
Karolini-Skaradzińska Z. 73/46
Kawa-Rygielska J. 72/207
Kawka A. 70/25, 70/44

Kidacka A. 70/117
Klima K. 70/141
Klimczak E. 71/81
Kołodziejska I. 69/5
Kołożyn-Krajewska D.72/167, 73/109
Kopeć A. 71/132, 73/239
Kostyra E. 68/131, 69/142, 70/221, 71/156, 72/5, 72/204, 73/274
Kostyra H. 68/131, 69/142, 70/221, 71/156, 72/5, 72/204, 73/274
Kośmider A. 72/20
Kotlarska M.M. 68/49
Kotowicz M. 69/29
Kowalczuk-Vasilev E. 71/63
Kowalczyk D. 72/67, 73/120
Kowalczyk K. 71/95
Kowalska M.72/136, 73/177
Krejpcio Z. 72/178
Król B. 71/81
Kucharska A.Z. 68/40, 69/95, 71/95
Kurzawska A. 72/85
Kwiatkowska A. 73/209
Lachowicz K. 69/29
Lange E. 70/7
Laskowski W. 71/141
Leszczyńska D. 70/197
Leszczyńska T. 71/132, 73/239
Leszczyński W. 70/224
Lewicki P.P.73/18
Libudzisz Z. 71/5, 71/20
Lisiak D. 73/189
Liszka P. 68/20
Litwińczuk Z. 71/50
Łabza T. 70/141
Łuczak D. 73/46
Malinowska-Pańczyk E. 69/5
Martyn A. 72/33
Masłowski A. 71/73
Materska M. 68/30
Mickowska B. 70/56
Migdał W. 68/80
Mikołajczyk A. 68/105
Mińkowski K. 73/146
Miśniakiewicz M.73/67
Mitek M.72/56, 72/77
Mituniewicz-Małek A. 69/46
Modzelewska-Kapituła M. 73/209
Morkis G. 68/130, 69/140, 70/216, 71/154, 72/200, 73/255, 73/271
Muzyczka K. 68/80
Natonek-Wiśniewska M. 68/80
Nawirska-Olszańska A. 68/40, 69/95, 71/95
Neffe K. 72/167
Niedbalska J. 72/146
Niedziółka R. 69/40
Niewczas J. 72/77
Nowacka E. 73/239
Nowak A. 71/5, 71/20
Nowak M. 68/114
Nowakowski K. 70/56,
Noworolnik K. 70/190, 70/197
Oleksy A. 70/148
Oryl B. 69/29
Pachołek B. 72/112
Pająk P. 69/85
Palka K. 68/80
Pastuszka D. 70/56
Perucka I. 68/30
Piasecka-Kwiatkowska D. 72/85
Piątkowska E. 70/88, 70/100
Pieniak-Lendzion K. 69/40
Pietrzak D. 69/16
Pietrzak-Fiećko R. 68/49
Pikula E.72/67, 73/120
Pińczuk G. 70/148
Pisarski R.K. 71/63
Pisulewska E. 70/88, 70/100, 70/117, 70/182
Pisulewski P.M. 68/20
Plust D. 68/71
Pogoń P. 73/100
Pokora M. 72/146
Przetaczek-Rożnowska I. 69/111
Pysz-Izdebska K. 73/239
Radzymińska M. 68/123, 69/132
Ropelewska M.73/146
Roślewska A.73/199
Rudnicka A. 71/63
Rudy M. 73/58
Sabat R. 70/56
Sadowska J.73/228

Sagan A. 71/73
Samborska K.73/7
Sielicka M. 72/112
Siemianowski K. 71/37
Siepka E. 73/158
Skałecki P. 71/50
Słowiński M.72/159, 73/219
Smoczyński S.S. 68/49, 68/123, 69/132
Sobczak M. 68/93, 69/29
Sobota A. 73/83
Socha J. 71/20
Sokół-Łętowska A. 68/40, 69/95, 71/95
Sperkowska B. 71/107
Staniewski B. 69/62, 71/37
Stanisławczyk R. 73/58
Strzelecki J. 73/189
Suliburska J.M. 72/178
Sułek A. 70/205, 73/168
Surma-Zadora M. 68/20
Szołtysik M.72/146
Szpendowski J. 68/58, 69/62, 71/37
Szpunar-Krok E. 70/174
Szydłowska A. 73/109
Szymański E. 68/58, 69/62, 71/37
Ścibisz I. 72/56, 72/45
Śliżewska K. 71/20, 71/5
Śmiałowski T. 70/127
Świątek B.73/58
Targoński Z.72/33
Tarko T. 73/100
Tobiasz-Salach R. 70/174
Topolska K. 69/76
Trziszka T. 68/114, 73/158
Ukalska J. 70/127
Ukalski K. 70/127
Wantuch M. 68/80
Witkowicz R. 70/100, 70/117, 70/148, 70/182, 70/88
Wociór A. 68/131, 69/142, 70/221, 71/156, 72/5, 72/204, 73/274
Wojtysiak D. 68/80
Wolska P. 72/104
Wójcik K. 68/93
Wójcik-Stopczyńska B. 71/122
Zagórska A.72/112
Zając T. 70/148
Zaręba D.72/123
Zieliński K. 68/93
Złotkowska D. 72/5
Żary-Sikorska E. 72/191
Żmijewski M.72/93
Żochowska-Kujawska J. 68/93, 69/29
Żych A. 69/29
Żywica R. 68/58

WYKAZ NAZWISK RECENZENTÓW W 2010 ROKU

Zamykamy 17. rok wydawania czasopisma „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość". Redakcja pragnie przekazać PT Recenzentom wyrazy wdzięczności i szacunku za tegoroczną, społeczną pracę na rzecz naszego czasopisma. Opinie Państwa – Recenzentów są niezmiernie ważne w pracy nad kształtowaniem odpowiedniego poziomu naukowego czasopisma. Serdecznie za nie dziękujemy.

