



ŻYWNOSĆ

Nauka
Technologia
Jakość

Nr 1(46) Supplement

Kraków 2006

Rok 13

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

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

e-mail: ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek,
prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof
Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz, prof. dr hab. Stefan Ziajka
Stali współpracownicy: prof. dr hab. Teresa Fortuna (Kraków), prof. dr hab. Jacek Kijowski
(Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr hab. inż. Stanisław Popek (Kraków),
prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (*przewodniczący*), dr hab. Kazimierz
Dąbrowski (*sekretarz*), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna,
prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Zbigniew
Czarnecki, prof. dr hab. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman A.
Grzybowski, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk
Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Paweł M. Pisulewski, prof. dr hab. Piotr
Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Jan 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 Leszek Stepaniak
(Norwegia), dr Alina Surmacka-Szcześniak (USA), dr John Wojciak (Kanada)

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2006

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wzwyższego

ISSN 1425-6959
ISBN 83-89541-81-5

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 750 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

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

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

SPIS TREŚCI

Od Redakcji	5
<i>Dorota Witrowa-Rajchert i Dorota Nowak: V Jubileuszowa Konferencja Naukowa Oddziału Warszawskiego "Jakość i bezpieczeństwo żywności – uwarunkowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne"</i>	7
<i>Danuta Białasiewicz, Danuta Majczyna, Joanna Królasik: Ocena mikrobiologiczna produktów wegetariańskich</i>	11
<i>Ewa Czarniecka-Skubina: Jakość usługi gastronomicznej w aspekcie żywieniowym, technologicznym i higienicznym</i>	25
<i>Renata Korzeniowska – Ginter: Wpływ jakości mąki tortowej na cechy biszkoptu</i>	35
<i>Hanna Kowalska, Magdalena Wyrozębska: Wpływ jonów wapnia na właściwości sensoryczne marchwi odwadnianej osmotycznie</i>	44
<i>Dorota Kregiel: Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hali technologicznej a jakość produkowanych opakowań</i>	52
<i>Małgorzata Kulczak, Marian Remiszewski, Eugeniusz Korbas, Maria Jeżewska, Danuta Czajkowska: Ocena jakości kolendry mielonej poddanej procesowi dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej i jej trwałość przechowalnicza</i>	59
<i>Agata Marzec, Piotr P. Lewicki, Ewa Jakubczyk: Badanie jakości krakersów metodą emisji akustycznej</i>	67
<i>Agnieszka Nowak: Jakość mikrobiologiczna sera tofu pakowanego próżniowo</i>	73
<i>Elżbieta Ołtuszek-Walczak: Jakość mikrobiologiczna wybranych produktów garmazeryjnych</i>	80
<i>Marta Pasławska: Zmiany barwy suszonych borówek i malin zachodzące podczas przechowywania</i>	86
<i>Marta Pasławska, Anna Pelka: Właściwości rekonstruktoryjne i barwa suszu truskawkowego</i>	93
<i>Katarzyna Piasecka-Jóźwiak, Beata Chabłowska, Elżbieta Słowik, Joanna Rozmierska, Krystyna M. Stecka: Zastosowanie kultur starterowych (wyselekcjonowanych szczepów bakterii mlekowych) do poprawy jakości pieczywa mieszanego i żytniego</i>	100
<i>Beata Pyryt, Halina Kolenda: Wpływ odmiany ziemniaków i sposobu ich obróbki kulinarnej na zawartość kadmu i ołowiu w bulwach po ugotowaniu</i>	114
<i>Ewa Rembiałkowska, Ewelina Hallmann, Monika Adameczyk, Janusz Lipowski, Urszula Jasińska, Lubomila Owczarek: Wpływ procesów technologicznych na zawartość polifenoli ogółem oraz na potencjał przeciwutleniający przetworów (soku i kremogenu) uzyskanych z jabłek pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej</i>	121
<i>Marian Remiszewski, Krzysztof Przygoński, Małgorzata Kulczak, Maria Jeżewska: Optymalizacja układu ekstrakcyjnego i ocena właściwości przeciwutleniających nasion wybranych roślin strączkowych</i>	127
<i>Jaroslawa Rutkowska, Danuta Jaworska: Stabilność przeciwutleniająca i jakość sensoryczna jako kryteria przydatności olejów rafinowanych do smażenia</i>	136

<i>Iwona Sitkiewicz, Sylwia Denoch: Właściwości reologiczne oraz retrogradacja wybranych skrobi modyfikowanych kukurydzy woskowej</i>	143
<i>Sylwia Skapska, Bogdan Sieliwanowicz, Urszula Jasińska, Lubomiła Owczarek, Janusz Lipowski, Maria Trzcńska, Aurelia Hałasińska: Zmiany zawartości naturalnych przeciwutleniaczy oraz pojemności przeciwutleniającej zachodzące w surowcu w trakcie procesu otrzymywania soku zagęszczonego z jabłek</i>	152
<i>Izabela Steinka: Ocena przydatności wielomianów w prognozowaniu jakości hermetycznie pakowanych serów twarogowych</i>	161
<i>Izabela Steinka, Anita Kukulowicz: Wpływ warunków zamrażalniczego przechowywania na mikroflorę miazgi aloesowej</i>	173
<i>Katarzyna Świąder, Bożena Waszkiewicz-Robak: Intensywność słodczy wybranych substancji słodzących</i>	183
<i>Franciszek Świdorski, Bożena Waszkiewicz-Robak, Mieczysław Obiedziński, Dorota Matias: Jakość rynkowych wyrobów cukierniczych z dużym udziałem tłuszczu</i>	192
<i>Joanna Trafiałek, Danuta Kołożyn-Krajewska: Implementacja systemu HACCP w małych zakładach produkujących żywność – wyniki badań prowadzonych w Polsce przed i po akcesji do Unii Europejskiej</i>	201
<i>Małgorzata Wroniak, Daniela Łukasik, Magdalena Maszewska: Porównanie stabilności oksydacyjnej wybranych olejów tłoczonych na zimno z olejami rafinowanymi</i>	214
<i>Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko, Magdalena Grudzińska: Wpływ ekspozycji świetlnej na zielenienie, akumulację chlorofilu i glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka</i>	222
<i>Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko, Małgorzata Grudzińska: Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka</i>	229
<i>Anna Zielińska, Janusz Czapski: Wpływ okresowego podwyższenia temperatury w czasie przechowywania na jakość mikrobiologiczną marchwi o małym stopniu przetworzenia</i>	235
<i>Anna Żbikowska, Paweł Krokocki, Krzysztof Krygier: Ocena przydatności tłuszczów piekarskich o obniżonej zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych do produkcji ciast biszkoptowo-tłuszczowych</i>	246

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu suplement nr 1 (46) kwartalnika „Żywność”, w którym zamieściliśmy artykuły będące pokłosiem V Jubileuszowej Konferencji Naukowej Oddziału Warszawskiego PTTŻ z cyklu „Jakość i bezpieczeństwo żywności”. Problematykę konferencji określał temat: „Jakość i bezpieczeństwo żywności – uwarunkowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne”.

Zamieszczone artykuły są poszerzonymi opracowaniami plakatów, które były prezentowane w czasie konferencji. Polecamy je uwadze naszych Czytelników, mając nadzieję, że spełnią Państwa oczekiwania.

Kraków, marzec 2006 r.

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

V JUBILEUSZOWA KONFERENCJA NAUKOWA ODDZIAŁU WARSZAWSKIEGO PTTŻ

JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCI – UWARUNKOWANIA SUROWCOWE, TECHNOLOGICZNO-PRODUKCYJNE I PRAWNE

V Jubileuszowa Konferencja Naukowa z cyklu „Jakość i bezpieczeństwo żywności” była jednocześnie spotkaniem członków i przyjaciół Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, obchodzącego w 2005 roku 15-lecie swojej działalności. Tematyka konferencji była bardzo szeroka i obejmowała „Jakość i bezpieczeństwo żywności – uwarunkowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne”.

Dobór referatów miał na celu przedstawienie złożoności zagadnienia jakości i bezpieczeństwa żywności, począwszy od określenia, co rozumie się pod tymi pojęciami i jak różnie są one interpretowane, w zależności od tego, czy rozważane są przez producenta, dystrybutora lub konsumenta. Surowiec, kolejne etapy przetwarzania, otoczenie produkcyjne, systemy kontroli, regulacje prawne, świadomość konsumenta – to tylko niektóre czynniki decydujące o tym, czy żywność spełnia swoje podstawowe funkcje. Problemy te były szeroko rozważane w 15 referatach i 45 doniesieniach posterowych.

Uczestnikami Konferencji było 100 przedstawicieli zarówno świata nauki, jak i przemysłu, reprezentujących duże i małe przedsiębiorstwa różnych branż. Udział brali również przedstawiciele laboratoriów badawczych i terenowych oddziałów sanitarnych.

Konferencja rozpoczęła się wystąpieniami związanymi z XV-leciem Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności. O uwarunkowaniach powstania Towarzystwa mówił prof. dr dr h.c. Antoni Rutkowski, członek honorowy, założyciel i pierwszy Prezes Towarzystwa. Prof. dr hab. Tadeusz Sikora, obecny Prezes, przedstawił „dzień dzisiejszy”, strukturę oraz zakres działania i aktywności Towarzystwa.

Pierwszy referat merytoryczny, zatytułowany „Jakość żywności: czy mówimy tym samym językiem? (wieloaspektowość pojęcia jakości i jego konsekwencje)”, wygłosiła prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna, członek honorowy Towarzystwa i były jego Prezes.

Prof. dr hab. Włodzimierz Płocharski z Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach, w referacie „Jakość i bezpieczeństwo soków i nektarów – uwarun-

kowania surowcowe, technologiczno-produkcyjne i prawne”, poruszył zagadnienia dotyczące jakości soków i nektarów, ze szczególnym uwzględnieniem parametrów stosowanych do oceny ich autentyczności i bezpieczeństwa spożycia. Przedstawił także problemy, jakie należało rozwiązać w krajowym przemyśle sokowniczym w okresie poprzedzającym integrację Polski z Unią Europejską.

Współczesne poglądy na rolę witamin przeciwutleniających omówiła dr hab. Grażyna Duda z Katedry i Zakładu Bromatologii Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu, stwierdzając w podsumowaniu, że racjonalny sposób odżywiania gwarantuje pokrycie zapotrzebowania na witaminy przeciwutleniające, zapewniając jednocześnie właściwą podaż innych składników odżywczych (błonnik, pierwiastków mineralnych), odgrywających istotną rolę w prewencji wielu schorzeń.

Prof. dr hab. Mieczysław W. Obiedziński, z Zakładu Oceny Jakości Żywności SGGW, przedstawił referat „Pozostałości i zanieczyszczenia chemiczne żywności a zarządzanie bezpieczeństwem żywności”. Uznał, że identyfikowalność (traceability) – „farm2fork” – może być kluczowym elementem komunikacji w odniesieniu do żywności, a „zdolność i efektywność podążania śladem” będą miały wpływ na zaufanie i percepcję ryzyka przez konsumenta i na zachowania związane z jego wyborami.

„Zioła jako czynnik poprawiający trwałość i wartość dietetyczną żywności” – to temat wystąpienia prof. dr hab. Krystyny Suchorskiej-Tropiło z Katedry Roślin Warzywniczych i Leczniczych SGGW, która zasygnalizowała, że dodatek specyficznych surowców roślinnych, zwanych popularnie przyprawami, wpływa pozytywnie nie tylko na walory sensoryczne produktów spożywczych, ale także dostarcza organizmowi związków korzystnie wpływających na zdrowie i dobre samopoczucie.

Dr inż. Anna Bugajewska z firmy Siliker Sp. z o. o. zajęła się tematem „Znaczenie mikrobiologii w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności - kryteria oceny”, poruszając m.in. aspekty kontroli jakości, która według polskich przepisów prawnych, zharmonizowanych z prawem UE, polega obecnie na zapewnieniu jakości, w tym bezpieczeństwa mikrobiologicznego, na wszystkich etapach tworzenia produktu, a odpowiedzialność za produkt system ten nakłada na producenta żywności.

Dr n. med. Lucjan Szponar i dr inż. Iwona Traczyk z Instytutu Żywności i Żywności w Warszawie byli autorami referatu „Aktualne systemy zapewnienia jakości”. W podsumowaniu dr Szponar stwierdził, że proces integracji Polski z UE doprowadził do znacznego zharmonizowania systemu kontroli zarówno w zakresie badania stanu bezpieczeństwa żywności, jak i jej jakości handlowej (i), nowe prace badawcze i badawczo-wdrożeniowe, prowadzone w latach 2003-2008 w ramach programu PR6 w obrębie różnych projektów zdają się tworzyć nowe podstawy prac badawczo-wdrożeniowych i aplikacyjnych m.in. w zakresie: *Campylobacter jejuni*, akrylamidu w żywności, izomerów trans kwasów tłuszczowych, pozostałości nowych pestycydów w żywności (ii).

Na temat Pilotażowego Programu Foresight, uruchomionego w Polsce w IV kwartale 2003 roku w obszarze "Zdrowie i Życie", jego etapach, wynikach i zastosowaniu mówiła, powołana na eksperta w projekcie, prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert z Katedry Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW, Prezes Oddziału Warszawskiego PTTŻ.

Problematyką jakości surowca mięsnego zajęli się prof. dr hab. Stanisław Gwiazda, z firmy DuPont Protein Technologies, który wygłosił referat na temat „Jakość produktów mięsnych wczoraj a dziś” oraz prof. dr hab. Andrzej Pisula z Zakładu Technologii Mięsa SGGW, który poruszył zagadnienie „Czynniki decydujące o jakości surowców mięsnych”. W sytuacji nadprodukcji mięsa i przetworów mięsnych, jaka występuje w Polsce i w wielu krajach Unii Europejskiej, problem jakości i bezpieczeństwa staje się decydujący dla konsumentów tego regionu świata. Producenci zwierząt oraz przetwórcy mięsa, aby sprostać wymaganiom muszą produkować żywność, która będzie akceptowana przez nabywców zarówno ze względów żywieniowych, bezpieczeństwa, jakości sensorycznej, jak i aspektów ekonomicznych.

Dr hab. Agnieszka Wierzbička z Katedry Żywienia Człowieka SGGW przedstawiła referat nt. „Bezpieczeństwo żywności w aspekcie obniżonej zawartości alergenów”. Produkcja wyrobów o kontrolowanej alergenicności może stanowić istotny aspekt w konkurencji rynkowej oraz może przyczynić się do budowy pozytywnego wizerunku producenta, gwarantującego nie tylko zaspokojenie potrzeb w zakresie wysokiej jakości produktów, ale również dbającego o zdrowie nabywców swoich produktów.

Kolejne wystąpienie, prof. dr hab. Piotra P. Lewickiego z Katedry Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji SGGW, dotyczyło „Projektowania procesu technologicznego z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności”. Profesor stwierdził, że projektując proces produkcyjny należy brać pod uwagę wszystkie te elementy, które ograniczą liczbę krytycznych punktów kontrolnych i ułatwią prowadzenie procesu. Do elementów tych należy m.in. wydzielenie stref higienicznych, dobór maszyn spełniających wymagania higieniczne i ich odpowiednie usytuowanie, sposób doprowadzenia czynników energetycznych i wody, a także odprowadzenie ścieków.

Ważnym zagadnieniem, związanym z jakością i bezpieczeństwem żywności, są opakowania. Niektóre aspekty tego problemu naświetlił mgr inż. Mirosław Bohdan z firmy Emipak Sp. z o.o. w wystąpieniu nt. „Wpływ opakowań giętkich na bezpieczeństwo zapakowanej żywności”. Prelegent omówił źródła zagrożeń związane z niewłaściwie dobranymi lub wadliwymi opakowaniami, ustawodawstwo UE oraz polskie w tym zakresie, podstawowe obowiązki producentów opakowań oraz możliwości kontroli opakowań.

Dr inż. Krzysztof Skierkowski, z firmy Kraft Foods International Warszawa, poruszył problemy związane z etykietami żywności w referacie „Znakowanie produktu spożywczego jako czynnik współdecydujący o bezpieczeństwie i jakości”. Etykieta jest

istotnym, jeżeli nie jedynym, środkiem komunikacji producenta z konsumentem. Poza oznakowaniami obligatoryjnymi może ona zawierać, w stopniu o wiele większym niż jest to obecnie praktykowane, dodatkowe informacje ujawniane dobrowolnie przez producenta, które mogą przyczynić się do jeszcze bardziej skutecznego zapewnienia poczucia bezpieczeństwa u konsumenta, także z uwzględnieniem troski o jego zdrowie i dobre samopoczucie.

Na zakończenie konferencji referat pod tytułem „Stan przemysłu spożywczego po integracji z Unią” przedstawił prof. dr hab. Roman Urban z Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w Warszawie. W wystąpieniu omówił m.in. zagadnienia dotyczące tempa wzrostu przemysłowej produkcji żywności, eksportu produktów rolno-spożywczych, udziału eksportu w przychodach głównych działów produkcji żywności i napojów, nakładów inwestycyjnych w przemyśle spożywczym, stanu finansowego przedsiębiorstw przemysłu spożywczego i indeksów cen na rynku rolno-spożywczym w latach 2003–2005.

Podczas konferencji przedstawiono także 45 doniesień posterowych, które dotyczyły aspektów praktycznych i naukowych wynikających z procesów przetwórczych, a mających istotny wpływ na szeroko rozumianą jakość i bezpieczeństwo żywności. Opracowane przez autorów posterów pełne artykuły właśnie trafiają do Państwa w postaci wydania specjalnego kwartalnika „Żywność. Nauka. Technologia. Jakość”.

Konferencja stanowiła doskonałą okazję do wymiany poglądów, opinii i doświadczeń pomiędzy sferą nauki a praktyką przemysłową, czego dowodem była ożywiona dyskusja w trakcie trwania Sesji, jak również w kularach. Była również okazją do nawiązania współpracy pomiędzy poszczególnymi ośrodkami.

Jako organizatorzy mamy nadzieję, że udało nam się spełnić wymagania uczestników konferencji i przyczynić się do pogłębienia tej specyficznej wiedzy, która wymaga ciągłej weryfikacji, jak i wymiany poglądów w gronie osób, dla których zagadnienia jakości i bezpieczeństwa żywności są szczególnie ważne. Jednocześnie jesteśmy przekonani, że działalność Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności będzie wspomagać produkcję żywności wartościowej i bezpiecznej, ale również takiej, by jej spożywanie niosło ze sobą wiele przyjemności. Bo przecież:

„Nie ma szerszej miłości niż miłość do jedzenia”
George Bernard Shaw

Dorota Witrowa-Rajchert i Dorota Nowak

DANUTA BIAŁASIEWICZ, DANUTA MAJCZYNA, JOANNA KRÓLASIK

OCENA MIKROBIOLOGICZNA PRODUKTÓW WEGETARIAŃSKICH

Streszczenie

Określono jakość mikrobiologiczną 23 rodzajów wyrobów wegetariańskich po wyprodukowaniu oraz po zadeklarowanych przez producentów okresach przydatności do spożycia. W produktach określano [w 1 g]: ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych mezofilnych, liczbę *Staphylococcus aureus*, pleśni i drożdży oraz obecność bakterii z grupy coli w 0,001 g, laseczek beztlenowych przetrwalnikujących w 0,01 g i pałeczek *Salmonella* w 25 g. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne wyrobów wegetariańskich bezpośrednio po wyprodukowaniu stanowiły głównie bakterie tlenowe mezofilne w liczbie 102–103 jtk/g. W badanych produktach nie wykryto obecności bakterii chorobotwórczych oraz drożdży. Po przechowywaniu w warunkach chłodniczych w większości wyrobów znacznie wzrastała liczba bakterii tlenowych mezofilnych, nawet powyżej 107 jtk/g oraz pleśni, drożdży i bakterii z grupy coli. Zastosowanie odpowiednich procesów technologicznych oraz przestrzeganie zasad Dobrej Praktyki Higienicznej w przetwórni znacznie poprawiło jakość mikrobiologiczną przechowywanych produktów.

Słowa kluczowe: produkty wegetariańskie, zanieczyszczenia mikrobiologiczne, GHP

Wprowadzenie

Posiłki wegetariańskie wytwarzane są głównie z surowców roślinnych, zwłaszcza soi, soczewicy, fasoli, grochu. W skład większości produktów pochodzenia roślinnego wchodzi niewielka ilość białka i tłuszczów oraz duża zawartość węglowodanów. Ich wartość odżywcza jest mała, a zawarte w nich białka określa się jako niepełnowartościowe ze względu na brak w łańcuchu polipeptydowym egzogennych aminokwasów niezbędnych człowiekowi do syntezy własnych białek ustrojowych. Wyjątkiem są produkty otrzymywane z suszonych nasion roślin strączkowych, zawierające od 21 do 25% białka i wykazujące relatywnie wysoką wartość odżywczą, którą jednak ogranicza niedobór aminokwasów siarkowych cystyny i metioniny [18]. W państwach azjatyckich soja i jej przetwory są podstawowym źródłem białka. W wielu krajach nasiona

roślin strączkowych wykorzystuje się do produkcji potraw wegetariańskich zastępujących tradycyjnie spożywane potrawy mięsne. W ostatnich latach pojawiła się na krajowym rynku szeroka oferta produktów spożywczych skierowana do wegetarian m.in.: wędliny sojowe, dania gotowe, sałatki, desery, przekąski. Celem wydłużenia okresów trwałości większość wyrobów pakowana jest próżniowo lub w atmosferze zmodyfikowanej. Zabiegi te wydłużają okresy lagfazy bakterii, ograniczają rozwój pleśni oraz obniżają aktywność enzymatyczną drobnoustrojów [1, 5]. Producenci posiłków wegetariańskich starają się określić w nich poziom zanieczyszczeń drobnoustrojami, a następnie ustalić okresy przydatności do spożycia. Jakość mikrobiologiczna wyrobów wegetariańskich jest rzadko opisywana [3].

Celem podjętych badań była ocena mikrobiologicznej różnorodnych produktów przeznaczonych dla wegetarian (parówki, kiełbaski, paszteciki, burgery, sznycle, sałatki, pasty, desery, słodczyce), pakowanych próżniowo lub w modyfikowanej atmosferze, bezpośrednio po wytworzeniu oraz po przechowywaniu w warunkach chłodniczych. Badania wykonywano przed i po wprowadzeniu w zakładach produkujących te wyroby zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP).

Material i metody badań

Zbadano 23 rodzaje wyrobów wegetariańskich: 7 rodzajów wędlin (parówki, kiełbaski, paszteciki), 6 rodzajów dań gotowych (burgery, nuggatsy, sznycle), po 3 rodzaje past i sałatek warzywnych, po 2 rodzaje deserów sojowych i zbożowych produktów śniadaniowych. Oceniano również zanieczyszczenia mikrobiologiczne w 13 mieszankach przyprawowych dodawanych do tych wyrobów. Bezpośrednio po wyprodukowaniu zbadano 14 produktów wegetariańskich. Część produktów zapakowanych próżniowo (*vacuum*) lub w modyfikowanej atmosferze (MAP) zbadano po przechowywaniu ich w temp. 0–4°C w terminach zaproponowanych przez producentów. Badania przechowalnicze wykonywano dwukrotnie, przed i po wprowadzeniu w zakładach dłuższego czasu obróbki termicznej i zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP).

W wyrobach garmażeryjnych, kulinarnych i wędlinach oraz w zbożowych produktach śniadaniowych określano w 1 g: ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych mezofilnych wg PN-EN ISO 4833 [9], liczbę *Staphylococcus aureus* wg PN-EN ISO 6888-1 [12], pleśni i drożdży wg PN-ISO 7954 [13]. Oznaczano również obecność bakterii z grupy coli w 0,001 g i laseczek beztlenowych przetrwalnikujących w 0,1 g (nie określano tego parametru w zbożowych produktach śniadaniowych) wg PN-A-82051 [10] oraz pałeczek *Salmonella* w 25 g wg PN-EN ISO 6579 [11]. W mieszankach przyprawowych i deserach sojowych, zgodnie ze wskazaniem producenta, określano w 1 g: ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych mezofilnych wg PN-EN ISO 4833 [9], liczbę pleśni i drożdży wg PN-ISO 7954 [13] oraz obecność laseczek beztle-

nowych przetrwalnikujących w 0,1g (tylko w mieszankach) i obecność bakterii z grupy coli w 0,001 g (tylko w deserach) wg PN-A-82051 [10].

Wyniki i dyskusja

W badanych wyrobach, bezpośrednio po ich wyprodukowaniu, ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych wynosiła:

- w wędlinach od $3,1 \cdot 10^3$ jtk/g do $8,1 \cdot 10^5$ jtk/g;
- w daniach gotowych odpowiednio od $3,0 \cdot 10^2$ jtk/g do $3,8 \cdot 10^4$ jtk/g;
- w zbożowych produktach śniadaniowych od $3,0 \cdot 10^2$ jtk/g do $8,7 \cdot 10^2$ jtk/g;
- w deserach od mniej niż 10 jtk/g do $2,0 \cdot 10^1$ jtk/g.

Pleśnie wykrywano w badanych wyrobach tylko sporadycznie, w ilości nieprzekraczającej $3,0 \cdot 10^1$ jtk/g. W żadnym z wyrobów wegetariańskich nie stwierdzono, w badanych rozcieńczeniach, występowania bakterii chorobotwórczych oraz drożdży (tab. 1).

Oceniając zanieczyszczenia mikrobiologiczne w 13 mieszankach przyprawowych stwierdzono, że ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych wahała się w granicach od $1,0 \cdot 10^3$ jtk/g do $1,3 \cdot 10^6$ jtk/g. W 5 mieszankach wykryto obecność bakterii beztlenowych przetrwalnikujących. Większość mieszanek przyprawowych była zanieczyszczona grzybami. Z 11 mieszanek izolowano pleśnie w ilości od $1,0 \cdot 10^1$ jtk/g do $2,0 \cdot 10^2$ jtk/g, a z 6 – drożdże od $1,0 \cdot 10^1$ jtk/g do $3,0 \cdot 10^2$ jtk/g (tab. 2).

Badając produkty wegetariańskie, po zaproponowanych przez producentów kilku-tygodniowych okresach przydatności do spożycia, stwierdzono w nich znaczny wzrost zanieczyszczeń bakteriami tlenowymi mezofilnymi (tab. 3). W większości wędlin ogólna liczba drobnoustrojów przekraczała 10^7 jtk/g, natomiast w daniach gotowych zawierała się w przedziale od $8,0 \cdot 10^5$ jtk/g do $1,6 \cdot 10^6$ jtk/g. W opakowaniach sałatek typu curry po 4 tygodniach przechowywania występował bombaż, w pozostałych sałatkach ogólna liczba drobnoustrojów była większa od 10^6 jtk/g. Spośród badanych wyrobów jedynie w pasztecikach, paście paprykowej i nuggatsach liczba drobnoustrojów była znacznie niższa i wynosiła od $5,3 \cdot 10^3$ jtk/g do $8,1 \cdot 10^3$ jtk/g. Po zadeklarowanych okresach przechowywania chłodniczego w części wyrobów wegetariańskich namnażały się również bakterie z grupy coli oraz pleśnie i drożdże (tab. 3). Kolejne badania, których wyniki zestawiono w tab. 4, dotyczyły tylko tych wyrobów, które poddano zabiegom technologicznym poprawiającym jakość produktu wyjściowego (np. dłuższej obróbce termicznej). Trzeba dodać, że również w tym czasie w przetwórnictwie wdrożono zasadę Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP). Zastosowane procedury sprawiły, że 10 na 12 zbadanych produktów wegetariańskich w opakowaniach ochronnych nawet po kilku tygodniach przechowywania nadawało się do spożycia, za wyjątkiem dwóch wędlin sojowych, w których po 5 tygodniach stwierdzono obecność bakterii z grupy coli w 0,001 g. W porównaniu z pierwszym badaniem przechowalniczym,

Tabela 1

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne wyrobów wegetariańskich, bezpośrednio po wyprodukowaniu.
Microbiological contamination in the vegetarian food products immediately after their manufacturing.

Produkty Products	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych The total count of aerobic mesophilic micro-organisms [jtk/g] / [cfu/g]	Bakterie z grupy coli w 0,001 g Coliform bacteria in 0,001 g	<i>Staphylococcus aureus</i> [jtk/g] <i>Staphylococcus aureus</i> [cfu/g]	Bakterie beztlenowe przetrwalnikujące w 0,1g Spore-forming bacilli anaerobes in 0,1 g	Pleśnie [jtk/g] Moulds [cfu/g]	Drożdże [jtk/g] Yeasts [cfu/g]	<i>Salmonella</i> w 25 g <i>Salmonella</i> in 25 g
Parówki sojowe (<i>vacuum</i>) Soya frankfurters	$6,1 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Parówki chili (<i>vacuum</i>) Chilli frankfurters	$3,1 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	10	nie wykryto
Kiełbaski sojowe (<i>vacuum</i>) Soya sausages	$3,6 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasztet myśliwski w osłonce Hunter pie in a casing	$8,1 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasta czosnkowa Garlic paste	$9,6 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasta koperkowa Dill paste	$2,8 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Tofuburger słoneczny (<i>vacuum</i>) Sunny tofu-burger	$5,2 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Tofuburger warzywny (<i>vacuum</i>) Vegetable tofu-burger	$7,4 \times 10^3$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Burger domowy (<i>vacuum</i>) Home-made burger	$3,8 \times 10^4$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Sznyceł wegetariański Vegetarian rissole	$3,0 \times 10^2$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto

Deser sojowy o smaku czekoladowym Soya desert-chocolate flavour	2,0x10 ¹	nie wykryto	-*	-	<10	<10	-
Deser sojowy o smaku waniliowym Soya desert-vanilla flavour	<10	nie wykryto	-	-	<10	<10	-
Pszenica w polewie toffi Wheat in a toffi glazing	3,0x10 ³	nie wykryto	<10	-	1,0x10 ¹	<10	nie wykryto
Pszenica prażona Pop wheat	8,7x10 ²	nie wykryto	<10	-	3,0x10 ¹	<10	nie wykryto

Objaśnienie: / Explanatory note:

- * - nie oznaczono / not investigated,

- nie wykryto / not found,

Tabela 2

Ocena mikrobiologiczna dodatków do potraw wegetariańskich.
Microbiological assessment of additives in the vegetarian dishes

Rodzaj dodatku Products	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych The total count of aerobic meso- phillic micro-organisms [jtk/g] / [cfu/g]	Bakterie beztlenowe przetrwalnikiujące w 0,1g Spore-forming bacilli anaerobes in 0,1 g	Pleśnie [jtk/g] Moulds [cfu/g]	Drożdże [jtk/g] Yeasts [cfu/g]
Mieszanka A do pasztetów i past A and B mix for pies and pastes	2,0x10 ³	nie wykryto	<10	2,8x10 ²
Mieszanka B do pasty koperkowej B mix for dill paste	4,6x10 ⁵	nie wykryto	9,0x10 ¹	<10
Mieszanka B ₁ do pasztetu myśliwskiego B ₁ mix for hunter pie	1,1x10 ⁶	wykryto	1,4x10 ³	3,0x10 ²
Przyprawy B ₁ i B ₂ do wędlin drobiowych B ₁ and B ₂ spices for chicken sausages	4,0x10 ³	nie wykryto	5,0x10 ²	<10

c.d. tab. 2.

Mieszanka B ₂ do wędliny szynkowej B ₂ mix for ham sausages	1,0x10 ³	nie wykryto	<10	2,0x10 ²
Przyprawy do parówek Chili Spices for chilli frankfurters	2,1x10 ⁵	nie wykryto	1,0x10 ¹	<10
Mieszanka B do tofuburgera warzywnego B mix for vegetable tofu-burger	1,3x10 ⁶	wykryto	1,9x10 ²	<10
Przyprawy do kiełbasek sojowych Spices for soya sausages	5,3x10 ⁴	nie wykryto	6,0x10 ¹	2,0x10 ¹
Mieszanka A i B do burgera domowego A and B mix for home-made burger	1,4x10 ⁴	wykryto	1,7x10 ²	<10
Przyprawy do tofuburgera Spices for tofu-burger	1,4x10 ⁵	nie wykryto	1,0x10 ¹	<10
Mieszanka A i B do sznycla A and B mix for rissole	2,0x10 ³	wykryto	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹
Przyprawy do parówek sojowych Spices for soya frankfurters	1,0x10 ³	wykryto	3,0x10 ²	1,0x10 ²
Izolat białkowy Protein isolate	1,0x10 ³	nie wykryto	<10	<10

Tabela 3

Zanieczyszczenia mikrobiologiczne produktów wegetariańskich po przechowywaniu – doświadczenie I.
Micro-biological contamination in the vegetarian food products after their storing – experiment I

Produkty Products	Okres przechowywania [tygodnie] Period of storing [weeks]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych The total count of aerobic mesophilic microorganisms [jtk/g] / [cfu/g]	Bakterie z grupy coli w 0,001 g Coliform bacteria in 0,001 g	<i>Staphylococcus aureus</i> [jtk/g] <i>Staphylococcus aureus</i> [cfu/g]	Bakterie beztlenowe przetrwalnikujące w 0,1 g Spore-forming bacilli anaerobes in 0,1 g	Pleśnie [jtk/g] Moulds [cfu/g]	Drożdże [jtk/g] Yeasts [cfu/g]	<i>Salmonella</i> w 25 g <i>Salmonella</i> in 25 g
Parówki sojowe (<i>vacuum</i>) Soya frankfurters	6 tygodni	$6,4 \times 10^7$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Parówki chili (<i>vacuum</i>) Chilli frankfurters		$1,2 \times 10^7$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Kiełbaski sojowe (<i>vacuum</i>) Soya sausages		$2,7 \times 10^7$	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Wędlina sojowa o smaku warzywnym (MAP) Soya sausage - vegetable flavour	5 tygodni	$1,6 \times 10^7$	obecne	<10	nie wykryto	$1,1 \times 10^3$	$6,0 \times 10^2$	nie wykryto
Wędlina sojowa o smaku szynkowym (MAP) Soya sausage - ham flavour		$9,3 \times 10^6$	nie wykryto	<10	nie wykryto	$3,2 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	nie wykryto
Tofuburger słoneczny (<i>vacuum</i>) Sunny tofuburger		$1,3 \times 10^6$	nie wykryto	<10	nie wykryto	$9,6 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	nie wykryto

c.d. tab. 3.

Tofuburger warzywny (<i>vacuum</i>) Vegetable tofu-burger		1,6x10 ⁶	nie wykryto	<10	nie wykryto	1,2x10 ³	4,8x10 ³	nie wykryto
Burger domowy (<i>vacuum</i>) Home-made burger		8,0x10 ⁵	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasztecik myśliwski w osłonce Hunter pie in a casing	8 tygodni	8,1x10 ³	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasztecik ziołowy w osłonce Herb flavour pie in a casing		- *	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Pasta paprykowa Pepper paste		-	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Salatka meksykańska Mexican salad	4 tygodnie	>3,0x10 ⁶	obecne	<10	nie wykryto	<10	>1,5x10 ³	nie wykryto
Salatka curry Curry salad		bombaż	bombaż	bombaż	nie wykryto	bombaż	bombaż	nie wykryto
Salatka 1000 mórz Thousand seas salad		>3,0x10 ⁶	nie wykryto	<10	nie wykryto	1,0x10 ²	4,0x10 ¹	nie wykryto
Nuggets o smaku kurczaka (MAP) Nuggets - chicken flavour		5,3x10 ³	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Nuggets sojowy (MAP) Soya nuggets		1,7x10 ⁴	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	1,0x10 ¹	nie wykryto

Objaśnienia jak do tab. 1. / Explanatory notes: see Tab. 1.

T a b e l a 4

Jakość mikrobiologiczna produktów wegetariańskich po wprowadzeniu w zakładach zasad Dobrej Praktyki Higienicznej – po przechowywaniu - doświadczenie II.

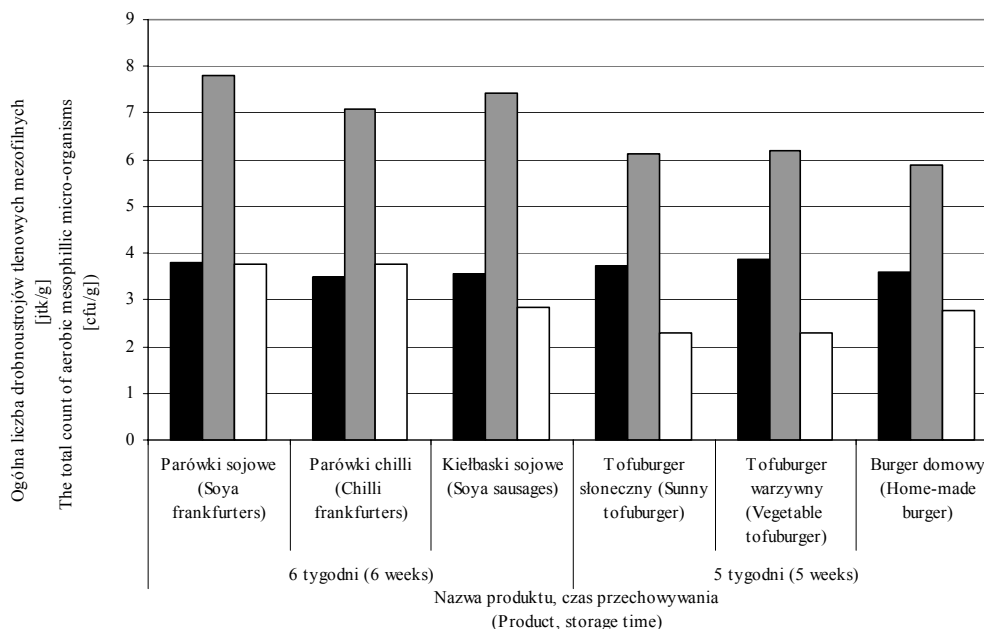
Micro-biological contamination in the vegetarian food products upon the end of their storing period and after the GHP measures have been introduced and implemented in the plant – experiment II.

Produkty Products	Okres przechowywania [tygodnie] Period of storing [weeks]	Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych The total count of aerobic mesophilic micro-organisms [jtk/g] / [cfu/g]	Bakterie z grupy coli w 0,001 g Coliforms in 0,001 g	<i>Staphylococcus aureus</i> [jtk/g] <i>Staphylococcus aureus</i> [cfu/g]	Bakterie beztlenowe przetrwalnikujące w 0,1g Spore-forming bacilli anaerobes in 0,1 g	Pleśnie [jtk/g] Moulds [cfu/g]	Drożdże [jtk/g] Yeasts [cfu/g]	<i>Salmonella</i> w 25 g <i>Salmonella</i> in 25 g
Parówki sojowe (<i>vacuum</i>) Soya frankfurters	6 tygodni	5,9x10 ³	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Parówki chili (<i>vacuum</i>) Chilli frankfurters		5,9x10 ³	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Kiełbaski sojowe (<i>vacuum</i>) Soya sausages		7,0x10 ²	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Wędlina sojowa o smaku warzywnym (MAP) Soya sausage - vegetable flavour	5 tygodni	- *	obecne	<10	nie wykryto	1,8x10 ²	7,0x10 ¹	nie wykryto
Wędlina sojowa o smaku szynkowym (MAP) Soya sausage - ham flavour		-	obecne	<10	nie wykryto	<10	1,0x10 ³	nie wykryto

c.d. tab. 4.

Tofuburger słoneczny (<i>vacuum</i>) Sunny tofu-burger		2,0x10 ²	nie wykryto	<10	nie wykryto	10	<10	nie wykryto
Tofuburger warzywny (<i>vacuum</i>) Vegetable tofu-burger		2,0x10 ²	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Burger domowy (<i>vacuum</i>) Home-made burger		6,0x10 ²	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Sznycel wegetariański (<i>vacuum</i>) Vegetarian rissole		4,0x10 ²	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	<10	nie wykryto
Sałatka meksykańska Mexican salad	4 tygodnie	1,3x10 ⁴	nie wykryto	<10	nie wykryto	2,3x10 ²	<10	nie wykryto
Sałatka curry Curry salad		1,8x10 ³	nie wykryto	<10	nie wykryto	3,6x10 ²	7,7x10 ²	nie wykryto
Sałatka 1000 mórz Thousand seas salad		2,6x10 ⁵	nie wykryto	<10	nie wykryto	<10	3,5x10 ³	nie wykryto

Objaśnienia jak do tab. 1. / Explanatory notes: see Tab. 1.



■ Bezpośrednio po wyprodukowaniu wyrobu / Immediately after the product has been manufactured

▣ Po przechowywaniu wyrobu - doświadczenie I / After the storing period – experiment I

□ Po przechowywaniu wyrobów wyprodukowanych w warunkach GHP - doświadczenie II / After the products have been stored under the GHP conditions – experiment II

Rys. 1. Ogólna liczba drobnoustrojów w produktach wegetariańskich bezpośrednio po wyprodukowaniu oraz po przechowywaniu, przed i po wprowadzeniu w zakładach GHP.

Fig. 1. The total count of aerobic mesophilic micro-organisms in the vegetarian food products after their manufacturing and after they have been stored; in the latter case: prior to implementing and after the implementation of GHP measures in the plant.

w wyrobach znacznemu zmniejszeniu uległa ogólna liczba drobnoustrojów (rys. 1), a także liczba drożdży i pleśni oznaczana w 1 g produktu. W żadnym z wyrobów nie wykryto, w badanych rozcieńczeniach, drobnoustrojów chorobotwórczych.

Drobnoustroje jako substrat energetyczny mogą wykorzystywać prawie każdy biogeny związek organiczny, z tym że bogatsze podłoża są dla nich korzystne, gdyż przyswajając gotowe produkty nie są zmuszane do ich syntezy i zużycia na ten cel wielu enzymów i energii. Oceniane pod względem zanieczyszczeń mikrobiologicznych produkty wegetariańskie, ekwiwalenty wyrobów mięsnych, takich jak parówki, kielbaski i dania główne zawierały w 100 g produktu gotowego od 12 do 19 g białka roślinnego, od 5 g do 13 g tłuszczów roślinnych i od 7 do 16 g węglowodanów (dane niepublikowane). Otrzymane wyniki wskazują, że produkty te są dobrym podłożem do roz-

woju dużej grupy mikroorganizmów. W trakcie ich przechowywania w niskich zakresach temperatury nastąpił wzrost liczby drobnoustrojów, osiągając w większości wyrobów wartości 10^6 – 10^7 jtk/g.

W części wyrobów wykryto po kilkutygodniowym przechowywaniu bakterie z grupy coli w rozcieńczeniu 10^{-3} g. Namnożeniu drobnoustrojów towarzyszyły niekorzystne zmiany sensoryczne produktów wegetariańskich, takie jak: zmiana barwy, bombaż, obecność śluzu na powierzchni, obcy zapach. Brak jest wymagań dotyczących maksymalnych poziomów zanieczyszczeń mikrobiologicznych produktów wegetariańskich, lecz na podstawie limitów dotyczących przetworów mięsnych i innych produktów spożywczych, ogólna liczba drobnoustrojów nie powinna być w nich większa niż 10^5 - 10^6 jtk/g, a bakterie z grupy coli nie powinny być obecne w 10^{-3} g produktu [14, 17]. Trzeba dodać, że w trakcie przechowywania wyrobów nie wykrywano w nich, w badanych rozcieńczeniach, drobnoustrojów chorobotwórczych stwarzających bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia konsumenta, tj. gronkowców chorobotwórczych, pałeczek *Salmonella* i beztlenowych laseczek przetrwalnikujących.

Pakowanie wyrobów w atmosferze gazów ochronnych lub w próżni w połączeniu z przechowywaniem chłodniczym pozwala na wydłużenie okresów przechowywania. Trwałość tych wyrobów będzie jednak zależała od stanu mikrobiologicznego produktu przed zapakowaniem [1]. Wydaje się, że przyczyną psucia się wyrobów w trakcie przechowywania chłodniczego był zbyt wysoki poziom drobnoustrojów (powyżej 10^3 jtk/g) w produktach wyjściowych. Drobnoustroje te mogły pochodzić z zakażonego surowca lub przypraw. Przyczyną mógł być też niski poziom higieny produkcji. Znaczenie przypraw jako źródła zanieczyszczenia mikrobiologicznego produktów wędliniarskich opisuje wielu autorów [4, 16]. Badając mieszanki przyprawowe dodawane do wyrobów stwierdzono w nich liczbę drobnoustrojów nawet większą niż 10^5 jtk/g oraz obecność grzybów i laseczek beztlenowych przetrwalnikujących. Proces obróbki termicznej parówek, wędlin, dań gotowych powinien zredukować liczbę komórek wegetatywnych. Według Duitschaevera [2] parówki zanieczyszczone drobnoustrojami rzędu 10^7 – 10^8 jtk/g po procesie parzenia w temp. 90°C przez 6,5 min zawierały mniej niż 10^2 jtk/g. Powtórzona ocena mikrobiologiczna wyrobów wegetariańskich po zastosowaniu dłuższego okresu parzenia oraz wprowadzeniu do przetwórni zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) poprawiły znacznie ich jakość. Nawet po kilku tygodniach przechowywania w warunkach chłodniczych stan mikrobiologiczny produktów był dobry.

Nieobecność pewnych grup drobnoustrojów (*Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, beztlenowe laseczki przetrwalnikujące) w ocenianych wyrobach, których głównym składnikiem były przetworzone nasiona soi, można tłumaczyć właściwościami nietypowych białek roślinnych występujących w roślinach motylkowych [6]. Pełnią one funkcję inhibitorów enzymów proteolitycznych, trypsyny i chymotrypsyny wykorzystywanych przez te rośliny z jednej strony do regulacji własnych procesów litycznych,

z drugiej zaś do zwalczania infekcji bakteryjnych i grzybiczych. Wykazano, że białko sojowe opóźnia wzrost takich drobnoustrojów, jak: *Bacillus cereus*, *B. subtilis* [7, 8] i *Clostridium perfringens* [15].

Wnioski

1. Zanieczyszczenia mikrobiologiczne produktów wegetariańskich bezpośrednio po przygotowaniu stanowiły głównie bakterie tlenowe mezofilne w liczbie od 10^2 do 10^4 jtk/g.
1. Po kilkutygodniowych okresach przechowywania w warunkach chłodniczych wzrastała liczba bakterii tlenowych mezofilnych do 10^7 jtk/g, pleśni, drożdży i bakterii z grupy coli, dyskwalifikując większość wyrobów.
3. Źródłem zanieczyszczeń produktu wyjściowego mogły być mieszanki przyprawowe, w których stwierdzono obecność drobnoustrojów nawet powyżej 10^5 jtk/g.
2. Zastosowanie odpowiednich procesów technologicznych oraz przestrzeganie zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) w przetwórni znacznie poprawiło jakość mikrobiologiczną przechowywanych produktów.

Literatura


- [1] Danyluk B., Gajewska-Szczerbal H., Pyrcz J., Kowalski R.: Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo. Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria, 2004, **3** (2), 37 - 44.
- [2] Duitschaever C.L.: Bacteriological evaluation of frankfurtes in the Canadian retail market. J. Food Prot., 1978, **41** (10), 770 - 774.
- [3] Gujska E., Duszkiewicz-Reinhard W., Khalik Khan: Instrumental, sensory and microbiological evaluation of flavoured pinto bean (*Phaseolus vulgaricus*) extrudates. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51** (1), 3 – 8.
- [4] Janowska-Osuchowska E.: Skażenia bakteryjne przypraw wędliniarskich. Med. Wet. 1974, **30** (9), 568 – 569.
- [5] Kijowski J., Cegielska-Radziejewska R., Krala L.: Możliwość zwiększenia trwałości mięsa i jego przetworów pakowanych w atmosferze modyfikowanej. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51** (4), 3 – 12.
- [6] Kączkowski J.: Biochemia roślin. PWN. Warszawa 1999.
- [7] Kokoczka P.J., Stevenson K. E.: Effect of cottonseed and soy products on the growth of *Clostridium perfringens*. J. Food Sci., 1976, **41**, 1360 – 1362.
- [8] Malaszewski J., Tarkowski J., Wittlin W.: Wpływ kazeinianu sodu i białka sojowego Purina Grits na kiełkowanie przetrwalników *B. cereus* i *B. subtilis*. Med. Wet., 1979, **35**, 588 – 589.
- [9] PN-EN ISO 4833: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 25° C.
- [10] PN-A-82051: 1985. Wyroby garmażeryjne. Półprodukty i wyroby gotowe. Badania mikrobiologiczne.
- [11] PN-EN ISO 6579: 2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella spp.*

- [12] PN-EN ISO 6888-1: 2001+A₁: 2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo–dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Część I: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird–Parkera.
- [13] PN-ISO 7954: 1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni.
- [14] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. Dz. U. 2003, Nr 37, poz. 326 z późn. zm.
- [15] Schreder D. J., Busta F.F.: Effects of synthetic meat components on growth of *Clostridium perfringens*. J. Milk Food Techn., 1973, 36, 189 - 192.
- [16] Wójcik–Stopczyńska B., Jakubowska B.: Badanie mikrobiologicznej jakości przypraw pochodzących od różnych producentów. Mat. XXXVI Sesji Nauk. KTiChŻ PAN. Szczecin 2005, s.192.
- [17] Zalewski S. J.: Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego. WNT. Warszawa 1986.
- [18] Ziemiański Ś., Budzyńska–Topolowska J.: Wegetarianizm w świetle nauki o żywności. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywnienia. Warszawa 1997.

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF VEGETARIAN PRODUCTS

S u m m a r y

There was determined the microbiological quality of 23 vegetarian products immediately after the production process, and after the products have been stored for periods equalling their shelf-life as declared by the manufacturers. The following parameters of the products investigated were determined [in 1 g of each product]: total count of aerobic mesophilic micro-organisms; counts of *Staphylococcus aureus*, moulds, and yeasts; the occurrence of coliform bacteria and spore-forming bacilli anaerobes in 0.001 g of the product, and of *Salmonella* bacilli in 25 g of the product. In the vegetarian food products, investigated immediately upon their manufacturing, the bacterial contamination was caused mainly by aerobic mesophilic bacteria, and their counts amounted to 10^2 – 10^3 [cfu/g]. In all the products investigated, no pathogenic bacteria were found, as were no yeasts. After the cold storing of the vegetarian products, in the majority of the products, the total counts of aerobic micro-organisms essentially increased, and their levels exceeded 10^7 [cfu/g], as did the content levels of yeasts, and coliform bacteria. The indispensable improvement in the microbiological quality of products stored was obtained as soon as the adequate technological processes were applied and the rules of good hygienic practices (GHP) were obeyed in the entire food-processing plant.

Key words: vegetarian products, microbiological contamination, GHP 

EWA CZARNIECKA-SKUBINA

JAKOŚĆ USŁUGI GASTRONOMICZNEJ W ASPEKCIE ŻYWIENIOWYM, TECHNOLOGICZNYM I HIGIENICZNYM

Streszczenie

Celem badań była ocena jakości usług w wybranych zakładach gastronomicznych, z uwzględnieniem aspektów: żywieniowego, technologicznego i higienicznego, przed wdrożeniem systemu HACCP w tych zakładach.

Stwierdzono, że w analizowanej grupie lokali gastronomicznych zwracano uwagę głównie na aspekty żywieniowe produkcji, natomiast aspekty technologiczne i higieniczne, w tym bezpieczeństwo i jakość produkcji żywności nie były traktowane priorytetowo. Obowiązek wdrożenia systemu HACCP w gastronomii i zwiększenie zewnętrznej kontroli przestrzegania przepisów sanitarno-higienicznych, a także wprowadzenie do szkolnictwa zawodowego przedmiotów obejmujących aspekty związane z jakością i bezpieczeństwem produkcji potraw powinno poprawić jakość usług gastronomicznych w Polsce i wyeliminować z rynku zakłady nieprofesjonalne, stwarzające zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Słowa kluczowe: gastronomia, zakłady gastronomiczne, jakość usług

Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce można zaobserwować rosnącą tendencję do spożywania posiłków poza domem. Obecnie konsument korzysta z usług gastronomicznych nie tylko w celu zaspokojenia podstawowych potrzeb żywieniowych, a oferowane usługi obejmują coraz szerszy zakres, jak również coraz większą grupę klientów [2].

Dla współczesnego konsumenta jakość jest niezwykle ważna przy wyborze produktu czy usługi. W teorii wyróżnia się jakość: projektowaną, wykonania i jakość wymaganą przez klienta [13].

Zakłady gastronomiczne, które chcą odnieść sukces na rynku muszą w strategii firmy ująć wymagania klienta oraz mieć odpowiedni system zapewnienia jakości. Właściwa jakość to gwarancja stałych klientów oraz droga stałego rozwoju firmy i osiągnięcia zysku [11]. Osiągnięcie odpowiedniej jakości usług nie jest sprawą prostą,

gdyż trudno jest ustalić standardy jakościowe, a wielu klientów oczekuje dostosowania usług do ich indywidualnych wymogów. Jakość oferowanej usługi kształtowana jest pod wpływem własnych doświadczeń konsumentów oraz ich oczekiwań dotyczących usługi.

Dawniej, przy doborze żywności, człowiek kierował się przede wszystkim cechami sensorycznymi, a aspekt bezpieczeństwa związany był z zatruciami pokarmowymi. Współcześnie, jakość żywieniowa i mikrobiologiczna, to główne składowe całkowitej jakości produktów spożywczych [1, 12]. Priorytetem dla nowoczesnego właściciela czy kierownika zakładu powinno być właściwe zorganizowanie usługi, technologicznie prawidłowe przygotowanie potraw, z uwzględnieniem współczesnej wiedzy o żywieniu, jak również zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanych potraw. Niestety w polskiej gastronomii we wszystkich tych aspektach stwierdza się wiele nieprawidłowości, takich jak: niewłaściwa jakość potraw i napojów, niski poziom higieny osobistej personelu, brak kwalifikacji personelu z zakresu higieny, niewłaściwe warunki sanitarno-higieniczne w zakładzie [6, 14].

Jakość nie jest pojęciem nowym, zmieniała się w czasie i uwarunkowana jest rozwojem wiedzy. Istnieją różne koncepcje marketingowe jakości wyrobów czy usług. W opracowanym przez Grönroosa [9] modelu jakości usług wyróżnia się jakość techniczną i funkcjonalną. Jakość techniczna odnosi się do tego, co konsument otrzymuje w wyniku kontaktu z firmą usługową i zależy od takich czynników, jak: rozwiązania techniczne, maszyny, wiedza personelu i jego kwalifikacje. Jakość funkcjonalna odnosi się do sposobu, w jaki techniczne elementy są przekazywane konsumentowi i jej determinantem jest personel: jego uzdolnienia, komunikatywność, zachowanie w czasie obsługi klienta, odbyte szkolenia itp. [7, 8]. Brak jest koncepcji jakości usług gastronomicznych obejmującej aspekty żywieniowe, technologiczne i higieniczne, celowe jest więc prowadzenie badań w tym zakresie.

Celem pracy była analiza sytuacji w polskiej gastronomii na terenie całego kraju w zakresie zapewnienia jakości oferowanych usług gastronomicznych i wyznaczenie na tej podstawie newralgicznych punktów zapewnienia jakości.

Material i metody badań

Podjęty w pracy problem badawczy opracowano na podstawie materiału zebranego w anonimowych ankietach oraz podczas wywiadów indywidualnych z właścicielami i kierownikami oraz osobami odpowiedzialnymi za sprawy jakości w zakładach gastronomicznych (restauracjach, lokalach hotelowych i firmach cateringowych) na terenie całej Polski. Badania miały charakter jakościowy. Ankiety skierowano do 1064 wybranych lokali, w których osoby odpowiedzialne za sprawy jakości we wstępnej rozmowie wyraziły chęć uczestnictwa w badaniach. Uzyskano 200 wypełnionych kwe-

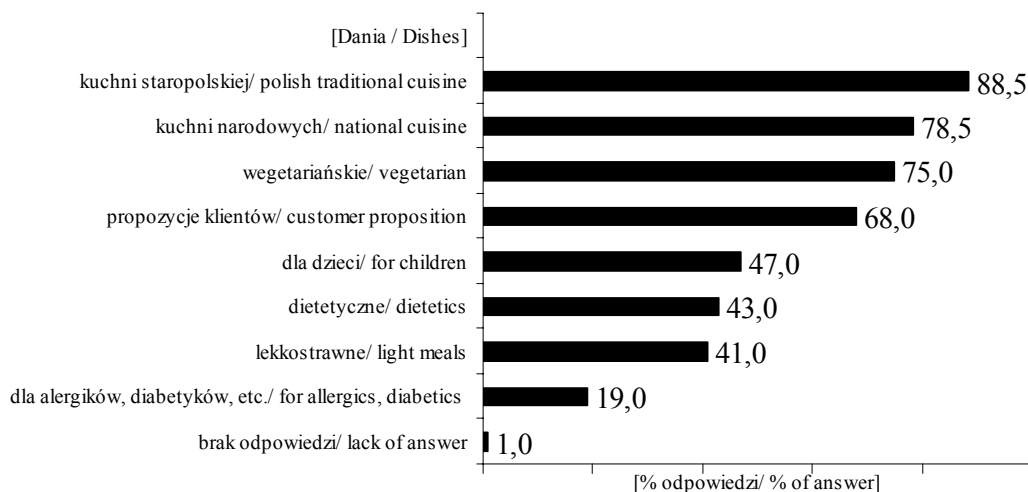
stionariuszy. Stopień realizacji projektu, tzw. zwrotność ankiet wynosiła 18,8% i zależała od chęci współpracy i możliwości udzielenia informacji przez respondentów.

Kwestionariusz ankiety zawierał 30 pytań i były to pytania otwarte (nie wyskalowane) oraz zamknięte (wyskalowane). Na część pytań respondenci mieli możliwość wyboru kilku odpowiedzi. Były to pytania o charakterze ogólnym (metryczka firmy), dotyczących procesu przygotowania potraw (aspekt technologiczny i żywieniowy) i pytań dotyczących zagadnień z zakresu higieny (aspekt higieniczny).

Wyniki i dyskusja

Aspekty żywieniowe

Oferta kulinarna badanych lokali gastronomicznych była bardzo szeroka, dostosowana do potrzeb klientów i panującej mody (rys.1).



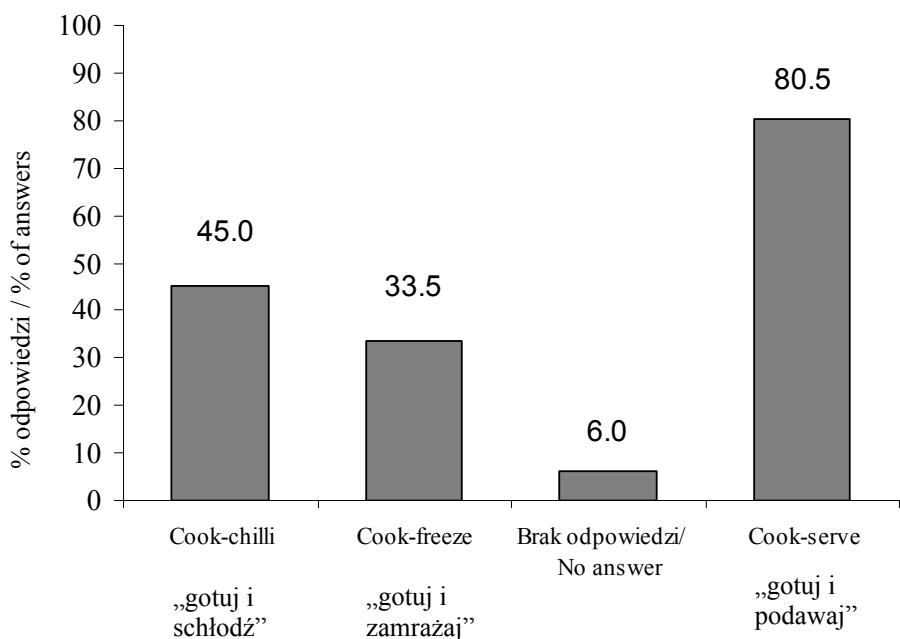
Rys. 1. Oferta kulinarna badanych zakładów gastronomicznych (n=200).

Fig. 1. The culinary offer as suggested by the eating places investigated (n=200).

Badane zakłady wykazały duże zróżnicowanie pod względem wielkości produkcji, co uzależnione było od wielkości zatrudnionego personelu i wyposażenia zakładu - 60% badanych lokali mogło przygotować do 600 posiłków, 11,5% do 1500, 10,5% do 5000, a 7% lokali nawet do 30 tys. posiłków.

Za najważniejsze w zakładach gastronomicznych uważano walory sensoryczne produkowanych potraw, natomiast wartość odżywcza nie była sprawą priorytetową (w 26% lokali). Jednak w wielu (56%) badanych zakładach zwracano uwagę na wartość odżywczą produkowanych potraw: wyliczając wartość odżywczą (20,5%), stosując produkty niskokaloryczne (34%) lub inne składniki prozdrowotne (30%). Klienci bo-

wiem coraz częściej wykazują zainteresowanie racjonalnym odżywianiem, zwłaszcza korzystający ze stołówek, kantyn, lokali oferujących dania w porze lunchu. Zakłady gastronomiczne nie są jednak zbyt chętne do wprowadzania nowych receptur kulinarnych z mniejszą ilością śmietany, tłuszczów nasyconych i cukrów rafinowanych [13], chociaż pracownicy gastronomii mają pozytywny stosunek do żywienia prozdrowotnego [5], a w wielu krajach wprowadzono programy rządowe, aby je propagować [3, 4].



Rys. 2. Stosowane systemy technologiczne produkcji potraw w badanych zakładach (n=200).

Fig. 2. Technological systems applied to produce dishes in the eating places investigated (n=200).

Aspekty technologiczne

W większości badanych lokali stosowano system produkcji potraw cook-serve (gotuj i podawaj) (rys. 2). Niepokojący wydaje się fakt, że w zakładach deklarujących przygotowanie posiłków w systemie cook-chill (gotuj i schłódź) i cook-freeze (gotuj i zamrażaj) nie zawsze było odpowiednie do tego celu wyposażenie (tylko 14,5% posiadało tzw. szybkoschładzacz, podczas gdy 45% zakładów deklarowało stosowanie technologii cook-chill). Brak profesjonalnych urządzeń do szokowego schładzania, a także samochodów chłodni do przewożenia potraw, może mieć odzwierciedlenie w ich nieodpowiedniej jakości mikrobiologicznej, gdyż czas i warunki schładzania w największym stopniu decydują o bezpieczeństwie produkowanych potraw.

W większości zakładów nie przywiązywano uwagi do parametrów prowadzonych procesów technologicznych, co jest istotne zarówno z punktu widzenia technologicznego, jak i zapewnienia właściwej higieny oraz bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanych potraw.

Przykładowo, w około 70% badanych lokali koniec procesu obróbki cieplnej ustalano za pomocą oceny wzrokowej i czasu prowadzenia procesu. Pomiar temperatury w środku geometrycznym produktu wykonywano tylko w 42,5% badanych zakładów. Można stwierdzić, że kontrola obróbki cieplnej w badanych zakładach nie była wystarczająca i rzadko przeprowadzana w sposób prawidłowy. Kontrola temperatury w geometrycznym środku produktu jest niezwykle istotna, gdyż jest to miejsce, do którego najpóźniej dociera ciepło. Obróbka cieplna oraz restytucja w zbyt niskiej temperaturze mogą być przyczyną zagrożeń mikrobiologicznych wywołujących zatrucia pokarmowe. Monitorowanie temperatury podczas obróbki cieplnej umożliwia korygowanie stwierdzanych nieprawidłowości [10].

W badanych zakładach nie kontrolowano czy potrawy poddawane restytucji używały właściwe parametry temperaturowe, nie przywiązywano też wagi do kontroli przechowywanej żywności, a w szczególności przygotowywanych potraw. W wielu zakładach nie wiedziano w jakiej temperaturze i jak długo można potrawy przechowywać. Wielu respondentów unikało odpowiedzi na to pytanie, niektórzy potrafili tylko odpowiedzieć, że potrawy powinny być ciepłe lub schłodzone. Tak duża niedbałość w stosunku do kontroli newralgicznych punktów w procesie produkcji świadczy o tym, że w zakładach gastronomicznych jeszcze zbyt mało uwagi poświęca się jakości produkowanych potraw. Unikanie odpowiedzi na to pytanie może świadczyć o braku kontroli nad tym etapem produkcji.

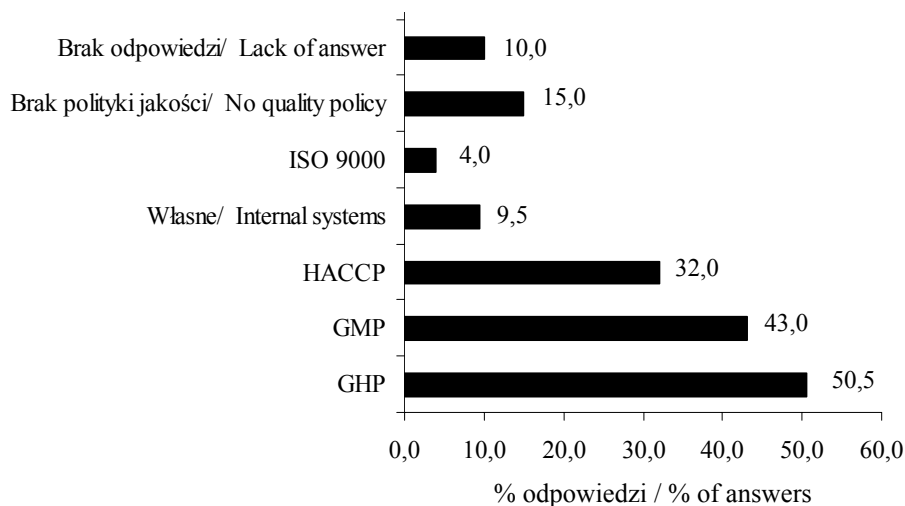
Aspekty higieniczne

Zapewnienie właściwych warunków higienicznych w badanych zakładach nie było prawidłowe. Stwierdzono wiele nieprawidłowości w wykonywaniu i częstotliwości podstawowych prac porządkowych, a przecież regularne przeprowadzanie zabiegów higienizacyjnych jest podstawą do zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanej żywności. W wielu zakładach prowadzących działalność cateringową brakowało odpowiednich, wydzielonych pomieszczeń do mycia sprzętu cateringowego.

W 43,5% badanych lokali do procesów mycia i dezynfekcji sprzętu, urządzeń i pomieszczeń wykorzystywano uniwersalne środki chemiczne (domowego użytku), nie gwarantujące skuteczności działania w stosunku do niektórych drobnoustrojów, jak np. *Listeria monocytogenes* [15, 16]. Fakt, że w zakładach do mycia i dezynfekcji stosowane są zwykle detergenty, związany jest prawdopodobnie z ich stosunkowo niską ceną.

Nieprawidłowości dotyczyły też właściwej organizacji procesu technologicznego. Brak było izolacji procesów czystych od brudnych, a personel poruszał się swobodnie między strefą brudną a czystą. Błędy dotyczyły magazynowania i usuwania odpadków poprodukcyjnych (np. osoby pracujące w kuchni zajmowały się wyrzucaniem śmieci bez zachowania właściwych warunków higienicznych – zmiana ubrania, mycie rąk).

Biorąc pod uwagę fakt, że nie wszystkie zakłady miały i stosowały instrukcje Dobrej Praktyki Produkcyjnej (GMP), Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) czy systemy zapewnienia jakości bądź zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego produkcji potraw (rys. 3) można stwierdzić, że w analizowanych zakładach gastronomicznych zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego produkcji potraw nie było sprawą priorytetową. W 30% badanych lokali brakowało właściwej polityki jakości.



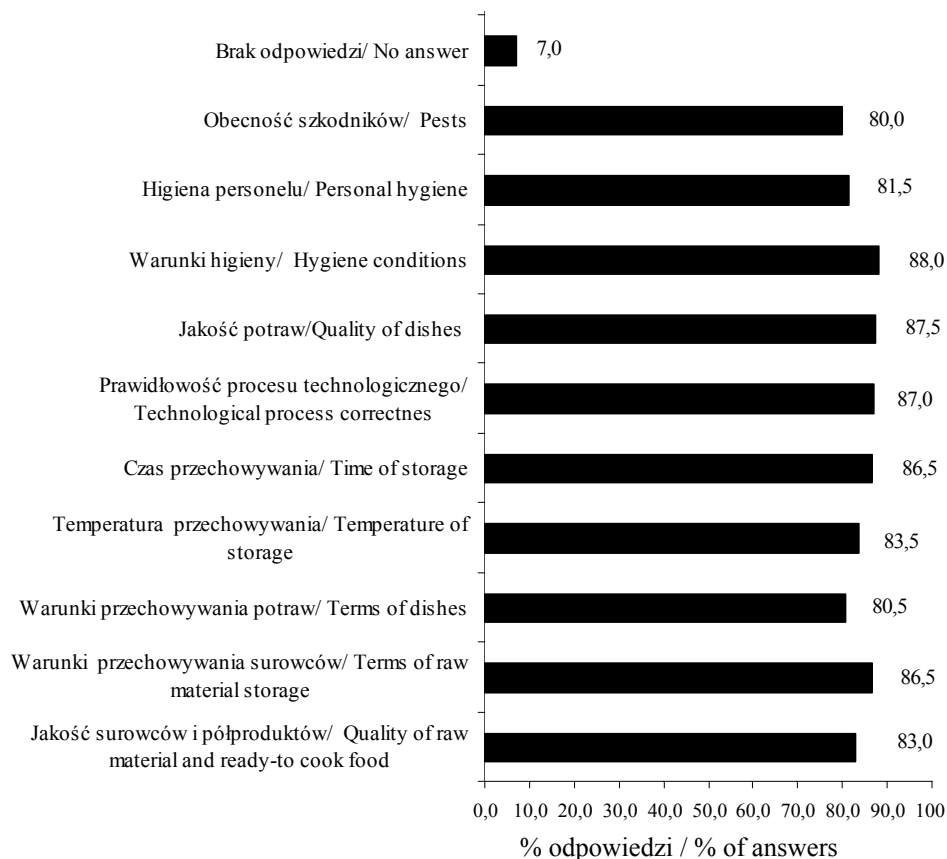
Rys. 3. Systemy zapewnienia jakości w badanych zakładach gastronomicznych (n=200).

Fig. 3. Systems to Ensure Quality in the eating places investigated (n=200).

Podsumowując, można stwierdzić, że przed obowiązkiem wdrażania systemu HACCP w zakładach gastronomicznych nie zwracano uwagi na zapewnienie jakości i bezpieczeństwa produkowanych potraw. System HACCP stosowano jedynie w 12% lokali, natomiast w kolejnych 20% stosowano jego elementy. Wybór systemu zapewnienia i zarządzania jakością zależy od charakteru i wielkości produkcji zakładu, jednak określenie podstawowych zasad zagwarantowania jakości jest niezbędne w każdym przypadku począwszy od przyjęcia surowców do konsumpcji gotowego produktu [10]. Spośród badanych zakładów gastronomicznych, firmy o mocy przerobowej >2000 posiłków miały wdrożone systemy zapewnienia jakości.

W badanych zakładach zewnętrzne kontrole sanitarne były sporadyczne. Wydaje się, że kontrola wewnętrzna w zakładzie, obowiązkowa według przepisów sanitarno-

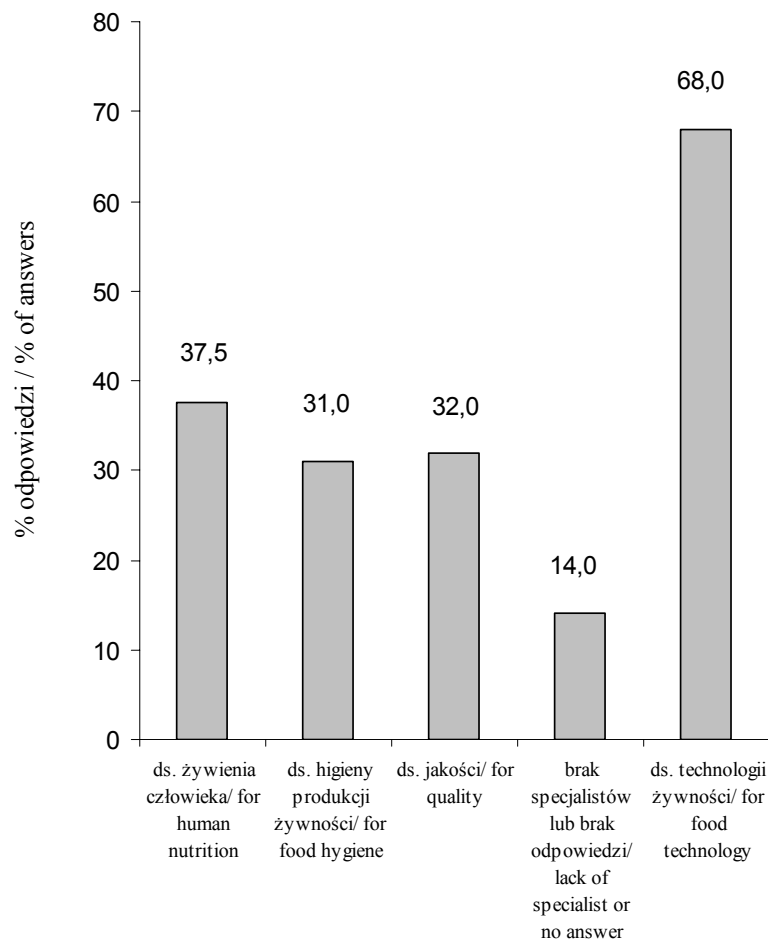
higienicznych, była realizowana, gdyż w około 80-88% badanych zakładów kontrolowano jakość surowców, półproduktów i wyrobów gotowych, czas i temperaturę przechowywania, warunki higieniczne w lokalu, nawyki higieniczne personelu, chociaż nie do końca prawidłowo, skoro nie potrafiono odpowiedzieć na wiele pytań ściśle związanych z tą kontrolą (rys. 4).



Rys. 4. Kontrola wewnętrzna w badanych zakładach gastronomicznych (n=200).

Fig. 4. Internal control in the eating places investigated (n=200).

W badanych zakładach najczęściej zatrudniano technologów żywności (w 68% lokali). Stosunkowo niskie było zatrudnienie specjalistów ds. jakości (32%) i higieny w zakładzie (31%), co było prawdopodobnie przyczyną zaniedbań związanych z zapewnieniem właściwej higieny (rys. 5).



Rys. 5. Rodzaje specjalistów zatrudnionych w badanych zakładach gastronomicznych (n=200).

Fig. 5. Types of professional specialists employed in the eating places investigated (n=200).

Wnioski

1. Większość zakładów gastronomicznych (80,5%) stosowała tradycyjny system produkcji potraw (cook-serve). System cook-chill (gotuj i schładzaj) był stosowany stosunkowo rzadko i w wielu zakładach nie przestrzegano ściśle parametrów prawidłowego prowadzenia tego procesu.
2. W badanej grupie lokali gastronomicznych zwracano uwagę na aspekty żywieniowe produkcji, przede wszystkim poprzez stosowanie składników prozdrowotnych.
3. Aspekty technologiczne i higieniczne, w tym bezpieczeństwo i jakość produkcji żywności nie były traktowane w zakładach gastronomicznych priorytetowo. Wdra-

żanie systemów zapewnienia jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produkcji potraw nie było realizowane w żadnej formie w 25% lokali, a w około 50% stosowano tylko system GHP i GMP.

4. Obowiązek wdrażania systemu HACCP w gastronomii i zwiększenie zewnętrznej kontroli przestrzegania przepisów sanitarno-higienicznych, a także wprowadzenie do szkolnictwa zawodowego przedmiotów obejmujących aspekty jakości i bezpieczeństwa produkcji potraw powinno poprawić jakość usług gastronomicznych w Polsce i wyeliminować z rynku zakłady nieprofesjonalne, stanowiące zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Literatura

- [1] Baird-Parker A.C.: Development of industrial procedures to ensure the microbiological safety of food. *Food Control*, 1995, **6**, 1.
- [2] Cerdeno V.J.: Las actividades de restauracion en Espana: Situacion y tendencias. *Distribucion y consume*, 1999, **46**, 19 -33.
- [3] Clay J.M., Emenheiser A., Bruce A.R.: Healthful menu offerings in restaurants survey of major US chains. *J. Food Serv. Systems*, 1995, **8**, 91.
- [4] Corney M.J., Eves A., Kipps M., Nable C.: Workplace caterers' attitudes toward providing healthier menus. *Culinary Arts and Sciences I*, ISA Edwards, Southampton Boston 1996, pp. 59-63 .
- [5] Czarniecka-Skubina E., Kowalczyk A.: Żywnienie prozdrowotne w gastronomii – opinie i oczekiwania pracowników gastronomii. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2** (27) Supl., 42-50.
- [6] Czarniecka-Skubina E.: Zapewnienie jakości usług i bezpieczeństwa zdrowotnego potraw w gastronomii hotelowej. *Biblioteczka Hotelarza, PZH*, Warszawa 2003.
- [7] Drapińska A., Dominiak P.: Model jakości usług, *Marketing i Rynek*, 1998, **11**, 2-8.
- [8] Dąbrowska A., Jaroś-Kresło M.: Jakość jako instrument konkurencji firm na rynku usług. *Handel Wewnętrzny*, 2000, **3**, 46-53.
- [9] Grönroos Ch.: A service quality model and its marketing implications. *Eur. J. Marketing*, 1984, **4**, 5.
- [10] Kołożyn-Krajewska D. (red.): *Higiena produkcji żywności*. Wyd. SGGW. Warszawa 2003.
- [11] Nieżurawska M.: Jakość żywności a preferencje konsumentów. *Przem. Spoż.*, 2001, **55**, 12, 32-33.
- [12] Notermans N. i wsp.: Identification of critical control points in the HACCP system with a quantitative effect of the safety of food product. *Food Microbiology*, 1995, **12**, 93.
- [13] Macrae R.: Catering system. *Encyklopaedie of food science. Food Technol. Nutr.*, 1993, 475.
- [14] *Raporty Inspekcji Handlowej Głównego Inspektoratu*. Warszawa 1998, 2000, 2001, 2002, 2003.
- [15] Trojanowska K.: Zatrucia pokarmowe - nowe zagrożenia, *Przem. Spoż.*, 1998, **52**, 42.
- [16] Żakowska Z., Piątkiewicz A.: *Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym*. *Przem. Spoż.*, 1997, **51**, 12.

**THE QUALITY OF CATERING SERVICES FROM THE DIETARY, TECHNOLOGICAL,
AND HYGIENIC ASPECTS**

S u m m a r y

The objective of the investigations was to assess, prior to implementing a HACCP system, the quality of services in some selected eating places from the dietary, technological, and hygienic points of view.

It was found that in the group of eating places under investigation, the main attention was usually focused on dietary aspects of the production, whereas the technological and hygienic aspects, including the safety and quality of food production, were not treated as a priority. The following actions would improve the quality of catering services in Poland, and allow for the elimination of non-professional eating places, which generate risks to the health of customers: - making it mandatory for the gastronomy to implement the HACCP system; - improving the external control procedures to check the observance of sanitary-hygienic rules in the eating places; - incorporating new subjects/courses dealing with the production quality and safety of dishes served in eating places.

Key words: catering, eating places, quality of services ☒

RENATA KORZENIOWSKA-GINTER

WPLYW JAKOŚCI MĄKI TORTOWEJ NA CECHY BISZKOPTU

Streszczenie

Celem badań była towaroznawcza ocena jakości mąk tortowych dostępnych na rynku w Gdyni oraz ocena cech sensorycznych i fizycznych biszkoptów wypieczonych z tych mąk. Określono również wpływ jakości mąk na jakość biszkoptów.

Zbadano mąkę pochodzącą z 4 przedsiębiorstw zbożowo-młynarskich. Zakres badań obejmował: ocenę sensoryczną, wilgotność, zawartość związków mineralnych oznaczonych jako popiół, kwasowość, wodochłonność, liczbę opadania oraz parametry glutenu (ilość, elastyczność i rozplywalność).

Mąki tortowe sprzedawane na rynku gdyńskim nie różniły się pod względem cech sensorycznych, cechowały się natomiast zróżnicowanym składem chemicznym. Jakość mąki w istotnym stopniu wpływa na jakość wyrobów z ciasta biszkoptowego. Z mąki o wilgotności powyżej 15% uzyskano po upieczeniu biszkopt o zmniejszonej porowatości oraz niekorzystnej smakowitości i zmienionej teksturze. Podwyższona popiołowość mąki przyczyniła się do istotnego zmniejszenia typowości zapachu biszkoptu.

Słowa kluczowe: mąka tortowa, biszkopt, ocena sensoryczna

Wprowadzenie

Gatunkiem mąki często używanym w gospodarstwach domowych jest mąka tortowa. Charakteryzuje się ona drobną, wyrównaną granulacją oraz bardzo jasną barwą. Mąka tortowa zawiera mało składników mineralnych, błonnika, glutenu i barwników, w jej składzie przeważa skrobia. Mała (do 18%) zawartość glutenu nie pozwala na otrzymanie dobrej jakości makaronu, wyrobów z ciasta drożdżowego, francuskiego czy parzonego [1, 2, 4, 11].

Ze względów technologicznych właściwe jest wykorzystanie mąki tortowej do produkcji biszkoptów, wyrobów z ciasta biszkoptowo-tłuszczowego i innych wyrobów ciastkarskich, nisko glutenowych [4]. Drobną granulacją wielkości 150 μm zapewnia szybkie wchłanianie wody przez mąkę, ale nie pozwala na zachowanie kształtu formowanych wyrobów [4, 5]. Z kolei mała zawartość glutenu umożliwia otrzymanie

delikatnego, pulchnego ciasta i gotowych wyrobów o dużej objętości, z miększem o cienkościennej porowatości [1, 12].

Material i metody badań

Materiał badawczy stanowiły mąki tortowe ogólnodostępne na rynku gdyńskim, otrzymane z pszenic krajowych. Mąki pochodziły z czterech przedsiębiorstw zbożowo-młynarskich, ze zbiorów pszenicy z 2004 r. Badania przeprowadzono w okresie styczeń – maj 2005 r. Zakres badań mąki obejmował: ocenę sensoryczną (barwę, smak, zapach), wilgotność, zawartość związków mineralnych oznaczonych jako popiół, kwasowość [8], wodochłonność [9], liczbę opadania w aparacie Hagberga–Pertena, ilość, elastyczność i rozplýwalność glutenu [3]. Z mąk wyrabiano ciasta biszkoptowe, stosując metodę ubijania masy jajeczno-cukrowej na zimno, przy zastosowaniu proporcji 100 g masy jajecznej i 60 g cukru. Zarówno jaja, jak i cukier zakupiono w handlu detalicznym. Czas ubijania mechanicznego wynosił 2 min. Do przygotowanej piany dodawano 60 g przesianej mąki, delikatnie mieszano, przelewano do formy i pieczono w temp. 200°C przez 25 min. Ciasto biszkoptowe po wychłodzeniu (2 h) poddawano ocenie sensorycznej i oznaczeniom fizycznym. Ocenę sensoryczną barwy, porowatości, elastyczności, zapachu, smakowitości i tekstury prowadzono, posługując się skalą

Tabela 1

Opis brzegowych not sensorycznych biszkoptu w 10-stopniowej skali werbalnej.

Description of the boundary sensory features of a sponge cake using a 10-point verbal scale.

Cechy sensoryczne Sensory features	Min. (na skali 0) Min (0 on the scale)	Max. (na skali 10) Max (10 on the scale)
Barwa miększu Colour of crumb	Szara lub z odcieniem szarości, nieatrakcyjna, niejednolita, obecność drobnych ciemnych punktów	Żółta lub kremowa, jednolita, bez smug i innych zanieczyszczeń
Porowatość miększu Porosity of crumb	Pory grubościenne, nierównomierne, obecność dużych i małych porów lub występujący zakalec	Pory równomierne, cienkościenne, duże i średnie
Elastyczność miększu Elasticity of crumb	Ciasto nieelastyczne, po ustąpieniu ucisku palcem na głębokość ok. 2 cm nie wraca zupełnie do pierwotnego kształtu	Ciasto elastyczne, po ustąpieniu ucisku palcem powraca całkowicie do pierwotnego kształtu
Zapach Smell	Stęchły, nieświeży, pleśniowy, obcy, niepożądany	Przyjemny, świeżych jaj bez obcych zapachów
Smakowitość i tekstura Flavour and texture	Niesmaczny, inny niepożądany, niecharakterystyczny dla biszkoptu, obcy, pleśniowy, stęchły, wyczuwalne grudki mąki	Suchy, smaczny, bardzo atrakcyjny, pożądany konsystencja bez grudek mąki, jednolita

werbalną z wykorzystaniem niestrukturowanej skali graficznej. Skalę ocen opracował zespół ekspertów na użytek prowadzonej pracy badawczej (tab. 1). Objętość 100 g biszkoptu i porowatość miękiszu wyznaczano również metodami fizycznymi. Porowatość wyrażano w procentach jako iloraz stałej objętości biszkoptu po zgnieceniu do jego objętości o nieuszkodzonej strukturze. Objętość biszkoptu wyznaczano w materiale sypkim, wykorzystując ziarna rzepaku. Oceny sensorycznej dokonał zespół 8-osobowy.

W tabelach zamieszczono wyniki średnie. Mąki i biszkopty badano trzykrotnie, analizując różne partie produkcyjne.

Wyniki poddano analizie statystycznej: wyznaczano współczynniki korelacji pomiędzy cechami mąki i biszkoptu oraz przeprowadzono analizę regresji, gdzie zmiennymi objaśnianymi były oceny cech jakościowych biszkoptu. Testowanie prowadzono przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Wykorzystano pakiet Statistica oraz program Microsoft Excel.

Wyniki i dyskusja

Pod względem cech sensorycznych mąki tortowe nie wykazywały zróżnicowania, charakteryzowały się jasną barwą, charakterystycznym słodkawym smakiem i typowym zapachem. Cechowały się natomiast zróżnicowanym składem chemicznym. Trzy spośród badanych mąk cechowały się wilgotnością poniżej 15%. Mąka II miała najwyższą wilgotność (tab. 2). Mąka jest produktem higroskopijnym, nadmierna jej wilgotność powoduje zbrylanie i podatność na pleśnienie. W cieście biszkoptowym wilgotna mąka jest trudna do wymieszania [1]. Mąki II i IV cechowały się zawartością związków mineralnych oznaczonych jako popiół na poziomie 0,52 i 0,50%, co oznacza, że powinny być sprzedawane jako mąki tańsze o wyższym typie. Kwasowość i zawartość glutenu utrzymywały się na zbliżonym poziomie. Wodochłonność badanych mąk była wysoka i wynosiła od 65,13 do 80,75%. Najwyższą wodochłonnością cechowała się mąka IV, najniższą mąka III. Wodochłonność mąki w dużym stopniu decyduje o wydajności wypiekowej. Wyższa wodochłonność pozwala uzyskać wyroby o większej masie z takiej samej masy mąki [10]. Rozpływalność glutenu, liczba glutenowa i wodochłonność stanowią o sile mąki pszennej – zdolności do tworzenia ciasta o zróżnicowanych właściwościach fizycznych. Mąka „mocna” charakteryzuje się dużą zdolnością hydratacyjną, zapewnia wysoką wydajność ciasta o dobrych właściwościach. Mąka „słaba” ma małą zdolność hydratacyjną, otrzymuje się z niej mniej ciasta, które wykazuje zdolność do rozlewania się [1]. Niskie liczby glutenowe nie pozwoliły na zakwalifikowanie badanych mąk jako mocnych. W przypadku mąki pszennej tortowej typu 450 nie normalizuje się liczby opadania. Badane mąki I, III i IV cechowały się niską aktywnością alfa-amylazy - liczba opadania wynosiła odpowiednio: 290, 330, 320 s. Mąka II miała średnią aktywność amylolityczną – liczba opadania wynosiła

250 s (tab. 2). Wyniki te potwierdzają dane dotyczące jakości pszenic ze zbiorów 2004 r., które cechowały się wartością liczby opadania powyżej 250 s [11].

Tabela 2

Właściwości fizykochemiczne mąk tortowych.
Physical and chemical properties of cake flours.

Właściwości mąki tortowej Properties of cake flours	Mąka I Flour I	Mąka II Flour II	Mąka III Flour III	Mąka IV Flour IV
Wilgotność [%] Moisture [%]	14,9	15,1	14,9	14,4
Kwasowość ogólna [stopnie] Total Acidity [degrees]	2,80	2,75	2,90	2,70
Popiół całkowity [%] Total ash [%]	0,39	0,52	0,47	0,50
Wodochłonność [%] Water Binding Capacity [%]	75,1	69,2	65,1	80,8
Wydajność glutenu mokrego [%] Wet gluten yield [%]	25	26	30	27
Rozpływalność glutenu [mm] Gluten spreadability [mm]	5	4	4	4
Liczba glutenowa Gluten number	44	44	52	47
Liczba opadania [s] Falling number [s]	290	250	330	320

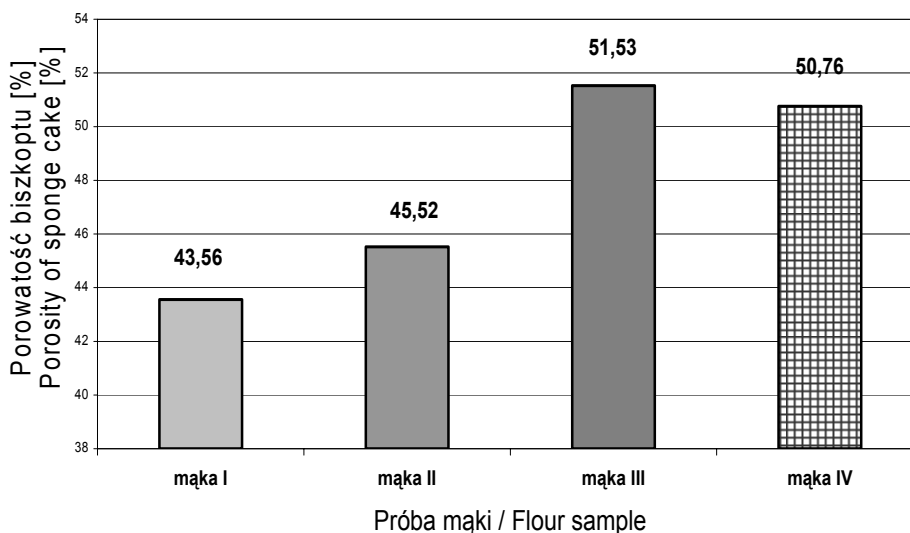
Tabela 3

Wyniki oceny sensorycznej biszkoptów upieczonych z analizowanych mąk [pkt].
Results of the sensory assessment of sponge cakes baked using the flours analyzed [score].

Próba mąki Flour sample	Barwa miękiszu Colour of crumb	Porowatość miękiszu Porosity of crumb	Elastyczność miękiszu Elasticity of crumb	Zapach Smell	Smakowość i tekstura Flavour and texture
Mąka I Flour I	6,2	5,9	6,1	6,8	6,2
Mąka II Flour II	5,4	5,2	5,2	5,5	5,2
Mąka III Flour III	7,3	7,0	6,4	6,9	7,4
Mąka IV Flour IV	6,6	6,5	7,3	7,0	7,2

Wymagania jakościowe dot. pszenicy najlepiej nadającej się na mąkę do produkcji ciastek kruchych określają minimalną wielkość liczby opadania na poziomie 200 s, zawartość białka w ziarnie mniej niż 11,5% s.m., wodochłonność mąki poniżej 54,8% [7]. Biszkopt jest ciastem o strukturze gąbczastej, różniące się zasadniczo od kruchej struktury ciastek. Wymagania jakościowe dotyczące tego typu surowca powinny być zatem zdefiniowane oddzielnie.

Cechy sensoryczne biszkoptów w skali 10-punktowej oceniono w przedziale 5,2 do 7,4 pkt (tab. 3). Najwyższe oceny za barwę, porowatość miękiszu, smakowitość i teksturę otrzymał biszkopt z mąki III. Z kolei biszkopt z mąki IV został najwyżej oceniony ze względu na elastyczność i zapach miękiszu.



Rys. 1. Porowatość miękiszu biszkoptów.

Fig. 1. Porosity of sponge cakes' crumb.

Najniższą jakością sensoryczną pod względem wszystkich cech charakteryzował się biszkopt z mąki II. Wyniki badań cech fizycznych biszkoptu wykazały podobną prawidłowość: największą objętością 100 g i porowatością miękiszu cechowały się biszkopty z mąk III i IV (rys. 1, 2). Wyznaczone współczynniki korelacji wskazują na statystycznie istotną ujemną korelację pomiędzy wilgotnością mąki i porowatością miękiszu biszkoptu oraz smakiem i teksturą, ocenianymi metodami sensorycznymi (tab. 4, 5). Ujemna korelacja wystąpiła również pomiędzy zawartością związków mineralnych oznaczonych jako popiół w mące a zapachem biszkoptu. Dodatkowo wartości współczynników regresji wskazują na istotny wpływ zawartości glutenu w mące na objętość 100 g wypieku, porowatość, smak i teksturę, barwę oraz elastyczność bisz-

koptu. Natomiast wzrost liczby opadania (obniżanie aktywności amylolitycznej) wpływa istotnie na poprawę barwy, elastyczności, zapachu, smaku i tekstury biszkoptu.

Tabela 4

Macierz współczynników korelacji cech mąki i biszkoptu.
Correlation coefficients matrix of flour and sponge cake properties.

Cechy mąki / Flour features							Cechy biszkoptu / Sponge cake features					
Wilgotność Moisture	Kwasowość Acidity	Popiół og. Total ash	Wodochłonność Water binding capacity	Gluten	Rozplywa- Iność glutenu Gluten spreadability	Liczba opadania Falling number	Barwa Colour	Porowatość Porosity	Elastyczność Elasticity	Zapach Smell	Smakowitość Flavour	Objętość 100 g Volume of 100g
-0,060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,130	-0,102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,743	-0,290	-0,148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,100	0,513	0,285	-0,553	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,219	-0,085	-0,936	0,250	-0,585	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,538	0,372	-0,123	0,080	0,576	-0,118	-	-	-	-	-	-	-
-0,425	0,600	-0,158	-0,112	0,776	-0,167	0,790	-	-	-	-	-	-
-0,520	0,569	-0,072	-0,066	0,815	-0,257	0,824	0,968	-	-	-	-	-
-0,502	0,562	-0,217	-0,025	0,746	-0,110	0,814	0,972	0,988	-	-	-	-
-0,642	0,416	-0,482	0,340	0,381	0,224	0,786	0,831	0,837	0,893	-	-	-
-0,657	0,513	-0,119	0,128	0,692	-0,186	0,858	0,946	0,979	0,976	0,908	-	-
-0,104	0,398	0,000	-0,179	0,467	-0,176	0,355	0,311	0,435	0,388	0,311	0,395	-
-0,418	0,460	0,357	-0,059	0,660	-0,559	0,401	0,564	0,644	0,561	0,405	0,621	0,621

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Kolorem szarym oznaczono statystycznie istotne wartości współczynników korelacji przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Grey colour was used to denote statistically significant values of correlation coefficients at $\alpha = 0.05$.

Tabela 5

Współczynniki równań regresji prostoliniowej między właściwościami mąki i biszoptów oraz współczynniki determinacji*.

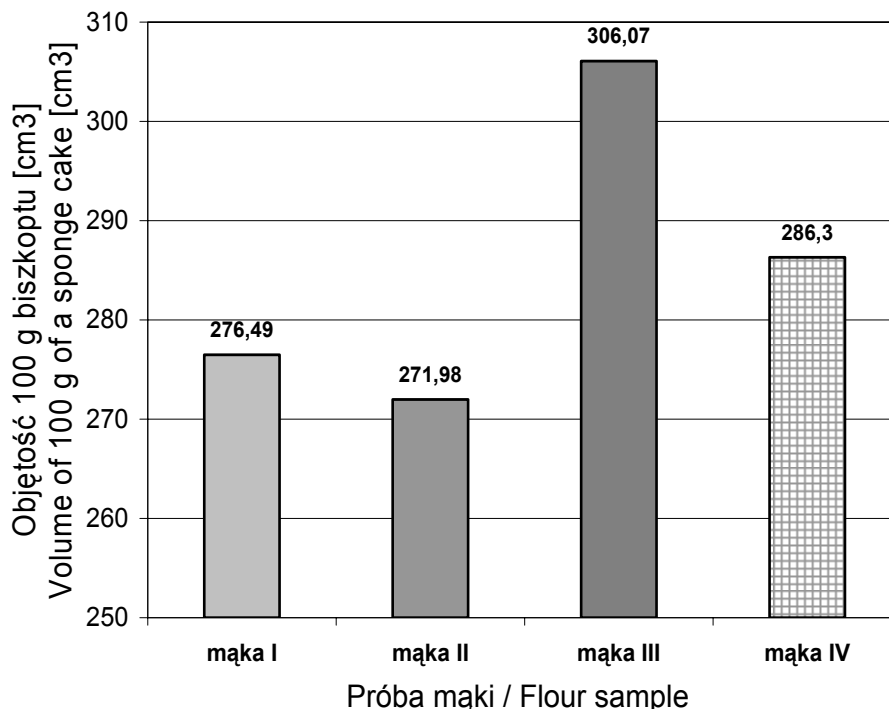
Coefficients of the equations of rectilinear regression between the features of flour and sponge cakes, as well as determination coefficients*.

Cechy biszoptu Sponge cake features	Wilgot- ność Moisture	Kwasow. Acidity	Popiół Ash	Gluten Gluten	L.opadania Falling number	Wyraz wolny Free term	r ² [%]
Barwa Colour	-	-	-	0,18	0,01	-1,2	78
Porowatość Porosity	- 1,15	-	-	0,29	-	15,31	86
Elastyczność Elasticity	-	-	-	0,15	0,01	-1,12	78
Zapach Smell	-	-	-5,96	-	0,01	21,68	90
Smakowitość i tekstura Flavour and texture	-1,27	-	-	0,19	0,01	17,27	90
Objętość 100 g Volume of 100 g	-	-	-	7,32	-	87,99	22
Porowatość Porosity	-	-	-	1,59	-	5,03	44

Objaśnienia: / Explanatory notes:

r² - współczynnik determinacji / determination coefficient,

* - ujęto tylko modele z oszacowaniami istotnymi przy $\alpha = 0,05$ / there were included only models showing assessment results that appeared significant at $\alpha = 0.05$.



Rys. 2. Objętość 100 g biszkoptu.

Fig. 2. Volume of 100g of a sponge cake.

Wnioski

1. Mąki tortowe dostępne na rynku w Gdyni charakteryzowały się zróżnicowaną, niekiedy bardzo niską jakością.
2. Podwyższona wilgotność mąki wpływała na obniżenia porowatości, zmniejszenie typowości smaku i zapachu oraz zmianę tekstury wypieczonego z niej biszkoptu.
3. Wyższa popiołowość mąki tortowej wpłynęła na zmniejszenie pożądalności zapachu biszkoptu.
4. Dodatkowo wartości współczynników regresji wskazują na statystycznie istotny wpływ zawartości glutenu w mące na takie cechy biszkoptu, jak: objętość 100 g, porowatość, smak, tekstura, barwa oraz elastyczność miększu.

Literatura

- [1] Ambroziak Z. (red): Piekarstwo i ciastkarstwo. WNT. Warszawa 1988.
- [2] Bartnik M., Jakubczyk T.: Surowce w piekarstwie. WSiP. Warszawa 1998.
- [3] Jakubczyk T., Haber T. (red): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW – AR. Warszawa 1983.

- [4] Jurga R.: Produkcja mąk pszennych o specjalnym przeznaczeniu. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2006, **3**, 15-18.
- [5] Jurga R.: *Przetwórstwo zbóż*. WSiP. Warszawa 1997.
- [6] Jurga R.: Wartość technologiczna ziarna pszenicy. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1994, **2**, 13-16.
- [7] Klockiewicz-Kamińska E.: Pszenica ciastkowa. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2003, **12**, 6-7.
- [8] Krełowska-Kułas M.: *Badanie jakości produktów spożywczych*. PWE. Warszawa 1993.
- [9] Sadkiewicz K., J. Sadkiewicz.: *Urządzenia pomiarowo – techniczne dla przedsiębiorstwa zbożowo- mącznego*. WNT. Warszawa 1995.
- [10] Reński A.: *Technologia piekarstwa*. WSiP. Warszawa 1986.
- [11] Rothkaehl J.: Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2004 roku. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2005, **1**, 9-13.
- [12] Schunemann C., Treu G.: *Technologia produkcji wyrobów piekarsko – cukierniczych*. Wyd. Fachowe Gilde Sp.z O. O. Warszawa 1998.


THE EFFECT OF CAKE FLOUR QUALITY ON SPONGE CAKE FEATURES

S u m m a r y

The objective of the paper was the commodity evaluation of quality of cake flours available in the Gdynia market, as well as the assessment of sensory and physical properties of sponge cakes baked using these flours. The effect of flour quality on the sponge cake quality was also determined.

There were investigated flours produced by 4 corn-milling enterprises. The scope of investigations included: organoleptic assessment, moisture, content of mineral compounds determined as ash, acidity, water absorbing, falling number, and gluten parameters (number, elasticity, and spreading capacity).

The cake flours offered in the Gdynia market did not differ with regard to their sensory parameters, however, their chemical compositions varied. The quality of flour considerably impacts the quality of products made of sponge dough. A cake made of a flour with a moisture level above 15% had a decreased porosity, improper flavour, and changed texture. The increased per cent content of ash in flour contributed to the decrease in the typicality of the sponge cake smell.

Key words: cake flour, sponge cake, sensory assessment 

HANNA KOWALSKA, MAGDALENA WYROZĘBSKA

WPLYW JONÓW WAPNIA NA WŁAŚCIWOŚCI SENSORYCZNE MARCHWI ODWADNIANEJ OSMOTYCZNIE

Streszczenie

Próbki marchwi w kształcie walców o średnicy 8 mm i wysokości 10 mm odwadniano w roztworach glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego w temp. 20 i 50°C, w ciągu 3 godz. W tych samych warunkach prowadzono odwadnianie osmotyczne marchwi w roztworach cukrów z 2% dodatkiem chlorku wapnia. Analizę właściwości sensorycznych w warunkach laboratoryjnych, z wykorzystaniem 10-punktowej skali ocen poszczególnych wyróżników (kształtu, twardości i smaku), wykonał zespół oceniający. W drugim etapie, sensoryczną metodą duo-trio przeprowadzono ocenę wyczuwalności obecności jonów wapnia w próbach.

Nie stwierdzono istotnego wpływu jonów wapnia na cechy sensoryczne odwadnionej osmotycznie marchwi. Kształt i twardość marchwi odwadnianej osmotycznie z udziałem jonów wapnia były ocenione nieznacznie wyżej w porównaniu z oceną identycznych cech marchwi odwadnianej osmotycznie bez udziału jonów wapnia. Pod względem kształtu i twardości najwyżej oceniono marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego zawierającego jony wapnia. Równocześnie ten sam roztwór wpłynął niekorzystnie na smak odwadnianej osmotycznie marchwi, co wyraziło się niższymi ocenami za tę cechę. Podwyższenie temperatury procesu od 20 do 50°C przyczyniło się do uzyskania nieznacznie wyższych ocen badanych wyróżników sensorycznych.

Słowa kluczowe: odwadnianie osmotyczne, marchew, wzbogacanie żywności, Ca²⁺, żywność mało przetworzona

Wprowadzenie

Wzbogacanie żywności w dodatkowe składniki odżywcze stosuje się w celu wyrównania strat powstających podczas transportu, przetwarzania i przechowywania, jak również zwiększenia ilości składników bioaktywnych występujących w produktach spożywczych powyżej ich naturalnego poziomu [7]. W ostatnich latach wzrosła popularność owoców i warzyw o małym stopniu przetworzenia. Jednocześnie możliwe jest

Dr inż. H. Kowalska, M. Wyrozębska, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

wzbogacenie tkanki roślinnej dodatkowymi składnikami (witaminy, związki mineralne), które mogą być dostarczane z pożywieniem do organizmu w niedostatecznej ilości [1, 3, 6]. Dodane składniki odżywcze powinny być dobrze przyswajalne z produktów wzbogaconych i nie powinny negatywnie wpływać na cechy sensoryczne danego wyrobu (barwę, smak czy zapach), ani skracać terminu jego przydatności do spożycia. Ilości dodawanych składników nie powinny powodować ryzyka zbyt wysokiego ich spożycia, efektów toksycznych, a także interakcji z innymi składnikami produktu [7, 9]. Korzyści z poddawania owoców i warzyw minimalnemu przetwarzaniu z możliwością wprowadzania składników dodatkowych wynikają z ich budowy tkankowej [5, 6]. Łagodne warunki odwadniania osmotycznego w małym stopniu zmieniające właściwości produktu wskazują na zalety stosowania tej metody. Nasycanie tkanki roślinnej dodatkowymi składnikami odżywczymi w czasie odwadniania osmotycznego umożliwia niejednokrotnie poprawę cech sensorycznych, w tym tekstury [10]. Rodrigues i wsp. [8] badali wpływ wzbogacania papai jonami wapnia w czasie odwadniania osmotycznego. Dodatek chlorku wapnia powodował zwiększenie przyrostu masy suchej substancji oraz wzmocnienie struktury tkanek. Wapń w roztworze osmotycznym może również zmniejszyć podatność żywności na rozwój mikroflory. Zjawisko to badali Chardonnet i wsp. [2], odwadniając plastry jabłek w roztworze sacharozy z dodatkiem chlorku wapnia. Stwierdzili mniejszą podatność jabłek na skażenie mikrobiologiczne.

Celem pracy było określenie wpływu jonów wapnia na odwadnianie osmotyczne marchwi oraz analiza właściwości sensorycznych odwadnianej marchwi w zależności od temperatury i rodzaju substancji osmotycznej.

Material i metody badań

Marchew krojono w krążki, a następnie za pomocą ręcznego korkoboru wykrawano z łyka i miększu łykowego (pomijając skórkę i część zdrewniałą) próbki w kształcie walców o średnicy 8 mm i wysokości 10 mm. Próbki odwadniano osmotycznie w roztworach glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego o stężeniach odpowiadających aktywności wody 0,9. Równolegle prowadzono odwadnianie osmotyczne marchwi w roztworach cukrów z 2% dodatkiem chlorku wapnia. Eksperymenty prowadzono w temp. 20 i 50°C. Czas odwadniania wynosił 180 min. Badania przeprowadzono w 3 powtórzeniach przy zastosowaniu tych samych warunków odwadniania osmotycznego – z udziałem i bez udziału jonów wapnia.

Oznaczano zawartość suchej masy metodą wagową w suszarce komorowej wg PN-90/A-75-75101/03 [11]. Analizowano wpływ jonów wapnia na ubytki wody [g H₂O/g p.s.m.] i przyrost masy suchej substancji [g/g p.s.m.] w odwadnianej osmotycznie marchwi.

Zawartość wapnia oznaczano w marchwi po 45 i 180 min odwadniania osmotycznego. Proces mineralizacji prowadzono metodą spalania na sucho w piecu mufowym w temp. 550°C przez 48 godz. według PN-90/A-75101.07 [11].

Ocenę sensoryczną wykonywał 24-osobowy zespół oceniający. Eksperyment podzielono na 2 etapy. W pierwszym etapie oceniano zmiany kształtu próbki, intensywność smaku słodkiego i twardość za pomocą metody skalowania od 1 do 10 pkt, wg PN-ISO 4121 [12], przy czym 10 pkt oznaczało największe nasilenie cechy. Ankietowani otrzymywali 3 zestawy próbek odwadnianych osmotycznie w ciągu 180 min, w roztworach: glukozy, sacharozy lub syropu skrobiowego.

W drugim etapie prowadzono ocenę wyczuwalności obecności jonów wapnia w próbkach za pomocą metody duo-trio [4]. Polegała ona na stwierdzeniu, która z dwóch próbek jest zgodna ze wzorcem.

Do statystycznej analizy wyników zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji (Multifactor ANOVA) i sprawdzono efekty współdziałań pomiędzy parami cech na podstawie określenia najmniejszej istotnej różnicy (NIR). Wnioskowanie statystyczne prowadzono na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Obliczenia oraz interpretację graficzną wykonano korzystając z programu komputerowego Microsoft Excel, Table curve (Jandel Scientific) oraz Statgraphics Plus.

Wyniki i dyskusja

Odwadnianie osmotyczne marchwi z jednoczesnym nasycaniem jonami wapnia wpłynęło na nieznaczne zwiększenie ubytków wody (od 5 do 14%) i przyrost masy suchej substancji (od 3 do 9%) w próbkach marchwi odwadnianych w roztworze glukozy, sacharozy i syropu skrobiowego (tab. 1).

Obecność jonów wapnia w roztworach cukrów w czasie odwadniania osmotycznego marchwi wpłynęła na zmniejszenie skurczu i zachowanie w większym stopniu kształtu próbek marchwi, niezależnie od rodzaju zastosowanego roztworu osmotycznego (rys. 1a). Podwyższenie temp. procesu od 20 do 50°C spowodowało uzyskanie pozornie wyższych ocen dotyczących kształtu próbek marchwi odwadnianych z udziałem jonów wapnia w roztworach osmotycznych, gdyż różnice były statystycznie nieistotne (tab. 2). Na podstawie analizy sensorycznej kształtu próbek marchwi odwadnianej osmotycznie w obecności jonów wapnia w temp. 20°C uzyskano o 15-21%, a w 50°C o 10-17% wyższe oceny w porównaniu z marchwią nienasyconą wapniem. Jednocześnie stwierdzono statystycznie istotny wpływ jonów wapnia na kształt odwadnianej marchwi (tab. 2). Zastosowanie różnych roztworów osmotycznych do odwadniania spowodowało uzyskanie różnych ocen kształtu. Statystycznie istotne różnice między ocenami kształtu próbek marchwi wykazano pomiędzy odwadnianiem w roztworach glukozy i syropu skrobiowego oraz sacharozy i syropu skrobiowego (tab. 2). Najwyżej pod względem kształtu oceniono marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze sy-

ropu skrobiowego, szczególnie w połączeniu z nasycaniem jej jonami wapnia. Natomiast najniższą ocenę otrzymała marchew odwadniana w roztworze glukozy. Kształt odwadnianych próbek marchwi w sposób istotny statystycznie zależał od obecności jonów wapnia w roztworze osmotycznym, ale jednocześnie nie zależał od rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej i temperatury (tab. 2). Marchew odwadniana osmotycznie w obecności jonów wapnia w badanych roztworach charakteryzowała się wyższą twardością, odpowiednio o 11-26% (w procesie prowadzonym w temp. 20°C) oraz o 6-17% (w procesie prowadzonym w temp. 50°C), w porównaniu z marchwią nienasyconą wapniem (rys. 1b).

Sensorycznie niżej oceniono smak marchwi nasyconej jonami wapnia w porównaniu z marchwią odwadnianą osmotycznie bez nasączenia wapniem (rys. 1c). Stwierdzono statystycznie istotny wpływ temperatury i jonów wapnia na smak odwadnianej marchwi (tab. 2). W temp. 20°C oceny smaku marchwi odwadnianej osmotycznie w badanych roztworach w obecności wapnia były niższe o 20-29%, a w temp. 50°C o 10-21% w porównaniu z marchwią nienasyconą jonami wapnia. Najniżej oceniono (2,5 - 3,5 pkt) marchew odwadnianą osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego z udziałem i bez udziału jonów wapnia.

Analizując wpływ rodzaju substancji osmotycznej i obecności jonów wapnia na ocenę sensoryczną marchwi istotne różnice wykazano tylko w przypadku kształtu próbek odwadnianych w roztworze syropu skrobiowego w temp. 50°C w obecności jonów wapnia, w porównaniu z odwadnianiem w roztworze glukozy i sacharozy (rys. 1a). W przypadku smaku, podobnie istotnie różniły się próbki marchwi odwadnianej w roztworze syropu skrobiowego w temp. 50°C zarówno w obecności, jak i bez udziału jonów wapnia (rys. 1c). Może to wynikać z faktu, że marchew odwadniana w roztworze syropu skrobiowego charakteryzowała się najmniejszymi wartościami: ubytku wody, przyrostu masy suchej substancji (tab. 2) i zawartości wapnia (rys. 2) w porównaniu z odwadnianiem prowadzonym w roztworach glukozy i sacharozy. Jednocześnie nie zaobserwowano istotnego wpływu czasu przetrzymywania marchwi w roztworach osmotycznych zawierających jony wapnia w zakresie 45-180 min na zawartość wapnia w badanych próbkach (rys. 2).

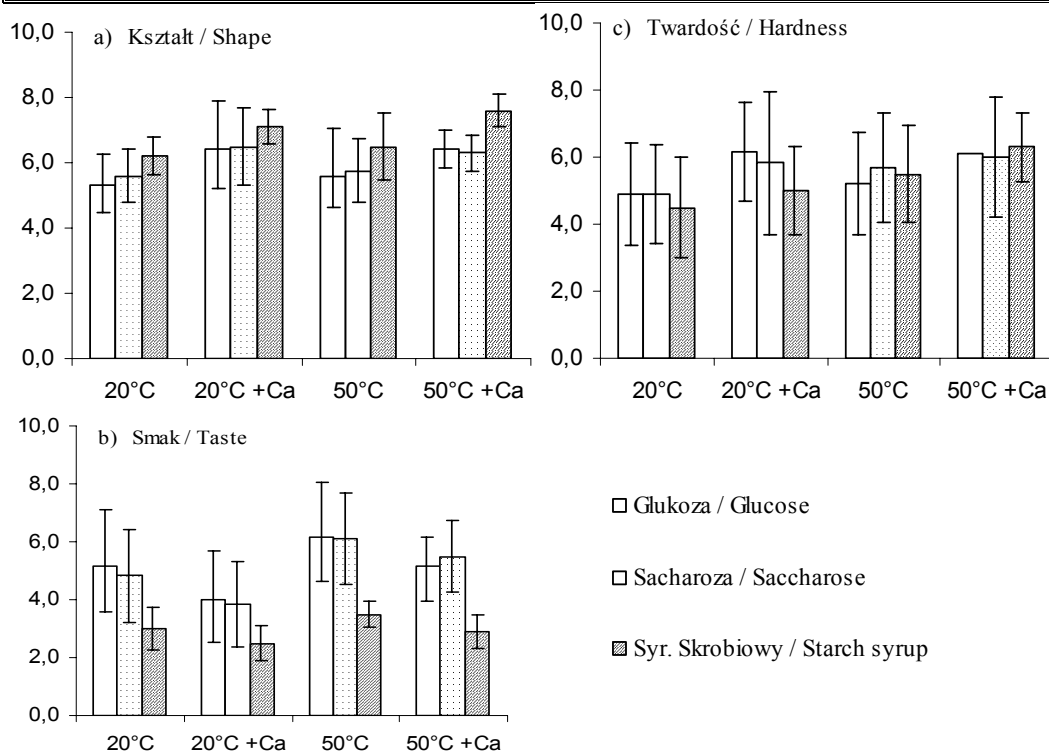
Największą wyczuwalnością jonów wapnia charakteryzowała się marchew odwadniana osmotycznie w roztworze sacharozy, a najmniejszą w roztworze syropu skrobiowego (rys. 3). Zaobserwowano nieznaczny wpływ temperatury na zwiększenie wyczuwalności wapnia w badanej marchwi (rys. 3).

Tabela 1

Ubytki wody i przyrost masy suchej substancji w marchwi odwadnianej osmotycznie z udziałem i bez udziału jonów Ca^{2+} .

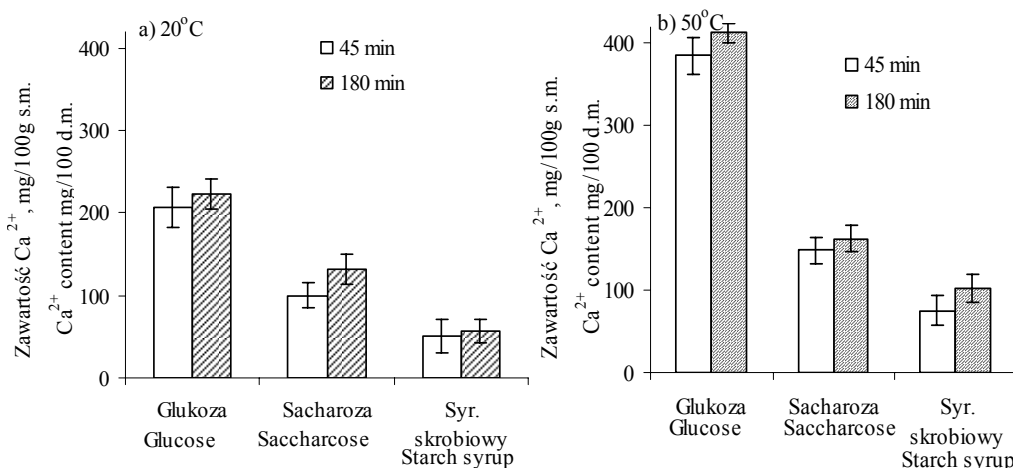
Water losses and a solids gain in the osmodehydrated carrot with and without the Ca^{2+} ions participating.

Rodzaj roztworu Kind of solution	Ubytki wody / Water losses [g H_2O /g p.s.m.] / [g H_2O /g i.d.m.)				Przyrost masy suchej substancji Solids gain [g/g p.s.m.] / [g/g i.d.m.]			
	20°C	50°C	20°C+ Ca^{2+}	50°C+ Ca^{2+}	20°C	50°C	20°C+ Ca^{2+}	50°C+ Ca^{2+}
Glukoza Glucose	3,14 ±0,11	4,26 ±0,20	3,58 ±0,18	4,55 ±0,21	0,6 ±0,011	0,79 ±0,017	0,62 ±0,024	0,85 ±0,013
Sacharoza Saccharose	3,10 ±0,04	4,24 ±0,18	3,33 ±0,13	4,37 ±0,12	0,45 ±0,015	0,59 ±0,014	0,48 ±0,021	0,63 ±0,010
Syrup skrobiowy Starch syrup	2,27 ±0,10	3,55 ±0,12	2,52 ±0,09	3,82 ±0,15	0,31 ±0,010	0,34 ±0,008	0,31 ±0,010	0,37 ±0,030



Rys. 1. Wpływ obecności jonów wapnia na właściwości sensoryczne marchwi odwadnianej osmotycznie: a) kształt, b) smak, c) twardość. Temperatura 20 i 50°C.

Fig. 1. Effect of the occurrence of calcium ions on the sensory attributes of osmodehydrated carrot: a) shape, b) taste, c) hardness. Temperature: 20 and 50°C.



Rys. 2. Zawartość jonów wapnia w marchwi odwadnianej osmotycznie przez 45 i 180 min, w temp.: a) 20°C, b) 50°C.

Fig. 2. The content of calcium ions in osmodehydrated carrot during a 45 and 180 minute period at temperatures: a) 20°C; b) 50°C.

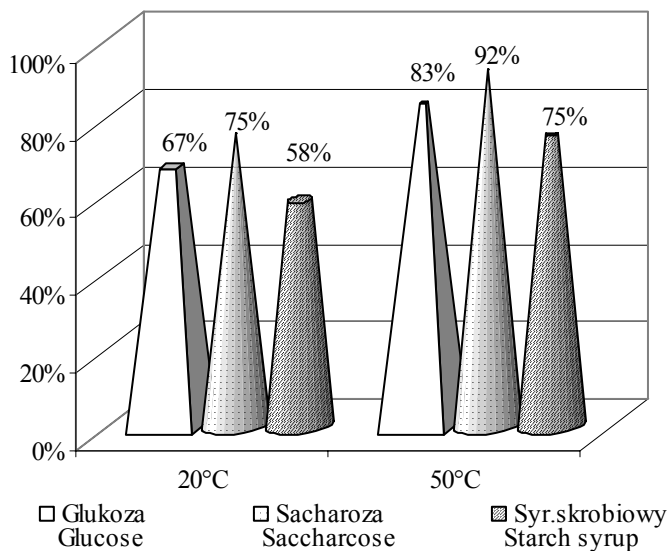
Tabela 2

Wyniki analizy statystycznej określające współdziałanie pomiędzy parami cech badanych roztworów odwadniających, tj. rodzaju substancji osmotycznej, temperatury i obecności jonów Ca²⁺, na wybrane cechy sensoryczne odwadnianej osmotycznie marchwi.

Results of the statistic analysis, which describe the combined effect of paired parameters of the dehydrating solutions, i.e. kind of osmoactive substance, temperature and Ca²⁺ ions presence, on the shape, taste and hardness of the carrot being osmodehydrated.

Porównywane pary cech roztworów odwadniających Compared, paired parameters of dehydrating solutions	Kształt / Shape		Smak / Taste		Twardość / Hardness	
	NIR/LSD	Różnica Difference	NIR/LSD	Różnica Difference	NIR/LSD	Różnica Difference
Glukoza - Sacharoza Glucose - Saccharose	0,300032	-0,1125	0,593199	0,0625	0,629365	-0,0100
Glukoza - Syrop skrob. Glucose - Starch syrup	0,300032	*-0,9250	0,593199	*2,1525	0,629365	0,2650
Sacharoza - Syrop skrob. Saccharose - Starch syrup	0,300032	*-0,8125	0,593199	*2,0900	0,629365	0,2750
20°C - 20°C+Ca ²⁺	0,346447	*-0,9667	0,684967	*0,8900	0,726728	*-0,9033
20°C - 50°C	0,346447	-0,2500	0,684967	*-0,9233	0,726728	-0,6933
20°C - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	*-1,0667	0,684967	-0,1900	0,726728	*-1,3700
20°C+Ca ²⁺ - 50°C	0,346447	*0,71667	0,684967	*-1,8133	0,726728	0,2100
20°C+Ca ²⁺ - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	-0,1000	0,684967	*-1,0800	0,726728	-0,4667
50°C - 50°C+Ca ²⁺	0,346447	*-0,8167	0,684967	*0,7333	0,726728	-0,6767

* oznacza różnice statystycznie istotne. * denotes statistically significant differences.



Rys. 3. Wpływ temperatury i rodzaju substancji osmotycznej na wyczuwalność obecności jonów wapnia w marchwi odwadnianej osmotycznie.

Fig. 3. Effect of the temperature and the kind of osmoactive substance on the perceptibility of calcium ions occurrence in osmodehydrated carrot.

Wnioski

1. Obecność jonów wapnia w roztworach cukrów w czasie odwadniania osmotycznego marchwi wpłynęła na zachowanie w większym stopniu kształtu próbek marchwi, niezależnie od rodzaju zastosowanego roztworu osmotycznego. Najwyższą ocenę uzyskała marchew odwadniana osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego z udziałem jonów wapnia.
2. Wystąpiła istotna niekorzystna zmiana smaku odwadnianej osmotycznie marchwi, przejawiająca się niższymi ocenami, w wyniku nasączenia próbek jonami wapnia, szczególnie przy użyciu roztworu syropu skrobiowego.
3. Nie zaobserwowano wpływu obecności jonów wapnia na twardość odwadnianej osmotycznie marchwi przy zastosowaniu badanych roztworów osmotycznych oraz temp. 20 i 50°C.

Literatura

- [1] Barrera C., Betoret N., Fito P.: Ca^{2+} and Fe^{2+} influence on the osmotic dehydration kinetics of apple slices (var. Granny Smith). *J Food Eng.*, 2004, **65**, 9-14.
- [2] Chardonnet C.O., Sams C.E., Conway W.S., Mont J.R.: Osmotic dehydration of apple slices using a sucrose/ CaCl_2 combination to control spoilage caused by *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum acutatum*, and *Penicillium expansum*. *J. Food Protect.*, 2001, **64**/ 9, 1425-1429;

- [3] Chiralt A., Fito P., Andrés A., Barat J.M., Martínez-Monzò N., Martínez-Navarrete N.: Vacuum impregnation: a tool in minimally processing of foods. In F.A.R. Oliveira J. C. Oliveira Processing Foods. Quality Optimisation and Process Assessment. Boca Ratón, FL: CRC Press. 1999, pp. 341-346.
- [4] Klepacka M.: Analiza żywności dla studentów Wydziału Technologii Żywności. Wyd. Fundacji Rozwój SGGW. Warszawa 2002, s. 7-27, 103-110.
- [5] Kowalska H., Lenart A.: Znaczenie wymiany masy w tworzeniu żywności nowej generacji. Post. Tech. Przet. Spoż., 2003, **2**, 12-17.
- [6] Mauro M.A., Tavares D.Q., Menegalli F.C.: Behavior of plant tissue in osmotic solutions. J. Food Eng., 2002, **56**, 1-15.
- [7] Nadolna I.: Rola żywności w racjonalnym żywieniu. Przem. Spoż., 2000, **7**, 4-6.
- [8] Rodrigues A.C.C., Cunha R.L., Hubinger M.D.: Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. J. Food Eng., 2003, **59**, 129-135.
- [9] Rutkowski A.: Światowy rynek żywności funkcjonalnej a Polska. Przem. Spoż., 2001, **3**, 6-8.
- [10] Soliva-Fortuny R.C., Belloso O.M.: New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Sci. Technol., 2003, **14**, 341-353.
- [11] PN-90/A-75101.03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [12] PN-90/A-75101.08. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości popiołu ogólnego i jego alkaliczności

THE EFFECT OF CALCIUM IONS ON THE SENSORY ATTRIBUTES OF OSMODEHYDRATED CARROT

S u m m a r y

The cylinder-shaped carrot samples, their diameter being 8 mm, and their height -10 mm, were dehydrated in solutions of glucose, sucrose, and starch syrup, at temperatures of 20 and 50°C, during a period of 3 hours. Under the same conditions, the osmodehydration process was carried out in sugar solutions with a 2% calcium chloride added. An evaluating panel carried out a laboratory analysis of sensory attributes using a 10-point scale (shape, taste, and hardness). In the second phase, there was performed an assessment of the perceptibility of calcium ion occurrence in the samples investigated using a sensory duo-trio method.

No essential effect of calcium ions on the sensory attributes of osmodehydrated carrot was noted. The shape and hardness of carrot that was osmodehydrated with the calcium ions participating were assessed slightly higher compared to the assessment results of the identical attributes of osmodehydrated carrot without the calcium ions participating. Furthermore, it was found that the best shape and hardness showed the carrot that was osmodehydrated in a solution of starch syrup containing calcium ions. At the same time, the same solution unfavourably impacted the taste of osmodehydrated carrot, and this fact was expressed by the lower assessment results. The rise in the process temperature from 20 to 50°C contributed to obtaining the slightly higher results of the assessment of the sensory characteristics.

Key words: osmotic dehydration, carrot, enriching the food, Ca²⁺, minimally processed food ☒

DOROTA KRĘGIEL

ZANIECZYSZCZENIE MIKROBIOLOGICZNE POWIETRZA HALI TECHNOLOGICZNEJ A JAKOŚĆ PRODUKOWANYCH OPAKOWAŃ

Streszczenie

Badano wpływ mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza hali technologicznej na jakość mikrobiologiczną opakowań jednostkowych wytwarzanych dla przemysłu spożywczego.

Średnie kwartalne zanieczyszczenie powietrza hali technologicznej było zróżnicowane i zależało od pory roku. Największy wzrost liczby drobnoustrojów odnotowano w drugim i trzecim kwartale. Typową mikroflorę powietrza hali technologicznej stanowiły pleśnie z rodzajów: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* i *Fusarium* oraz bakterie z rodzaju *Micrococcus* i *Bacillus*. Zanieczyszczenie powietrza hali produkcyjnej miało istotny wpływ na jakość mikrobiologiczną produkowanych opakowań. Zależność stopnia zanieczyszczenia opakowań od zanieczyszczenia powietrza hali technologicznej była proporcjonalna, o współczynniku korelacji $r = 0,8 \div 0,96$.

Słowa kluczowe: powietrze hali technologicznej, opakowania, mikroflora

Wprowadzenie

Podatność gotowych wyrobów spożywczych na zanieczyszczenia mikrobiologiczne pochodzące z powietrza jest różna. Najbardziej wrażliwe na tego typu zanieczyszczenia są wyroby charakteryzujące się wysoką wartością odżywczą, stanowiące doskonałe środowisko dla rozwoju mikroflory. Stąd m.in. wynika konieczność konfekcjonowania wyrobów przemysłu spożywczego w opakowania jednostkowe o odpowiedniej czystości mikrobiologicznej [8].

Zanieczyszczenie opakowania, jako produktu końcowego, wiąże się z czasem kontaktu opakowania z zanieczyszczonym powietrzem, liczbą drobnoustrojów w powietrzu oraz rodzajem tych drobnoustrojów. Właściwa organizacja pracy, sprawna wentylacja i automatyzacja procesów produkcyjnych mogą skutecznie zmniejszyć liczbę mikroorganizmów w wyniku ograniczenia możliwości kontaktu produktu z otoczeniem.

Dr inż. D. Kręgiel, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź

Do kontroli czystości mikrobiologicznej powietrza stosuje się obecnie metodę zderzeniową z wykorzystaniem próbników powietrza i płytek zawierających agarowe pożywki hodowlane. Metoda zderzeniowa polega na uderzaniu zassanym powietrzem w warstwę pożywki [2, 6]. Podczas uderzenia strumienia powietrza w pożywkę drobnoustroje zawarte w powietrzu przyklejają się do podłoża. Próbniki powietrza pozwalają na dokładny pomiar liczby drobnoustrojów w dowolnym miejscu, przy wlotach i wylotach powietrza, w strefach czystych [6].

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu stanu zanieczyszczenia powietrza hali technologicznej w zakładzie produkującym opakowania jednostkowe dla przemysłu spożywczego na jakość mikrobiologiczną wytwarzanych opakowań.

Material i metody badań

Mikrobiologiczną analizę powietrza hali technologicznej prowadzono metodą zderzeniową przy użyciu próbniaka MAS 100 (Merck), stosując podłoże PCA (Merck) [2, 5, 6, 7].

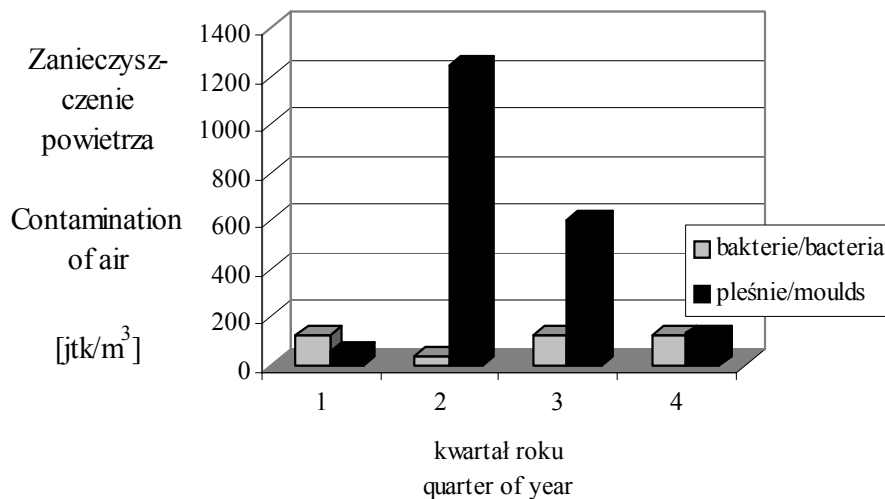
Badaniom mikrobiologicznym poddawano 50 polipropylenowych kubeczków w kształcie stożka ściętego o pojemności 200 cm³. Opakowania były pobierane losowo z linii technologicznej bezpośrednio po wytworzeniu, a następnie pakowane w sterylne worki z folii polietylenowej.

Analizę mikrobiologiczną opakowań prowadzono stosując metodę bezpośrednią wg Richtera [9]. Polega ona na wprowadzeniu do opakowania upłynnionej, ciepłej pożywki agarowej i jej równomiernym rozprowadzeniu po wewnętrznych ściankach opakowania, a następnie zamknięciu pojemnika sterylną folią aluminiową. Badane kubki inkubowano w temp. 25°C w ciągu 12 dni. Ogólną liczbę bakterii oznaczano stosując podłoże PCA (Merck), natomiast liczbę grzybów - podłoże Sabourauda z 2% glukozy (Merck). Cechy morfologiczne wyizolowanych drobnoustrojów oceniano mikroskopowo. Do badań diagnostycznych do wzrostu grzybów strzępkowych stosowano podłoże Czapka-Doxa (Merck). Przynależność rodzajową określano na podstawie klucza wg Fassatiowej (pleśnie) oraz wg Bergey's Manual (bakterie) [1, 3].

Kontrolę mikrobiologiczną opakowań i powietrza prowadzono systematycznie, co miesiąc w ciągu trzech lat, a przedstawione wyniki stanowią kwartalne wartości średnie. Współczynniki korelacji obliczano wykorzystując program Excel 2000.

Wyniki i dyskusja

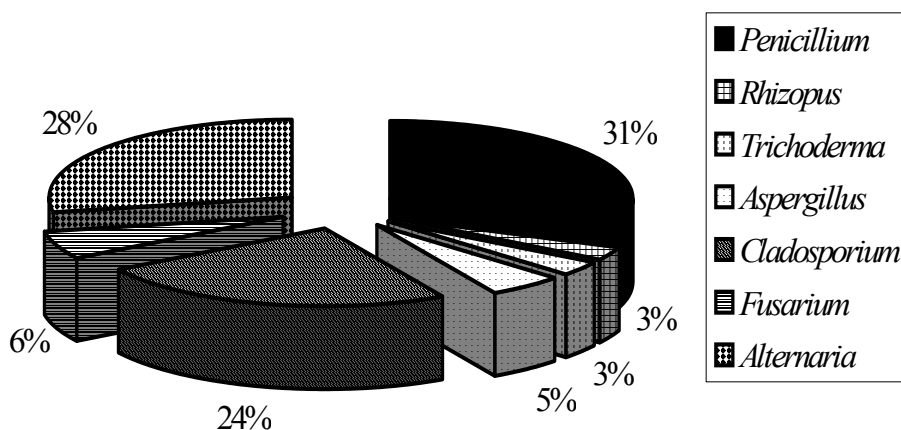
Zanieczyszczenie powietrza hali produkcyjnej było zróżnicowane i zależało od pory roku (rys. 1).



Rys. 1. Zanieczyszczenie powietrza hali technologicznej.

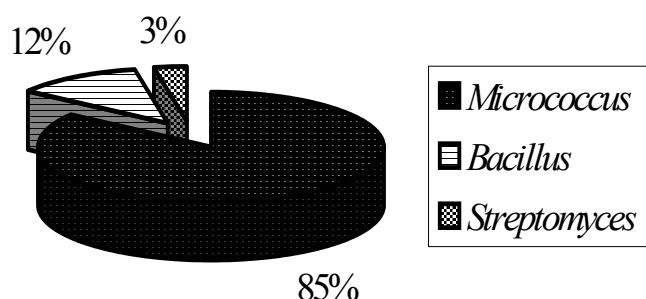
Fig. 1. Contamination of the technological shop-floor air.

Najwięcej mikroorganizmów występujących w atmosferze hali stwierdzono w drugim kwartale roku. W przypadku zanieczyszczeń pochodzenia bakteryjnego i pleśniowego wynosiło ono odpowiednio 40 jtk/m³ i 1243 jtk/m³. W drugim i trzecim kwartale stwierdzono znaczny wzrost w powietrzu mikroflory pleśniowej, natomiast liczba mikroflory bakteryjnej utrzymywała się na stałym poziomie.



Rys. 2. Mikroflora pleśniowa w powietrzu hali technologicznej.

Fig. 2. Moulds in the technological shop-floor air.

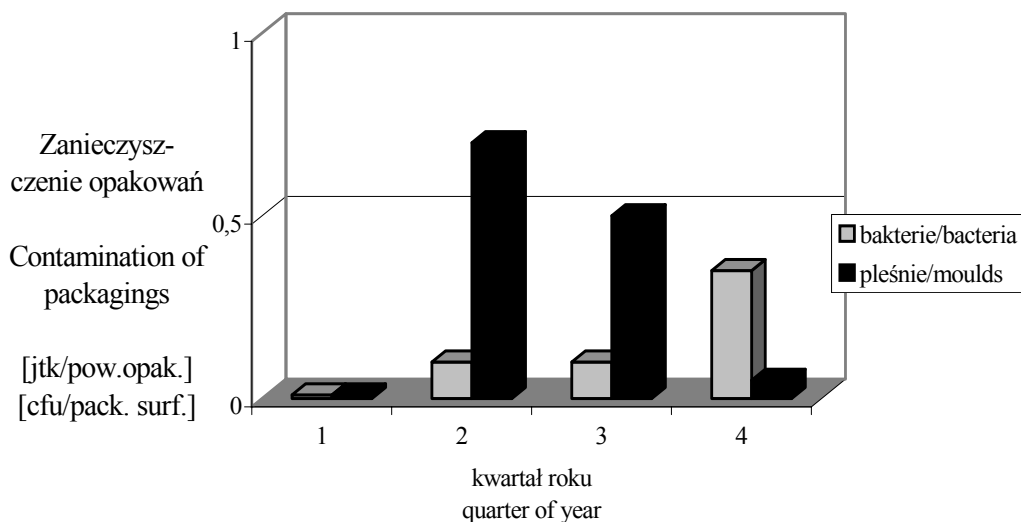


Rys. 3. Mikroflora bakteryjna w powietrzu hali technologicznej.

Fig. 3. Bacterial microflora in the technological shop-floor air.

W powietrzu hali technologicznej występowały głównie pleśnie z rodzajów: *Penicillium* (31%), *Alternaria* (28%), *Cladosporium* (24%) i *Fusarium* (6%) oraz bakterie *Micrococcus* sp. (85%) i *Bacillus* sp. (12%) (rys. 2, 3). Wymienione rodzaje stanowią typową mikroflorę powietrza atmosferycznego [3]. Taką samą mikroflorę izolowano z powierzchni badanych opakowań.

Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza hali produkcyjnej miało istotny wpływ na jakość mikrobiologiczną produkowanych opakowań. Największe średnie zanieczyszczenie opakowań odnotowano w drugim i trzecim kwartale roku. Wynosiło ono w przypadku bakterii od 0,0 do 0,1 jtk, a pleśni od 0,1 do 0,7 jtk na powierzchnię wewnętrzną opakowania (rys. 4).

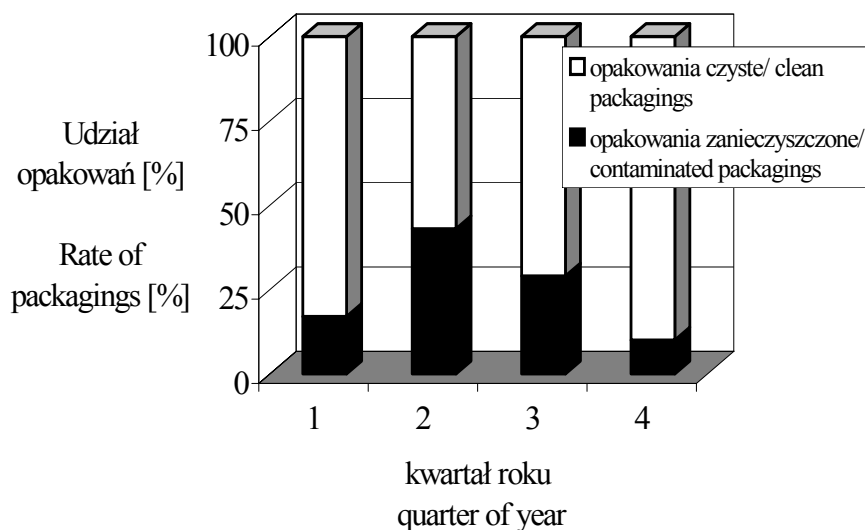


Rys. 4. Średnie zanieczyszczenie mikrobiologiczne opakowań jednostkowych.

Fig. 4. Mean microbiological contamination of unit packagings.

Analiza statystyczna wyników pomiarów mikrobiologicznych, uzyskanych w poszczególnych kwartałach, wykazała, że zależności między stopniem zanieczyszczenia opakowań (rys. 4) a zanieczyszczeniem powietrza hali technologicznej (rys. 1) były wprost proporcjonalne, a współczynniki korelacji tych zależności wynosiły $r = 0,80 \div 0,94$.

Procentowy udział opakowań, w których wykryto drobnoustroje przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Udział opakowań zanieczyszczonych.

Fig. 5. Percentage rate of contaminated packagings.

Liczba zanieczyszczonych opakowań wzrastała wraz ze stopniem zanieczyszczenia powietrza. Analiza wyników stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza (rys. 1) oraz udziału opakowań czystych w badanych partiach (rys. 5) pozwoliła wnioskować, że największy wpływ na jakość produkowanych opakowań miała obecność grzybów strzępkowych w powietrzu hali technologicznej. Zależność między stopniem zanieczyszczenia powietrza grzybami strzępkowymi a zanieczyszczeniem mikrobiologicznym opakowań charakteryzowała się bardzo wysokim współczynnikiem korelacji wynoszącym $r = 0,96$.

Kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza w polskich przepisach prawnych jest uwzględniana w sposób niewystarczający. W odróżnieniu od większości czynników chemicznych i fizycznych, w skali światowej także nie ma powszechnie akceptowanych kryteriów oceny oraz ogólnie uznanych wartości normatywnych (referencyjnych) i zaleceń metodycznych [4, 9]. Brak ogólnie ustalonych wytycznych dotyczących jakości mikrobiologicznej powietrza powoduje, że oceny tej dokonuje się na pod-

stawie propozycji normatywów higienicznych, określając wartości progowe stężenia mikroorganizmów w powietrzu w odniesieniu do poszczególnych klas pomieszczeń. Opracowania wartości normatywnych dokonuje się w odniesieniu do rodzajów badanych środowisk i typów prób środowiskowych.

Wg Krzysztofika [4] w przemyśle spożywczym dopuszczalny stopień mikrobiologicznego zanieczyszczenia powietrza nie powinien przekraczać poziomu $6 \cdot 10^2$ jtk/m³. Zatem, stosując takie kryterium, stan mikrobiologiczny badanego powietrza hali technologicznej w zakładzie produkującym opakowania jednostkowe należy uznać za zadowalający tylko w pierwszym i czwartym kwartale roku. Wzrost zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza, zwłaszcza grzybami strzępkowymi, występujący w kwartale drugim i trzecim wymaga podjęcia w zakładzie skutecznych działań prewencyjnych.

Istotną częścią każdego tworzonego normatywu jest jego składowa techniczna, dotycząca metody badawczej zastosowanej do wyznaczenia wartości liczbowej danego standardu. W spotykanych w piśmiennictwie propozycjach wartości referencyjnych zwykle określa się stężenie badanego czynnika w próbie powietrza i w odpowiedniej próbie powierzchniowej. Warunkiem zachowania odpowiednich parametrów jakościowych produkowanych wyrobów powinno być więc wypracowanie odpowiednich wytycznych i standardów, które byłyby powszechnie akceptowane i pozwoliłyby na odpowiednią interpretację wyników pomiarów. Dlatego tak ważne są systematycznie i równoległe prowadzone badania mikrobiologiczne powietrza oraz powierzchni urządzeń i gotowych wyrobów, których kompleksowe wyniki powinny przyczynić się do ustalenia właściwych parametrów i wartości dopuszczalnych dla konkretnego zakładu produkcyjnego. Ustalenie zależności między wynikami badań ułatwi wówczas oszacowanie ryzyka związanego z mikroflorą występującą w powietrzu. Istotne byłoby prowadzenie dodatkowego monitoringu dotyczącego poziomu zapylenia, wilgotności, stanu wentylacji czy czasu kontaktu opakowania z otoczeniem. Te informacje lepiej zobrazowałyby uwarunkowania produkcyjne i ich wpływ na jakość opakowań.

Wnioski

1. Dominującą mikroflorę powietrza hali technologicznej stanowiły grzyby strzępkowe z rodzajów: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* i *Fusarium* oraz bakterie *Micrococcus* sp. i *Bacillus* sp.
2. Czystość mikrobiologiczna powietrza hali technologicznej, a w szczególności obecność w nim grzybów strzępkowych, miała istotny wpływ na jakość produkowanych opakowań.
3. Zależność stopnia zanieczyszczenia opakowań od zanieczyszczenia powietrza hali technologicznej była wprost proporcjonalna i charakteryzowała się wysokimi współczynnikami korelacji (r) wynoszącymi od 0,80 do 0,96.


Literatura

- [1] Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 2, Williams & Wilkins, Baltimore 1986.
- [2] Collins C.H., Lyne P.M., Grange J.M.: Microbiological methods. Butterwords. London 1989.
- [3] Fassatiova O.: Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej. WNT. Warszawa 1983.
- [4] Górny R.: Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2004, **3 (41)**, 17-39.
- [5] Gutarowska B.: Metody oceny zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza - zalety i wady. Laboratoria Aparatura, Badania, 2002, **2**, 6-10.
- [6] Kosewska L.: Analiza mikrobiologiczna w przemyśle spożywczym. WSiP. Warszawa 1991.
- [7] Merck Microbiology. Merck, Darmstadt, 2000.
- [8] Panfil-Kunczewicz H.: Znaczenie i funkcje opakowań produktów spożywczych w dystrybucji i marketingu, Przem. Spoż., 1998, **8**, 18-19.
- [9] Żakowska Z. Stobińska H. (red.) Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym. Wyd. PŁ. Łódź 2000.

THE MICROBIAL CONTAMINATION OF A TECHNOLOGICAL SHOP-FLOOR AIR AND THE QUALITY OF PACKAGINGS MANUFACTURED

Summary

The impact of technological shop-floor air on the microbiological quality of unit packagings for food industry was investigated. The mean quarterly contamination of technological shop-floor air varied and depended on the season. The highest increase in the count of micro-organisms was reported in the second and third quarter. The typical micro-flora contained in the technological shop-floor air were the following mould species: *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, and *Fusarium*, as well as bacteria: *Micrococcus* sp. and *Bacillus* sp. The contamination of the technological shop-floor essentially air affected the microbiological quality of packaging units manufactured in it. The correlation between the packaging contamination degree and the technological shop-floor air contamination was proportional, and the correlation coefficient was $r = 0.8-0.96$.

Key words: technological shop-floor air, packaging, microflora 

MAŁGORZATA KULCZAK, MARIAN REMISZEWSKI, EUGENIUSZ KORBAS,
MARIA JEŻEWSKA, DANUTA CZAJKOWSKA

OCENA JAKOŚCI KOLENDRY MIELONEJ PODDANEJ PROCESOWI DEKONTAMINACJI Z ZASTOSOWANIEM PARY WODNEJ I JEJ TRWAŁOŚĆ PRZECHOWALNICZA

Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości sensorycznej, mikrobiologicznej i cech fizykochemicznych kolendry mielonej, poddanej dekontaminacji z zastosowaniem pary wodnej oraz określenie jej trwałości podczas przechowywania w ciągu 12 miesięcy.

W próbach kolendry, zarówno przed, jak i po dekontaminacji oznaczano zawartość wody, olejków eterycznych, popiołu ogólnego i nierozpuszczalnego, liczbę bakterii tlenowych, grzybów pleśniowych, pałeczek z grupy coli oraz obecność *Salmonella*.

Stwierdzono, że jakość sensoryczna kolendry po dekontaminacji uległa niewielkiemu pogorszeniu. Wszystkie cechy fizykochemiczne po procesie dekontaminacji były zgodne z wymaganiami określonymi w polskiej normie przedmiotowej, nawet zawartość olejków eterycznych, pomimo tego, że w oczyszczonej kolendrze mielonej było ich mniej o ok. 40% w stosunku do surowca wyjściowego. Dekontaminacja skutecznie zmniejszała zanieczyszczenie mikrobiologiczne, jedynie w 4 próbach kolendry mielonej liczba bakterii tlenowych przekraczała nieznacznie dopuszczalny poziom.

Wraz z upływem czasu przechowywania zapach i smak kolendry były mniej intensywne, podczas gdy barwa jej pozostawała bez zmian. Po 12 miesiącach składowania straty olejków w kolendrze wynosiły średnio, odpowiednio w próbach przed i po dekontaminacji, 40 i 25%; zanieczyszczenie bakteriami tlenowymi i pałeczkami z grupy coli było podobne, jak na początku okresu przechowywania, natomiast liczba grzybów uległa niewielkim zmianom.

Słowa kluczowe: kolendra mielona, dekontaminacja z parą wodną, olejki eteryczne, jakość mikrobiologiczna

Wprowadzenie

Kolendra należy do przypraw najbardziej zanieczyszczonych mikrobiologicznie. Zakażenie kolendry bakteriami tlenowymi może dochodzić do 10^8 jtk/g, a pleśniami –

Dr inż. M. Kulczak, doc. dr inż. M. Remiszewski, dr inż. K. Przygoński, mgr inż. M. Jeżewska, mgr inż. D. Czajkowska, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Oddział Koncentratów w Poznaniu, ul. Starołęcka 40, 61-361 Poznań

10^6 jtk/g. W przyprawach, w tym także w kolendrze, stwierdzano również obecność bakterii pochodzenia kałowego - z grupy coli, enterokoki i paciorkowce, a sporadycznie - zakażenia bakteriami chorobotwórczymi *Staphylococcus aureus* i z rodzaju *Salmonella* [3, 12]. Zanieczyszczona drobnoustrojami kolendra może powodować niekorzystne zmiany sensoryczne produktów spożywczych, skracać ich trwałość oraz stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Dekontaminację kolendry i innych przypraw można skutecznie przeprowadzać m.in. z zastosowaniem pary wodnej. Proces ten jednak często wpływa niekorzystnie na smak, zapach, a niekiedy również barwę, zwłaszcza przypraw rozdrobnionych [15]. Poprawę jakości sensorycznej można uzyskać, wprowadzając różne modyfikacje tej metody oczyszczania przypraw.

Celem badań była ocena jakości mikrobiologicznej, cech sensorycznych i fizykochemicznych oraz trwałości przechowalniczej kolendry mielonej oczyszczanej zmodyfikowaną metodą z zastosowaniem pary wodnej.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiło 10 partii kolendry mielonej, dostępnej w obrocie hurtowym. Proces dekontaminacji kolendry z wykorzystaniem nasyconej pary wodnej prowadzono w reaktorze skonstruowanym w Centralnym Laboratorium Przemysłu Koncentratów Spożywczych w Poznaniu (obecnie Oddział Koncentratów Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego) - Patent 189396 [2].

Próby kolendry, przed i po jej oczyszczeniu, poddawano ocenie sensorycznej metodą opisową [8] oraz oznaczano zawartość: olejków eterycznych, wody, związków mineralnych w postaci popiołu ogólnego i nierozpuszczalnego w 10% HCL [7]. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej testem t- Studenta w układzie zmiennych niezależnych na poziomie $\alpha = 0,05$.

Jakość mikrobiologiczną badanej kolendry oceniano na podstawie oznaczeń: liczby bakterii tlenowych [9], grzybów pleśniowych [10] oraz bakterii *Salmonella* [11] i z grupy coli [5, 6].

Analogiczne badania wykonano po 3, 6, 9, i 12 miesiącach przechowywania kolendry (zarówno prób oczyszczonych, jak i nieoczyszczonych).

Próby przechowywano w torebkach polietylenowych, w temp. 15°C, przy wilgotności względnej powietrza 65%.

Wyniki i dyskusja

Opisowe wyniki oceny sensorycznej kolendry, zarówno przed, jak i po procesie dekontaminacji przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Porównanie cech sensorycznych kolendry mielonej przed i po dekontaminacji.

The comparison of sensory properties of the ground coriander before and after the decontamination process.

Cecha sensoryczna Sensory property	Przed dekontaminacją Before decontamination	Po dekontaminacji After decontamination
Barwa / Colour	żółtawobrunatna	szarobrunatna
Zapach / Odour	aromatyczny, silny bez zapachów obcych	mniej aromatyczny, słabszy, bez zapachów obcych
Smak / Taste	lekko palący, gorzkawy	lekko gorzkawy

Barwa, zapach i smak kolendry przed procesem jej dekontaminacji były zgodne z wymaganiami zawartymi w normie przedmiotowej [8]. Po procesie dekontaminacji cechy te były także zgodne z normą, pomimo tego, że żółtawobrunatna barwa kolendry mielonej uległa nieznacznej zmianie do szarobrunatnej, a zapach i smak przyprawy były nieco mniej intensywne. Zmiany cech sensorycznych przypraw mielonych, poddawanych oczyszczaniu różnymi metodami potwierdzają też inni autorzy [4, 13, 14].

Tabela 2

Cechy fizykochemiczne kolendry mielonej przed i po dekontaminacji.

Physicochemical properties of ground coriander before and after the decontamination process.

Wyróżnik fizykochemiczny Physicochemical characteristic	Wartość wyróżnika / Value of characteristic			
	Przed dekontaminacją Before decontamination		Po dekontaminacji After decontamination	
	min - max	wartość średnia mean value ± SD	min. – max	wartość średnia mean value ± SD
Woda / Water [%]	7,7 - 10,6	9,0 ±1,0	6,7 - 8,3	7,6±0,5*
Olejki eteryczne / Essential oils [ml/100g]	0,5 - 2,0	1,2 ±0,6	0,2 - 1,3	0,7±0,4**
Popiół ogółem / Total ash [%]	5,2 - 6,4	5,8 ±0,5	4,9 - 6,7	6,0±0,7
Popiół nierozpuszczalny w 10% HCl Ash insoluble in 10% HCl [%]	0,1 - 1,0	0,4 ±0,3	0,1 - 1,1	0,5±0,4

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*- różnice statystycznie istotne ($p < 0,001$) / differences statistically significant at $p < 0,001$;

** - różnice statystycznie istotne ($p < 0,05$) / differences statistically significant at $p < 0,05$

Z analizy badanych wyróżników fizykochemicznych wynika, że kolendra mielona, zarówno przed, jak i po dekontaminacji charakteryzowała się, zgodną z normą [8], zawartością wody, olejków eterycznych, związków mineralnych w postaci popiołu

ogółem i popiołu nierozpuszczalnego w 10% HCl, jakkolwiek notowany po dekontaminacji poziom olejków eterycznych był o ok. 40% niższy ($p < 0,05$) w stosunku do surowca wyjściowego (tab. 2). Średnia zawartość popiołu nierozpuszczalnego w 10% roztworze HCl w kolendrze nie przekraczała limitów procentowych, uwzględnionych w normie przedmiotowej, co świadczy o nie przekroczeniu dopuszczalnego poziomu zanieczyszczenia piaskiem tej przyprawy.

Dane zawarte w tab. 3. wskazują na wysoki stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego kolendry mielonej przed jej dekontaminacją.

Tabela 3

Stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego kolendry mielonej przed i po procesie dekontaminacji.
The degree of microbiological contamination of ground coriander before and after the decontamination process.

Rodzaj zanieczyszczenia Kind of contamination	Stopień zanieczyszczenia Degree of contamination					
	Przed dekontaminacją Before decontamination			Po dekontaminacji After decontamination		
	min. – max.	średni mean	% prób powyżej normy % of samples above the standard	min – max	średni mean	% prób powyżej normy % of samples above the standard
Bakterie tlenowe [jtk/g] Aerobic bacteria [cfu/g]	$3,8 \times 10^5 - 1,4 \times 10^8$	$3,8 \cdot 10^7$	100	$4,5 \cdot 10^2 - 8,1 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	40
Grzyby pleśniowe [jtk/g] Fungi [cfu/g]	$1,4 \times 10^4 - 5,0 \times 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	100	$1 - 2,6 \cdot 10^2$	49	0
Miano coli Titre of coli forms	0,1 - 0,00001	-	80	> 0,1 - 0,1	-	0
Miano <i>Escherichia coli</i> Titre of <i>Escherichia coli</i>	0,1 - 0,00001	-	80	> 0,1	-	0
Obecność bakterii <i>Salmonella</i> w 25 g surowca Occurrence of <i>Salmonella</i> in 25 g raw material	0 - 1	-	10	nb	-	nb

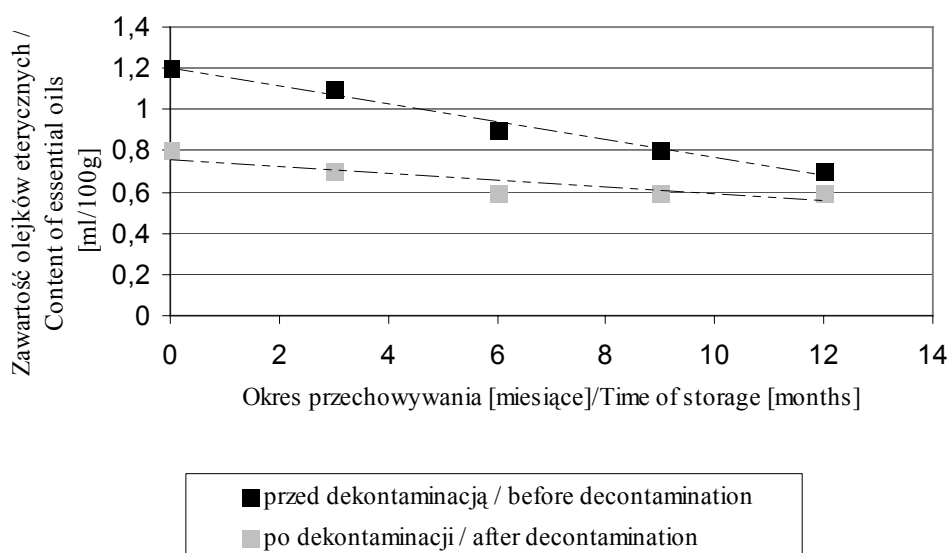
nb – nieobecne/ not occurring

Przeciętnie 1 g przyprawy zawierał $3,8 \cdot 10^7$ komórek bakterii tlenowych oraz $1,4 \cdot 10^5$ zarodników pleśni – wartości powyżej normy w obu przypadkach notowano w 100% prób. Stan sanitarny 80% badanych prób kolendry przed dekontaminacją był niezadowolający. W jednej partii nieoczyszczonej kolendry wykryto obecność bakterii

Salmonella. Wysoki stopień zanieczyszczenia kolendry wykazywano też w innych badaniach [1, 12].

Po dekontaminacji, w kolendrze mielonej uzyskano wysoką, zgodną z wymaganiami określonymi w normie przedmiotowej [8], czystość mikrobiologiczną, w odniesieniu do grzybów pleśniowych i pałeczek z grupy coli, natomiast liczba bakterii tlenowych w 40% prób była nieznacznie wyższa od dopuszczalnego limitu zanieczyszczenia tymi drobnoustrojami, wynoszącego 10^5 jtk/g. W oczyszczonej kolendrze nie stwierdzono obecności bakterii *Salmonella* (tab. 3).

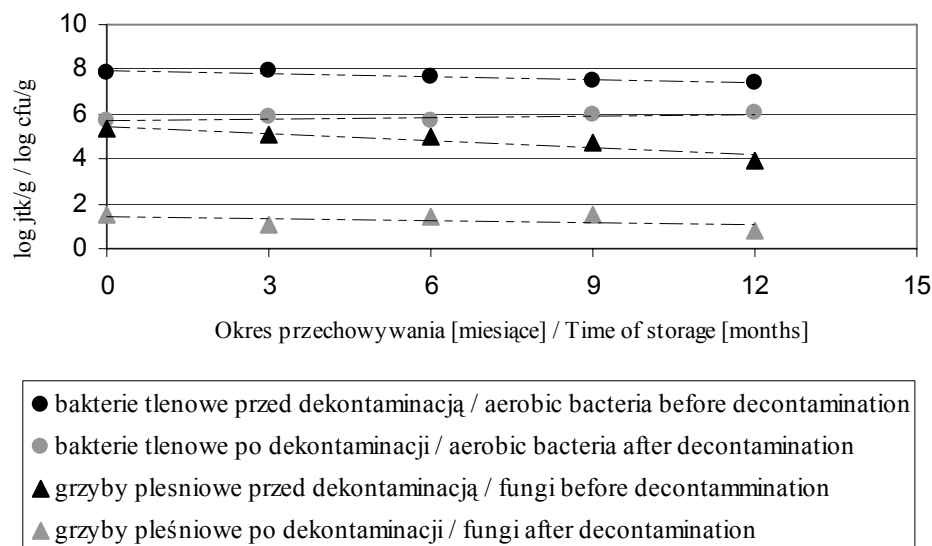
W trakcie przechowywania, zarówno w próbach kolendry mielonej przed, jak i po dekontaminacji, nie obserwowano zmiany barwy, natomiast z upływem czasu przechowywania wyraźnemu osłabieniu ulegało natężenie smaku i zapachu przyprawy. W oznaczeniach fizykochemicznych notowano stopniowe straty olejków eterycznych, sięgające ok. 40% w próbach nieoczyszczonych i około 25% w próbach oczyszczonych po 12 miesiącach ich przechowywania (rys. 1).



Rys. 1. Zmiany zawartości olejków eterycznych w kolendrze mielonej podczas przechowywania.

Fig. 1. Changes in the content of essential oils in the ground coriander during its being stored.

Liczba bakterii tlenowych w czasie przechowywania kolendry uległa niewielkiemu zmniejszeniu w próbach przed dekontaminacją i zwiększeniu w próbach po dekontaminacji. Liczba grzybów pleśniowych w próbach nieoczyszczonych również ulegała zmniejszeniu, podczas gdy w próbach oczyszczonych wykazywała nieznacznie zmienne tendencje (spadkowe i wzrostowe) w ciągu całego roku (rys. 2).



Rys. 4. Zmiany stopnia zanieczyszczenia kolendry mielonej bakteriami tlenowymi i grzybami pleśniowymi podczas przechowywania.

Fig. 4. Changes in the degree of contamination of the ground coriander caused to aerobic bacteria and fungi during its being stored.

Zanieczyszczenie pałeczkami z grupy coli i pałeczkami *Escherichia coli* nie zmieniało się w ciągu całego okresu przechowywania kolendry.

Wnioski

1. Jakość sensoryczna kolendry mielonej po procesie dekontaminacji uległa obniżeniu. Straty olejków eterycznych w efekcie procesu oczyszczania zmodyfikowaną metodą z zastosowaniem pary wodnej były wysokie i wynosiły ok. 40%.
2. Proces dekontaminacji, według technologii stosowanej w skali produkcyjnej w Oddziale Koncentratów IBPRS, skutecznie zmniejszył zanieczyszczenie mikrobiologiczne kolendry w odniesieniu do wszystkich badanych drobnoustrojów.
3. Dwunastomiesięczny okres przechowywania nieoczyszczonych i oczyszczonych prób kolendry mielonej w kontrolowanych warunkach wpłynął na zmniejszenie zawartości olejków eterycznych (zwłaszcza kolendry nieoczyszczonej) lecz nie wpływał na jakość mikrobiologiczną przyprawy.
4. Obniżenie jakości sensorycznej i wysokie straty olejków eterycznych podczas oczyszczania kolendry oraz zbyt małe zmniejszenie zanieczyszczenia bakteriami tlenowymi sugerują potrzebę modyfikacji parametrów technologicznych zastosowanego procesu dekontaminacji.

5. Do przechowywania produktu należałoby zastosować opakowanie efektywniej chroniące produkt przed ulatnianiem się olejków eterycznych.

Literatura

- [1] Kamiński E., Wąsowicz E., Zawirska-Wojtasiak R., Czaczyk K., Trojanowska K.: Effect of irradiation dose on sensory characteristics and microbiological contamination of chosen seasonings. *Acta Aliment.*, 1991, **17**, **1**, 79-87.
- [2] Korbias E., Kwiatkowski F., Remiszewski M., Liszkowski Z.: Sposób ciągłej sterylizacji przypraw i innych surowców pochodzenia roślinnego oraz urządzenie do ciągłej sterylizacji. Patent 189396, 2004.
- [3] Kostrzewa E., Owczarczyk B.: Wybrane zagadnienia dotyczące przypraw ziołowych stosowanych w przemyśle spożywczym. W: Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin przetwórstwa żywności. Zioła i przyprawy ziołowe, T.3 - pod red. J.R. Warchalewskiego, Seminarium z cyklu „Związki nauki z praktyką” POLAGRA '96. Wyd. PTTŻ. Poznań 1996, s. 47-52.
- [4] Lescano G., Narvaiz P., Kairiyama E.: Sterilization of spices and vegetable seasonings by gamma radiation. *Acta Aliment.*, 1991, **20**, **3/4**, 233-242.
- [5] PN-A-75052/11:1990 – Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności, miana i najbardziej prawdopodobnej liczby pałeczek grupy coli.
- [6] PN-A-75052/12:1990 – Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Oznaczanie obecności i miana pałeczek *Escherichia coli*.
- [7] PN-R-87019:1991 – Surowce zielarskie. Pobieranie próbek i metody badań.
- [8] PN-A-86957:1997 – Przyprawy ziołowe. Kolendra.
- [9] PN-EN ISO 4833:1999 – Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby drobnoustrojów tlenowych. Metoda liczenia kolonii w 30°C.
- [10] PN-EN ISO 7954 :1999 Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni. Metoda płytkowa w 25°C.
- [11] PN-EN ISO 6579:2002 – Ogólne zasady metod wykrywania pałeczek *Salmonella*.
- [12] Sekulska M.: Ocena mikrobiologiczna wybranych przypraw. *Przegl. Ferm. Owoc.-Warz.*, 1993, **2**, 16-17.
- [13] Sharma A. Ghanekar A.S., Padwal-Desai S.R., Nadkarni G.B.: Microbial status and antifungal properties of irradiated spices. *J. Agric. Food Chem.*, 1984, **32**, 1061-1063.
- [14] Skąpska S., Kostrzewa E., Jendrzeczak Z., Bal K., Karłowski K., Fonberg-Broczek M., Porowski S., Morawski A.: Wpływ wysokiego ciśnienia (UHP) i temperatury na zawartość lotnych składników i piperyny w pieprzu czarnym (*Piper nigrum* L.). *Herba Polonica*, 2002, **48**, **3**, 120-128.
- [15] Sorensen S.: Process for sterylizing spices. Patent US 4910027, USA 1990.ZN-94/SGO-01. Tłuszcze roślinne jadalne. Oleje tłoczone na zimno.

QUALITY ASSESSMENT OF GROUND CORIANDER DECONTAMINATED WITH THE USE OF STEAM AND ITS STORAGE STABILITY

Summary

The objective of the study was to assess the sensory, physicochemical and microbiological properties of ground coriander decontaminated with the use of steam, and to determine its stability during a 12 month storage period.

The following parameters were determined in the contaminated and decontaminated coriander samples under analysis: water content, content of essential oils, total and insoluble ash, aerobic bacteria count, counts of fungi and coliforms, and occurrence of *Salmonella*.

It was found that the sensory quality of coriander after the decontamination was slightly worse. Upon the completed decontamination process, all the assessed physicochemical properties were in conformity with the requirements as pointed out in the relevant Polish Standard including the content of essential oils, although the latter decreased by about 40% in the decontaminated ground coriander samples compared to the initial raw samples. The process of decontamination effectively decreased the degree of microbiological contamination; there were only 4 samples of ground coriander with the total aerobic bacterial count slightly exceeding the acceptable rate.

During the storage period, the aroma and taste of coriander became less intensive, while the colour remained unchanged. After a 12 months storage period, the content of essential oils decreased by 40 and 25%, on average, in the samples analysed before and after the decontamination process, respectively. The contamination rate caused by aerobic bacteria and coliforms was similar to the rate at the beginning of the storage period, however, the count of fungi slightly changed.

Key words: ground coriander, decontamination, steam, essential oils, microbiological quality ☒

AGATA MARZEC, PIOTR P. LEWICKI, EWA JAKUBCZYK

BADANIE JAKOŚCI KRAKERSÓW METODĄ EMISJI AKUSTYCZNEJ

Streszczenie

Celem pracy było wyznaczenie parametru akustycznego opisującego zmiany jakości krakersów w funkcji aktywności wody (a_w). Zakres pracy obejmował analizę takich deskryptorów akustycznych, które można by zastosować do opisu utraty kruchości w wyniku sorpcji wody przez krakersy. Wykazano, że wzrastająca aktywność wody istotnie wpływa na zmianę jakości krakersów, przejawiającą się stopniowym zanikiem emisji akustycznej. Liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości maleją ze wzrostem aktywności wody w krakersach, ale w zakresie a_w od 0,2 do 0,4 zmiany te nie są statystycznie istotne. Liczba zdarzeń i współczynnik kruchości mogą służyć do wyznaczenia zmian jakości krakersów. Osiągnięcie przez nie a_w około 0,5 powoduje utratę kruchości, o czym świadczy krytyczna aktywność wody wyznaczona z równania Fermiego.

Słowa kluczowe: krakersy, emisja akustyczna, kruchość, aktywność wody (a_w), właściwości mechaniczne

Wprowadzenie

Jedną z głównych cech świadczących o dobrej jakości krakersów jest ich kruchość i chrupkość. Cechy te można kontrolować metodami akustycznymi przez pomiar dźwięku generowanego w procesie kruszenia produktów spożywczych. Głównym powodem utraty kruchości jest wzrost zawartości wody w produktach zbożowych, jako rezultat jej sorpcji z otoczenia lub transportu wewnątrz produktu. Badania wpływu aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury krakersów wykazały, że decydujące znaczenie mają wyróżniki akustyczne. W odróżnieniu od wyróżników kinestetycznych są one wysoko skorelowane z jakością ogólną krakersów [1]. Dźwięk emitowany przez pieczywo chrupkie jest bardzo czułym wskaźnikiem jakości tekstury, a niekorzystny wpływ wody objawia się małą intensywnością dźwięku [4]. Większość opisanych deskryptorów emisji akustycznej stosowanych do oceny produktów spożywczych to po-

Dr inż. A. Marzec, prof. dr hab. Piotr P. Lewicki, dr inż. E. Jakubczyk, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, e-mail: agata_marzec@sggw.pl

ziom lub głośność dźwięku, energia dźwięku i liczba pików. Mniej uwagi poświęcono analizie częstotliwości widma emitowanego dźwięku [3].

Celem pracy było wyznaczenie deskryptora akustycznego opisującego zmiany kruchości krakersów w funkcji aktywności wody.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były krakersy „Lajkonik”. Ciastka były przechowywane w eksykatorach o wilgotności względnej powietrza od 0 do 70% w celu uzyskania różnej aktywności wody w materiale. We wszystkich badanych próbkach oznaczano zawartość wody wg PN [6] i aktywność wody (a_w) za pomocą higrometru Hygroskop DT 2 firmy Rotronic.

Krakersy po osiągnięciu stanu równowagi z otoczeniem były łamane w maszynie wytrzymałościowej Zwick 1445 z prędkością 1 mm/s [2].

Emisję akustyczną (EA) rejestrowano akcelerometrem piezoelektrycznym typu 4381 firmy Brüel&Kjer. Sygnał z akcelerometru był wzmacniany 40 dB i podawany na wejście mikrofonowe karty dźwiękowej Delta 44 pracującej z częstotliwością próbkowania 44,1 kHz. Dźwięk analizowano w zakresie częstotliwości od 1 do 15 kHz.

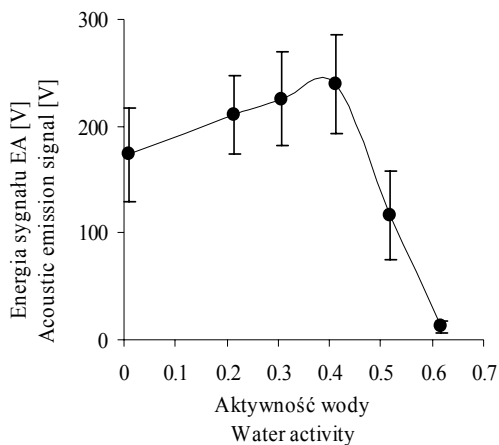
Na podstawie wykresów amplitudowo-czasowych wyznaczano energię zarejestrowanego sygnału akustycznego, liczbę zdarzeń emisji akustycznej oraz współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej, który jest ilorazem energii sygnału emisji akustycznej w paśmie wysokich częstotliwości oraz energii sygnału w paśmie niskich częstotliwości [5]. Współczynnik kruchości wyznaczano jako iloraz liczby zdarzeń emisji akustycznej do pracy łamania krakersów. Zmiany deskryptorów akustycznych i współczynnika chrupkości w funkcji a_w opisano równaniem Fermiego [7].

Badania wykonano w 10 powtórzeniach. Deskryptory EA wyznaczano w odniesieniu do 4-sekundowych zapisów dźwięku. W celu określenia czy uzyskane wartości parametrów reprezentują badaną próbę, czy różnią się istotnie, przeprowadzono wnioskowanie statystyczne na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji z powtórzeniami przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

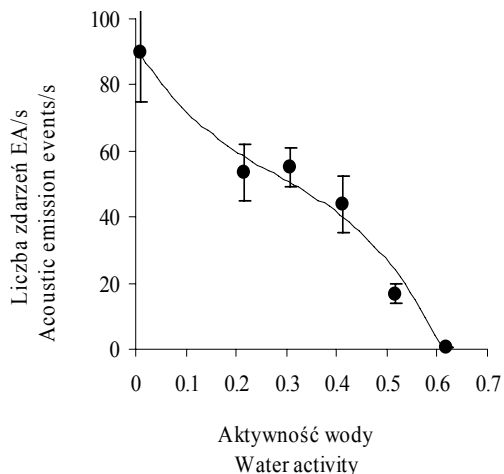
Wyniki i dyskusja

Energia akustyczna badanych krakersów nie zmieniała się do aktywności wody 0,41, dalsza sorpcja wody powodowała spadek intensywności dźwięku (rys. 1). Liczba zdarzeń emisji akustycznej malała ze wzrostem a_w (rys. 2). Przyczyną tego jest zróżnicowany rozkład naprężeń w produktach suchych i wilgotnych [2].

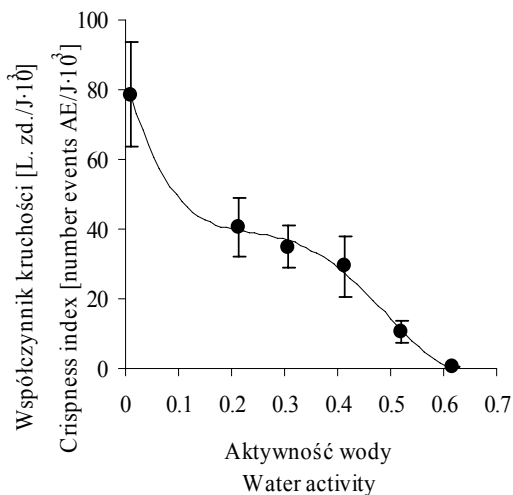
Wykazano, że kruchość krakersów malała wraz ze zwiększaniem się w nich zawartości wody, jednak w przedziale a_w od 0,20 do około 0,41 różnice były statystycznie nieistotne (rys. 3). Podobne prawidłowości zaobserwowano w badaniach sensorycznych krakersów metodą ilościowej analizy opisowej w funkcji aktywności wody [1].



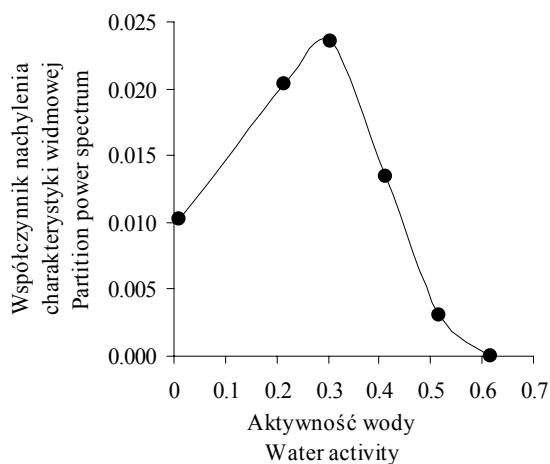
Rys. 1. Wpływ aktywności wody na energię sygnału emisji akustycznej krakersów.
Fig. 1. Effect of water activity on the acoustic emission signal energy of crackers.



Rys. 2. Wpływ aktywności wody na liczbę zdarzeń emisji akustycznej krakersów.
Fig. 2. Effect of water activity on the number of acoustic emission events of crackers.



Rys. 3. Wpływ aktywności wody na współczynnik kruchości krakersów.
Fig. 3. Effect of water activity on the crispness index of crackers.



Rys. 4. Wpływ aktywności wody na współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej krakersów.
Fig. 4. Effect of water activity on the partition power spectrum slope of crackers.

Analizowano uśrednioną charakterystykę widmową zarejestrowanych sygnałów. Widma akustyczne badanych ciastek cechowały się występowaniem dwóch charakterystycznych pasm częstotliwości 2-3 kHz i 14 kHz o zwiększonej gęstości sygnału.

W związku z tym obliczono bezwymiarowy współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej. Jego wartość do $a_w = 0,30$ rosła, a następnie powyżej tej aktywności wody malała (rys. 4). Oznacza to, że w krakersach o niskiej aktywności wody występowała generacja i propagacja dźwięków o niskiej częstotliwości. Zmiany powyższych parametrów w funkcji a_w zostały opisane równaniem Fermiego. Równanie to służy do wyznaczenia krytycznej a_w , powyżej której występuje zmiana jakości wywołana zwiększeniem zawartości wody w produkcie.

Wykazano, że utrata kruchości krakersów wyrażała się stopniowym zanikiem emisji akustycznej, a krytyczna aktywność wody wynosiła 0,47 w przypadku analizy liczby zdarzeń, współczynnika kruchości i współczynnika nachylenia charakterystyki widmowej, zaś przy energii sygnału $a_{wc} = 0,52$.

Wyznaczona krytyczna aktywność wody deskryptorów akustycznych krakersów była zbliżona do tej, przy której Lewicki i wsp. [2] odnotowali zmianę mechanizmu niszczenia. Pogorszenie jakości tekstury krakersów badanych sensorycznie obserwowano przy $a_w = 0,52$ [1].

Spośród analizowanych deskryptorów dźwięku liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości mogą być, zdaniem autorów, stosowane do oceny jakości krakersów.

Tabela 1

Parametry równania Fermiego zastosowanego do opisu wpływu aktywności wody na jakość krakersów ($0,20 < a_w < 0,61$).

Coefficients in the Fermi equation applied to describe the effect of water activity on the quality of crackers ($0,20 < a_w < 0,61$).

Deskryptory opisujące jakość krakersów Acoustic descriptors describing the quality of crackers	a_{wc}	Y	b	r^2
Energia akustyczna sygnału Acoustic emission signal energy	0,52	225,75	0,050	0,985
Liczba zdarzeń EA Number of acoustic events	0,48	54,65	0,044	0,996
Współczynnik kruchości Crispness index	0,47	38,69	0,049	0,991
Współczynnik nachylenia charakterystyki widmowej Partition power spectrum slope	0,47	0,02	0,039	0,979

Wnioski

1. Wzrastająca aktywność wody statystycznie istotnie wpływa na zmiany jakości krakersów, wyrażające się stopniowym zanikiem emisji akustycznej.
2. Liczba zdarzeń emisji akustycznej i współczynnik kruchości maleją ze wzrostem aktywności wody w krakersach i mogą służyć do wyznaczania zmian ich jakości.
3. W zakresie aktywności wody od 0,2 do 0,4 krakersy pozostają kruche, a osiągnięcie przez nie a_w około 0,5 powoduje utratę kruchości, o czym świadczy krytyczna aktywność wody wyznaczona z równania Fermiego.

Praca naukowa finansowana ze środków KBN w latach 2003-2006 (3 P06T 040 25)

Literatura


- [1] Gondek E., Marzec A.: Wpływ aktywności wody na sensoryczną ocenę tekstury i jakość ogólną krakersów. Inżynieria Rolnicza (praca przyjęta do druku), Kraków 2005.
- [2] Lewicki P.P., Jakubczyk E., Marzec A., Cabral M. C.C., Periera P. M.: Wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne suchych produktów zbożowych. Acta Agrophysica, 2004, **2** (4), 381-391.
- [3] Luyten H., Plijter J.J., Van Vliet T.: Crispy/crunchy crusts of cellular solid foods: a literature review with discussion. J. Texture Studies, 2004, **35**, 445-492.
- [4] Marzec A.: Wpływ aktywności wody na właściwości mechaniczne i akustyczne pieczywa chrupkiego. Praca doktorska. Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji. SGGW. Warszawa 2002.
- [5] Marzec A., Lewicki P.P., Ranachowski Z., Dębowski T.: The influence of moisture content on spectral characteristic of acoustic signals emitted by flat bread samples. Proceedings of the AMAS Course on Non-destructive Testing of Materials and Structures. (eds. J. Deputat, Z. Ranachowski) Centre of Excellence for Advanced Materials and Structures. Warszawa 2002, pp.127-135.
- [6] PN-84/A-88027. Wyroby cukiernicze trwałe. Oznaczanie zawartości suchej masy.
- [7] Tesch R., Normand M., Peleg M.: Comparison of the acoustic and mechanical signatures of two cellular crunchy cereal foods at various water activity levels. J. Sci. F. Agr., 1996, **70**, 347-352.

CRACKER QUALITY ASSESSMENT USING AN ACOUSTIC EMISSION METHOD

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine an acoustic parameter describing quality changes in crackers as a function of water activity (a_w). The scope of the study comprised the analysis of acoustic descriptors, which could be applied to describe losses of crispness owing to water sorption by crackers. It was found that the increasing water activity significantly influenced a change in the quality of crackers manifested by the gradual fading of the acoustic emission. The number of acoustic events and the crispness index decreased with the increasing water activity in crackers, however, as for a_w in the range from 0.2 to 0.4, those changes were not statistically significant. The number of events and the crispness index can be used to determine changes in the quality of crackers. With a_w reaching a level of about 0.5, losses

in the crispness were produced, and it was evidenced by the critical water activity determined using a Fermi equation.

Key words: acoustic emission, crackers, crispy, water activity (a_w), mechanical properties 

AGNIESZKA NOWAK

JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA SERA TOFU PAKOWANEGO PRÓŻNIOWO

Streszczenie

Celem badań była ocena stanu mikrobiologicznego próżniowo pakowanego sera tofu oraz określenie dominujących rodzajów drobnoustrojów w zależności od temperatury przechowywania. Tofu przechowywano w temperaturze 4, 10 i 20°C. W trakcie przechowywania oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów z uwzględnieniem psychrotrofów oraz bakterii kwaszących. Dominujące bakterie były izolowane w celu określenia ich przynależności gatunkowej. Jakość mikrobiologiczna produktu przechowywanego chłodniczo, przez cały okres przydatności do spożycia, była właściwa. W produkcie przechowywanym w temp. 10 i 20°C zaobserwowano nadmierny wzrost liczby mikroorganizmów już podczas pierwszego tygodnia przechowywania. W produkcie zepsutym dominowały cztery gatunki bakterii *Bacillus marinus*, *B. licheniformis*, *B. firmus* i *B. alvei*.

Słowa kluczowe: tofu, jakość mikrobiologiczna, pakowanie próżniowe

Wprowadzenie

Tofu, w wielu krajach, jest jednym z najpopularniejszych wysokobiałkowych niefermentowanych produktów sojowych, o utrwalonej tradycją metodzie wytwarzania. Mleczko sojowe poddawane jest koagulacji, najczęściej z użyciem siarczanu(VI) magnezu, siarczanu(VI) wapnia, chlorku wapnia, glukonolaktonu. Powstały po tym procesie supernatant jest usuwany, a ser przenoszony do perforowanych pojemników i prasowany w celu uzyskania jednolitych bloków. W zależności od końcowej zawartości wody oraz rodzaju koagulanta produkt może mieć odmienną strukturę. Koagulacja z użyciem siarczanu(VI) wapnia prowadzi do uzyskania produktu o silnie ziarnistej strukturze, z kolei wykorzystanie związków magnezu przyczynia się do otrzymania tofu o strukturze żelowej [9]. Jeszcze inną, bardziej delikatną odmianę stanowi tzw. tofu jedwabiste, uzyskiwane dzięki zastosowaniu glukonolaktonu oraz przez nie oddzielanie serwatki [1]. W Polsce tofu nie należy do produktów popularnych, jednak

Dr inż. A. Nowak, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Politechnika Łódzka, 90-924 Łódź, ul. Wólczańska 171/173, anowak@p.lodz.pl

zmieniające się upodobania dietetyczne naszych konsumentów i coraz częstszy wybór żywienia wegetariańskiego przyczynia się do wzrostu zainteresowania tym produktem. Tofu ze względu na swój skład chemiczny (wysoka zawartość białka), jak również pH bliskie obojętnemu, stanowi doskonałe środowisko rozwoju mikroorganizmów. Z tego względu producent dbający o jakość i bezpieczeństwo produktu zobligowany jest do stosowania nowych technologii, gwarantujących przedłużenie jego trwałości. Równocześnie konsument oczekuje wyrobu pozbawionego dodatków konserwujących. W praktyce uzyskanie właściwej trwałości produktu spożywczego, bez konieczności stosowania wysokiego poziomu jednego czynnika utrwalającego, możliwe jest dzięki wykorzystaniu teorii płotków Leistnera [4]. Produkowany w Polsce ser tofu utrwalany jest dzięki kombinacji trzech czynników: temperatury podczas obróbki termicznej (pasteryzacja lub sterylizacja), zmiany atmosfery gazowej wokół produktu (pakowanie próżniowe), temperatury w procesie przechowywania (przechowywanie chłodnicze). Właściwy dobór wielkości poszczególnych czynników utrwalających pozwala na maksymalne wydłużenie terminu przydatności do spożycia, przy jednoczesnym obniżeniu kosztów ekonomicznych.

Ze względu na powyższe przesłanki podjęto badania mające na celu ocenę stanu mikrobiologicznego próżniowo pakowanego sera tofu oraz określenie dominujących rodzajów drobnoustrojów w zależności od temperatury przechowywania.

Wyniki poddano analizie statystycznej, obliczając wartości średnie, odchylenia standardowe oraz istotność różnic testem t-Studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowił ser tofu wytworzony z mleczka sojowego, zakupiony bezpośrednio od producenta, pochodzący z jednej partii produkcyjnej. W celu przedłużenia trwałości produktu producent zastosował pasteryzację surowca (temp. 90°C, 30 min) oraz pakowanie próżniowe sera w wysokobariową, wielowarstwową folię PAPE. W przeprowadzonych badaniach czynnikiem zmiennym była temperatura składowania - tofu przechowywano w temp. 4, 10 i 20°C przez deklarowany przez producenta okres przydatności do spożycia, wynoszący 8 tygodni. W odstępach siedmiodniowych, metodami normatywnymi [5, 6, 7], określano ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) z uwzględnieniem grupy bakterii psychrotrofowych oraz kwaszących. Wszystkie oznaczenia powtarzano trzykrotnie, a poziom detekcji wynosił 10 jtk/g. W trakcie przechowywania dokonywano również oceny sensorycznej produktu - struktury, barwy oraz zapachu.

Prowadzono wstępną diagnostykę wyizolowanej mikroflory. Obejmowała ona określenie cech morfologicznych, hodowlanych, metabolizmu glukozy, barwienie metodą Grama, test na obecność oksydazy oraz katalazy. Ocenie poddawano typy morfologiczne reprezentujące ponad 10% ogólnej populacji (5 kolonii z każdej płytki). Przy-

należność gatunkową dominujących bakterii określano stosując testy API50CH oraz API 20E.

Wyniki i dyskusja

Wyjściowy stan mikrobiologiczny tofu cechowała niewielka ogólna liczba drobnoustrojów, która wynosiła $1,3 \cdot 10^2$ jtk/g. Na założonym poziomie detekcji (>10 jtk/g) nie stwierdzono obecności psychrotrofów oraz bakterii kwaszących (tab. 1). Przechowywanie badanego materiału w temp. 4°C w pełni zabezpieczało produkt przed namnożeniem mikroflory zanieczyszczającej. Po niewielkim przyroście ogólnej liczby drobnoustrojów (o jeden rząd logarytmiczny) w ciągu pierwszych dni przechowywania w tej temperaturze nie stwierdzono statystycznie istotnych zmian liczby badanych grup drobnoustrojów. Przez cały okres przydatności do spożycia ser charakteryzował się właściwą strukturą, barwą oraz zapachem (tab. 2). Uzyskanych wyników nie można porównać z wymaganiami normatywnymi, ponieważ w chwili obecnej w Polsce brak jest stosownych regulacji dla tego typu produktów.

OLD w tofu przechowywanym w temp. 10°C już po siedmiu dniach wzrosła o 4 cykle logarytmiczne, a w produkcie przechowywanym w temp. 20°C o 6 cykli log. Maksymalne namnożenie drobnoustrojów (do poziomu 10^{10} jtk/g) oznaczono po dwutygodniowym przechowywaniu produktu w temp. 20°C . W tych warunkach temperaturowych stopniowo wzrastał również procentowy udział bakterii kwaszących w ogólnej liczbie drobnoustrojów. Pod koniec okresu przydatności do spożycia liczebność tej grupy była rzędu $10^4 - 10^6$ jtk/g, w zależności od warunków przechowywania. Wyższe wartości temperatury (10 i 20°C) stymulowały również rozwój bakterii psychrotrofowych, których końcowa liczba wynosiła 10^3 jtk/g (tab. 1). Nadmierne namnożenie się mikroorganizmów przyczyniło się do niekorzystnych zmian wyróżników jakości sensorycznej produktu – struktury, konsystencji oraz zapachu. Na podstawie uzyskanych wyników (tab. 1 i 2) można przypuszczać, że niekorzystne zmiany sensoryczne pojawiają się przy namnożeniu bakterii kwaszących rzędu $10^3 - 10^4$ jtk/g. Ashraf i wsp. [1] przebadali 60 prób tofu pochodzących z handlu detalicznego. Próby różniły się między sobą sposobem pakowania i przechowywania. Ogólna liczba drobnoustrojów wahała się w zakresie od 0 do $7,8 \cdot 10^7$ jtk/g, przy czym największą liczebność drobnoustroje osiągnęły w próbach nieopakowanych, nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic pomiędzy próbkami zapakowanymi w różnego typu materiały opakowaniowe. W literaturze spotyka się również informacje na temat obecności bakterii z grupy coli w serze tofu [8], czy przypadkach shigellozy związanych ze spożyciem tego produktu [3].

Tabela 1

Jakość mikrobiologiczna tofu podczas przechowywania.
Microbial quality of the tofu stored.

Temperatura przechowywania Storage temperature [°C]	Okres przechowywania [dni] Storage period [days]	Ogólna liczba mikroorganizmów Total count of micro-organisms	Psychrotrofy Psychrotrophs	Bakterie kwaszące Acidifying bacteria
		$X_{\text{sr}} \pm \text{SD}$ log [jtk/g] log [cfu/g]		
4	0	2,12±0,28	nd	nd
	7	3,21±0,44	nd	nd
	14	3,47±0,25	nd	nd
	21	3,11±0,38	nd	nd
	28	3,25±0,31	nd	nd
	35	3,45±0,29	nd	nd
	42	3,22±0,38	nd	nd
	49	2,96±0,31	nd	nd
10	0	2,12±0,28	nd	nd
	7	6,85±0,41	nd	1,73±0,12
	14	9,08±0,66	nd	2,52±0,15
	21	8,76±0,39	nd	3,00±0,27
	28	8,81±0,65	nd	3,54±0,27
	35	8,83±0,72	nd	3,82±0,33
	42	9,11±0,67	1,95±0,06	3,95±0,41
	49	8,99±0,95	3,18±0,25	4,54±0,35
56	8,73±0,55	3,43±0,31	4,62±0,41	
20	0	2,12±0,28	nd	nd
	7	8,37±0,42	nd	3,91±0,25
	14	10,31±0,97	nd	4,57±0,38
	21	9,53±0,88	nd	5,30±0,21
	28	9,57±0,65	nd	5,71±0,44
	35	9,87±0,78	nd	5,55±0,48
	42	10,03±0,73	1,35±0,12	5,62±0,51
	49	9,82±0,88	3,61±0,32	6,00±0,52
56	9,56±0,71	3,97±0,25	6,43±0,66	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

x_{sr} wartość średnia / mean value; SD odchylenie standardowe / standard deviation; nd – nie wykryto / not detected.

Tabela 2

Cechy sensoryczne tofu.

Sensory characteristics of the tofu.

Temperatura przechowywania Storage temperatures [°C]	Okres przechowywania [dni] Storage period [days]	Cecha Characteristics			
		Struktura Structure	Barwa Colour	Zapach Odour	
4	0	Zwarta Dense	Typowa dla produktu (jasnokremowa) Typical for the product (light-beige)	Typowy dla produktu Typical for the product	
	7				
	14				
	21				
	28				
	35				
	42				
	49				
10	0	Zwarta Dense	Typowa dla produktu Typical for the product	Typowy dla produktu Typical for the product	
	7				
	14				
	21				
	35	Luźna Loose	Typowa dla produktu Typical for the product	Lekko kwaśny Lightly sour	
					42
					49
					56
20	0	Zwarta Dense	Typowa dla produktu Typical for the product	Typowy dla produktu Typical for the product	
	7	Luźna Loose	Typowa dla produktu Typical for the product	Lekko kwaśny Lightly sour	
					14
					21
					28
	35	Bardzo luźna Very loose	Typowa dla produktu Typical for the product	Kwaśny Sour	
					42
	49	Bardzo luźna Very loose	Typowa dla produktu Typical for the product	Bardzo kwaśny Very sour	
					56

Dominującą mikroflorę tofu przed upływem terminu przydatności do spożycia, niezależnie od temperatury przechowywania, stanowiły laseczki z rodzaju *Bacillus* (tab. 3). W produkcji tym stwierdzono również obecność ziarniaków z rodzaju *Micro-*

coccus oraz pałeczek *Propionibacterium* sp. Rodzaj *Bacillus* reprezentowany był przez cztery gatunki – *B. marinus*, *B. licheniformis*, *B. firmus* i *B. alvei*.

Tabela 3

Mikroflora [%] wyizolowana z tofu po 56 dniach przechowywania w różnych wartościach temperatury.
Microflora [%] isolated from the tofu after it has been stored for 56 days at different temperatures.

Mikroorganizm Micro-organism	Temperatura przechowywania [°C] Storage temperature		
	4	10	20
<i>Micrococcus</i> sp.	20	10	-
<i>Propionibacterium</i> sp.	5	7	5
<i>Bacillus marinus</i>	32	15	10
<i>Bacillus licheniformis</i>	43	44	45
<i>Bacillus firmus</i>	-	26	35
<i>Bacillus alvei</i>	-	-	5

Końcowy skład mikroflory zdeterminowany jest niewątpliwie jakością surowca, czystością mikrobiologiczną powietrza w otoczeniu produkcyjnym, parametrami procesu pasteryzacji oraz temperaturą przechowywania gotowego produktu. Laseczki *Bacillus* sp., jako fakultatywne tlenowce, są zdolne do wzrostu w produkcie pakowanym próżniowo, jednocześnie dzięki zdolności do tworzenia przetrwalników mogą przeżywać proces pasteryzacji. Zauważyć należy, że w tofu przechowywanym w temp. 4°C nie stwierdzono obecności laseczek *B. firmus* i *B. alvei*, ten ostatni gatunek został zidentyfikowany jedynie w produkcie przechowywanym w temp. 20°C. Gatunki *B. licheniformis* oraz *B. firmus* zostały wykryte również przez Dakwa i wsp. [2], jako dominująca mikroflora innego produktu sojowego o nazwie dawadawa. Produkt ten powstaje w wyniku spontanicznej fermentacji gotowanego uprzednio ziarna sojowego.

Wnioski

1. Podwyższona temperatura przechowywania tofu powodowała nadmierne namnożenie drobnoustrojów, dlatego standardem powinno być chłodnicze składowanie tego sera w łańcuchu dystrybucji.
2. Produkt przechowywany w temp. 4°C zachował wysoką jakość mikrobiologiczną przez cały okres przydatności do spożycia.
3. W serze zepsutym dominowały laseczki z gatunków *Bacillus marinus*, *B. licheniformis*, *B. firmus* i *B. alvei*.

Literatura

- [1] Ashraf H. R., White M., Klubek B.: Microbiological survey of tofu sold in rural Illinois country. *J. Food Prot.*, 1999, **62**, 1050-1053.
- [2] Dakwa S., Sakyi-Dawson E., Diako C., Annan N. T., Amoa-Awua W. K.: Effect of boiling and roasting on the fermentation of soybeans into dawadawa (soy-dawadawa). *Int. J. Food Microb.*, 2005, **104**, 69-73.
- [3] Lee L. A., Stephen M. O., McGee H. B., Johson D. R., Downes F. P., Cameron D. N., Bean N. H., Griffin P. M.: An outbreak of shigellosis at an outdoor music festival. *Am. J. Epid.*, 1991, **133** (6), 608-615.
- [4] Leistner L., Gould G. W.: Hurdle Technologies: Combination Treatment for Food Stability, Safety and Quality. Ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002.
- [5] PN-EN ISO 4833:2004 Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów - Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- [6] PN-ISO 15214:2002 Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej – Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- [7] PN-ISO 17410:2004 Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów psychrotrofowych.
- [8] Rehberger T. G., Wilson L. A., Glatz B. A.: Microbial quality of commercial tofu. *J. Food Prot.*, 1984, **47**, 177-181.
- [9] Wang H. L.: Tofu and tempeh as potential protein source in the western diet. *J. Am. Oil Chem. Assoc.*, 1984, **61**, 528-534.

MICROBIAL QUALITY OF VACUUM PACKED TOFU

Summary

The objective of the investigation was to assess the microbiological state of a vacuum packed tofu and to determine the predominating species of micro-organisms depending on the storage temperature. The tofu was stored at 4°C, 10°C, and 20°C. Whilst storing the tofu, the total count of micro-organisms was determined including the psychrotrophic bacteria and acidifying bacteria. The predominant colonies were isolated for the purpose of determining to what species they belonged. The microbial quality of tofu that was cold stored during its entire shelf life was proper. In the product stored at 10°C and 20°C, an excessive increase in the count of micro-organisms was noted as early as during the first week of storing the tofu. In the spoiled product, four species: *Bacillus marinus*, *B. licheniformis*, *B. firmus*, and *B. alvei* predominated.

Key words: tofu, microbial quality, vacuum packaging ☒

ELŻBIETA OŁTUSZAK-WALCZAK

JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA WYBRANYCH PRODUKTÓW GARMAŻERYJNYCH

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena jakości mikrobiologicznej produktów garmażeryjnych typu ready-to-eat i ready-to-cook, dostępnych w sieci handlu detalicznego. Wszystkie próby były badane w okresie przydatności do spożycia. Badania mikrobiologiczne, wykonane zgodnie z zaleceniami Polskich Norm, obejmowały oznaczenie: ogólnej liczby bakterii mezofilnych tlenowych, drożdży i pleśni, bakterii beztlenowych przetrwalnikujących, bakterii z grupy coli oraz bakterii chorobotwórczych *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ssp., *Bacillus cereus*.

Wyniki badań wykazały zróżnicowany stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego produktów. Większość badanych prób charakteryzowała się wysoką ogólną liczbą drobnoustrojów. Wskaźniki stanu sanitarnego wyrobów garmażeryjnych były na niskim poziomie, jednak większość produktów spełniała wymagania norm w tym zakresie. W badanych wyrobach nie stwierdzono obecności bakterii chorobotwórczych *Salmonella*, natomiast w jednej próbie stwierdzono obecność *Staphylococcus aureus* i w dwóch próbach *Bacillus cereus*.

Słowa kluczowe: wyroby garmażeryjne, jakość mikrobiologiczna, poziomy zanieczyszczeń, bezpieczeństwo zdrowotne

Wprowadzenie

Problematyka bezpieczeństwa i higieny żywności uważana jest za priorytetową, zwłaszcza po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Badania dotyczące określenia poziomu zanieczyszczeń mikrobiologicznych surowców i produktów gotowych mogą informować o higienie procesu lub nieprawidłowościach technologicznych, a także o zagrożeniach bezpieczeństwa konsumenta [2]. Ocena mikrobiologiczna produktu powinna dotyczyć określenia zarówno obecności drobnoustrojów chorobotwórczych, które mogą powodować zatrucia pokarmowe, jak również ilości mikroorganizmów niechorobotwórczych, odpowiedzialnych za pogorszenie cech smakowych i zapachowych, czego efektem końcowym jest zepsucie produktu [16]. Niektóre produkty garmażeryjne charak-

teryzują się dużą nietrwałością i krótkim okresem przydatności do spożycia, nieprzekraczającym 24-48 godz. Głównym źródłem drobnoustrojów obecnych w wyrobach garmażeryjnych są surowce, nieprzestrzeganie higieny produkcji i niewłaściwe warunki przechowywania. Na etapach pakowania produktów gotowych również często istnieje możliwość wtórnego zanieczyszczenia drobnoustrojami. Zabiegi termiczne stosowane podczas procesu wytwarzania w znacznym stopniu wpływają na ograniczenie liczby drobnoustrojów, jednak nie zapewniają ich jałowości ze względu na możliwość rozwoju mikroorganizmów przetrwalnikujących (*Bacillus*, *Clostridium*) lub ciepłoopornych (np. enterokoków). Badania mikrobiologiczne wyrobów garmażeryjnych prowadzone pod koniec lat 90. XX w. wskazywały, że produkty te (mięso mielone, hamburgery, befsztyk tatarski, sałatki garmażeryjne, galarety) były przyczyną zatruc pokarmowych wywołanych przez pałeczki *Salmonella* i gronkowce koagulazododatnie.

Celem badań była ocena jakości mikrobiologicznej wybranych produktów garmażeryjnych dostępnych w sieci handlowej.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były 24 próbki różnych rodzajów wyrobów garmażeryjnych wyprodukowanych przez krajowe zakłady i nabywane losowo w sieci handlu detalicznego. Oceniano stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego następujących produktów: pierogi z mięsem (4 próby), pierogi z kapustą i grzybami (3 próby), paszтет mięsny (3 próby), paszтет drobiowy (4 próby), sałatka jarzynowa (7 prób) i majonez (3 próby). Wyroby garmażeryjne w sklepach były przechowywane w ladach chłodniczych (produkty chłodzone) lub na półkach. Produkty były pakowane w jednostkowe opakowania wykonane z materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością (tacki, pojemniki polistyrenowe, folia PE/PA, słoiki), zawierały firmowe etykiety z oznakowaniem zgodnym z obowiązującym rozporządzeniem [14]. Zakupione produkty chłodzone były przechowywane w urządzeniu chłodniczym w kontrolowanej temp. 4°C i badane w terminie przydatności do spożycia, zadeklarowanym przez producenta.

Próbki do badań mikrobiologicznych przygotowano zgodnie z zaleceniami norm [4, 10]. Analiza mikrobiologiczna obejmowała:

- ogólną liczbę bakterii mezofilnych tlenowych w pożywce agarowej odżywczej [7],
- ogólną liczbę drożdży i pleśni w pożywce agarowej z chloramfenikolem [9],
- obecność bakterii beztlenowych przetrwalnikujących w pożywce Wrzoska [6],
- obecność bakterii z grupy coli w pożywce z laktozą i zielenią brylantową [5],
- obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* w pożywkach płynnych RVS i MKTTn oraz pożywkach agarowych XLD i BGA [12],
- liczbę gronkowców chorobotwórczych w pożywce Baird-Parkera [11],
- liczbę bakterii *Bacillus cereus* w pożywce agarowej MYP [8].

Posiewy wykonywano w 2 powtórzeniach, a liczbę drobnoustrojów wyrażano jako średnią arytmetyczną w postaci jednostek tworzących kolonie w odniesieniu do 1 g produktu (jtk/g).

Wyniki i dyskusja

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały zróżnicowany stopień kontaminacji badanych produktów (tab. 1). Ogólna liczba bakterii mezofilnych tlenowych zawierała się w przedziale 10^2 – 10^6 jtk/g. W ponad połowie prób (60%) wykazano zanieczyszczenie rzędu 10^4 – 10^5 jtk/g. Różni autorzy badający jakość mikrobiologiczną produktów spożywczych wskazują na podobny poziom zanieczyszczenia drobnoustrojami [3, 13, 15]. W Polskich Normach najczęściej nie określono wymagań dotyczących liczby bakterii obecnych w produktach, przyjmuje się, że drobnoustroje saprofityczne obecne w produkcie w ilości powyżej 10^6 jtk/g mogą spowodować zepsucie produktu.

Tabela 1

Ogólna liczba podstawowych grup drobnoustrojów w badanych produktach garmazeryjnych.
Total count of main groups of microorganisms in the food samples tested.

Produkt Product	Liczba prób Number of samples	Bakterie mezofilne tlenowe [jtk/g] Mesophilic aerobic bacteria [cfu/g]	Drożdże [jtk/g] Yeasts [cfu/g]	Pleśnie [jtk/g] Moulds [cfu/g]	Bakterie beztlenowe przetrwalnikujące [w 0,1g] Sporulating anaerobic bacteria [in 0,1g]
Pierogi z mięsem Minced meat dumplings	4	$5,3 \times 10^3$ - $6,1 \times 10^5$	<10 - $2,3 \times 10^3$	<10 - $2,5 \times 10^1$	nbc
Pierogi z kapustą i grzybami Mushroom and sauerkraut dumplings	3	$2,1 \times 10^4$ - $1,7 \times 10^5$	<10 - $5,7 \times 10^3$	<10 - $1,4 \times 10^2$	nbc
Pasztet mięsny wieprzowy Pork pâté	3	$4,5 \times 10^3$ - $2,6 \times 10^5$	<10 - $4,0 \times 10^4$	<10	nbc
Pasztet drobiowy Poultry pâté	4	$7,8 \times 10^2$ - $1,5 \times 10^5$	<10 - $7,3 \times 10^2$	<10	nbc
Salatka jarzynowa Vegetable salad	7	$9,5 \times 10^2$ - $1,2 \times 10^6$	<10 - $2,4 \times 10^5$	<10 - $2,1 \times 10^3$	nbc
Majonez Mayonnaise	3	$2,9 \times 10^2$ - $4,5 \times 10^3$	<10 - $1,5 \times 10^4$	<10	nbc

nbc – nieobecne / absent

Spośród badanych wyrobów najbardziej zanieczyszczone bakteriami mezofilnymi były sałatki jarzynowe, zaś najmniej majonezy. Stwierdzono, że liczba bakterii obecnych w pierogach i pasztetach wynosiła od $7,8 \cdot 10^2$ do $6,1 \cdot 10^5$ jtk/g. Analizując zanieczyszczenie produktów grzybami wykazano, że liczba drożdży wahała się od $<10 - 2,4 \cdot 10^5$ jtk/g. W 25% badanych prób poziom ich przekroczył 10^3 jtk/g, najwyższą liczbę drożdży $10^4 - 10^5$ jtk/g stwierdzono w pasztecie mięsny, majonezie i sałatce jarzynowej. Liczba pleśni obecnych w wyrobach garmażeryjnych mieściła się w przedziale $<10 - 2,1 \cdot 10^3$ jtk/g, ale w ponad 87% badanych próbek nie przekraczała 100 jtk/g. W żadnym produkcie nie stwierdzono obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w 0,1 g.

Zanieczyszczenie produktów bakteriami z grupy coli było na niskim poziomie, w większości prób (87%) miano tych bakterii wynosiło $>0,1 - 0,1$ g (tab. 2). Najwyższy stopień zanieczyszczenia pałeczkami coli stwierdzono w próbie pierogów z mięsem (miano coli 0,001g) i w dwóch próbach sałatki jarzynowej (miano coli 0,01g). W badanych wyrobach garmażeryjnych nie stwierdzono obecności pałeczek *Salmonella* w 25 g, a także gronkowców chorobotwórczych w 1g, poza jedną próbą sałatki jarzynowej, w której liczba bakterii *Staphylococcus aureus* wynosiła $2,4 \cdot 10^2$ jtk/g.

Tabela 2

Występowanie bakterii chorobotwórczych i bakterii z grupy coli w badanych produktach.
Occurrence of pathogenic bacteria and coliforms in the food products tested.

Produkt Product	Liczba prób Number of samples	Miano coli [g] Titre of coliform group bacteria [g]	Gronkowce chorobotwórcze Pathogenic <i>Staphylococcus</i> [jtk/g] [cfu/g]	Salmonella [w 25g] [in 25g]	<i>B. cereus</i> [w 1g] [in 1g]
Pierogi z mięsem Minced meat dumplings	4	$>0,1 - 0,001$	<10	nbc	<10
Pierogi z kapustą i grzybami Mushroom & sauerkraut dumplings	3	$>0,1 - 0,1$	<10	nbc	$<10 - 1,2 \times 10^2$
Pasztet mięsny wieprzowy Pork pâté	3	$>0,1 - 0,1$	<10	nbc	<10
Pasztet drobiowy Poultry pâté	4	$>0,1$	<10	nbc	<10
Sałatka jarzynowa Vegetable salad	7	$>0,1 - 0,01$	<10 $2,4 \times 10^2$ (1 próba)	nbc	$<10 - 5,0 \times 10$
Majonez Mayonnaise	3	$>0,1$	$<10 -$	nbc	<10

Liczba bakterii *Bacillus cereus* w ponad 90% analizowanych produktów była mniejsza niż 10 jtk/g. Obecność tych bakterii stwierdzono w jednej próbie pierogów z kapustą i grzybami i jednej próbie sałatki jarzynowej, liczba ich wynosiła odpowiednio $1,2 \cdot 10^2$ jtk/g i $5,0 \cdot 10$ jtk/g. Kordowska-Wiater, badając jakość mikrobiologiczną pasztetów, stwierdziła również obecność bakterii *Bacillus cereus* na podobnym poziomie [3]. Bakterie *Bacillus cereus* mogą być przyczyną zatruc pokarmowych, jeżeli ich namnożenie w produkcji wynosi 10^5 – 10^7 jtk/g. Wyniki badań opublikowane przez Hatakka [1] wskazują na powszechne występowanie tego drobnoustroju w żywności.

Wnioski

1. Stan mikrobiologiczny przebadanych produktów garmażeryjnych był w większości przypadków zadowalający i zgodny z wymaganiami określonymi w normach.
2. Wykazano dość duże wahania poziomu ogólnej liczby bakterii i grzybów w produktach tego samego rodzaju wytwarzanych przez różnych producentów.
3. W badanych wyrobach garmażeryjnych nie stwierdzono obecności bakterii chorobotwórczych *Salmonella*, gronkowce chorobotwórcze były obecne w 1 próbie, bakterie *Bacillus cereus* w 2 próbkach, natomiast miano bakterii z grupy coli nie przekraczało dopuszczalnego poziomu 10^{-3} g.
4. Wszystkie badane produkty garmażeryjne nie stwarzały bezpośredniego zagrożenia zdrowotnego.

Literatura

- [1] Hatakka M.: Microbiological quality of hot meals served by airlines. J. Food Prot. 1998, **61**, 1052-1056.
- [2] Kołożyn-Krajewska D., Sikora T.: HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Wyd. SITSpoż.. Warszawa 1999.
- [3] Kordowska-Wiater M., Łukasiewicz B.: Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **2 (43)**, 84-94.
- [4] PN-85/A-82051. Wyroby garmażeryjne - półprodukty i produkty gotowe. Badania mikrobiologiczne.
- [5] PN-A-82055-10:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności i oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii z grupy coli.
- [6] PN-A-82055-12:1997. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne. Wykrywanie obecności beztlenowych bakterii przetrwalnikujących i beztlenowych bakterii redukujących siarczany.
- [7] PN-EN ISO 4833:2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w temperaturze 30°C.
- [8] PN-EN ISO 7932:1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby *Bacillus cereus*.
- [9] PN-ISO 7954:1999. Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni.
- [10] PN-EN ISO 6887-1:2000. Mikrobiologia żywności i pasz. Przygotowanie próbek, zawiesiny wyjściowej i rozcieńczeń dziesięciokrotnych do badań mikrobiologicznych.
- [11] PN-EN ISO 6888-1:2001. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków).


- [12] PN-EN ISO 6579:2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania *Salmonella* spp.
- [13] Polak E., Ćwierniewski K., Egierski K., Białasiewicz D.: Jakość mięsa mielonego dostępnego na rynku łódzkim. Mat. XXXVI Sesji Nauk. KNoŻ PAN, Szczecin 2005, s. 171.
- [14] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 grudnia 2002 r w sprawie znakowania środków spożywczych i dozwolonych substancji dodatkowych (Dz. U. Nr 220, poz. 1856).
- [15] Warmińska-Radyko I., Łaniewska-Trokenheim Ł.: Mikrobiologiczny stan surówek warzywnych dostępnych w handlu detalicznym. Mat. I Konf. Nauk. Komitetu Mikrobiologii PAN. Warszawa 2005, s. 46.
- [16] Żakowska Z., Stobińska H. (red): Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym. Wyd. PŁ., Łódź 2000.

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOME SELECTED PREPARED FOOD PRODUCTS

S u m m a r y

The objective of the paper was to evaluate the microbiological quality of prepared (i.e. ready-to-eat and/or ready-to-cook type) food products available in the chains of food stores. All the samples were analyzed during the food products' shelf life periods. The microbiological analyses were carried out pursuant to the guidelines as pointed out in the PN-EN-ISO standard, and aimed at the determination of the total count of the following microorganisms: aerobic mesophilic bacteria, yeast and filamentous fungi, aerobic spore-forming bacteria, coliforms, as well as food pathogens such as *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., and *Bacillus cereus*.

The results obtained showed diverse levels of the microbiological contamination in the food products investigated. The majority of samples were characterized by a high total count of bacteria. The levels of hygienic condition indices of the prepared food products analysed were low, however the majority of samples fulfilled the mandatory requirements under the respective standards. In the samples analyzed, there were found no pathogenic bacteria of *Salmonella* spp., but the *Staphylococcus aureus* pathogens occurred in one sample, and *Bacillus cereus* – in two samples.

Key words: prepared food products, microbiological quality, levels of contaminations, health safety 

MARTA PASŁAWSKA

ZMIANY BARWY SUSZONYCH BORÓWEK I MALIN ZACHODZĄCE PODCZAS PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

Owoce borówek i malin poddano suszeniu sublimacyjnemu, a następnie przechowywano 270 dni. Po suszeniu oraz w trakcie przechowywania kontrolowano barwę próbek oraz wilgotność i aktywność wody. Stwierdzono znaczne zmiany barwy malin wywołane odwodnieniem (rozjaśnienie barwy) i przechowywaniem (pociemnienie barwy), świadczące o przebiegających przemianach chemicznych związków barwnych. Suszenie borówek w stanie zamrożenia oraz długotrwałe przechowywanie nie spowodowały znaczących zmian barwy tych owoców.

Słowa kluczowe: borówki, maliny, suszenie sublimacyjne, przechowalność, barwa

Wprowadzenie

Sezonowość występowania owoców przyczynia się do ciągłego rozwoju metod ich utrwalania, a jedną z nich jest suszenie sublimacyjne. Stosując tę metodę uzyskuje się susze o dobrych walorach sensorycznych oraz wysokiej trwałości przechowalniczej [3]. Istotnym czynnikiem decydującym o atrakcyjności sensorycznej owoców oraz przetworów owocowych jest ich barwa [1], zaś zmiany barwy są wizualnie uchwytne sygnałami obniżania się jakości produktu w trakcie przechowywania. Przyczyną zmian barwy są zachodzące na skutek czynników fizycznych, chemicznych i biochemicznych przemiany reaktywnych i mało trwałych substancji barwnych, a szybkość tych przemian zależy od wilgotności względnej i aktywności wody, temperatury, zawartości tlenu i dwutlenku węgla w otaczającej atmosferze [4]. Instrumentalny pomiar barwy umożliwia wstępną ocenę stopnia zaawansowania przemian chemicznych związków barwnych podczas przechowywania i obróbki termicznej żywności. Jedną z metod obiektywnej oceny barwy jest system kolorymetryczny CIEL*, a*, b*, umożliwiający ilościowe określenie jasności obrazu za pomocą parametru L* (od 0 – czarny

do 100 – biały), chromatyczności za pomocą parametrów: a^* (od (-)60 - zielony do (+)60 - czerwony) oraz b^* (od (-)60 - niebieski do (+)60 - żółty), a także ustalenie odcięcia (h) i nasycenia barwy (C^*) [6].

Celem przeprowadzonych badań było określenie stabilności barwy wysuszonych sublimacyjnie i przechowywanych w warunkach chłodniczych borówek oraz malin, a także ocena możliwości wykorzystania pomiaru parametrów barwy jako wskaźnika zmian jakościowych.

Materiał i metody badań

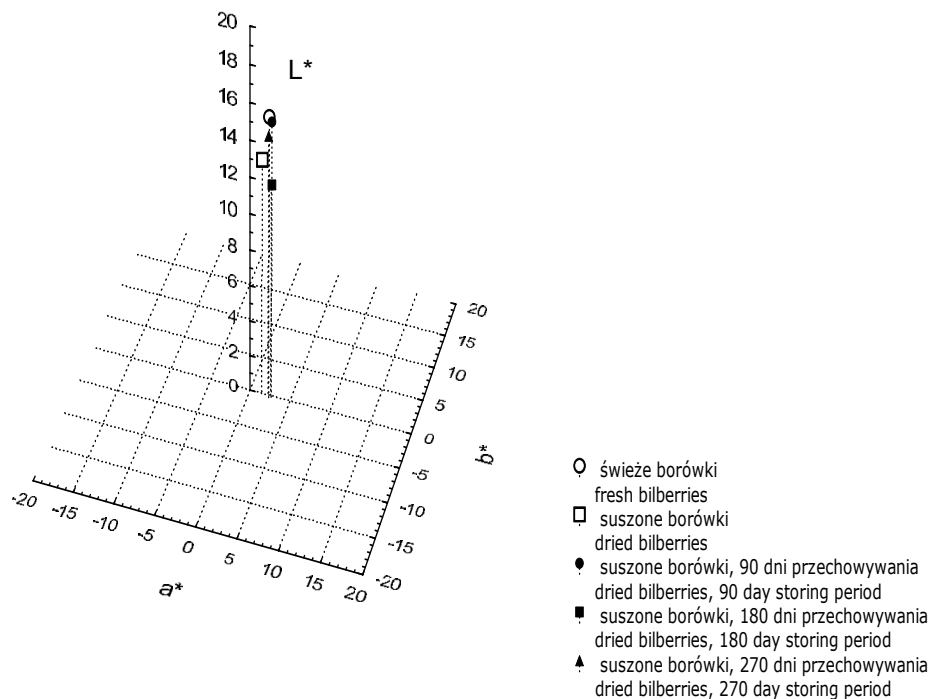
Materiał do badań stanowiły nieuszkodzone, zdrowe i wyrównane owoce leśnej borówki czernicy oraz malin odmiany Polana. Borówki myto i osuszano; zabiegi te pomijano w przypadku malin ze względu na ich delikatną strukturę i tym samym możliwość uszkodzenia. Owoce poddawano suszeniu w stanie zamrożenia w instalacji OE-950 (50 Pa, 40°C). Mrożenie prowadzono na tacach ze stali nierdzewnej, przy ułożeniu owoców w jednej warstwie, w temp. -20°C przez 24 h. Po zapakowaniu próżniowym (folia PA/PE bezbarwna o grubości 80 μm i max. przepuszczalności: pary wodnej 6 $\text{g}/\text{m}^2 \times 24 \text{ h}$, tlenu < 40 $\text{cm}^3/\text{m}^2 \times 24 \text{ h}$) suszone owoce przechowywano przez 270 dni w temp. 4°C, bez dostępu światła. W materiale świeżym, w suszu oraz po 90, 180 i 270 dobach przechowywania suszu oznaczano: suchą masę wg PN-90/A-75101/03 [5], aktywność wody (miernik KMAW 7 Cobrabid) oraz barwę (kolorymetr Minolta CR200, skalowany według wzorca bieli BCRA No 20933100). Próbkę owoców o masie 5 g rozdrabniano w młynku laboratoryjnym WŻ-1 i niewielką ilość materiału umieszczano w zintegrowanej z kolorymetrem kuwecie pomiarowej. Okienko pomiarowe o średnicy 0,008 m umieszczone było w odległości 0,010 m od próbki. Następnie określano parametry barwy L^* , a^* , b^* , wykonując każdorazowo pięć odczytów. Oznaczenie barwy powtarzano dwukrotnie. Oznaczone parametry L^* , a^* , b^* posłużyły do wyliczenia nasycenia barwy (C^*), tonu barwy (h) oraz wielkości zmiany barwy (ΔE) [2].

Wyniki dotyczące barwy poddano analizie wariancji (ANOVA - test Tukeya), przy wykorzystaniu programu Statistica 7.1.

Wyniki i ich omówienie

Barwa borówek

Podczas suszenia oraz dziewięciomiesięcznego przechowywania suszu z borówek stwierdzono nieznaczne zmiany barwy, dotyczące głównie jasności owoców L^* (rys. 1). Wartości parametrów opisujących udział barwy czerwonej (a^*) i niebieskiej (b^*) nie uległy zmianie.



Rys. 1. Zmiana wartości parametrów barwy borówek po ich suszeniu i przechowywaniu.

Fig. 1. Changes in the colour parameters of bilberries after drying and during storing them.

Tabela 1

Nasylenie, ton oraz różnica barwy borówek po suszeniu oraz przechowywaniu.

Colour saturation, shade, and difference in the colour of bilberries after drying and storing them.

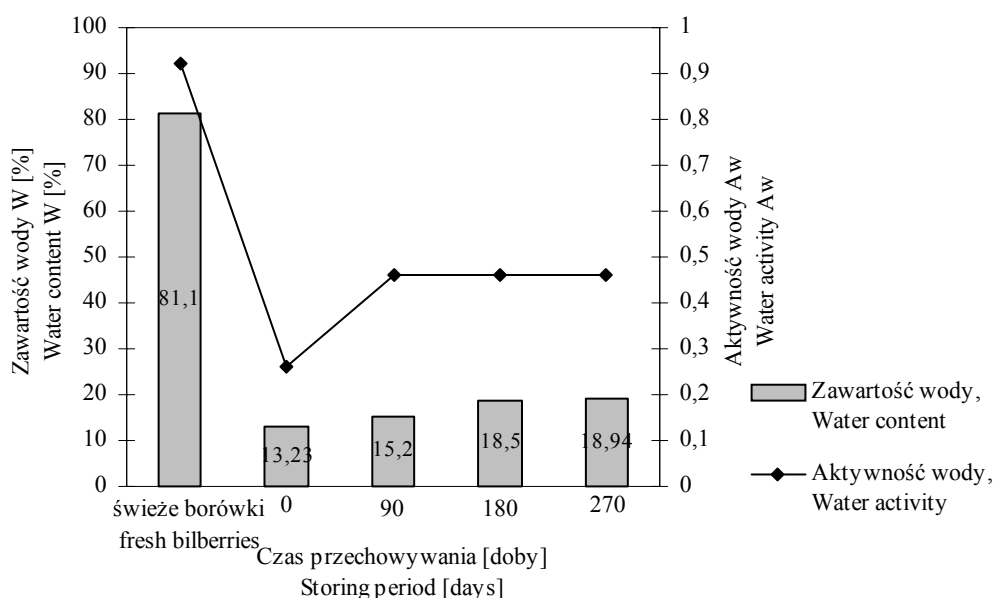
Próbki Samples	Ton barwy Shade (h)	Nasylenie barwy Colour saturation (C*)	Różnica barwy Difference in colour (ΔE)
Świeże owoce Fresh bilberries	-7,53 ^a	2,44 ^b	-
Susz Dried bilberries	9,66 ^c	1,43 ^a	2,85
Susz po 90 dniach przechowywania Dried bilberries after 90 day storing	2,02 ^c	2,55 ^b	2,49
Susz po 180 dniach przechowywania Dried bilberries after 180 day storing	-4,03 ^b	2,71 ^b	3,47
Susz po 270 dniach przechowywania Dried bilberries after 270 day storing	6,02 ^d	2,19 ^b	2,51

a,b,c,d – grupy jednorodne

Pomimo nieistotnych statystycznie zmian wartości parametrów a^* i b^* stwierdzono wahania zależnego od nich kąta tonu barwy (h), bez wskazania tendencji wzrostowo-

wych lub spadkowych (tab. 1). Nasylenie barwy (C^*) zmniejszyło się znacznie na skutek suszenia, a podczas przechowywania wzrosło do nasycenia barwy świeżych borówek.

Zmiany jasności oraz tonu barwy suszu z borówek w trakcie przechowywania nie były bezpośrednio związane ze stanem wody w suszu (wilgotnością i aktywnością wody). Podczas całego okresu przechowywania następował stopniowy wzrost wilgotności, natomiast aktywność wody w przechowywanym materiale wzrosła w ciągu 90 dni od 0,26 do 0,46 i pozostała na stałym poziomie do końca okresu przechowalniczego (rys. 2).



Rys. 2. Wilgotność i aktywność wody borówek świeżych, wysuszonych i przechowywanych.

Fig. 2. Water content and water activity of fresh, dried, and stored bilberries.

Zmiana stanu wody w przechowywanym materiale nastąpiła pomimo próżniowego zapakowania i spowodowana była prawdopodobnie niecałkowitą barierowością użytej folii oraz przemianami chemicznymi zachodzącymi w suszu zawierającym wodę. Wzrost wilgotności oraz aktywności wody przechowywanego suszu nie spowodował istotnej zmiany parametrów barwy. Całkowita różnica barwy (ΔE) wynikająca z porównania parametrów barwy próbek nie przekroczyła wartości 3,50. Zmiana tego rzędu jest niezauważalna dla ludzkiego oka i świadczy o stabilności barwy borówek poddanych suszeniu i przechowywaniu.

Barwa malin

Zarówno przechowywanie, jak i suszenie spowodowało istotną zmianę barwy malin. W efekcie odwodnienia nastąpiło zwiększenie jasności (rys. 3), zaś w początkowym okresie przechowywania pociemnienie suszu, które traktować można jako efekt korzystny, niwelujący „utrata” barwy malin po suszeniu. W ciągu 90 dni przechowywania zaobserwowano zmniejszenie udziału barwy czerwonej a^* i niebieskiej b^* , obniżenie tonu i nasycenia (tab. 2), a następnie wzrost wartości tych parametrów pod koniec przechowywania.

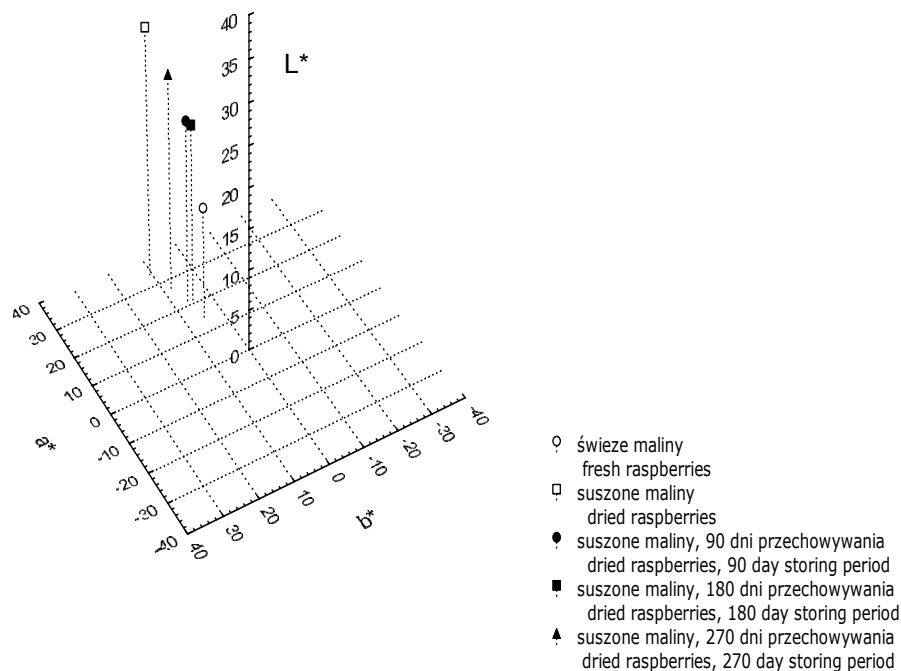
Intensywne zmiany parametrów barwy w pierwszym okresie przechowywania suszu z malin powiązane były ze wzrostem wilgotności i aktywności wody (rys. 3).

Tabela 2

Nasycenie, ton oraz różnica barwy malin po suszeniu oraz przechowywaniu.
Colour saturation, shade, and difference in the colour of raspberries after drying and storing them.

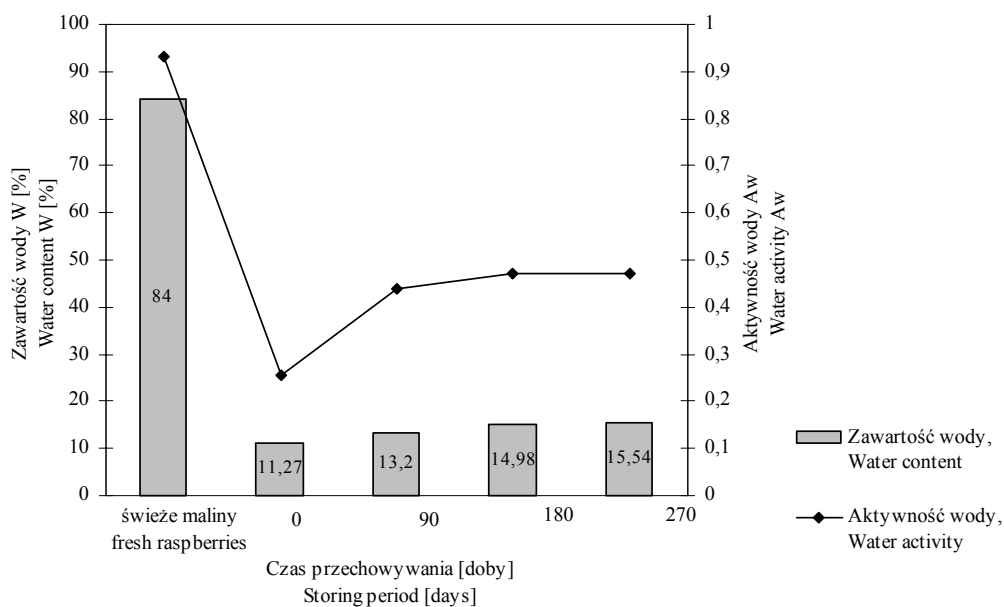
Próbki Samples	Ton barwy Shade (h)	Nasycenie barwy Colour saturation (C*)	Różnica barwy Difference in colour (ΔE)
Świeże owoce Fresh raspberries	18,52 ^c	15,45	-
Susz Dried raspberries	17,38 ^c	35,51	26,00
Susz po 90 dniach przechowywania Dried raspberries after 90 day storing	12,76 ^a	21,54	15,50
Susz po 180 dniach przechowywania Dried raspberries after 180 day storing	15,88 ^b	22,33	1,53
Susz po 270 dniach przechowywania Dried raspberries after 270 day storing	16,08 ^b	28,34	5,34

Zmiany barwy owoców malin określone na podstawie analizy różnicy barwy ΔE (tab. 2) są ściśle powiązane z wilgotnością i aktywnością wody w materiale (rys. 4). Największe zmiany barwy zaobserwowano podczas odwodnienia owoców (obniżenie wilgotności o 72,73%) i pierwszych trzech miesięcy przechowywania (wzrost wilgotności o 1,93%). Całkowita zmiana barwy malin wywołana suszeniem i przechowywaniem była znacząca i możliwa do stwierdzenia również w wyniku oceny wzrokowej.



Rys. 3. Zmiana wartości parametrów barwy malin po ich suszeniu i przechowywaniu.

Fig. 3. Changes in the colour parameter values of raspberries after drying and during storing them.



Rys. 4. Wilgotność i aktywność wody malin świeżych, wysuszonych i przechowywanych.

Fig. 4. Water content and water activity of fresh, dried, and stored raspberries.

Wnioski

1. Zmiany zawartości i aktywności wody wywołane odwodnieniem oraz przechowywaniem nie mają znaczącego wpływu na stabilność barwy borówek, mają natomiast istotne znaczenie w kształtowaniu się i stabilności barwy malin.
2. Pomiar parametrów barwy nie może stanowić podstawy oceny jakościowej borówek przechowywanych w formie suszu, może natomiast służyć do kontroli jakości przechowalniczej suszu z malin.

Literatura

- [1] Asp E.: Factors affecting food decisions made by individual consumers. *Food Policy*, 1999, **24**, 287-294.
- [2] Clydesdale F.M.: Measuring the color of foods. *Food Technol.*, 1972, **26 (7)**, 45-55.
- [3] Kalbarczyk J., Wideńska A.: Rehydration of nameko (*Pholiota nameko*) and shitake (*Lentinus edodes*) fruitbodies dried convectionally and sublimatically. *EJPAU, Agricultural Engineering*, 2000, **3(2)**.
- [4] Klimczak J., Irzyniec Z., Krala L.: Trwałość barwy jeżyn mrożonych w funkcji temperatury przechowywania. *Chłodnictwo*, 2004, **39/10**, 28-32.
- [5] PN-90/A-75101.03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [6] Zausznica A.: *Nauka o barwie*. Wyd. PWN. Warszawa 1959.

CHANGES IN THE COLOUR OF DRIED BILBERRIES AND RASPBERRIES WHILE STORING THEM

Summary

Fruits of bilberries and raspberries were sublimatically dried, and, next, stored during a period of 270 days. After drying and during storing, the colour, water content, and water activity of samples were controlled. Considerable changes in the colour of raspberries were found; they were caused by dewatering (the fruit colour was brightened up) and by storage (the fruit colour was darkened). Those changes were evidence of chemical changes in the colour compounds. The process of drying the frozen bilberries and their long-lasting storing did not cause significant changes in their colour.

Key words: freeze-drying, bilberries, raspberries, storage, colour ☒

MARTA PASŁAWSKA, ANNA PEŁKA

WŁAŚCIWOŚCI REKONSTYTUCYJNE I BARWA SUSZU TRUSKAWKOWEGO

Streszczenie

W pracy porównano kinetykę rehydracji truskawek uprzednio wysuszonych sublimacyjnie i mikrofalowo-próżniowo oraz przedstawiono wyniki analizy zmiany barwy suszu występujące podczas rehydracji w różnych wartościach temperatury. Stwierdzono, że metoda suszenia i temperatura rehydracji istotnie wpływają zarówno na dynamikę ponownego uwodnienia, jak i barwę produktu. W przypadku suszu truskawkowego uzyskanego metodą suszenia sublimacyjnego, najkorzystniejsze właściwości produktu rehydratyzowanego uzyskano podczas uwadniania w temp. 20°C, natomiast w przypadku suszu mikrofalowo-próżniowego w temp. 95°C.

Słowa kluczowe: mikrofałe, próżnia, sublimacja, rehydracja, barwa, truskawki

Wstęp

Zdolność suszu do pochłaniania wody jest jednym z ważnych wskaźników oceny jakości produktu. Ilość wchłoniętej wody i czas rehydracji zależą przede wszystkim od rodzaju surowca, technologii i parametrów suszenia oraz warunków samego uwodnienia, m.in. temperatury [6]. Podczas rehydracji suszu następuje retencja barwy, będącej bardzo ważnym wskaźnikiem jakości. Podstawowym składnikiem naturalnej czerwonej barwy wielu owoców są antocyjany, których stabilność zależy od wielu czynników fizycznych i chemicznych, między innymi od temperatury [4]. Odpowiednia barwa nie tylko podnosi atrakcyjność żywności, ale świadczy także o jej jakości, ponieważ rozkład nietrwałych substancji barwnych informuje o zachodzących w produkcie zmianach.

Celem przeprowadzonych badań była analiza przebiegu rehydracji wysuszonych truskawek oraz ocena zmian barwy wywołanych odwodnieniem i ponownym uwodnieniem owoców.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były świeże, dojrzałe truskawki odmiany Senga Sengana, które myto, usuwano szypułki i osuszono na bibule, a następnie suszono sublimacyjne w instalacji OE-950 oraz mikrofalowo-próżniowo w instalacji zaprojektowanej i wykonanej w Instytucie Inżynierii Rolniczej [5].

Suszenie sublimacyjne przebiegało w sposób następujący: truskawki układano w jednej warstwie na tacach ze stali nierdzewnej i mrożono w temp. -20°C przez 24 h, a następnie poddawano suszeniu, stosując ciśnienie 50 Pa i temp. 40°C . Suszenie mikrofalowo-próżniowe prowadzono przy ciśnieniu 4–6 kPa i temp. 40°C ; suszenie trwało 18 min. Rehydrację prowadzono w wodzie destylowanej o temp. 20 i 95°C , po czym obliczano względny przyrost masy wody [6].

Pomiar barwy truskawek świeżych, suszu oraz suszu po rehydracji wykonywano za pomocą kolorymetru odbiciowego Minolta CR-200, wyskalowanego w skali Huntera (L^* , a^* , b^*) według wzorca bieli BCRA No 20933100. Próbkę owoców o masie 5 g rozdrabniano w młynku laboratoryjnym WŻ-1 i niewielką ilość materiału umieszczano w zintegrowanej z kolorymetrem kuwecie pomiarowej. Okienko pomiarowe o średnicy 0,008 m umieszczone było w odległości 0,010 m od próbki. Następnie określano parametry barwy L^* , a^* , b^* , wykonując każdorazowo pięć odczytów. Oznaczenie barwy powtarzano dwukrotnie. Obliczono również dodatkowe wyróżniki barwy: odcień h^* , nasycenie C^* oraz całkowitą różnicę barwy ΔE [1].

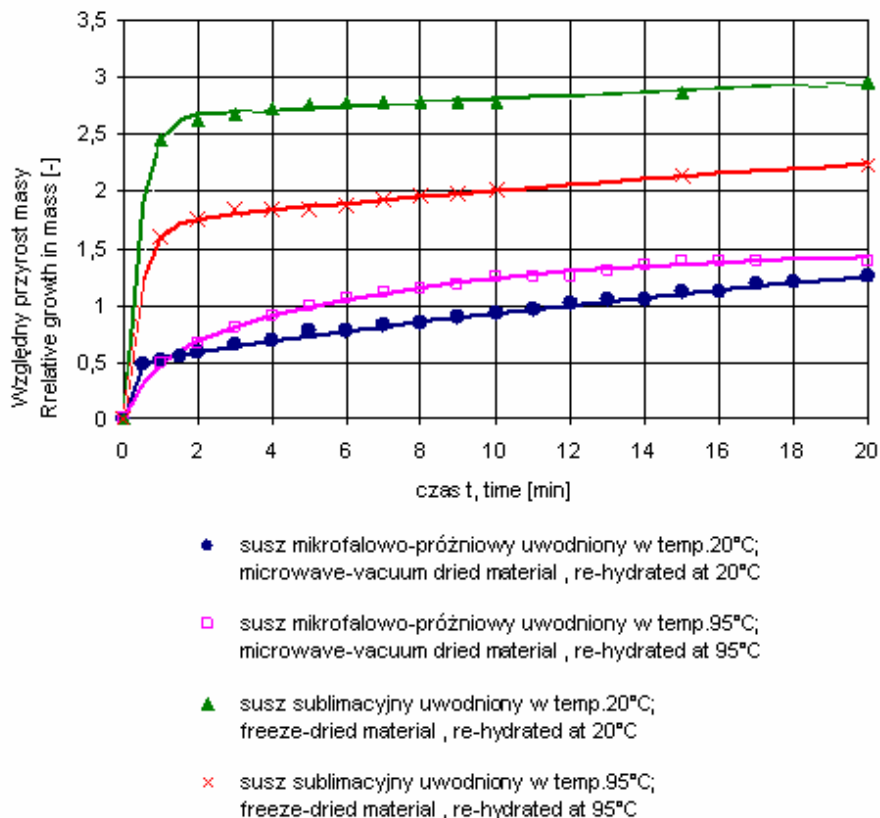
Wyniki i dyskusja

Stwierdzono różnice w przebiegu rehydracji suszu truskawkowego mikrofalowo-próżniowego oraz sublimacyjnego. Liofilizowane truskawki chłoniły wodę bardziej intensywnie niż susz mikrofalowo-próżniowy, w wyniku czego uzyskiwały większą masę (rys. 1).

Podczas rehydracji suszu sublimacyjnego, prowadzonej zarówno w temp. 20°C , jak i 95°C , zaobserwowano gwałtowny przyrost masy próbki w ciągu pierwszej minuty trwania procesu. Względny przyrost masy wody w suszu uwadnianym w temp. 20°C był większy niż w suszu uwadnianym w temp. 95°C i wynosił odpowiednio 2,95 i 2,25.

W przypadku suszu uzyskanego techniką mikrofalowo-próżniową, uwodnienie w temp. 95°C pozwoliło na uzyskanie nieznacznie lepszej dynamiki procesu, w porównaniu z temp. 20°C , natomiast względny przyrost masy wody w próbkach ukształtował się na podobnym poziomie i wynosił odpowiednio 1,40 i 1,26.

Przebieg rehydracji suszu opisano równaniem $f(t)=e+a(-\exp^{-tb})+c(-\exp^{-td})$, a współczynniki równania przedstawiono w tab. 1.



Rys. 1. Względny przyrost masy truskawek w zależności od temperatury rehydracji.

Fig. 1. Relative increase in the mass of strawberries depending in the re-hydration temperature.

Tabela 1

Współczynniki równania opisującego przebieg rehydracji suszu truskawkowego.

Coefficients of the equation to describe the performance of the dried strawberries re-hydration process.

Równanie opisujące rehydrację The re-hydration describing equation	$f(t)=e+a(-\exp^{-tb})+c(-\exp^{-td})$				
Współczynniki równania The equation coefficients	a	b	c	d	e
Susz mikrofalowo-próżniowy uwodniony w temp. 20°C Microwave-vacuum dried material, re-hydrated at a 20°C	0,49	4,57	1,68	0,03	2,17
Susz mikrofalowo-próżniowy uwodniony w temp. 95°C Microwave-vacuum dried material, re-hydrated at a 95°C	0,46	1,4	1,02	0,14	1,48
Susz sublimacyjny uwodniony w temp. 20°C Freeze-dried material, re-hydrated at a 20°C	2,65	2,52	2,26	0,007	4,92
Susz sublimacyjny uwodniony w temp. 95°C Freeze-dried material, re-hydrated in temp. 95°C	1,69	2,46	1,33	0,03	3,03

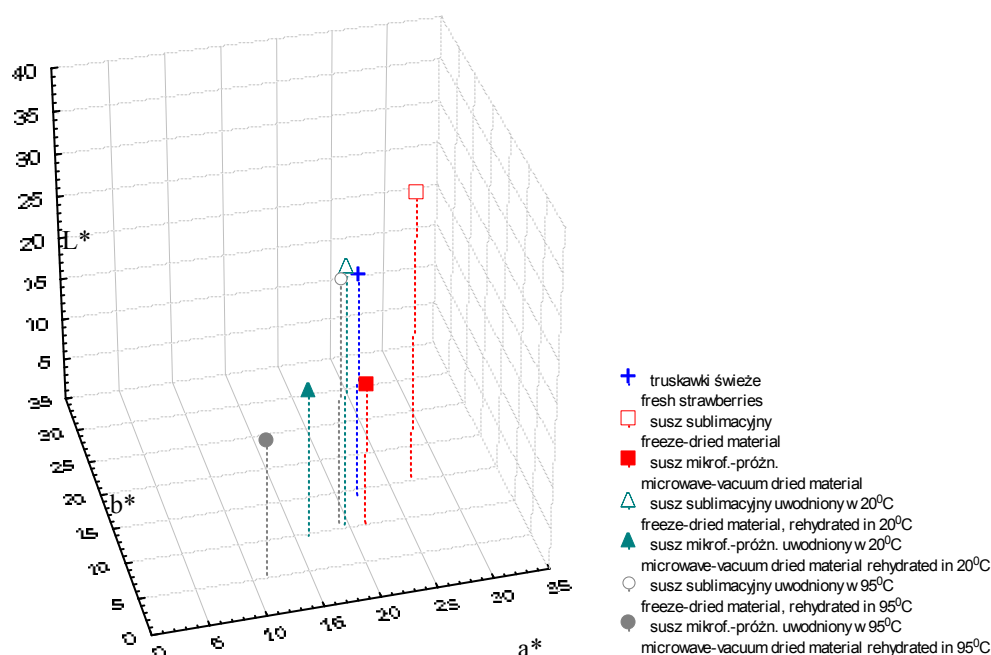
Wpływ techniki uzyskiwania suszu na jego właściwości rekonstrykcyjne opisywało wielu autorów. Kalbarczyk [2] twierdzi, że grzyby wysuszone sublimacyjnie znacznie łatwiej ulegają ponownemu uwodnieniu niż wysuszone innymi metodami. Efekt ten występował również w przypadku truskawek. Zmiana masy materiału w czasie rehydracji wynika z jednoczesnego przeciwkierunkowego transportu wody do próbki i suchej substancji z materiału do roztworu. Przebiega ona dwuetapowo, początkowo na zasadzie ssania kapilarnego, a w drugim etapie na drodze dyfuzji [6]. Zasadnicze różnice dotyczące właściwości rekonstrykcyjnych badanych suszy widoczne są w pierwszym etapie uwadniania, kiedy przestrzenie międzykomórkowe w suszu sublimacyjnym znacznie bardziej intensywnie wypełniają się wodą niż w suszu mikrofalowo-próżniowym. Dynamika tego procesu w obu przypadkach uzależniona była od temperatury. Stwierdzono, że zastosowanie wyższej temperatury powodowało zwiększenie intensywności pochłaniania wody w przypadku suszu mikrofalowo-próżniowego, wywoływało natomiast efekt przeciwny w przypadku suszu sublimacyjnego. Przeprowadzone badania częściowo tylko potwierdzają twierdzenie o wprost proporcjonalnym wpływie temperatury na szybkość rehydracji, wykazany w przypadku marchwi [3] i jabłek [7]. Podwyższenie temperatury rehydracji sublimacyjnego suszu truskawkowego do 95°C powodowało, oprócz wzmoczonej dyfuzji składników suchej substancji do wody, także silne rozluźnienie struktur tkankowych, deformację przestrzeni międzykomórkowych, a w konsekwencji utratę kształtu owocu.

Tabela 2

Nasycenie, ton, oraz różnica barwy truskawek świeżych, wysuszonych i uwodnionych.
Colour saturation, shade, and difference in the colour of fresh, dried, and re-hydrated strawberries.

Truskawki Strawberries		Ton barwy Shade (h*)	Nasycenie barwy Colour saturation (C*)	Różnica barwy Difference in colour (ΔE)
Świeże owoce Fresh fruits		33,04	26,04	-
Suszu sublimacyjny Freeze-dried material		29,85	21,33	9,09
Suszu sublimacyjny uwodniony Freeze-dried and re-hydrated material	20 min, 20°C	27,98	22,23	6,01
	20 min, 95°C	29,31	22,06	4,89
Suszu mikrofalowo-próżniowy Microwave-vacuum dried material		25,26	23,72	10,74
Suszu mikrofalowo-próżniowy uwodniony Microwave-vacuum dried and re-hydrated material	20 min, 20°C	30,90	18,87	11,58
	20 min, 95°C	25,24	12,55	17,26

Na rys. 2. oraz w tab. 2. przedstawiono parametry barwy (L^* , a^* , b^* , h^* , C^*) truskawek świeżych, wysuszonych sublimacyjnie i mikrofalowo-próżniowo, a następnie uwodnionych w temp. 20 i 95°C. Barwa suszu mikrofalowo-próżniowego znacznie różniła się od barwy suszu sublimacyjnego. Zauważono, że suszenie sublimacyjne wywołało utratę intensywności barwy truskawek, objawiającą się przede wszystkim wzrostem jasności L^* , udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*), natomiast suszenie mikrofalowo-próżniowe wywołało pociemnienie barwy w porównaniu z owocami świeżymi przy niezmiennych parametrach barwy a^* i b^* . Ton i nasycenie barwy uległy obniżeniu w stosunku do owoców świeżych w obydwu badanych suszach.



Rys. 2. Wpływ temperatury i czasu rehydracji na barwę suszu truskawkowego.

Fig. 2. Effect of the re-hydration temperature and time on the colour of dried strawberries.

Zmiana barwy wywołana suszeniem była istotna zarówno w przypadku suszu sublimacyjnego ($\Delta E = 9,09$), jak i mikrofalowo-próżniowego ($\Delta E = 10,74$). Różnice barwy tej wielkości wykrywane są ludzkim okiem. Ponowne uwodnienie suszu truskawkowego nie spowodowało uzyskania barwy typowej dla owoców świeżych. Na skutek rehydracji suszu sublimacyjnego w temp. 20°C parametry L^* , a^* i b^* uzyskały wartości typowe dla owoców przed suszeniem, przy obniżeniu tonu i wzroście nasycenia barwy. Próbkę po rehydracji różniły się pod względem barwy od owoców świeżych o $\Delta E = 6,01$. Wyciek barwników do roztworu podczas rehydracji w temp. 95°C był

przyczyną obniżenia się wartości parametru a^* , natomiast mniejsza niż w temp. 20°C ilość wchłoniętej wody przyczyniła się do zachowania pozostałych parametrów barwy na stałym poziomie. W przypadku rehydracji suszu mikrofalowo-próżniowego zarówno w temp. 20°C, jak i 95°C stwierdzono pociemnienie próbki, przy zmniejszeniu się udziału barwy czerwonej i żółtej oraz zmniejszeniu jej nasycenia. Różnica barwy pomiędzy truskawkami uwodnionymi a suszem była znacząca.

Wniosek

Ze względu na właściwości rekonstrykcyjne oraz barwę korzystne jest prowadzenie rehydracji suszu truskawkowego uzyskanego techniką mikrofalowo-próżniową w temp 95°C, natomiast suszu sublimacyjnego w temp 20°C.

Artykuł finansowany w ramach projektu pt. "System stypendialny dla doktorantów Akademii Rolniczej we Wrocławiu". Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego. Środki Europejskiego Funduszu Społecznego stanowią 75% wartości projektu, natomiast środki z budżetu państwa 25%.

Literatura

- [1] Clydesdale F.M.: Measuring the color of foods. Food Technol., 1972, **26** (7), 45-55.
- [2] Kalbarczyk J., Wideńska A.: Rehydration of nameko (*Pholiota nameko*) and shitake (*Lentinus edodes*) fruitbodies dried convectionally and sublimatically, EJPAU,2000, **3** (2), series Agricultural Engineering.
- [3] Kramkowski R., Szarycz M., Stepień B., Fidos M.: Investigation into the rehydration of microwave dried carrot under reduced pressure. Acta Agrophisica, 2002, **96**, 331-338.
- [4] Michałkowski S. Technologia chłodnictwa żywności, składniki pokarmowe i kontrola ich przemian. Wyd. PŁ, Łódź 1995.
- [5] Szarycz M., Kamiński E., Jałoszyński K., Szponarska A.: Analiza mikrofalowego suszenia pietruszki w warunkach obniżonego ciśnienia. Część I. Kinetyka suszenia pietruszki nieblanszowanej i blanszowanej. Acta Sci. Pol., Technika Agraria 2003, **2** (2), 18-20.
- [6] Witrowa-Rajchert D.: Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej podczas suszenia. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. SGGW. Warszawa 1999, s. 29.
- [7] Witrowa-Rajchert D., Dworski T.: Research on dried apple rehydrated with water and milk. Acta Agrophisica, 2003, **2** (2), 433-441.

THE RE-CONSTITUTIONAL PROPERTIES AND COLOUR OF DRIED STRAWBERRIES**S u m m a r y**

In this paper, the re-hydration kinetics of sublimatically and microwave-vacuum-dried strawberries was compared and the analysis results were presented of the changes in the colour of dried strawberries occurring whilst they were re-hydrated at varying temperatures. It was found that the method of drying, as well as the temperature of re-hydration essentially impacted both the dynamics of re-hydration and the colour of product. In the case of dried strawberries produced using the method of sublimatical drying, the most favourable properties of re-hydrated products were obtained when the re-hydration temperature was 20°C, and, in the case of the microwave-vacuum-dried products, when the re-hydration temperature was 95°C.

Key words: microwave-vacuum drying, sublimatical drying, re-hydration, colour, strawberries ☒

KATARZYNA PIASECKA-JÓŹWIAK, BEATA CHABŁOWSKA,
ELŻBIETA SŁOWIK, JOANNA ROZMIERSKA, KRYSZYNA M. STECKA

**ZASTOSOWANIE KULTUR STARTEROWYCH
(WYSELEKCJONOWANYCH SZCZEPÓW BAKTERII
MLEKOWYCH) DO POPRAWY JAKOŚCI PIECZYWA
MIESZANEGO I ŻYTNIEGO**

Streszczenie

Celem badań było opracowanie udoskonalonych kultur starterowych do pieczywa zakwasowego, z zastosowaniem szczepów bakterii mlekowych wyizolowanych z naturalnie fermentujących zakwasów piekarskich oraz przeprowadzenie oceny ich przydatności do produkcji pieczywa.

W pierwszym etapie wykonano analizę mikroflory spontanicznie fermentujących zakwasów pochodzących z piekarni rzemieślniczych. Wykazano, że takie zakwasy mogą zawierać znaczną liczbę drobnoustrojów wpływających negatywnie na jakość pieczywa, a także, że w około 40% z nich nie stwierdzono obecności bakterii mlekowych (LAB) – czyli tej grupy drobnoustrojów, która, obok drożdży, ma największy wpływ na walory smakowe i zdrowotne pieczywa. W celu poprawy jakości pieczywa mieszanego i żytniego, produkowanego przez piekarnie rzemieślnicze, przygotowano 4 bakteryjne kultury starterowe, zawierające szczepy LAB pochodzące z kolekcji IBPRS oraz wyizolowane z naturalnie fermentujących zakwasów. Otrzymane kultury starterowe oceniono w warunkach mikrotechnicznych pod względem przydatności do produkcji pieczywa mieszanego przy dwufazowym sposobie prowadzenia zakwasów. Oceniono właściwości ciast oraz jakość pieczywa wytwarzanego przy użyciu kultur starterowych. Najlepsze wyniki otrzymano w przypadku kultury zawierającej trzy szczepy LAB: dwa należące do gatunku *Lactobacillus brevis*, w tym jeden z kolekcji, a drugi wyizolowany z naturalnie fermentujących zakwasów i zdolny do wzrostu w temp. 15°C oraz szczep *Lactobacillus fermentum* z kolekcji. Pieczywo wyprodukowane z udziałem tej kultury starterowej charakteryzowało się największą objętością oraz dobrą smakowitością. Kultura ta została z dobrym efektem sprawdzona w warunkach produkcyjnych w piekarni. Wykazano również jej przydatność i łatwość do zastosowania w tygodniowym cyklu produkcyjnym. Pozostałe trzy kultury starterowe, wpływające w różny sposób na właściwości technologiczne ciast (np. stopień ukwaszenia), mogą znaleźć zastosowanie w produkcji zróżnicowanych, pod względem składu surowcowego i walorów sensorycznych, sortymentów pieczywa.

Słowa kluczowe: bakterie mlekowe, startery piekarskie, zakwasy, fermentacja ciasta, pieczywo

Dr inż. K. Piasecka-Jóźwiak piasecka@ibprs.pl, mgr B. Chabłowska, mgr inż. J. Rozmierska, K. M. Stecka, Zakład Technologii Fermentacji; mgr E. Słowik, Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarnictwa, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

Wprowadzenie

W wielu krajach wzrasta zainteresowanie konsumentów i producentów pieczywem zakwasowym, otrzymywanym z udziałem mąki żytniej, przy zastosowaniu tradycyjnych metod fermentacji ciasta.

Ciasto zakwasowe, powstające w wyniku fermentacji mąki prowadzonej przez bakterie fermentacji mlekowej i drożdże, charakteryzuje się specyficznymi cechami sensorycznymi nadawanymi przez związki chemiczne, których synteza jest wynikiem metabolizmu obu grup mikroorganizmów. Wykazuje ono również walory zdrowotne, takie jak: większa strawność, zachowanie bioaktywnych składników mąki (kwas foliowy, sterole roślinne), zwiększona biodostępność makro- i mikroelementów [11].

Fermentacja ciasta może być prowadzona w sposób spontaniczny lub przy użyciu odpowiednich kultur starterowych. W procesie fermentacji spontanicznej, poza bakteriami fermentacji mlekowej, rozwija się również mikroflora niepożądana. Wprowadzenie kultury starterowej, zawierającej wyselekcjonowane bakterie fermentacji mlekowej, zapewnia ukierunkowanie przebiegu fermentacji i ogranicza rozwój niepożądanych drobnoustrojów.

Wśród czterdziestu gatunków bakterii występujących w ciastach zakwasowych większość należy do rodzaju *Lactobacillus* i reprezentowanych w mniejszej liczbie *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Weissella* i *Leuconostoc*. Niektóre gatunki z rodzaju *Lactobacillus* są charakterystyczne dla zakwasów, tak jak wyizolowane z ciast i opisane w ostatnich latach jako mikroflora autochtoniczna *L. pontis*, *L. panis*, *L. paralimentarius*, *L. frumenti*, *L. mindensis*. Inne, spośród bakterii spotykanych w ciastach, są szerzej rozpowszechnione w żywności; należą do tej grupy *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. amylovorus* [1, 2, 3, 4, 13].

Interesującym gatunkiem, charakterystycznym zwłaszcza dla ciast pszennych, jest *L. sanfranciscensis*. Decydują o tym unikalne cechy tego szczepu, wyrażające się wysoką efektywnością wykorzystywania sacharydów, dużymi uzdolnieniami proteolitycznymi i aktywnością kwaszącą, syntezą związków o charakterze antymikrobiologicznym, szeroką gamą wytwarzanych związków lotnych, a także fizjologicznym powinowactwem do drożdży obecnych w zakwasach. Na podstawie różnic w budowie genetycznej zidentyfikowano około 50 szczepów tego gatunku [7, 8, 10]. Produkty metabolizmu bakterii fermentacji mlekowej: kwas mlekowy, octowy i inne, o działaniu antymikrobiologicznym, hamujące rozwój innych mikroorganizmów, pozwalają LAB dominować w cieście.

Występowanie poszczególnych gatunków bakterii mlekowych (LAB) jest zróżnicowane w zależności od rodzaju ciast i sposobu ich prowadzenia [3, 13, 22]. Mikroflora ciast fermentowanych składa się często zarówno ze szczepów homofermentacyjnych, jak i heterofermentacyjnych, w ten sposób komponowane są również startery piekarskie. Spośród bakterii homofermentacyjnych gatunkiem najczęściej spotykanym

w starterach jest *L. plantarum*, natomiast wśród heterofermentacyjnych *L. brevis* i *L. sanfranciscensis* [5, 6, 20, 21, 22, 23].

Celem pracy była poprawa jakości pieczywa mieszanego i żytniego poprzez opracowanie i zastosowanie bakteryjnych kultur starterowych.

Material i metody badań

W pierwszej fazie badań materiał stanowiły próby zakwasów piekarskich pobrane w różnych fazach fermentacji, z kilku piekarni rzemieślniczych. W zakwasach oznaczano: ogólną liczbę bakterii, liczbę bakterii kwaszących, przetrwalnikujących, proteolitycznych, tworzących śluz, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* oraz liczbę pleśni i drożdży. W dalszych doświadczeniach zastosowano wyizolowane z badanych zakwasów, wybrane szczepy bakterii fermentacji mlekowej (LAB) należące do gatunków *L. plantarum* i *L. brevis* oraz wybrane z kolekcji Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (IBPRS) szczepy LAB, należące do gatunków *L. brevis*, *L. fermentum* i *L. plantarum*.

W badaniach stosowano następujące podłoża mikrobiologiczne:

- PCA Merck, do oznaczania ogólnej liczby bakterii mezofilnych i przetrwalnikujących, [15],
- YGC Merck, (zawierające chloramfenikol) do oznaczania liczby drożdży,
- Blickfeldta (z aktidionem) do oznaczania liczby bakterii kwaszących,
- Smith-Lorentza (z purpurą bromokrezolową) do oznaczania liczby bakterii kwaszących [15],
- do oznaczania liczby bakterii tworzących śluz [16],
- do oznaczania proteolitów (agar wodny z dodatkiem mleka odtłuszczonego),
- do oznaczania pleśni (z dodatkiem kwasu cytrynowego),
- Agar Rambach Merck do oznaczania bakterii z rodzaju *Enterobacteriaceae* i różnicowania bakterii typu coli i rodzaju *Salmonella*,
- MRS Difco do namnażania bakterii mlekowych.

Z każdej próbki zakwasu izolowano kilkadziesiąt pojedynczych kolonii, których morfologia mogła wskazywać na przynależność do bakterii fermentacji mlekowej. Pierwszym etapem selekcji była ocena morfologii bakterii przy użyciu mikroskopu świetlnego Nikon Optiphot-2 i programu komputerowego Image Pro Plus. Z wybranych linii komórkowych wyprowadzono czyste kultury. Do określenia przynależności gatunkowej nowo wyizolowanych szczepów bakterii mlekowych stosowano testy API CH 50 firmy bioMérieux. Do dalszych badań wybrano szczepy należące do gatunków *L. plantarum* i *L. brevis*. W przypadku tych szczepów oznaczano ilość syntetyzowanego kwasu mlekowego (formy L+ i D-), przy użyciu testów enzymatycznych firmy Boehringer Mannheim, ilość syntetyzowanego kwasu octowego i innych kwasów lotnych, metodą destylacji z parą wodną według procedury zawartej w rozporządzeniu

MRiRW [3], zdolność do wzrostu w podłożu płynnym MRS, aktywność antybakteryjną szczepów bakterii mlekowych wobec panelu 10 szczepów wskaźnikowych, należących do rodzajów *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Bacillus*, według metody Pilet [14], zmodyfikowanej w IBPRS. Metoda ta polega na ocenie wielkości stref zahamowania wzrostu szczepów wskaźnikowych przez odciek po hodowli badanych szczepów.

Kultury starterowe skomponowane z wybranych szczepów LAB otrzymywano w wyniku hodowli prowadzonych w fermentorach firmy B. Braun o pojemności roboczej 10 l, z komputerowym sterowaniem parametrów procesu. Zastosowano podłoże zawierające glukozę i sacharozę (w stosunku 1:1) jako źródło węgla.

Przydatność otrzymanych starterów do produkcji chleba mieszanego oceniano na podstawie wypieków laboratoryjnych. Do wypieków używano mąki żytniej typu 720 i mąki pszennej typu 850 w proporcji 40:60. Produkowano chleb na zakwasie, w bochenkach fermentujących w formach. Zakwasy prowadzono dwufazowo. Do zapoczątkowania fermentacji stosowano kultury starterowe w ilości 10% masy mąki użytej do sporządzenia zakwasu (I faza). II fazę zakwasu nastawiano w ten sam sposób, wykorzystując jako zaczątek dojrzałą I fazę zakwasu. Zakwasy o wydajności 200 dojrzewały przez 24 godz. w temp. 30°C. Faza II po 24, 48 i 72 godz. fermentacji wykorzystywana była do sporządzania ciasta. Obie fazy badano po sporządzeniu i po fermentacji: I fazę – po 24 godz., II – po 24, 48 i 72 godz. Oceniano cechy sensoryczne (barwę, konsystencję i zapach), temperaturę, kwasowość ogólną i pH [16] oraz stan mikroflory zakwasów.

Zgodnie z przyjętą zasadą, w masie zakwasu używanego do sporządzania ciasta zawarta była mąka żytnia w ilości 30% w przeliczeniu na mąkę ogółem. Do ciasta dodawano 2% (w przeliczeniu na mąkę) drożdży prasowanych. Ciasto sporządzano w mieszarce spiralnej – czas mieszania wynosił 6 min. Po mieszeniu ciasto poddawano fermentacji w masie, w temp. 28-29°C przez 30 min. Po tym czasie ciasto dzielono na kęsy o masie 750 g, które poddawano rozrostowi w formach, w komorze fermentacyjnej o temp. 35°C i wilgotności względnej powietrza 75%. Badania ciasta prowadzono: w zakresie zdolności fermentacyjnej w fermentografie SJA, natychmiast po sporządzeniu oraz w zakresie uzyskanego stopnia kwasowości ogólnej i pH – po fermentacji w masie [16]. Rejestrowano również czas rozrostu kęsów ciasta.

Bochenki wypiekano w piecu komorowym firmy Wachtel-Winkler w temp. 240°C, przez ok. 50 min. Chleb oceniano po 16 godz. od wypieku. Badano objętość, kwasowość ogólną i pH [17] oraz przeprowadzano komisyjną ocenę sensoryczną. W ocenie brało udział 5 osób, które nie znały założeń doświadczenia. Ocenie podlegały następujące cechy pieczywa: wygląd zewnętrzny, cechy skórki, cechy miękiszu, smak i zapach. Wyniki przedstawiono w formie opisowej, porównując między sobą poszczególne próbki chleba. Wybór opisowej metody oceny wynikał z potrzeby doko-

nania szczegółowej charakterystyki cech sensorycznych pieczywa w zależności od rodzaju zastosowanych kultur starterowych.

Wyniki i dyskusja

W trakcie realizacji pracy scharakteryzowano skład mikroflory naturalnie fermentujących zakwasów pochodzących z kilku piekarni. Oceniano obecność i liczebność bakterii mlekowych, drożdży oraz drobnoustrojów niepożądanych, takich jak: bakterie przetrwalnikujące (z rodzaju *Bacillus*), bakterie proteolityczne, bakterie wytwarzające śluz, bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, pleśnie. Wyniki przedstawiono w tab. 1.

Wykazano, że w wielu badanych zakwasach obecne były liczne grupy drobnoustrojów uznawanych za niepożądane, natomiast liczba bakterii mlekowych nie przekraczała wartości 10^6 jtk/g, a w niektórych przypadkach nie stwierdzono ich obecności.

Z badanych zakwasów wyizolowano 16 szczepów bakterii mlekowych należących do następujących gatunków: *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. lactis ssp. lactis*, *L. paracasei ssp. paracasei* w celu włączenia ich w skład kultur starterowych. Zbadano właściwości ważne technologicznie tj. zdolność do wzrostu w podłożach laboratoryjnych i tanich podłożach produkcyjnych (laktozowym i melasowym), opracowanych w IBPRS, oraz zdolność syntezy wybranych kwasów organicznych przez te szczepy. Na podstawie uzyskanych wyników wyselekcjonowano szczepy charakteryzujące się właściwościami odpowiednimi do zastosowania w starterach piekarskich (dane niepublikowane).

Sporządzono cztery kultury starterowe, zawierające zarówno szczepy kolekcyjne, jak i wyizolowane ze spontanicznie fermentujących zakwasów. Kultura I zawierała szczep *L. plantarum* Ł 03 oraz szczep *L. brevis* WSRO 37, kultura II szczepy: *L. plantarum* Ł 03, *L. brevis* WSRO 37 oraz szczep *L. fermentum* WSRO 54, kultura III szczepy: *L. brevis* Ł 06, *L. brevis* WSRO 37, *L. fermentum* WSRO 54, natomiast w skład kultury IV wchodziły szczepy *L. brevis* Ł 06 i *L. fermentum* WSRO 54.

Otrzymane kultury starterowe oceniono, w warunkach mikrotechnicznych, pod względem przydatności do produkcji pieczywa mieszanego. Przy zastosowaniu opracowanych kultur starterowych badano przebieg fermentacji zakwasów prowadzonych dwufazowo: analizowano stopień ukwaszania zakwasów oraz zmiany w składzie mikroflory tych zakwasów. Zakwas po 24 godz. fermentacji fazy I stanowił zaczątek fazy II. Wyniki tych badań przedstawiono w tab. 2. i 3.

Tabela 1

Mikroflora zakwasów pochodzących z różnych piekarni.

Micro-flora in the naturally fermenting sourdoughs taken from various bakeries.

Numer próbki Number of sample	Grupa oznaczanych drobnoustrojów, [jtk/g zakwasu] Group of micro-organisms being determined [cfu/g]							
	Ogólna liczba bakterii mezofilnych total mesophilic bacteria count	Bakterie kwaszące (b. kwasu mlekowego) Souring bacteria (lactic acid bacteria)	Bakterie przetrwalnikujące Spore-forming bacteria	Bakterie proteolityczne Proteolytic bacteria	Bakterie śluzowe Slime bacteria	Pleśnie Moulds	Enterobacteriaceae	Drożdże Yeast
1	$2,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	b.w	$1,0 \times 10^1$	b.w	b.w	$7,7 \times 10^7$
2	$2,4 \times 10^6$	b.w	$8,0 \times 10^4$	b.w	$3,0 \times 10^1$	b.w	b.w	$3,2 \times 10^7$
3	$3,0 \times 10^5$	b.w	$1,6 \times 10^3$	b.w	$2,0 \times 10^1$	b.w	b.w	$2,6 \times 10^7$
4	$1,2 \times 10^6$	b.w	$6,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^5$	b.w	b.w	b.w	$8,3 \times 10^7$
5	$1,0 \times 10^6$	b.w	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	b.w	b.w	b.w	$6,6 \times 10^7$
6	$8,4 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$9,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$2,6 \times 10^1$	b.w	$4,2 \times 10^7$
7	$8,0 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	b.w	$3,7 \times 10^7$
8	$7,2 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	b.w	$2,8 \times 10^7$
9	$2,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$	$8,0 \times 10^2$	b.w	b.w	$5,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^7$
10	$5,0 \times 10^4$	b. w	$2,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	b.w	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$1,7 \times 10^7$
11	$5,0 \times 10^7$	$7,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^2$	b.w	$5,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$	$1,4 \times 10^8$
12	$2,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$1,0 \times 10^2$	b.w	$2,0 \times 10^4$	$6,0 \times 10^4$	$2,5 \times 10^3$	$1,4 \times 10^8$
13	$2,2 \times 10^8$	$3,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^5$	b.w	$2,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^2$	$6,9 \times 10^7$
14	$1,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^1$	b.w	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	b.w	$5,0 \times 10^7$
15	$2,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$5,0 \times 10^2$	b.w	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	b.w	$1,2 \times 10^8$
16	$1,7 \times 10^5$	b.w	$3,0 \times 10^1$	b.w	$1,0 \times 10^2$	b.w	b. w	$3,0 \times 10^5$
17	$1,4 \times 10^5$	b.w	$1,6 \times 10^2$	b.w	b.w	b.w	b. w	$6,0 \times 10^4$
18	$2,6 \times 10^5$	b.w	$5,0 \times 10^2$	b.w	$1,0 \times 10^1$	b.w	b. w	$6,0 \times 10^4$
19	$3,0 \times 10^5$	$3,3 \times 10^5$	$1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$	b.w	$3,0 \times 10^1$	b. w	$1,0 \times 10^6$
20	$3,6 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	b.w	$1,5 \times 10^2$	b.w	$2,0 \times 10^1$	b.w	$9,6 \times 10^6$
21	$3,6 \times 10^6$	$4,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	b.w	$1,6 \times 10^2$	b. w	$4,0 \times 10^6$
22	$1,2 \times 10^6$	$2,2 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	b. w	$4,7 \times 10^7$

b.w- brak wzrostu / no growth detected

Tabela 2

Wpływ kultur starterowych na zawartość bakterii mlekowych i drożdży w zakwasach.
The effect of starter cultures on the content of LAB and yeast in sourdoughs.

Kultura starterowa Starter culture	Czas fermentacji Fermentation time [godz] / [h]	I faza fermentacji Phase I of the fermentation		II faza fermentacji Phase II of the fermentation	
		drożdże yeast [jtk/g] [cfu/g]	bakterie mlekowe lactic acid bacteria [jtk/g] [cfu/g]	drożdże yeast [jtk/g] [cfu/g]	bakterie mlekowe lactic acid bacteria [jtk/g] [cfu/g]
I	0	$2,3 \times 10^3$	$8,0 \times 10^7$	$1,5 \times 10^5$	$3,2 \times 10^6$
	24	$3,2 \times 10^5$	$1,6 \times 10^8$	$2,5 \times 10^7$	$4,0 \times 10^8$
	48			$5,2 \times 10^7$	$1,5 \times 10^9$
	72			$7,0 \times 10^7$	$3,0 \times 10^9$
II	0	$1,1 \times 10^5$	$5,8 \times 10^7$	$2,8 \times 10^4$	$3,0 \times 10^6$
	24	$1,8 \times 10^6$	$1,0 \times 10^9$	$1,0 \times 10^5$	$4,4 \times 10^9$
	48			$6,7 \times 10^6$	$9,0 \times 10^9$
	72			$3,3 \times 10^7$	$8,7 \times 10^9$
III	0	$1,0 \times 10^3$	$7,8 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	$7,1 \times 10^6$
	24	$2,0 \times 10^5$	$5,5 \times 10^8$	$1,5 \times 10^7$	$2,4 \times 10^9$
	48			$7,2 \times 10^7$	$5,0 \times 10^9$
	72			$8,2 \times 10^7$	$1,5 \times 10^9$
IV	0	$1,2 \times 10^2$	$3,2 \times 10^7$	$6,0 \times 10^7$	$6,0 \times 10^7$
	24	$3,1 \times 10^4$	$1,0 \times 10^9$	$2,8 \times 10^7$	$2,8 \times 10^9$
	48			$6,8 \times 10^7$	$3,9 \times 10^9$
	72			$5,9 \times 10^7$	$3,1 \times 10^9$

Po zastosowaniu do prowadzenia zakwasów kultur starterowych wzrost liczby bakterii mlekowych i drożdży w stosunku do początkowej (po wymieszaniu składników) liczby drobnoustrojów był najwyższy po 24 godz. fermentacji zakwasu, zarówno pierwszej, jak i drugiej fazy. W II fazie fermentacji liczba bakterii utrzymywała się zwykle na podobnym poziomie (10^9), natomiast wzrastała liczba drożdży. Nieco mniejszy wzrost liczby bakterii zaobserwowano jedynie w przypadku zastosowania kultury starterowej nr I.

W przypadku kultur starterowych I i II zakwasy wyprowadzane na bazie startera (faza I) ukwasały się intensywniej niż odświeżane (faza II). Zakwasy odświeżane wykazywały kwasowość porównywalną z uzyskiwanymi z użyciem startera po 72 godz. fermentacji. Odświeżony zakwas otrzymany z udziałem III kultury starterowej wykazywał już po 48 godz. poziom kwasowości porównywalny do zakwasu wyprowadzonego bezpośrednio z użyciem startera po 24 godz. fermentacji. Wskazuje to na

Tabela 3

Przebieg ukwaszania zakwasów prowadzonych dwufazowo przy zastosowaniu badanych kultur starterowych.

The course of a two-phase fermentation process in sourdoughs with the investigated starter cultures added.

Kultura starterowa Starter culture	Czas fermentacji Fermentation time [godz.] / [h]	I faza fermentacji Phase I of the fermentation			II faza fermentacji Phase II of the fermentation		
		Temperatura Temperature [°C]	Kwasowość ogólna [stopnie kwasowości] Titrable acidity [acidity degrees]	[pH]	Temperatura Temperature [°C]	Kwasowość ogólna [stopnie kwasowości] Titrable acidity [acidity degrees]	[pH]
I	0	30,0	2,7	5,96	31,0	2,2	5,03
	24	29,5	16,7	3,23	29,5	10,9	3,27
	48				30,5	14,5	3,25
	72				29,0	16,7	3,22
II	0	30,0	0,8	5,96	31,0	2,9	5,77
	24	29,0	21,1	4,00	29,0	14,7	3,50
	48		27,6	3,92	30,0	18,5	3,37
	72				29,0	16,7	3,22
III	0	30,0	4,3	4,57	31,0	3,0	5,44
	24	29,8	17,8	3,32	30,0	13,9	3,28
	48				29,9	18,2	3,28
	72					18,1	3,25
IV	0	27	1,88	5,71	30	1,3	5,6
	24	30	12,48	3,7	30	10,3	3,25
	48				30	12,9	3,15
	72				30	14,6	3,20

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* - w badaniach kultur I-III stosowano mąkę żytnią typu 720, w badaniach kultury IV mąkę żytnią typu 500;

* - whilst investigating the starter cultures I to III, a rye flour type 720 was used, and when the starter culture IV was investigated: a rye flour type 500.

aplikacyjną przydatność kultury III w tygodniowym schemacie produkcyjnym, obejmującym odświeżanie zakwasu. Najlepsze właściwości kwaszące wykazywała II kul-

tura starterowa. W doświadczeniach z jej udziałem kwasowość ogólna zakwasu po 24 godz. fermentacji wynosiła 21,1 stopni kwasowości, podczas gdy w przypadku pozostałych kultur osiągała około 17 stopni kwasowości.

W kolejnym etapie pracy analizowano właściwości ciasta chlebowego i jakość chleba otrzymanego z udziałem badanych kultur starterowych, wyniki przedstawiono w tab. 4. i 5.

Najwyżej oceniono pieczywo otrzymane z udziałem kultur starterowych I i III. Charakteryzowało się ono wysoką jakością pod względem stopnia wyrośnięcia, elastyczności i porowatości miękiszu, smaku, aromatu oraz wyglądu skórki.

Tabela 4

Wpływ rodzaju kultury starterowej i czasu dojrzewania zakwasu (zakwas prowadzony dwufazowo) na właściwości ciast.

The effect of the kind of a starter culture and of the sourdough maturation time (the sourdough was processed in two phases) on the properties of doughs.

Kultura starterowa Starter culture	Czas fermentacji Fermentation time [godz.] / [h]	Kwasowość ogólna [stopnie kwasowości] Titrable acidity [acidity degrees]	pH	Wydzielanie CO ₂ Release of CO ₂ [ml/90 min]	Czas rozrostu końcowego Final expansion/growth time [min]
I	24	5,7	3,96	1120	50
	48	7,0	3,87	1350	45
	72	7,5	3,80	1380	40
II	24	7,2	4,22	1025	55
	48	8,9	3,91	1140	40
	72	10,2	3,24	1245	-
III	24	7,0	4,02	1225	45
	48	8,6	3,87	1185	55
	72	9,6	3,45	1200	-
IV	24	4,6	4,25	1080	55
	48	6,9	4,02	1190	50
	72	8,1	3,62	1240	-

Tabela 5

Wpływ rodzaju kultury starterowej i czasu dojrzewania zakwasu na jakość chleba.

The effect of the kind of a starter culture and of the sourdough maturation time on the quality of bread.

Kultura starterowa Starter culture	Czas fermentacji Fermentation time [godz.] / [h]	Cechy chleba / Properties of bread			
		Objętość Volume [cm ³ /100g]	Kwasowość [stopnie kwasowości] Titrable acidity [acidity degrees]	pH	Ocena sensoryczna Sensory assessment
I	24	300	3,5	4,07	Chleb bardzo dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, gładka, błyszcząca, miękisz elastyczny, porowatość dość równomierna, cienkościenna, smak lekko kwaśny, zapach właściwy, łagodny Bread with a very good structure of crumb (very well risen bread); golden brown, smooth and shiny crust; elastic crumb; proportional (even) porosity; slightly sour taste; mild, proper smell
	48	278	4,1	3,92	Chleb dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, pofal-dowana, miękisz elastyczny, porowatość nieco nierównomierna, grubościenna, smak dość kwaśny, zapach właściwy, łagodnie kwaśny Bread with a good structure of crumb (well risen bread); folded, golden brown crust; elastic crumb; semi- proportional (semi-even) porosity; rather sour taste; mildly sour, proper smell
	72	243	5,2	3,98	Chleb dostatecznie wyrośnięty, skórka rumiana, popękana, miękisz elastyczny, porowatość zbita, grubościenna, smak kwaśny, zapach właściwy, łagodnie kwaśny Bread with a sufficient structure of crumb (suffi-ciently risen bread); golden brown, cracked crust; elastic crumb; compact porosity with thick-walled pores; sour taste; proper, slightly sour smell
II	24	290	4,8	4,12	Chleb dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, gładka, błyszcząca, miękisz elastyczny, porowatość dość równomierna, dość cienkościenna, smak dość kwaśny, zapach właściwy, łagodny Bread with a good structure of crumb; golden brown, smooth and shiny crust; elastic crumb; proportional (even) porosity with rather thin-walled pores; rather sour taste; proper, mild smell

c.d. Tab. 5

	48	240	-	-	Chleb dostatecznie wyrośnięty, skórka rumiana, popękana, miękisz elastyczny, porowatość dość równomierna, grubościenna, smak kwaśny, zapach właściwy, bogaty Bread with a sufficient structure of crumb (sufficiently risen bread); golden brown, cracked crust; elastic crumb; proportional (even) porosity with thick-walled pores; sour taste; rich, proper smell
III	24	320	4,4	4,11	Chleb bardzo dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, gładka, błyszcząca, miękisz elastyczny, porowatość drobna, równomierna, cienkościenna, smak lekko kwaśny, zapach właściwy, łagodnie kwaśny Bread with a very good structure of crumb (very well risen bread); golden brown, smooth, and shiny crust; elastic crumb; proportional (even) porosity with thin-walled pores; slightly sour taste; mildly sour, proper smell
	48	260	-	-	Chleb dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, lekko popękana, błyszcząca, miękisz elastyczny, porowatość dość równomierna, nieco grubościenna, smak kwaśny, zapach właściwy, łagodnie kwaśny, bogaty Bread with a good structure of crumb (well risen bread); golden brown, slightly cracked, and shiny crust; elastic crumb; proportional (even) porosity with slightly thick-walled pores; sour taste; mildly sour, proper smell
IV	24	359,7	2,5	4,36	Chleb bardzo dobrze wyrośnięty, skórka rumiana, gładka, błyszcząca, miękisz elastyczny, porowatość drobna, równomierna, cienkościenna, smak lekko kwaśny, zapach właściwy, łagodny Bread with a very good structure of crumb (very well risen bread); golden brown, smooth, and shiny crust; elastic crumb; proportional (even) porosity with thin-walled pores; slightly sour taste; mild, proper smell

W przypadku wszystkich badanych kultur starterowych zaobserwowano wzrost kwasowości ogólnej ciast wraz z upływem czasu prowadzenia fermentacji. Jednocześnie ze wzrostem kwasowości zmniejszeniu ulegała objętość pieczywa. Chleby o najwyższej jakości uzyskiwano z zastosowaniem zakwasów 24-godzinnych. Najlepszy jakościowo chleb otrzymano, stosując III kulturę starterową z wykorzystaniem zakwasu dojrzewającego 24 godz. Chleb ten charakteryzował się największą objętością, również najwyżej oceniono go pod względem cech sensorycznych (tab. 5). Sprawdzone również, że jednokrotnie wprowadzona kultura starterowa III wystarcza do prowadzenia tygodniowego cyklu technologicznego w piekarni, przy odświeżaniu zakwasu co 24 godz. (wyniki niepublikowane).

Wnioski

1. Stwierdzono dużą przydatność opracowanych kultur starterowych do prowadzenia ciast zakwasowych z udziałem mąki żytniej.
2. Kultury różniły się pod względem stopnia ukwaszania ciasta oraz jakości otrzymanego pieczywa. Kultury I i IV charakteryzowały się np. mniejszą zdolnością ukwaszania ciasta niż II i III. Startery te mogą zatem być stosowane do ciast różniących się zawartością i rodzajem mąki żytniej, a więc mogą być przeznaczone do produkcji różnorodnych sortymentów pieczywa.
3. Otrzymane kultury starterowe wykazywały wysoką efektywność w kształtowaniu właściwości technologicznych zakwasów i ciast oraz w poprawie jakości pieczywa, ze względu na ich oddziaływanie na różne wyróżniki jakościowe pieczywa (objętość, kwasowość, cechy sensoryczne).

Literatura

- [1] Cossigani L., Gobetti M., Damini P., Corsetti A., Siminetti M. S., Manfredi G.: The sourdough micro-flora. Microbiological, biochemical and bread-making characteristics of dough's fermented with freeze-dried mixed starters, freeze-dried wheat sourdough and mixed fresh-cell starters. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1996, **203**, 88-94.
- [2] Damiani P., Gobetti M., Cossigani L., Corsetti A., Simonetti M. S., Rossi J.: The sour dough micro-flora. Characterization of hetero- and homo-fermentative lactic acid bacteria, yeast and their interaction on the basis of the volatile compounds produced. *Lebensm. Wiss. u.-Technol.*, 1996, **29**, 63-70.
- [3] De Vuyst L., Neysens P.: The sourdough micro-flora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 43-56.
- [4] De Vuyst L., Schrijvers V., Paramithiotis S., Hoste B., Vancenneyt M., Swings J., Kalantzopoulos G., Tsakalidou E., Messens W.: The biodiversity of lactic acid bacteria in Greek traditional wheat sourdoughs is reflected in both composition and metabolite formation. *Applied Env. Microbiology*, 2002, **68**, 12, 6059-6069.
- [5] Diowski, Ambroziak W., Włodarczyk M.: Biologiczne metody produkcji pieczywa o walorach żywności funkcjonalnej. *Przem. Piek. i Cukier.*, 2001, **9**, 4-9.
- [6] Ehrmann M. A., Kogel R. F.: Molecular taxonomy and genetics of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 31-42.
- [7] Gobetti M., Corsetti A., Rossi J.: The sour dough micro-flora. Interaction between lactic acid bacteria and yeast metabolism of amino acids. *Wld. J. Microbiol. Biotechnol.*, 1994, **10**, 275-279.
- [8] Gobetti M., Corsetti A.: *Lactobacillus sanfrancisco* a key sourdough lactic acid bacterium: A Review. *Food Microbiol.*, 1996, **12**, 78-90.
- [9] Gobetti M., De Angelis M., Corsetti A., Di Cagno R.: Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 57-69.
- [10] Gobetti M.: The sourdough micro-flora: interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends Food Sci. Technol.*, 1998, **9**, 267-274.
- [11] Katina K., Arendt E., Liukkonen K., Autio K., Flander L., Poutanen K.: Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends Food Sci. Technol.*, 2005, **16**, 104-112.

- [12] Paramithiotis S., Chouliaras Y., Tsakalidou E., Kalatzopoulos G.: Application of selected starter cultures for production of wheat sourdough bread using a traditional three-stage procedure. *Process Biochemistry.*, 2005, **40**, 2813-2819.
- [13] Paramithiotis S., Muller M. A., Ehrmann E., Tsakalidou H., Seiler R., Vogel, Kalantizopoulos.: Poliphasic identification of wild yeast strains isolated from Greek sourdoughs. *Syst. Appl. Microbiol.*, 2000, **23**, 156.
- [14] Pilet M., Dusset X., Barre R., Novel G., Desmazaeud M., Pird J.: Evidence for two bacteriocins produced by *Corynebacterium piscicola* and *Corynebacterium divergens* isolated from fish and active against *Listeria monocytogenes*. *J. Food Protect.*, 1995, **58**, 256-262.
- [15] PN 90/A-75052/09. Oznaczanie liczby bakterii tworzących śluz.
- [16] PN 92/A-74100. Półprodukty piekarskie. Metody badań, oznaczanie kwasowości i pH.
- [17] PN -A-74108: 1996. Badanie pieczywa. Metody badań.
- [18] PN-ISO 4833: 2004. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów.
- [19] Rozporządzenie MRiRW nr 1173 z 12.05.2003, zał. nr 14. Dz. U. 2003 r. Nr 126: Oznaczanie kwasowości lotnej.
- [20] Stepaniak L.: Zakwasy do ciasta – mikrobiologia i biochemia. *Przem. Spoż.*, 2000, **3**, 44-46.
- [21] Vacheva R., Oheix N., Kabadjova P., Ivanova I., Onno B., Prevost H., Dousset X.: Lactic acid bacteria population of French sourdoughs monitored by RFLP analysis of 16-23S spacer region. *Second Int. Symp. on Sourdough from Fundamentals to Applications, Brussels 2003*, p. 16.
- [22] Vogel R., Knorr R., Mueller M., Steudel U., Gaentzle M., Ehrmann A.: Non-dairy lactic fermentations: the cereal world. *Proceeding of Sixth Symposium on Lactic Acid Bacteria. Veldhoven 1999*, 403-411.
- [23] Włodarczyk M.: Mikroflora zakwasów chlebowych; fizjologia i współbywanie skojarzonych populacji rodzaju *Lactobacillus* i *Saccharomyces cerevisiae*. *Rozprawy naukowe, Zesz. Nauk. PŁ, Łódź 1984*, s. 61.

THE APPLICATION OF STARTER CULTURES (CONTAINING SOME SELECTED STRAINS OF LACTIC ACID BACTERIA) TO IMPROVE THE QUALITY OF RYE AND WHEAT-RYE BREAD PRODUCTS

Summary

The objective of the investigations was to make innovative, improved bacterial starter cultures to be used in sourdough bread products, with the participation of strains of lactic acid bacteria (LAB) isolated from naturally fermenting sourdoughs, and to assess the usefulness of these new starter cultures for the production of bread.

In the first stage, there was analyzed the micro-flora in spontaneously fermenting sourdoughs originating from traditional artisan bakeries. It was established that such sourdoughs might contain micro-organisms in large numbers, which might negatively impact the bread quality. Furthermore, it was showed that approximately 40% of the analysed sourdoughs contained no lactic acid bacteria (LAB), i.e. the group of micro-organisms that, like the yeast, contributed, to the highest extent, to the taste and healthful properties of bread products. In order to improve the quality of rye and wheat-rye bread products baked in artisan bakeries, four (4) starter bacterial cultures were prepared; they all contained the LAB strains originating from an IBPRS culture collection, and isolated from naturally fermenting sourdoughs. The starter cultures produced were investigated under the micro-technical conditions; their usefulness for manufacturing

wheat-rye bread products was assessed using a two-stage method of processing the sourdoughs. There were assessed properties of doughs and a quality of bread products baked using starter bacterial cultures. The best results were obtained when a starter bacterial culture containing three strains of LAB was added; the two LAB strains belonged to a *Lactobacillus brevis* species (one strain was from the IBPRS collection, and the second one was isolated from the naturally fermenting sourdough capable of growing at 15 °C). The third strain was a *Lactobacillus fermentum* from the IBPRS collection. The bread products made using this particular starter culture were characterized by the highest volume and a good quality and flavour. This culture was successfully tested in a bakery, under real production conditions. Moreover, during a one-week production cycle, it was confirmed that this starter culture was both user-friendly and useful for the bread-baking purposes. The other three starter cultures impacting the technological properties of doughs (for example the degree of souring) could also be applied to bake numerous varieties of bread products that differ in the raw material content and in their sensory qualities.

Key words: lactic acid bacteria, starters for bakery, sourdoughs, fermentation of dough, bread products



BEATA PYRYT, HALINA KOLENDA

WPŁYW ODMIANY ZIEMNIAKÓW I SPOSOBU ICH OBRÓBK KULINARNEJ NA ZAWARTOŚĆ KADMU I OŁOWIU W BULWACH PO UGOTOWANIU

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu odmiany ziemniaków i rodzaju obróbki kulinarnej na zawartość kadmu i ołowiu w bulwach po ugotowaniu. Badaniom poddano 15 bardzo wczesnych, wczesnych i średnio wczesnych odmian ziemniaków, zarejestrowanych w Polsce w latach 1996–2002.

Nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnej zawartości kadmu i ołowiu w świeżej masie bulw ziemniaków wszystkich badanych odmian. Po ugotowaniu bulw wykazano duże zróżnicowanie zawartości analizowanych pierwiastków, zależne od odmiany ziemniaków, przy czym największą zawartość ołowiu stwierdzono w bulwach odmiany Delikat (0,062 mg/kg), a kadmu w bulwach odmian Denar i Rosalind (po 0,039 mg/kg). Najmniej kadmu i ołowiu w bulwach ugotowanych oznaczono w ziemniakach odmiany Balbina (odpowiednio 0,009 mg/kg oraz 0,012 mg/kg)

Największy ubytek kadmu (o ok. 30%) i ołowiu (o ok. 40%) w bulwach ziemniaków stwierdzono po zastosowaniu gotowania tradycyjnego i w szybkowarze.

Słowa kluczowe: odmiany ziemniaków, obróbka kulinarna, Cd, Pb

Wstęp

Zanieczyszczenia wprowadzane do żywności na etapie produkcji surowców stanowią jeden z najpoważniejszych problemów toksykologicznych. Są to głównie zanieczyszczenia chemiczne, takie jak: metale ciężkie, pozostałości pestycydów, pierwiastki radioaktywne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne [1, 2]. Główną przyczyną występowania ołowiu w ziemniakach są skażenia gleby ze źródeł przemysłowych i komunikacyjnych [7, 8]. Stwierdzono, że ziemniaki są źródłem 30% ołowiu i kadmu wprowadzanego do organizmu z żywności.

W przypadku ołowiu zwiększone nawożenie mineralne nie powoduje wzrostu zawartości tego pierwiastka w ziemniakach. Ołów należy do pierwiastków o najmniej-

szej ruchliwości w glebie. Pierwiastek ten tworzy trwałe kompleksy z substancją organiczną oraz jest silnie sorbowany przez składniki mineralne gleby [10, 11]. Z ekspertyz dotyczących skażenia polskiej żywności wynika, że tradycyjnie odżywiający się Polak pobiera 20% Pb, 40% Cd, i 35% Hg dopuszczalnej dawki tygodniowej. Najwięcej tych metali, ze względu na udział w całodziennej diecie, pochodzi z żywności pochodzenia roślinnego [11, 12]. Stwierdzono, że 20–30% metali usuwanych jest wraz ze skórką, 20% w czasie moczenia warzyw w wodzie lub podczas gotowania. W ten sposób pierwiastki są wypłukiwane z surowca, a ilość przechodzących do wody metali zależy od jego właściwości chemicznych [9, 10].

Celem pracy było określenie wpływu odmiany ziemniaka i rodzaju obróbki kulinarnej na zawartość kadmu i ołowiu w bulwach gotowanych.

Materiał i metody badań

Przedmiotem badań były ziemniaki pochodzące z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie. Analizie poddano bulwy 15 odmian ziemniaków jadalnych, które wprowadzono w Polsce do Rejestru Odmian Oryginalnych w latach 1997 - 2002 (poza odmianą Baszta zarejestrowaną w 1996 roku). W celu zbadania możliwie szerokiej gamy nowych odmian ziemniaków doświadczenie realizowano w trzech etapach. W doświadczeniu I (2000–2001) przeprowadzono badania wpływu obróbki kulinarnej na poziom kadmu i ołowiu w gotowanych bulwach ziemniaka odmian bardzo wczesnych: Bard, Lord i Wawrzyn. W doświadczeniu II (2001–2002) kontynuowano badania wpływu różnych metod gotowania na zawartość tych składników w ziemniakach po ugotowaniu, przy czym materiał stanowiły odmiany średnio wczesne: Balbina, Baszta, Ditta, Mors, Sante i Tokaj. W doświadczeniu III (2002–2003) badano wpływ sposobu gotowania na zawartość kadmu i ołowiu w bulwach bardzo wczesnych odmian ziemniaka: Denar, Karatop i Felka oraz wczesnych: Delikat, Rosalind i Vineta. Do obierania ziemniaków używano noży ze stali nierdzewnej. Po obraniu ziemniaki gotowano w porcjach po około 500 g następującymi metodami: tradycyjnie w 500 ml gotującej wody przez 25 min, w szybkowarze w 500 ml wody przez 11 min, w kuchni mikrofalowej w naczyniu żaroodpornym w 50 ml wody przez 12 min, w garnku akutermicznym w 50 ml wody przez 27 min oraz w parowarze przez 25 min.

Zawartość Pb i Cd oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (AAS), w kuwecie grafitowej, po uprzedniej mineralizacji prób na sucho w temp. 550–600°C. Masa próbki bulw przeznaczonych do mineralizacji wynosiła 10 g [6]. Zawartość kadmu i ołowiu oznaczano w każdej badanej odmianie ziemniaka w dwóch powtórzeniach.

Do statystycznego opracowania wyników zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji, a najmniejszej istotną różnicę (NIR) obliczano, stosując test t-Studenta [3].

Wyniki i dyskusja

Wyniki zawartości ołowiu i kadmu w bulwach ziemniaków po ugotowaniu przedstawiono w tab. 1. i 2.

Tabela 1

Zawartość kadmu i ołowiu w bulwach ziemniaków badanych odmian, po ugotowaniu.
The content of cadmium and lead in potato tubers of the cultivars investigated, after cooking.

Odmiana ziemniaka Potato cultivar	Składniki / Components	
	Kadm / Cadmium [mg/kg]	Ołów / Lead [mg/kg]
Doświadczenie I / Experiment I	r.n.	r.n.
BARD	0,014	0,022
LORD	0,013	0,020
WAWRZYN	0,012	0,022
Doświadczenie II / Experiment II	r.n.	r.n.
BASZTA	0,014	0,014
BALBINA	0,009	0,012
TOKAJ	0,011	0,017
SANTE	0,013	0,013
MORS	0,017	0,012
DITTA	0,013	0,013
Doświadczenie III / Experiment III	NIR/LSD(0,05) = 0,014	NIR/LSD(0,05) = 0,014
DENAR	0,039	0,043
FELKA	0,021	0,045
KARATOP	0,034	0,059
VINETA	0,037	0,049
DELIKAT	0,03	0,062
ROSALIND	0,039	0,056

r.n. – różnice statystycznie nieistotne / differences statistically not significant

Poziom kadmu i ołowiu w ziemniakach badanych odmian był zróżnicowany, jednak nie przekraczał dopuszczalnej zawartości tego składnika w świeżej masie bulw.

Poziom ołowiu w bulwach po ugotowaniu uległ zmniejszeniu w zróżnicowanym stopniu. Największą zawartością analizowanego pierwiastka charakteryzowały się ziemniaki odmiany Delikat – 0,062 mg/kg, natomiast najmniejszą bulwy odmian Balbina i Mors – 0,012 mg/kg (tab. 1). Zawartość ołowiu w bulwach, w zależności od sposobu gotowania, kształtowała się na poziomie od 0,009 mg/kg (szybkowar) do 0,075 mg/kg (garnek akutermiczny) (tab. 2). Poziom ołowiu w bulwach po ugotowaniu

w zależności od odmiany i metody gotowania w doświadczeniach I i II nie był istotnie

Tabela 2

Zawartość kadmu i ołowiu w bulwach ziemniaków w zależności od sposobu gotowania.

The content of cadmium and lead in cooked potato tubers depending on the cooking methods.

Sposób gotowania Cooking methods	Składniki / Components	
	Kadm / Cadmium [mg/kg]	Ołów / Lead [mg/kg]
Doświadczenie I	r.n.	r.n.
Gotowanie tradycyjne Traditional cooking	0,012	0,012
W szybkowarze In pressure cooker	0,011	0,019
W kuchni mikrofalowej In microwave oven	0,014	0,025
W garnku akutermicznym In acu-thermal pot	0,015	0,025
W parowarze In steam cooker	0,013	0,026
Doświadczenie II	r.n.	r.n.
Gotowanie tradycyjne Traditional cooking	0,011	0,011
W szybkowarze In pressure cooker	0,012	0,009
W kuchni mikrofalowej In microwave oven	0,016	0,018
W garnku akutermicznym In acu-thermal pot	0,015	0,014
W parowarze In steam cooker	0,018	0,015
Doświadczenie III	NIR/LSD(0,05)=0,015	NIR/LSD(0,05)=0,015
Gotowanie tradycyjne Traditional cooking	0,03	0,054
W szybkowarze In pressure cooker	0,03	0,049
W kuchni mikrofalowej In microwave oven	0,04	0,074
W garnku akutermicznym In acu-thermal pot	0,037	0,075
W parowarze In steam cooker	0,037	0,066

r.n. – różnice statystycznie nieistotne / differences statistically not significant

zróznicowany. W doświadczeniu III statystycznie istotnie wyższą zawartość ołowiu stwierdzono w bulwach odmiany Delikat w zestawianiu z odmianami Denar i Felka (tab. 1). W ziemniakach gotowanych w szybkowarze oznaczony poziom ołowiu był

istotnie niższy w porównaniu z zawartością tego pierwiastka w próbach gotowanych w kuchni mikrofalowej i w garnkach akutermicznych (tab. 2). Gotowanie bulw w szybkowarze i metodą tradycyjną spowodowało ubytek ołowiu o ok. 40%, zaś gotowanie bulw w kuchni mikrofalowej spowodowało obniżenie zawartość ołowiu tylko o ok. 5%. Przeprowadzone badania wykazały, że gotowanie w garnkach akutermicznych i w parowarze powodowało ubytek ołowiu o ok. 20%. Według Czarneckiej-Skubiny [4] zawartość ołowiu może zostać zmniejszona o 20-30% zależnie od użytej metody. Zdaniem Gołaszewskiej i Zalewskiego [5] gotowanie ziemniaków sposobem tradycyjnym we wrzątku może zmniejszyć zawartość ołowiu o 20%, natomiast w kuchni mikrofalowej tylko o kilka procent.

Wg Baryłko-Pikielnej i Tyszkiewiczza [1] udział ziemniaków i warzyw w średnim pobraniu dziennym kadmu wynosi 48%, jest więc większy niż udział tych produktów w średnim pobraniu dziennym ołowiu przez człowieka. Główną przyczyną przenikania kadmu do ziemniaków jest jego nadmiar w środowisku skażonym z przyczyn przemysłowych i komunikacyjnych. Rośliny mogą kumulować kadm bez jakichkolwiek toksycznych symptomów do poziomu zagrażającego już zdrowiu człowieka, dlatego też w celu zmniejszenia pobierania kadmu wraz z żywnością podejmowane są prace nad uzyskiwaniem roślin jadalnych cechujących się obniżonym wchłanianiem tego pierwiastka. Spośród badanych odmian ziemniaka najwyższą zawartość kadmu stwierdzono w bulwach odmian Denar i Rosalind – 0,039 mg/kg, natomiast najmniejszą w ziemniakach odmiany Balbina – 0,009 mg/kg (tab. 1). Najwięcej kadmu zawierały ziemniaki gotowane w kuchni mikrofalowej – 0,040 mg/kg, najmniej zaś ziemniaki gotowane w szybkowarze – 0,011 mg/kg (tab. 2). Największe zmniejszenie zawartości kadmu po gotowaniu stwierdzono w ziemniakach odmian Delikat i Felka. Gotowanie metodą tradycyjną i w szybkowarze spowodowało zmniejszenie zawartości kadmu w bulwach o ok. 30%, natomiast gotowanie w kuchni mikrofalowej i w parowarze o ok. 4%. Zawartość kadmu w bulwach ziemniaków badanych odmian w doświadczeniu I i II nie była zróżnicowana statystycznie istotnie (tab. 2). W doświadczeniu III istotnie wyższą zawartość kadmu oznaczono w bulwach gotowanych odmiany Denar i Rosalind (tab. 1).

Wnioski

1. Nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnej zawartości kadmu i ołowiu w świeżych bulwach ziemniaków wszystkich badanych odmian.
2. Poziom zawartości ołowiu i kadmu w bulwach po ugotowaniu uległ zmianie w zależności od zastosowanego sposobu gotowania. Największy ubytek kadmu i ołowiu w bulwach gotowanych stwierdzono po zastosowaniu gotowania tradycyjnego i w szybkowarze.
3. Wykazano duże zróżnicowanie zawartości ołowiu i kadmu w bulwach, zależne od badanej odmiany ziemniaków. Największą zawartość ołowiu w bulwach po ugoto-

waniu stwierdzono w ziemniakach odmiany Delikat (0,062 mg/kg), a kadmu w bulwach odmian Denar (0,039 mg/kg) i Rosalind (0,039 mg/kg).

4. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ metody gotowania i odmiany ziemniaków na zawartość ołowiu i kadmu w bulwach bardzo wczesnych i wczesnych odmian ziemniaków (doświadczenie III).

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Tyszkiewicz S.: Chemiczne skażenia żywności. Stan i źródła. Ekspertyza PAN, Wyd. Nauk Rolniczych i Leśnych, Warszawa 1991.
- [2] Błoniarz J., Buliński B.: Wpływ emisji w rejonie Huty i Elektrowni Stalowa Wola na zawartość niektórych pierwiastków śladowych w wybranych warzywach i owocach. I. Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, niklu i żelaza w warzywach. Roczniki PZH, 1984, **1**, 29.
- [3] Bożyk Z., Rudzki W.: Metody statystyczne w badaniu jakości produktów żywnościowych i chemicznych. WNT. Warszawa 1977.
- [4] Czarniecka-Skubina E., Dudzińska B., Zalewski S.: Wpływ stopnia przetworzenia na jakość i poziom skażeń marchwi. Przem. Spoż., 1997, **8**, 42-43.
- [5] Gołaszewska B., Zalewski S.: Optimization of potato quality in culinary process. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2001, **10/51**, 59 - 63.
- [6] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE. Warszawa 1993.
- [7] Prośba-Białczyk U.: Zawartość niektórych metali ciężkich w bulwach kilku odmian ziemniaka. Biuletyn Instytutu Ziemniaka, 1996, **46**, 107-113.
- [8] Rembiałkowska E.: Comparison of the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. Pol. J. Food Nutr. Sci., 1999, **8/49**, 17 - 26.
- [9] Sady W.: Czynniki ograniczające zawartość azotanów i metali ciężkich w warzywach. Przem. Ferment. Owoc.-Warz., 2001, **5**, 21 - 22.
- [10] Sikora E.: Zawartość azotanów i azotynów oraz ołowiu i kadmu w kilkunastu odmianach ziemniaków. Bromatologia Chemia i Toksykologia, 1997, **30**, 55 - 61.
- [11] Śmigiel D.: Kumulacja metali ciężkich (Pb, Cd) w wybranych warzywach różnych odmian. Roczniki PZH, 1994, **4**, 279-284.
- [12] Wieczorek C., Kostrzewa M.: Wpływ procesu kulinarnego na zawartość ołowiu i kadmu w marchwi. Roczniki PZH, 1997, **48**, 2.

THE EFFECT OF A POTATO CULTIVAR AND COOKING METHODS ON THE CONTENT OF CADMIUM AND LEAD IN TUBERS AFTER COOKING

Summary

The objective of this paper was to determine the effect of a potato cultivar and cooking methods on the content of cadmium and lead in potato tubers after cooking. There were investigated 15 samples of very early, early and medium-early potato cultivars that were entered into the Polish Register of Potato Cultivars in the years from 1996 to 2002.

It was found that the permissible level of cadmium and lead in the fresh mass of tubers of all the potato cultivars investigated was not exceeded. After the tubers were cooked, the content levels of these two elements were highly varying depending on the potato cultivar; the highest content of lead was determined

in the potatoes of the 'Delikat' cultivar (0.062 mg/kg), whereas the cadmium level was the highest in the potatoes of the 'Denar' and 'Rosalind' cultivars (0.039 mg/kg). The lowest amounts of cadmium and lead were found in the cooked potato tubers of the 'Balbina' cultivar (0.009 mg/kg and 0.012 mg/kg, respectively).

The highest decrease in the content levels of cadmium (by about 30%) and lead (by about 40%) was stated in potato tubers cooked both traditionally and in a pressure cooker.

Key words: potato cultivars, cooking method, Cd, Pb ☒

EWA REMBIAŁKOWSKA, EWELINA HALLMANN, MONIKA ADAMCZYK,
JANUSZ LIPOWSKI, URSZULA JASIŃSKA, LUBOMIŁA OWCZAREK

**WPLYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA ZAWARTOŚĆ
POLIFENOLI OGÓŁEM ORAZ NA POTENCJAŁ
PRZECIWUTLENIAJĄCY PRZETWORÓW (SOKU I KREMOGENU)
UZYSKANYCH Z JABŁEK POCHODZĄCYCH Z PRODUKCJI
EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ**

Streszczenie

Żywność ekologiczna cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród konsumentów, ponieważ jest uważana za bardziej bezpieczną i wartościową pod względem jakościowym. W wielu badaniach dowiedziono, że warzywa i owoce z produkcji ekologicznej wykazują zazwyczaj korzystniejsze parametry jakości zdrowotnej i odżywczej niż płody konwencjonalne, natomiast brakuje badań dotyczących jakości przetworów owocowych i warzywnych, wykonanych z surowców ekologicznych. Dlatego w pracy porównano wybrane cechy wartości odżywczej przetworów z jabłek ekologicznych i konwencjonalnych (soków i kremogenów).

Przetwory (sok i kremogen) wyprodukowane z jabłek ekologicznych charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością polifenoli oraz wyższą aktywnością przeciwutleniającą niż wykonane z jabłek konwencjonalnych. Świadczy to o potencjalnie korzystnej wartości biologicznej przetworów ekologicznych. Proces pasteryzacji oraz przechowywania przetworów spowodował zmniejszenie zawartości polifenoli ogółem oraz aktywności przeciwutleniającej soku i kremogenu jabłkowego. Największą zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą stwierdzono w przetworach z jabłek odmiany Jonagold, pośrednią w produktach z jabłek odmiany Cortland, a najmniej tych związków wystąpiło w soku i kremogenie z jabłek odmiany Idared.

Słowa kluczowe: sok jabłkowy, kremogen jabłkowy, uprawa ekologiczna, uprawa konwencjonalna, polifenole, potencjał przeciwutleniający

Dr hab., prof. SGGW E. Rembiałkowska, dr inż. E. Hallmann, mgr inż. M. J. Adamczyk, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, mgr inż. J. Lipowski, mgr inż. U. Jasińska, dr inż. L. Owczarek, Zakład Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

Wprowadzenie

Żywność ekologiczna cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród konsumentów, ponieważ jest uważana za bardziej bezpieczną i wartościową pod względem jakościowym. Kupowanie produktów ekologicznych jest częścią stylu życia będącego odbiciem określonej ideologii i systemu wartości [3] i jest powodowane głównie przez troskę o zdrowie własne i rodziny, a także o środowisko [12]. Wiele badań [1, 2] dowodzi, iż warzywa i owoce z produkcji ekologicznej wykazują z reguły korzystniejsze parametry jakości odżywczej niż płody konwencjonalne, natomiast brakuje badań dotyczących jakości przetworów owocowych i warzywnych z surowców ekologicznych.

Przetwory owocowe mogą charakteryzować się wyższą aktywnością przeciwutleniającą w porównaniu ze świeżymi owocami, z których zostały wykonane. Jak podają Ścibisz i wsp. [11], aktywność przeciwutleniająca koncentratu z owoców borówki wysokiej była znacznie wyższa w porównaniu z surowym sokiem, zaś najwyższą wartość przeciwutleniającą wykazała pulpa owocowa. Technologiczne przetwarzanie surowców przyczynia się jednak do spadku zawartości związków bioaktywnych w produkcie finalnym, jakim jest sok lub kremogen. Jak podają Sluis i wsp. [10], w pulpie jabłkowej z dodatkiem enzymów pektolitycznych ponad 80% polifenoli ogółem pozostało w produkcie finalnym, w porównaniu z pulpą niepoddaną obróbce enzymatycznej. Jabłka z produkcji ekologicznej zawierają więcej flawonoidów, w tym antocyjanów, i witaminy C w porównaniu z jabłkami z produkcji konwencjonalnej [6, 7]. Dlatego można się spodziewać, że przetwory wykonane z takich surowców będą odznaczały się wyższą zdolnością przeciwutleniającą w stosunku do przetworów otrzymanych z surowców konwencjonalnych.

Celem pracy było porównanie wybranych cech wartości odżywczej przetworów owocowych z jabłek ekologicznych i konwencjonalnych.

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2003-2004 w Zakładzie Technologii Przetworów Owocowych i Warzywnych Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie oraz w Zakładzie Żywności Ekologicznej SGGW. Do doświadczenia wytypowano przetwory (sok i kremogen) z jabłek Cortland i Jonagold, pochodzących z certyfikowanych sadów ekologicznych oraz z sadów konwencjonalnych. W drugim roku doświadczenia, ze względu na brak odmiany Jonagold, zastąpiono ją odmianą Idared. Termin zbioru owoców do analizy wyznaczono na podstawie Indeksu Streifa. Owoce przetworzono na sok nieklarowany, tzw. sok „spod prasy” z zastosowaniem rozdrabniacza udarowego, a następnie pasteryzowano przez 25 min w temp 85°C. Drugim produktem był kremogen jabłkowy. Owoce przeznaczone do

przerobu dokładnie myto i rozdrabniano. Następnie smażono cząstki owoców razem ze skórką. Kolejnym etapem było roztrzenie produktu na jednolitą pulpę z użyciem sit. Otrzymany kremogen poddawano pasteryzacji w temp. 85°C przez 30 min. Przetwory oceniano jako produkty świeże, pasteryzowane oraz po 6 miesiącach przechowania. Analizy obejmowały oznaczenie: zawartości suchej masy metodą wagową [5], całkowitej pojemności przeciwutleniającej metodą spektrofotometryczną z zastosowaniem zestawu analitycznego Randox [4] oraz zawartości polifenoli ogółem metodą spektrofotometryczną [9]. Do oznaczeń zawartości polifenoli oraz aktywności przeciwutleniającej przygotowano ekstrakty wodne w temp. 21°C na 12 godz. przed wykonaniem badania.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu programu komputerowego Startgraphics 4.1., stosując trójczynnikiową analizę wariancji z uwzględnieniem sposobu uprawy, procesu technologicznego i odmiany ($\alpha = 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Wyniki dotyczące zawartości polifenoli w soku i kremogenie jabłkowym przedstawiono w tab. 1. Związki biologiczne aktywne, do których należą polifenole, odgrywają bardzo istotną rolę w organizmie człowieka. W owocach pochodzących z upraw ekologicznych może znajdować się ich nawet kilka razy więcej niż w tych samych odmianach uprawianych w systemie konwencjonalnym. Kremogen z jabłek może stanowić cenne źródło polifenoli, m.in.: florydżyny oraz kwasu chlorogenowego, które pełnią funkcje przeciwutleniające [8].

Pomimo zmniejszenia się zawartości polifenoli ogółem w kremogenie jabłkowym w procesie jego otrzymywania i przechowywania, ich zawartość w produkcie jest w dalszym ciągu wyższa niż w soku jabłkowym. Związki polifenolowe mają nawet 10 – 30 razy wyższy status przeciwutleniający niż wit. C i E [2]. W przeprowadzonych badaniach kremogen jabłkowy charakteryzował się wyższą zawartością polifenoli ogółem w stosunku do soku jabłkowego. W soku z jabłek ekologicznych stwierdzono o 22% więcej polifenoli ogółem w porównaniu z sokiem z jabłek konwencjonalnych (tab. 1). Na zawartość polifenoli ogółem w kremogenie jabłkowym miał wpływ zarówno proces technologiczny, sposób uprawy, jak też badana odmiana jabłek. Podobne wyniki otrzymali Ścibisz i wsp. [12], którzy wykazali, że zawartość polifenoli w pasteryzowanym soku z owoców borówki wysokiej zmniejszyła się o 25%, zaś w koncentracie - aż o 30% w stosunku do soku świeżego. W kremogenie z jabłek ekologicznych stwierdzono o 14% więcej polifenoli ogółem. Proces pasteryzacji kremogenu oraz przechowanie produktu finalnego przez 6 miesięcy wpłynęły negatywnie na zawartość tych związków. Zaobserwowano zmniejszenie zawartości związków bioaktywnych (tab. 1). Aktywność przeciwutleniająca była istotnie wyższa w soku z jabłek ekologicznych w porównaniu z sokiem z owoców konwencjonalnych (tab. 2). Otrzymane

wyniki wskazują, że aktywność przeciwutleniająca kremogenu była wyższa niż aktywność soku (tab. 2). Kremogen uzyskany z jabłek ekologicznych charakteryzował się aktywnością przeciwutleniającą o 17% wyższą niż wyprodukowany z jabłek konwencjonalnych. Jednocześnie przetworzenie jabłek miało istotny wpływ na aktywność przeciwutleniającą kremogenu jabłkowego. Przetwory otrzymane z jabłek odmiany Jonagold charakteryzowały się wyższym potencjałem przeciwutleniającym niż ich odpowiedniki z odmiany Cortland (tab. 2). Związki fenolowe zawarte w przetworach jabłkowych są odpowiedzialne za jakość produktu oraz w głównej mierze za ich barwę i smak [1].

Tabela 1

Zawartość polifenoli ogółem w soku [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] i kremogenicie jabłkowym [$\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}\text{ s.m.}$]
Content of total polyphenols in apple juice [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] and apple mousse [$\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}\text{ s.m.}$]

Odmiana jabłek / Apple cultivar						
Próby Samples	Cortland (2003-2004)		Jonagold (2003)		Idared (2004)	
	ekol. organic	konw. conv.	ekol. organic	konw. conv.	ekol. organic	konw. conv.
Sok jabłkowy / Apple juice						
Sok świeży / Fresh juice	419,7	335,4	342,7	186,6	429,4	391,8
Po pasteryzacji / After pasteurization	393,7	322,0	349,0	189,5	346,1	340,2
Po 6 miesiącach / After 6 months storing	348,7	293,0	344,1	193,7	258,6	273,5
Kremogen jabłkowy / Apple mousse						
Kremogen świeży / Fresh mousse	688,5	610,3	861,5	632,5	587,3	571,1
Po pasteryzacji / After pasteurization	588,1	528,7	716,1	544,7	544,7	532,9
Po 6 miesiącach / After 6 months storing	536,8	481,0	692,9	520,4	473,5	446,2
Parametry statystyczne Statistical parameters	Sok jabłkowy Apple juice			Kremogen jabłkowy Apple mousse		
NIR _{0,05} / uprawa / crop	21,73			28,88		
NIR _{0,05} / przetwórstwo / processing	n.s.			42,96		
NIR _{0,05} / odmiana / cultivar	n.s.			28,88		

Tabela 2

Aktywność przeciwutleniająca soku i kremogenu jabłkowego [$\mu\text{M TE}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.]
 Antioxidant activity of apple juice and apple mousse [$\mu\text{M TE}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.]

Odmiana jabłek / Apple cultivar						
Próby Samples	Cortland (2003-2004)		Jonagold (2003)		Idared (2004)	
	ekol. organic	konw. conv.	ekol. organic	konw. conv.	ekol. organic	konw. conv.
Sok jabłkowy / Apple juice						
Sok świeży / Fresh juice	28,1	24,2	26,6	10,9	29,4	27,4
Po pasteryzacji / After pasteurization	25,0	23,0	23,3	10,4	29,0	27,3
Po 6 miesiącach / After 6 months storing	22,6	20,0	22,9	9,8	19,8	20,3
Kremogen jabłkowy / Apple mousse						
Świeży kremogen / Fresh mousse	61,8	55,5	66,9	55,3	56,2	54,9
Po pasteryzacji / After pasteurization	57,0	50,4	55,8	49,8	54,2	52,8
Po 6 miesiącach / After 6 months storing	48,0	39,3	54,4	47,2	35,9	32,4
Parametry statystyczne Statistical parameters	Sok jabłkowy Apple juice			Kremogen jabłkowy Apple mousse		
NIR _{0,05} / uprawa / crops	2,7			1,3		
NIR _{0,05} / przetwórstwo / processing	n.s.			1,9		
NIR _{0,05} / odmiana / cultivar	n.s.			1,3		

Wnioski

1. Przetwory (sok i kremogen) otrzymane z jabłek ekologicznych charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością polifenoli ogółem oraz wykazały wyższą aktywność przeciwutleniającą niż ich odpowiedniki otrzymane z jabłek konwencjonalnych w obu latach doświadczenia.
2. Proces pasteryzacji oraz przechowywanie przyczyniły się do istotnego zmniejszenia zawartości polifenoli ogółem oraz aktywności przeciwutleniającej soku i kremogenu jabłkowego.
3. Najwyższą zawartością polifenoli ogółem oraz najwyższą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowały się przetwory uzyskane z jabłek odmiany Jonagold, pośrednią z jabłek odmiany Cortland, natomiast najniższą z owoców odmiany Idared.

Literatura

- [1] Lea A.G.: Flavor, color and stability in fruit products: the effect of polyphenols. In: Plant Polyphenols - R. Hemingway, P.E. Laks, Plenum Press, New York 1992, pp. 827 – 847.

- [2] Lu Y., Foo L., Y.: Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem.*, 2000, **68**, 81-85.
- [3] Meier-Ploeger A.: Organic farming, food quality and human health. NJF Seminar, Sweden 2005.
- [4] Miller N.J., Rice-Evans C.F., Davies M.J., Gopinathan V., Milner A.: A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin. Sci.*, 1993, **84**, 407-412.
- [5] PN-91/R-87019. Ocena zawartości suchej masy metodą wagową.
- [6] Rembiałkowska E. Adamczyk M., Hallmann E.: Jakość sensoryczna i wybrane cechy wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej *Bromat. Chem Toksykol.*, 2003 Supl., 33-39.
- [7] Rembiałkowska E. Adamczyk M., Hallmann E.: Porównanie wybranych cech wartości odżywczej jabłek z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Bromat. Chem Toksykol.*, 2004 Supl., 201-207.
- [8] Schieber A., Keller P., Carle R.: Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high – performance liquid chromatography. *J Chrom. A.*, 2001, **910**, 265-273.
- [9] Singleton V.L., Rossi J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.
- [10] Sluis A.A., Dekker M., Jongen W.M.F.: Flavonoids as bioactive components in apple products. *Cancer Let.*, 1997, **114**, 107-108.
- [11] Ścibisz I., Mitek M., Serwinowska K.: Aktywność przeciwutleniająca soków i półkoncentratów otrzymanych z owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **3(40) Supl.**, 196-203.
- [12] Wandel, M., Bugge, A.: Environmental concern in consumer evaluation of food quality. *Food Qual. Pref.*, 1997, **8**, 19-26.

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON TOTAL POLYPHENOLS IN & THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF JUICE AND MOUSSE MADE OF APPLES ORIGINATING FROM THE ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION

S u m m a r y

Consumers are more and more interested in organic foods for they believe they are both safer and qualitatively more valuable. In many studies, it was proved that vegetables and fruits from organic production usually showed more favourable parameters of their pro-health and nutritional quality than conventional crops, however, so far, there are no studies on the quality of fruit and vegetable preserves made of organic products. Therefore, in this paper, some selected parameters characterizing the nutritional quality of organic and conventional apple preserves (juices and mousse) were compared.

The investigated preserves (juice and mousse) of organic apples contained a significantly higher level of polyphenols and showed a higher antioxidant capacity than the preserves made of conventional apples. This result suggests a potentially more favourable biological value of organic fruit preserves. Pasteurizing and storing the preserves caused that the content of polyphenols and the anti-oxidant capacity of apple juice and mousse significantly decreased. The highest content of polyphenols and the highest anti-oxidant capacity was found in preserves made of the Jonagold apple cultivars, whereas the medium – in the Cortland apple cultivars, and the lowest – in the Idared cultivars.

Key words: apple juice, apple mousse, organic cultivation, polyphenols, antioxidant capacity ☒

MARIAN REMISZEWSKI, KRZYSZTOF PRZYGOŃSKI,
MAŁGORZATA KULCZAK, MARIA JEŻEWSKA

OPTIMALIZACJA UKŁADU EKSTRAKCYJNEGO I OCENA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCYCH NASION WYBRANYCH ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

Streszczenie

Nasiona roślin strączkowych mogą być potencjalnym źródłem aktywnych biologicznie przeciwutleniaczy - polifenoli. Celem pracy było zoptymalizowanie układu ekstrakcyjnego oraz określenie aktywności przeciwutleniającej i składu flawonoidowego wybranych nasion roślin strączkowych. Do ekstrakcji zastosowano mieszaninę acetonu i wody w stosunku 7:3. W ekstraktach oznaczano zawartość sumy polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy. Wśród badanych grup nasion roślin strączkowych najwyższą zawartość sumy polifenoli stwierdzono w fasoli kolorowej 'Red Kidney' (5,35 mg/g s.m.), fasoli białej 'Jaś Karłowy' (1,08 mg/g s.m.) i w grochu 'Ramrod' (0,86 mg/g s.m.). Aktywność przeciwutleniającą badanych próbek określono metodami ABTS i DPPH. Wyniki tych dwóch metod wykazały, że fasola kolorowa odmiany 'Red Kidney' miała wyższą aktywność przeciwutleniającą niż fasola biała i groch (w przypadku ABTS – 8 razy wyższą, a w przypadku DPPH – 6 razy wyższą). Znaczącą ilość tanin stwierdzono tylko w nasionach fasoli kolorowej. W ekstraktach wybranych odmian oznaczono chromatograficznie obecność kwasu ferulowego, kwercetyny, luteoliny i kempferolu. W fasoli kolorowej 'Red Kidney' dominowała kwercetyna (245 µg/g s.m.), w fasoli białej 'Jaś Karłowy' luteolina (82 µg/g s.m.), a w grochu 'Ramrod' kempferol (85 µg/g s.m.). Wykazano, że fasola kolorowa jest bogatszym źródłem polifenoli niż fasola biała czy groch.

Słowa kluczowe: przeciwutleniacze, flawonoidy, aktywność przeciwutleniająca, HPLC, fasola kolorowa, fasola biała, groch

Wprowadzenie

Badania epidemiologiczne wskazują na korzystne, przeciwutleniające działanie ochronne polifenoli [8]. Przeciwutleniacze, działając ochronnie na układ krążenia, zmniejszają ilość wolnych rodników i ograniczają rozmiary uszkodzeń przez nie wy-

Doc. dr inż. M. Remiszewski, dr inż. K. Przygoński, dr inż. M. Kulczak, mgr inż. M. Jeżewska, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, Oddział Koncentratów w Poznaniu, ul. Starołęcka 40, 61-289 Poznań, e-mail: przygonski@ibprs.pl

woływanych [1, 8, 10]. Jednakże nie zawsze działanie przeciwutleniaczy jest korzystne, szczególnie w wyższych stężeniach [18]. Podstawowym pomiarem w ocenie zawartości polifenoli jest oznaczenie ich sumy – pomiar spektrofotometryczny produktów reakcji odczynnika Folina i Ciocalteu’a reagującego z fenolami [17]. Spotykane w literaturze modyfikacje polegały na zmianach w metodzie ekstrakcji, zastosowaniu różnych ekstrahentów oraz zróżnicowanej temperatury, co można wyjaśnić różnicami w podejściu do szerokiej gamy rozpatrywanych matryc roślinnych [7, 19, 21]. Aktywność przeciwutleniającą można oznaczać na podstawie pomiaru wychwytywania generowanych w sposób kontrolowany wolnych rodników przez ekstrakty polifenolowe, wyodrębnione z badanej matrycy roślinnej [3, 11, 14].

Wysokosprawna chromatografia cieczowa umożliwia rozdział wszystkich podstawowych grup polifenoli w izolowanych z matrycy ekstraktach [9, 15, 16]. W roślinach niektóre polifenole występują jako glikozydy i aby oznaczyć łatwiejszą w detekcji formę aglikonową stosuje się hydrolizę, uwzględniającą w oznaczaniu także glikozydy o niskiej koncentracji [4, 6]. Hertog i wsp. [5] do oceny poprawności rozdziału chromatograficznego wykorzystali dwa różne eluenty i potwierdzili czystość oraz rozpoznanie pików przy użyciu detektora skanującego widmo absorpcyjne.

Źródłem polifenoli są również rośliny strączkowe, w tym nasiona fasoli i grochu, będące przedmiotem zainteresowania w niniejszej pracy. W nasionach strączkowych dominującymi polifenolami są taniny oraz należące do flawonoli: kwercetyna i kempferol. Zawartość ich uzależniona jest od wielu czynników: odmiany, miejsca uprawy roślin, rodzaju gleby [13]. Polifenole w roślinach strączkowych zgromadzone są przede wszystkim w okrywkach nasiennych [11, 20]. Dotychczas mało jest danych na temat składu związków fenolowych w nasionach roślin strączkowych.

Pierwszym celem pracy był wybór optymalnego układu ekstrakcyjnego na podstawie wyznaczania sumarycznej zawartości polifenoli w ekstrakcie. Drugim celem pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej i składu polifenoli wybranych nasion roślin strączkowych po zastosowaniu zoptymalizowanego układu ekstrakcyjnego.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły 3 grupy suchych nasion roślin strączkowych: groch (4 odmiany), fasola biała (6 odmian) i fasola kolorowa (5 odmian) o zawartości wody od 9,1 do 14,0%. Nasiona mielono, uzyskując drobną granulację.

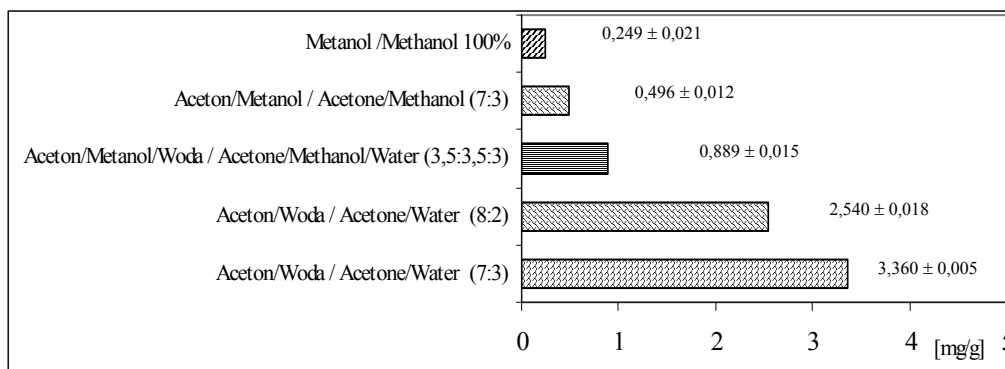
Do badań optymalizujących ekstrakcję zastosowano pięć mieszanin ekstrakcyjnych (metanol 100%; aceton : metanol – 7:3; aceton : metanol : woda – 3,5:3,5:3; aceton : woda – 8:2; aceton : woda – 7:3). Do probówek ze szczelną zakrętką odważano 0,5 g fasoli kolorowej „Rawela” i odmierzano pipetą po 10 cm³ mieszanin ekstrakcyjnych. Przeprowadzano jednokrotną ekstrakcję przez wytrząsanie 60 min i odwirowywano przez 5 min przy 4000 obr./min. Klarowny roztwór z nad osadu poddawano ana-

lizom na zawartość sumy polifenoli. Polifenole oznaczano z odczynnikiem Folina i Ciocalteu'a według metody Singletona i Rossiego [17]. Na podstawie zawartości sumy polifenoli dokonano wyboru optymalnego układu ekstrakcyjnego.

Rozdrobnione nasiona roślin strączkowych odważano do probówek w ilości 0,5 g, ekstrahowano jednokrotnie optymalną mieszaniną ekstrakcyjną w dwóch równoległych powtórzeniach i oznaczano sumę polifenoli [17]. Do dalszych badań wytypowano z każdej grupy nasion roślin strączkowych jedną odmianę o największej zawartości sumy polifenoli. W ekstraktach wytypowanych nasion roślin strączkowych wyznaczano pojemności przeciwutleniające w przeliczeniu na Trolox metodami DPPH [3, 12] i ABTS [14], oznaczano zawartości tanin skondensowanych w przeliczeniu na katechinę [2] oraz wykonywano analizę chromatograficzną związków fenolowych [5, 16] po hydrolizie ekstraktu 1,2 N kwasem solnym w temp 90°C przez 2 godz. Hydrolizat rozdzielano chromatograficznie przy użyciu kolumny z odwróconą fazą firmy Thermo Elec. Co. Hypersil Gold, 250×4,6 mm, złożę 5 µm. Fazę ruchomą o przepływie 1ml/min, stanowił dwuskładnikowy układ gradientowy, A – 0,1 % kwas mrówkowy w wodzie; B – 0,1 % kwas mrówkowy w metanolu.

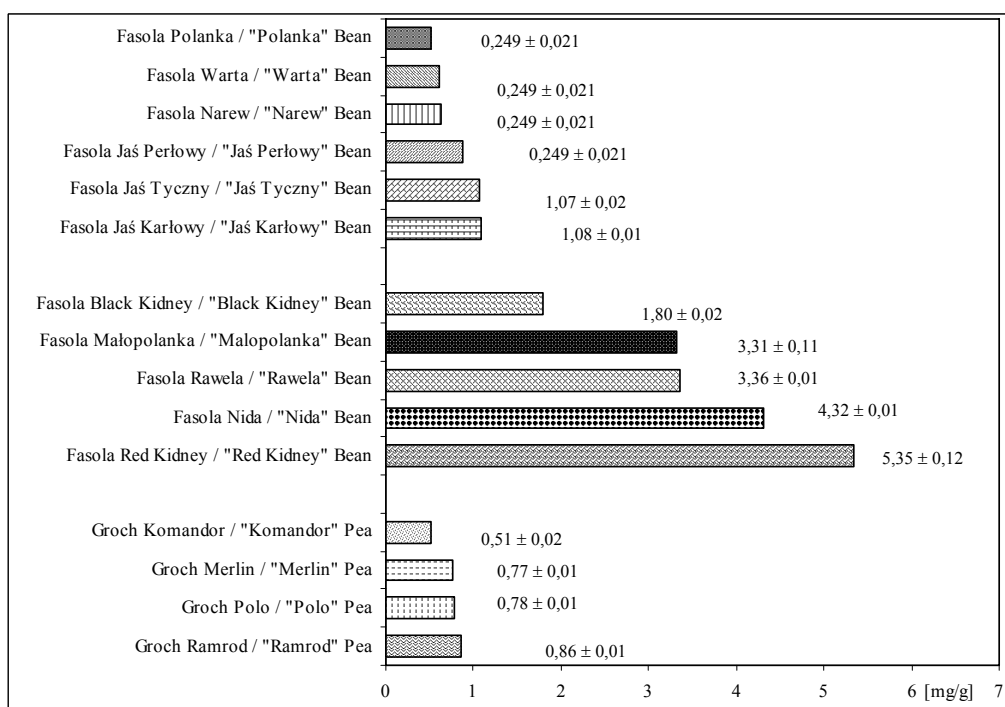
Wyniki badań i dyskusja

Etapem decydującym o oznaczeniu zawartości związków fenolowych, jak i aktywności przeciwutleniającej jest ekstrakcja, a szczególnie istotnym jej elementem dobór odczynników ekstrahujących. Szybkość i łatwość ekstrakcji jest zależna od wielu czynników: rodzaju matrycy, jej struktury, podatności na wnikanie ekstrahentów, powierzchni kontaktu, rodzaju związków fenolowych znajdujących się w matrycy, temperatury. Nasiona roślin strączkowych stanowią matrycę o wyrównanych cechach fizycznych i prawdopodobnie zbliżonym składzie związków fenolowych, co umożliwia dobór najbardziej efektywnej mieszaniny ekstrakcyjnej. W przeprowadzonych badaniach nasiona roślin strączkowych poddano identycznej obróbce mechanicznej, celem zwiększenia powierzchni kontaktu z mieszaniną ekstrakcyjną. Ekstrakcję porównywano, oznaczając sumę polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy (rys. 1), uzyskując najwyższą jego zawartość w mieszaninie acetonu z wodą (7:3). Rezultat ten można wyjaśnić matrycą na jakiej przeprowadzono badania, którą była fasola kolorowa, zawierająca znaczące ilości tanin i flawonoidów, łatwo rozpuszczalnych w acetonie [2]. Wybór mieszaniny acetonu z wodą w stosunku (7:3) jako optymalnej do ekstrakcji polifenoli z nasion roślin strączkowych potwierdziły badania Troszyńskiej i wsp. [19], w których zastosowano identyczną mieszaninę ekstrakcyjną do izolacji polifenoli z okryw nasion grochu. Wyniki zawartości polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy na gram suchej substancji [g/s.m.] przedstawiono na rys 2. Spośród badanych grup surowców, najwyższą zawartość sumy polifenoli stwierdzono w: fasoli kolorowej 'Red Kidney' (5,35 mg/g s.m.), fasoli białej 'Jaś Karłow' (1,08 mg/g s.m.) i w grochu 'Ramrod' (0,86 mg/g s.m.) (rys. 2). Wyniki aktywności



Rys. 1. Zawartość sumy polifenoli w fasoli kolorowej 'Rawela', w zależności od użytej mieszaniny ekstrakcyjnej [mg/GAE/g s.m.].

Fig. 1. Content of polyphenols' in total in the 'Rawela' coloured beans depending on the kind of extractive mixture applied [mg GAE/g dry matter].

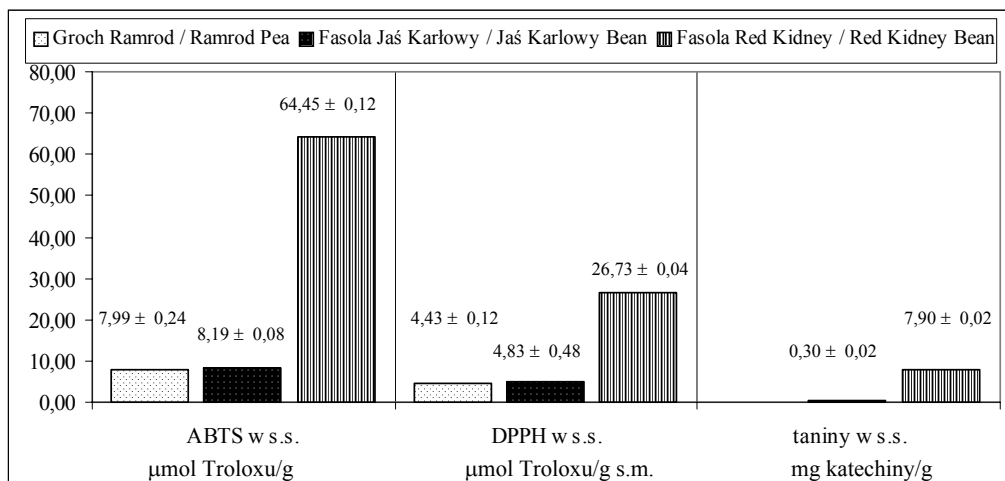


Rys. 2. Zawartość sumy polifenoli w nasionach roślin strączkowych [mg GAE/g s.m.].

Fig. 2. Content of polyphenols in total in the seeds of leguminous plants [mg GAE/g dry matter].

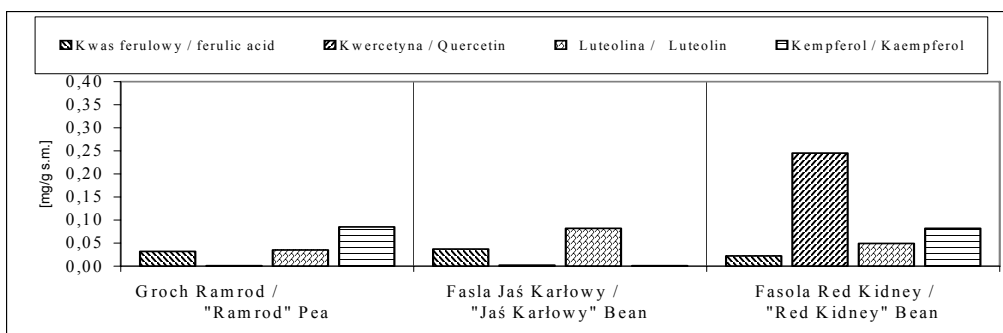
przeciwutleniającej i zawartości tanin przedstawiono na rys. 3. Fasola kolorowa ('Red Kidney') wykazała 8-krotnie wyższą aktywność przeciwutleniającą oznaczaną metodą ABTS i 6-krotnie wyższą aktywność oznaczaną metodą DPPH, w porównaniu z aktywnością ekstraktów z fasoli białej i grochu. Znaczącą ilość tanin oznaczono tylko w nasionach fasoli kolorowej.

W nasionach roślin strączkowych stwierdzono obecność kwasu ferulowego (detekcja przy 280 nm) oraz kwercetyny, luteoliny i kempferolu (detekcja przy 380 nm). Identyfikację potwierdzono przez porównanie czasu retencji oraz widma absorpcyjnego z substancjami wzorcowymi. Hydroliza kwaśna w zastosowanej metodyce spowodowała znaczące straty kwasu ferulowego (odzysk 20,2%), co koresponduje z wynikami przedstawionymi przez Luthria i Pastor-Corrales [9]. Odzyski kwercetyny, luteoliny i kempferolu były znacznie wyższe i wyniosły odpowiednio 99,5; 97,2 i 99,9%. Przedstawione na rys. 4. wartości dotyczą sumarycznej ilości poszczególnych flawonoidów (wolnych i uwolnionych z połączeń glikozydowych). W fasoli kolorowej 'Red Kidney' dominowała kwercetyna (245 $\mu\text{g/g}$ s.m.), w fasoli białej 'Jaś Karłowy' – luteolina (82 $\mu\text{g/g}$ s.m.), a w grochu 'Ramrod' – kempferol (85 $\mu\text{g/g}$ s.m.). Wyższa aktywność przeciwutleniająca ekstraktów z nasion fasoli kolorowej ('Red Kidney') wynikała z większej zawartości tanin (rys. 3) oraz flawonoidów, szczególnie kwercetyny, co potwierdziły wyniki analiz chromatograficznych (rys. 4, 5).



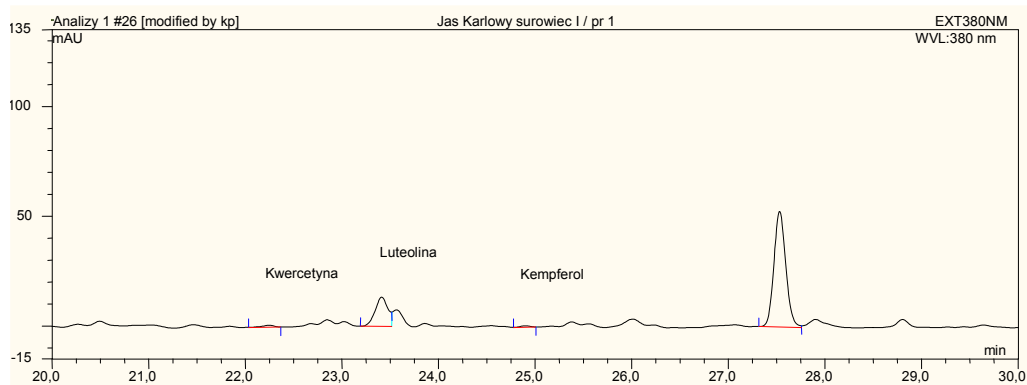
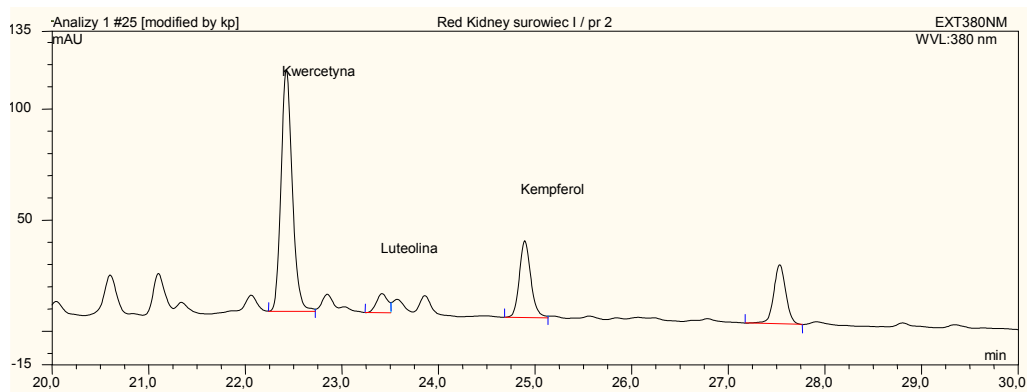
Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca i zawartość tanin w trzech wytypowanych odmianach nasion roślin strączkowych.

Fig. 3. Antioxidant activity and content of tannins in three selected varieties of the seeds of leguminous plants.



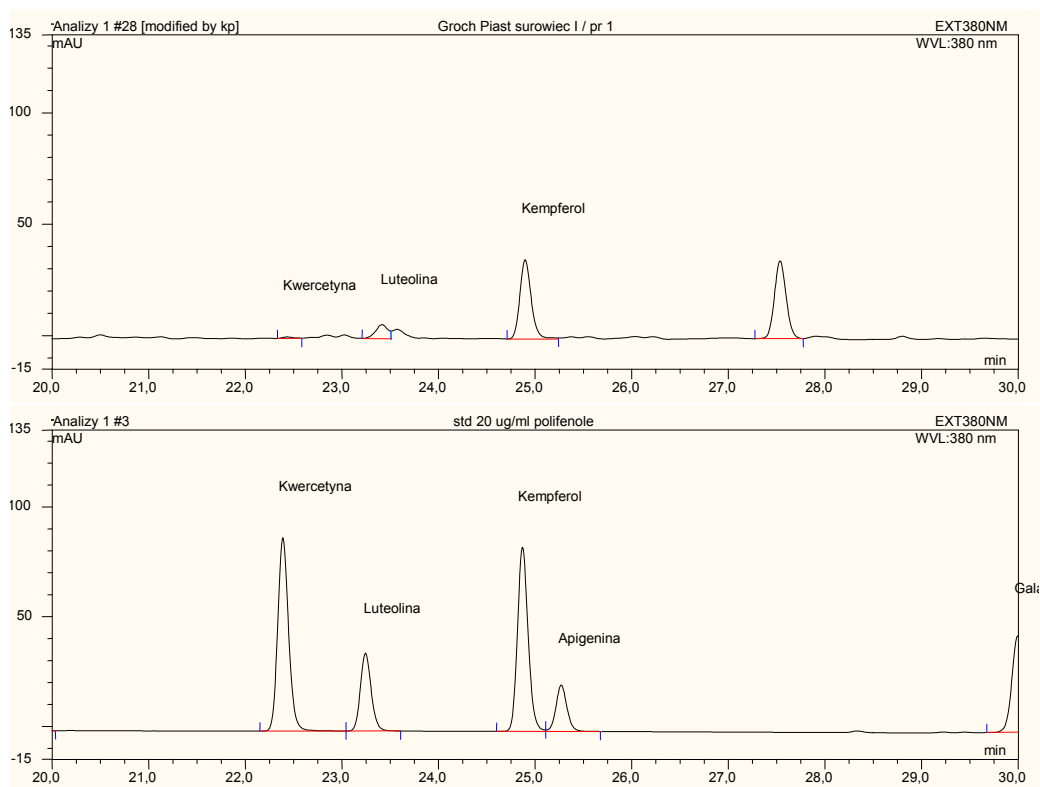
Rys. 4. Skład związków fenolowych w trzech wytypowanych odmianach nasion roślin strączkowych.

Fig. 4. Composition of phenolic compounds in three selected varieties of the seeds of leguminous plants.



Rys. 5a. Chromatogramy ekstraktów fasoli 'Red Kidney' i fasoli 'Jaś Karłowcy'.

Fig. 5a. HPLC chromatograms of the extracts of the 'Red Kidney' beans and 'Jaś Karłowcy' beans.



Rys. 5b. Chromatogramy ekstraktów grochu 'Ramrod' i wzorców flawonoidów.

Fig. 5b. HPLC chromatograms of the extracts of the 'Ramrod' peas, and of the standards of flavonoids.

Wnioski

1. Wśród badanych odmian nasion: fasoli białej, kolorowej i grochu, największą zawartość sumy polifenoli wykazała fasola kolorowa 'Red Kidney' (5,35 mg/g s.m.), fasola biała 'Jaś Karłowy' (1,08 mg/g s.m.) i groch 'Ramrod' (0,86 mg/g s.m.).
2. Fasola kolorowa 'Red Kidney' charakteryzowała się 8-krotnie wyższą aktywnością przeciwutleniającą oznaczaną metodą ABTS i 6-krotnie wyższą aktywnością oznaczaną metodą DPPH w porównaniu z aktywnością ekstraktów fasoli białej i grochu.
3. W fasoli kolorowej 'Red Kidney' dominowała kwercetyna (245 $\mu\text{g/g}$ s.m.), w fasoli białej 'Jaś Karłowy' – luteolina (82 $\mu\text{g/g}$ s.m.), a w grochu 'Ramrod' – kempferol (85 $\mu\text{g/g}$ s.m.).
4. Uzyskane wyniki wskazują na fasole kolorowe jako bogatsze źródło polifenoli niż fasole białe i grochy.

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

Literatura


- [1] Aruoma O.I.: Free radicals, oxidation stress and antioxidation (in human health and disease). *JAOCS*, 1998, **75**, (2), 199-212.
- [2] Broadhurst R.B., Jones W.J.: Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci. Food Agric.*, 1978, **29**, 788-792.
- [3] Chu Y.H., Chang C.L., Hsu H.F.: Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 561-566.
- [4] Ewald C., Fjelkner-Modig S., Johansson K., Sjöholm I., Åkesson B.: Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. *Food Chemistry*, 1999, **64**, 231-235.
- [5] Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Venema D.P.: Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anti-carcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 1992, **40**, 1591-1598.
- [6] Hollman P.C.H., Hertog M.G.L., Katan M.B.: Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chem.*, 1996, **57** (1), 43-46.
- [7] Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M.: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 3954 – 3962.
- [8] Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliövaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A.: Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **76**(3), 560-568.
- [9] Luthria D.L., Pastor-Corrales M.A.: Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. *J. Food Comp. Anal.*, 2006, **19**, 205-211.
- [10] Mennen, L. I., Sapinho, D., de Bree, A., Arnault, N., Bertrais, S., Galan, P., Hercberg, S.: Consumption of foods rich in flavonoids is related to a decreased cardiovascular risk in apparently healthy French women. *J. Nutr.*, 2004, **134** (4), 923-926.
- [11] Mikołajczak A., Drużyńska B.: Antyoksydacyjne właściwości polifenoli okryw nasiennych fasoli kolorowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **3** (20) Supl., 112-117.
- [12] Nuutila A. M., Puupponen-Pimia R., Aarni M., Oksman-Caldentey K.-M.: Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chem.*, 2003, **81**, 485-493.
- [13] Price K.R., Colquhoun I.J., Barnes K.A., Rhodes M.J.C.: Composition and content of flavonol glycosides in green beans and their fate during processing. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 4898-4903.
- [14] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology And Medicine*, 1999, **26**, 1231-1237.
- [15] Robbins R.J.: Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 2866-2887.
- [16] Sakakibara H., Honda Y., Nakagawa S., Ashida H., Kanazawa K.: Simultaneous determination of all poly-phenols in vegetables, fruits, and teas. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 571-581.
- [17] Singleton V.L., Rossi J.A. Jr.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.

- [18] Skibola, C. F., Smith, M. T.: Potential health impacts of excessive flavonoid intake. *Free Radic. Biol. Med.*, 2000, **29** (3-4), 375-383.
- [19] Troszyńska A., Estrella I., M. Luisa López-Amóres L., Hernández T.: Antioxidant activity of pea (*Pisum sativum L.*) seed coat acetone extract. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2002, **35**, 158-164.
- [20] Troszyńska A., Bednarska A., Łatosz A., Kozłowska H.: Polyphenolic compounds in the seed coat of legume seeds. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1997, **6** (47), 3, 37-45.
- [21] Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D.: Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 4113-4117.

THE OPTIMIZATION OF EXTRACTIVE SYSTEM AND THE ASSESSMENT OF ANTIOXIDANT QUALITIES OF SEEDS OF SOME SELECTED LEGUMINOUS PLANTS

S u m m a r y

Seeds of leguminous plants can be a potential source of biologically active antioxidants – polyphenols. The objective of this paper was to optimize the extractive system, as well as to determine the antioxidant activity and the flavonoid composition in some selected seeds of leguminous plants. A mixture of acetone and water, their ratio being 7:3, was used for the extraction. In the extracts, the content of polyphenols in total (converted into gallic acid) was determined. The highest contents of polyphenols in total were noted in the 'Red Kidney' coloured beans (5.35 mg/g s.s.), white beans (1.08 mg/g s.s.), and 'Ramrod' peas (0.86 mg/g s.s.). The antioxidant activity of samples investigated was investigated using ABTS and DPPH methods. The results of the two methods evidenced that the coloured bean of the 'Red Kidney' cultivar had a higher antioxidant activity than the white bean and pea (in the case of ABTS – 8 times higher, and of DPPH - 6 times higher). A significant quantity of tannins was noted only in seeds of the coloured beans. The occurrence of ferulic acid, quercetin, luteolin, and kaempferol (determined using HPLC) were found in extracts of the selected varieties of seeds. The quercetin (245 mg/g s.s.) predominated in the 'Red Kidney' coloured beans, the luteolin (82 mg/g s.s.) - in the 'Jaś Karłowcy' white beans, and the kaempferol (85 mg/g s.s.) - in the 'Ramrod' peas. It was proved that the coloured beans were a richer source of polyphenols than the white beans and peas.

Key words: antioxidants, flavonoids, antioxidants activity, HPLC, coloured beans, white beans, peas 

JAROSŁAWA RUTKOWSKA, DANUTA JAWORSKA

STABILNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA I JAKOŚĆ SENSORYCZNA JAKO KRYTERIA PRZYDATNOŚCI OLEJÓW RAFINOWANYCH DO SMAŻENIA

Streszczenie

W pracy oceniono stabilność przeciwutleniającą olejów przeznaczonych do smażenia, stosując technikę chromatografii cieczowej (HPLC). Przeprowadzono sensoryczną ocenę olejów i smażonych na nich produktów, uznając cechy sensoryczne jako ważne kryterium jakości.

Najmniejsze zmiany oksydacyjne w tłuszczach wyekstrahowanych z produktu smażonego wykazano w oliwie z oliwek ($K_2=76\%$), a najwyższe w oleju rzepakowym i słonecznikowym (K_2 ok. 130%) oraz w oleju mieszanym ($K_2=285$). Na podstawie wyników oceny sensorycznej stwierdzono różnice w typowości zapachu, wyczuwalności tłuszczu w ocenie doustnej, smakowitości i ogólnej jakości sensorycznej smażonych frytek. Oceniający wskazywali na wyższą typowość zapachową frytek smażonych w oleju rzepakowym niż w oleju mieszanym i z oliwek. Wyższa wyczuwalność smaku tłuszczu we frytkach wpływała na zmniejszenie ich smakowitości. Biorąc pod uwagę jakość sensoryczną oraz podatność na utlenienie, oleje: rzepakowy, słonecznikowy i mieszany powinny być stosowane do smażenia tylko jednorazowo.

Słowa kluczowe: oleje rafinowane, jakość sensoryczna, zmiany oksydacyjne

Wprowadzenie

Jakość tłuszczów do smażenia zależy od ich podstawowego składu: długości łańcucha, stopnia nienasylenia kwasów tłuszczowych, składu i struktury triacylogliceroli oraz obecności dodatków wprowadzanych do tłuszczów [2]. Na ich przydatność do celów gastronomicznych wpływa zastosowana technologia pozyskiwania, rafinacji i przetwarzania. Ze względu na stałe doskonalenie ww. procesów celowa jest ocena ich jakości oraz przydatności gastronomicznej. Obok analizy chemicznej, badania sensoryczne stają się przydatnym narzędziem w ocenie jakości tłuszczu smażalniczego, ponieważ zmiany sensoryczne są wykrywane wcześniej niż chemiczne [6, 15] i jakość sensoryczna produktu determinuje jego akceptację konsumentką [11].

Dr inż. J. Rutkowska, Dr inż. D. Jaworska, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159 C, tel: 59 37 076 e-mail: rutkowska@alpha.sggw.waw.pl

Celem pracy była ocena i porównanie jakości olejów rafinowanych, przeznaczonych do smażenia, z uwzględnieniem ich stabilności chemicznej i jakości sensorycznej.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły oleje roślinne: rzepakowy, słonecznikowy, mieszany (rzepakowo-słonecznikowy) oraz oliwa z oliwek rafinowana i rafinowana typu Sansa, dostępne w sieci handlu detalicznego. Oleje pochodziły od różnych wytwórców i wg deklaracji producentów były zalecane do smażenia. Z każdego rodzaju oleju wybrano po 2 marki czyli łącznie do badań użyto 8 różnych olejów. Produktem smażonym były frytki mrożone kupowane w sieci handlu detalicznego. Wielkość porcji przeznaczonych do smażenia, proporcje oleju, warunki smażenia oraz technikę oceny ustalono doświadczalnie we wstępnym etapie badań. Smażenie frytek prowadzono we frytownicach: porcja oleju 3000 ml, temp. smażenia 180°C, wielkość porcji produktu – 600 g, czas 8 min. W jednej porcji oleju dokonywano trzykrotnego smażenia frytek. Odsączone, gorące i wyrównane pod względem wielkości pojedyncze słupki frytek (6 sztuk) umieszczano w plastikowych, jednorazowych pojemnikach, nakrywano i natychmiast podawano do oceny. Próbkę indywidualnie kodowano trzycyfrowymi kodami i oceniano w losowej kolejności. Ocenę prowadzono bezpośrednio, w ciągu 10 min po smażeniu.

Badania sensoryczne obejmowały: ocenę intensywności oraz pożądalności zapachu oleju wyjściowego, stosując metodę szeregowania [5], ocenę wybranych wyróżników jakościowych frytek smażonych w ww. olejach przy użyciu metody skalowania [8], wykorzystując niestrukturowaną skalę graficzną. Ocenę prowadził 10-osobowy przeszkolony zespół oceniających. Oceniano takie cechy smażonego produktu, jak: zapach, barwa, chrupkość, smakowitość oraz jakość ogólna. Wszystkie oceny powtarzano dwukrotnie, a wynik średni obliczano z 20 wyników jednostkowych. Warunki i sposób oceny ustalono wg zaleceń literaturowych [1, 7].

Do oceny stopnia utlenienia oleju wyjściowego pobranego z opakowań, tłuszczu wyekstrahowanego ze smażonego produktu oraz oleju zużytego zastosowano technikę HPLC z detekcją UV-Vis przy użyciu chromatografu HP 1050 Hewlett Packard, kolumna RP 18, średnica 4,6 mm, długość 250 mm, średnica z DP 5 µm, czas analizy 40 min. Oznaczenia powtarzano 3-krotnie. Ekstrakcję tłuszczu ze smażonego produktu prowadzono metodą Soxleta, jako rozpuszczalnika użyto heksanu. Metoda HPLC umożliwiła ocenę stopnia oksydacji zarówno tłuszczu wyekstrahowanego z produktu, jak również oleju posmażalniczego (medium). Chromatogramy tłuszczów po smażeniu porównano z odpowiednimi chromatogramami oleju przed smażeniem. Na chromatogramach zarejestrowanych przy długości fali 215–218 nm wykrywano wszystkie triacyloglicerole TAG występujące w badanym oleju, a przy 240 nm zarejestrowano produkty oksydacji tłuszczów: wodoronadtlenki, nadtlenki, aldehydy, ketony. Obliczano ile razy zwiększyło się stężenie produktów oksydacji w tłuszczu wyekstrahowanym z

frytek lub medium w stosunku do oleju wyjściowego. Taki szacunek był możliwy z obliczenia stosunku sumy pól powierzchni pików stanowiących produkty oksydacji w oleju zużytym do oleju wyjściowego. Stosunek absorpcji K_1 stanowił ilościową ocenę stopnia oksydacji TAG oleju wyjściowego, K_2 wyrażał utlenienie tłuszczu wyekstrahowanego z frytek po 1-krotnym smażeniu, a K_3 wyrażał utlenienie oleju po 3-krotnym smażeniu; przykładowy wzór na obliczanie stosunku K [%] jest następujący:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_i(\text{przy } 240\text{nm})}{\sum_{i=1}^{i=n} P_i(\text{przy } 215\text{nm})} \cdot 100$$

gdzie: P_i - pole powierzchni pod pikiem i -tym

Do analizy statystycznej wyników oceny sensorycznej otrzymanych metodą skalowania zastosowano analizę wariancji, w celu syntetycznego określenia różnic i podobieństw jakości sensorycznej badanych olejów. Dodatkowo obliczono współczynniki korelacji prostej r pomiędzy jakością ogólną a ocenianymi wyróżnikami na poziomie istotności $p < 0,01$.

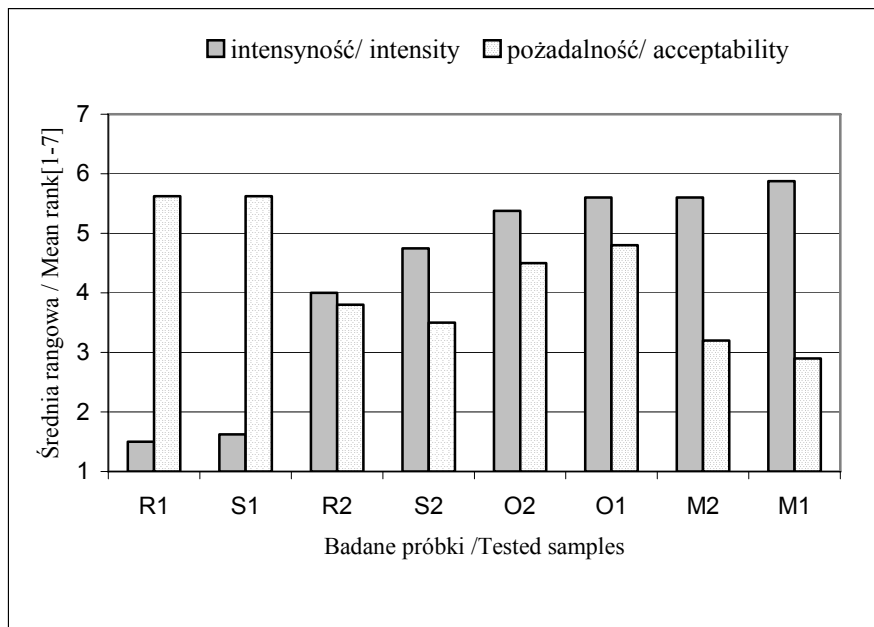
Wyniki i dyskusja

Badania stopnia utlenienia olejów wyjściowych techniką HPLC, wyrażone poprzez stosunki absorpcji K_1 , wykazały różnice w ich jakości. Stopień utlenienia olejów wyjściowych, wyrażony stosunkiem K_1 , był zróżnicowany i zależny od rodzaju oleju. Najmniej zmienionymi surowcami były oleje: rzepakowy R1 ($K_1 = 11,3\%$), słonecznikowy S1 ($K_1 = 16,45\%$) i S2 ($K_1 = 17,2\%$) oraz olej mieszany M1 ($K_1 = 13,8\%$). Należy zauważyć, że komisja oceniająca wskazała zapach olejów R1 i S1 jako najmniej intensywny i najbardziej pożądany (rys. 1). Stwierdzono niską jakość rafinowanych oliw, zwłaszcza typu Sansa ($K_1 = 35,0\%$), także drugiej oliwy, której $K_1 = 20,3\%$, a nawet 35%. Ocena sensoryczna wykazała niską neutralność zapachową oliw z oliwek, wyrażoną intensywnością zapachu, jednak jego pożądalność była wysoka (rys. 1).

W oliwie z oliwek występuje bardzo niska zawartość kwasu α -linolenowego: C 18: 3 (n -3 c) i w związku z tym w czasie ogrzewania np. podczas procesu rafinacji nie powstaje charakterystyczna „nuta rybia”, jak to ma miejsce w przypadku oleju sojowego lub rzepakowego, gdy rafinacja jest zbyt głęboka [9, 10].

Jakość sensoryczna gotowych frytek była determinowana rodzajem oleju użytego do ich smażenia. Zastosowany tłuszcz smaźalniczy miał wpływ na intensywność ocenianych wyróżników (tab. 1), a w największym stopniu oddziaływanie to stwierdzono w ocenie typowości zapachu tłuszczowego smażonego produktu. Najwyższe oceny sensoryczne uzyskały frytki smażone w oleju rzepakowym. Podobnie wysokie oceny

typowości zapachu czipsów smażonych w oleju rzepakowym stwierdzili Hekmat i Heines [4] oraz Hawrysh i wsp. [3].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

R – olej rzepakowy / rapeseed oil; S – olej słonecznikowy / sunflower oil; O – oliwa z oliwek / olive oil; M – olej mieszany / oil blend.

Rys. 1. Ocena intensywności i pożadalności zapachu olejów wyjściowych metodą szeregowania.

Fig. 1. Assessment of the intensity and desirability of odour of initial oils using a ranking method.

Wyczuwalność tłuszczu była największa we frytkach smażonych w oleju mieszanym M1 i jednocześnie frytki te cechowały się najniższą smakowitością i jakością ogólną. Jednakże niskie stosunki K_2 (85%) i K_3 (234%) oleju M1 świadczą o tym, że niskie oceny sensoryczne tego oleju i produktów na nim smażonych nie były związane z jego utlenieniem tylko rewersją zapachu, zachodzącą przy nieprawidłowo prowadzonym procesie technologicznym przy przerobieniu surowca sojowego [10].

Stwierdzono, że sensoryczna wyczuwalność tłuszczu w ocenie doustnej istotnie korelowała z typowością i neutralnością zapachu ($r = -0,82$). Wyczuwalność tłuszczu w ocenie doustnej miała ujemny udział w ogólnej jakości sensorycznej smażonych frytek ($r = -0,87$). Ocena jakości ogólnej smażonych frytek w największym stopniu związana była z oceną smakowitości ($r = 0,96$). Stwierdzono, że niskie noty za zapach smażonego produktu w oleju M1 miały wpływ na: niższe oceny smakowitości, około 2 razy intensywniejszą wyczuwalność tłuszczu oraz na najniższą jakość ogólną smażonych produktów (tab. 1).

Zastosowane oleje w mniejszym stopniu wpływały na ocenę barwy i chrupkości smażonych frytek.

Olej rzepakowy z powodu wysokiej zawartości kwasu α -linolenowego był najbardziej wrażliwy na działanie temperatury, tlenu oraz warunki procesu technologicznego, co potwierdzały chromatogramy zarejestrowane przy długości fali 215 oraz 240 nm oraz wyliczone współczynniki K_2 (około 125%) i K_3 (około 450%). Obserwacje te zgodne są z wcześniejszymi doświadczeniami innych autorów [12]. Jednocześnie ocena sensoryczna wykazała, że frytki smażone w oleju rzepakowym oceniane były jako najbardziej smakowite i chrupkie (tab. 1).

Tabela 1

Wyniki oceny sensorycznej smażonych frytek i stabilności oksydacyjnej olejów.
Results of the sensory assessment of French fries and oxidative stability of oils.

Olej użyty do smażenia Oil used for frying	Wyróżniki oceny sensorycznej smażonych frytek Characteristics used when sensory assessing deep-fried French fries						*Stosunki absorbancji Absorbancy ratios		
	Typowość zapachu Typicality of odour	Barwa / Colour	Chrupkość Crispiness	Wyczuwalność oleju Perceptibility of oil flavour	Smakowitość Flavour	Jakość ogólna Overall quality	K_1	K_2	K_3
rzepakowy / rapeseed									
R1	6,2	4,7	7,7	4,7	7,2	7,3	11,3	121	401
R2	4,8	4,9	6,5	4,9	6,9	7,1	25,8	130	507
słonecznikowy / sunflower									
S1	5,3	6,2	5,7	4,7	6,6	6,6	16,4	132	391
S2	4,6	5,1	6,8	4,3	6,2	6,1	17,2	129	387
oliwa / olive									
O1	5,4	5,6	6,1	4,1	6,3	6,1	35,0	79	153
O2	5,4	5,2	6,0	4,6	6,1	5,9	20,3	75	99
mieszany / oil blend									
M1	3,2	5,7	6,8	6,0	5,4	5,3	13,8	85	234
M2	4,8	6,0	6,3	4,6	5,7	5,4	22,3	285	604

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* stabilność oksydacyjna/ oxidative stability

Olej słonecznikowy i oliwa z oliwek zapewniały zbliżoną jakość sensoryczną smażonych w nich frytek. Stosunki absorbancji K_2 oleju słonecznikowego, świadczące

o jakości tłuszczu wyekstrahowanego ze smażonych frytek, były podobne do oleju rzepakowego i wynosiły 132% (olej S1) i 129% (olej S2).

Najmniejsze zmiany oksydacyjne w tłuszczu wyekstrahowanym z frytek stwierdzono w przypadku oliwy (K_2 około 76%). Jednakże ocena smakowitości frytek smażonych w oliwie była niższa niż przy użyciu oleju rzepakowego. Jest to związane z wpływem kwasów tłuszczowych na smakowitość smażonego produktu, a w szczególności z obniżaniem smakowitości smażonych frytek wraz z wyższą zawartością kwasu oleinowego w tłuszczu smaźalniczym [13]. Ponadto pewna zawartość produktów utlenienia jest konieczna dla percepcji smaku smażonego produktu [14, 16].

Analiza techniką HPLC oleju zużytego wykazała duże zmiany oksydacyjne w stosowanych olejach, wyrażonych w wysokich współczynnikach K_3 . Jedynie oliwa charakteryzowała się istotnie niższymi zmianami oksydacyjnymi ($K_3 = 153$ i 99%).

Wnioski

1. Analiza techniką HPLC wykazała zmiany oksydacyjne w roślinnych olejach wyjściowych, tłuszczach wyekstrahowanych ze smażonych frytek oraz w olejach posmaźalniczych, przy czym najmniejsze zmiany stwierdzono, stosując do smażenia oliwę z oliwek i olej mieszany.
2. Najwyższą jakością sensoryczną smażonych frytek uzyskano w doświadczeniach, w których do smażenia użyto olejów: rzepakowego lub słonecznikowego, pomimo faktu, że następowały w nich niekorzystne zmiany oksydacyjne.

Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N.: Nowe i znowelizowane metody analizy sensorycznej stosowane w pracach badawczych nad żywnością. W: Postęp w analizie żywności – pod red. S. Tyszkiewicz. Zakład Usług Tech. PZSWiR, Warszawa 1990.
- [2] Blumenthal M. M.: A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. *Food Technol.*, 1991, **45**, 2, 68-71.
- [3] Hawrysh Z.J., Erin M.K., Kim S.S., Hardin R.T.: Quality and stability of potato chips fried in canola, partially hydrogenated canola, soybean and cotton seed oils. *J. Food Qual.*, 1996, **19**, 107-20.
- [4] Hekmat S., Heines.: Comparison of the effects of Carotino and Canola oils on the sensory properties of various foods. *Nutr. Res.*, 2003, **23**, 1211-1219.
- [5] ISO 8587:1988. Sensory analysis. Methodology. Ranking.
- [6] Jacobsen Ch.: Sensory impact of lipid oxidation in complex food systems. *Fett/Lipid*, 1999, **12**, **101**, 484-492.
- [7] Meilgaard M., Civille G. V., Carr B.T.: Sensory evaluation techniques (3rded.), Boca Raton, CRC Press, 1999.
- [8] PN-ISO 4121: 1988 Analiza sensoryczna. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania
- [9] Ravi R., Prakash M., Bhat K. K.: Sensory odour profiling and physical characteristics of edible oil blends during frying. *Food. Res. Int.* 2005, **38**, 59-68.


- [10] Rossell J. B.: *Frying Improving quality*. CRC Press and Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, England 2001.
- [11] Stampanoni Ch. R.: Role of sensory analysis in determining product quality and in quality control. *Lebensmitteltechnologie*, 1994, **27** (10), 322-329
- [12] Warner K., Mounts T.L.: Frying stability of soybean and canola oils with modified fatty acid composition. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1993, **10**, **70**, 983-88.
- [13] Warner K., Orr P., Glynn M.: Effect of fatty acid composition on flavour and stability of fried foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, **4**, **74**, 347-56.
- [14] Warner K., Orr P., Glynn M.: Effect of fatty acid composition on potato chip stability. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1997, **10**, **71**, 1117 – 1121.
- [15] Wařowicz E, Gramza A., Heř M.: Oxidation in lipid in food science. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, **13/15**, SI 1, 87 – 97.
- [16] Xu, X-Q, Tran H., Palmer M., White K., Salisbury P.: Chemical and physical analyses and sensory evaluation of six deep-frying oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1999, **9**, **76**, 1091-1099.

OXIDATIVE STABILITY AND SENSORY QUALITY AS THE CRITERIA OF USEFULNESS OF REFINED OILS FOR DEEP FRYING

S u m m a r y

In this paper, the oxidative stability of eight refined oils used for deep frying was assessed by a method of liquid chromatography (HPLC). Oils and the products fried in them were assessed using the sensory qualities as important criteria of quality.

The lowest oxidative changes in fats extracted from a fried product were noted in the olive oil ($K_2 = 76\%$), and the highest - in the rapeseed and sunflower oils (K_2 ca. 130%), as well as in the oil blend ($K_2 = 285$). On the basis of the results obtained from the sensory assessment performed (in the form of panel), differences were stated in the following qualities of French fries: typicality of odour, sensory perceptibility of fat (determined using oral test), flavour, and the overall sensory quality. The panellists accentuated the higher typicality of odour of French fries fried in the rapeseed oil compared with French fries fried in the oil blend and olive oil. The higher perceptibility of fat flavour of French fries influenced their worse flavour. Regarding the sensory criteria and oxidability, the rapeseed, sunflower and blend oils should be only once used for frying.

Key words: refined oils, sensory quality, oxidative changes 

IWONA SITKIEWICZ, SYLWIA DENOCH

WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE ORAZ RETROGRADACJA WYBRANYCH SKROBI MODYFIKOWANYCH KUKURYDZY WOSKOWEJ

Streszczenie

Zbadano właściwości reologiczne kleików skrobi modyfikowanych z kukurydzy woskowej i porównano z właściwościami skrobi natywnej. Wykreślono krzywe lepkości za pomocą wiskozymetru rotacyjnego Brookfield DV-III V 3.3 RV. Przeanalizowano zmiany parametrów reologicznych zachodzące w trakcie przechowywania badanych kleików, jak również odporność kleików na cykle zamrażania-rozmrażania. Zmierzono także za pomocą aparatu Turbiscan Lab Expert intensywność transmisji światła w trakcie przechowywania kleików. W badanym zakresie szybkości ścinania kleiki skrobiowe były płynami nieniuetonowskimi, rozrzedzanymi ścinaniem, wykazującymi zjawisko tiksotropii. Kleiki skrobi modyfikowanych charakteryzowały się większą stabilnością parametrów reologicznych podczas przechowywania, jak również odpornością na cykle zamrażanie – rozmrażanie niż kleik skrobi natywnej kukurydzy woskowej. Kleiki skrobi modyfikowanych charakteryzowały się mniejszą przejrzystością niż kleik skrobi natywnej, ale nie zmieniała się ona w trakcie przechowywania.

Słowa kluczowe: skrobia kukurydzy woskowej, skrobia modyfikowana chemicznie, stabilność w trakcie przechowywania, odporność na zamrażanie, retrogradacja

Wprowadzenie

Skrobia jest wszechstronnym i użytecznym polimerem nie tylko dlatego, że jest naturalnym i tanim surowcem, ale także dlatego, że ze względu na budowę oraz jej właściwości można łatwo dokonać fizycznej, chemicznej lub enzymatycznej modyfikacji. Modyfikacje skrobi mają na celu nadanie jej nowych właściwości fizykochemicznych i funkcjonalnych, których skrobie natywne nie mają [12]. Podczas modyfikacji skrobi zmianom jej właściwości towarzyszą bardzo małe zmiany budowy jej cząsteczek, a struktura ziarenek nie ulega zniszczeniu [4, 9]. Najczęściej obserwowanym efektem modyfikacji fizykochemicznych skrobi są zmiany właściwości reologicz-

nych kleików skrobiowych. Spośród wielu metod modyfikacji najważniejszymi rodzajami są: usieciowanie i stabilizowanie. Podczas sieciowania ulegają wzmocnieniu już istniejące mostki wodorowe pomiędzy łańcuchami polimerów skrobiowych poprzez wprowadzenie dodatkowych usztywniających wiązań poprzecznych. Powstałe kleiki skrobiowe są bardziej odporne na temperaturę i siły ścinające. Zastosowanie takiej skrobi w procesie technologicznym jest uzasadnione, gdyż w podobnych warunkach skrobia natywna traci swoje właściwości i „rozpada się”. Proces stabilizacji polega na wprowadzeniu do cząsteczki skrobi różnorodnych grup, które uniemożliwiają równoległe i bliskie ustawienie się łańcuchów skrobiowych. Dzięki temu ogranicza się proces retrogradacji i wynikającą z niego synerzę. W wyniku procesu stabilizacji można uzyskać stabilne w czasie przechowywania produkty, nawet jeśli zawierają one duże ilości wody [6]. Właściwości kleików skrobiowych zależą od pochodzenia botanicznego skrobi. Skrobia kukurydzy woskowej nie zawiera praktycznie amylozy i z tego względu charakteryzuje ją mała podatność na retrogradację [3, 11].

Celem pracy było określenie zmian odporności na naprężenia ścinające podczas przechowywania i zamrażania-rozmrażania oraz retrogradacji wybranych skrobi modyfikowanych kukurydzy woskowej.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły następujące handlowe preparaty skrobi kukurydzianej woskowej (National Starch&Chemical): natywna skrobia kukurydziana woskowa - Amioca Powder TF, fosforan diskrobiowy - Clearjel A (E 1412), acetylowany adypinian diskrobiowy - Colflo 67 (E 1422), hydroksypropylofosforan diskrobiowy - National 465 (E 1442).

Skrobia Clearjel A należy do skrobi usieciowanych, a skrobie Colflo 67 i National 465 są stabilizowane po usieciowaniu.