Prof. dr hab. Ewa Babicz-Zielińska
Prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna
Prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski
Prof. dr hab. Paweł Bielański
Prof. dr hab. Stanisław Bielecki
Prof. dr hab. Jadwiga Biernat
Prof. dr hab. Józef Błażewicz
Dr inż. Sylwia Bonin
Prof. Danuta Bobrecka-Jamro
Prof. dr hab. Eulalia J. Borowska
Prof. dr hab. Bożena Borycka
Prof. dr hab. Karol Borzuta
Prof. dr hab. Anna Brzozowska
Prof. dr hab. Piotr Bykowski
Dr Renata Cegielska-Radziejewska
Prof. dr hab. Alicja Ceglińska
Prof. dr hab. Józefa Chrzanowska
Prof. dr hab. Grażyna Cichosz
Prof. dr hab. Marek Cierach
Prof. dr hab. Katarzyna Czaczyk
Prof. dr hab. Janusz Czapski
Prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki
Dr hab. inż. Anna Czubaszek
Prof. dr hab. Krzysztof Daszkiewicz
Dr inż. Anna Diowksz
Prof. dr hab. Mariola Friedrich
Prof. dr hab. Halina Gambuś
Prof. dr hab. Barbara Gąsiorowska
Prof. dr hab. Danuta Górecka
Prof. dr hab. Jan Grajewski
Dr Marek Gibiński
Prof. dr hab. Tomasz Jankowski
Prof. dr hab. Henryk Jeleń
Dr inż. Stanisław Kalisz
Prof. dr hab. Alicja Kawka
Prof. dr hab. Jacek Kijowski
Prof. dr hab. Agnieszka Kita
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska
Prof. dr hab. Jacek Kondratowicz
Prof. dr hab. Józef Korczak
Prof. dr hab. Barbara Kowrygo
Dr inż. Anna Koziróg
Prof. dr hab. Grażyna Krasnowska
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier
Prof. dr hab. Andrzej Lenart
Prof. dr hab. Tomasz Lesiów
Prof. dr hab. Teresa Leszczyńska
Prof. dr hab. Grażyna Lewandowicz
Prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz
Prof. dr hab. Zofia Lisiewska
Prof. dr hab. Grażyna Lisińska
Prof. dr hab. Anna Litwińczuk
Prof. dr hab. Ryszard Maciorowski
Prof. dr hab. Stanisław Mleko
Prof. dr hab. Małgorzata Nogala-Kałucka
Dr inż. Agnieszka Nowak
Prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Prof. dr hab. Mieczysław Obiedziński
Prof. dr hab. Wiktor Obuchowski
Prof. dr hab. Jan Oszmiański
Prof. dr hab. Anna Pęksa
Prof. dr hab. Krystyna Pieniak-Lendzion
Prof. dr hab. Andrzej Pisula
Prof. dr hab. Elżbieta Pisulewska
Prof. dr hab. Grażyna Podolska
Prof. dr hab. Edward Pospiech
Prof. dr hab. Daniela Rotkiewicz
Prof. dr hab. Zbigniew Rzedzicki
Prof. dr hab. Marek Sikora
Prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski

Dr inż. Bartosz Sołowiej
Prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana
Prof. dr hab. Krzysztof Surówka
Prof. dr hab. Jerzy Szpendowski
Prof. dr hab. Krzysztof Szkucik
Prof. dr hab. Maria Śmiechowska
Prof. dr hab. Tomasz Twardowski
Prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz
Prof. dr hab. Jerzy R. Warchalewski
Prof. dr hab. Erwin Wąsowicz
Dr inż. Wiesław Wiczkowski
Prof. dr hab. Danuta Witkowska
Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert
Prof. dr hab. Maria Wojtatowicz
Prof. dr hab. Barbara Wróblewska
Prof. dr hab. Tadeusz Sikora
Prof. dr hab. Tadeusz Zając
Prof. dr hab. Zygmunt Zander
Dr hab. inż. Małgorzata Ziarno
Prof. dr hab. Marek Zin
Prof. dr hab. inż. Zofia Żakowska

Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 843 87 11 e-mail: danuta_kolozyn_krajewska@sggw.pl
Dr inż. Stanisław Kalisz Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: stanislaw_kalisz@sggw.pl
Dr hab. Maria Śmiechowska, prof. AM Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 690 15 62; e-mail: smiemari@am.gdynia.pl
Dr inż. Joanna Stadnik Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 462 33 41; e-mail: joanna.stadnik@up.lublin.pl
Prof. dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 54 (66); e-mail: lucjan.krala@p.lodz.pl
Dr hab. inż. Grażyna Jaworska, prof. UR Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 662 47 54; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. Katarzyna Majewska, prof. UWM Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 41 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr inż. Dorota Nowak Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 593 75 62; e-mail: dorota_nowak@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz, prof. UP Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 846 60 03, e-mail: prezes.ow.pttz@gmail.com
Dr hab. inż. Agnieszka Kita, prof. UP Oddział Wrocławski	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 50 38; e-mail: agnieszka.kita@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSIiZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsiiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17; E-mail: krzysztof_krygier@sggw.pl
Prof. dr hab. Wacław Leszczyński Technologii Węglowodanów	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Prof. dr hab. Janusz Czapski Technologii Prod. Poch. Roślinnego	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 72; e-mail: czapski@up.poznan.pl
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl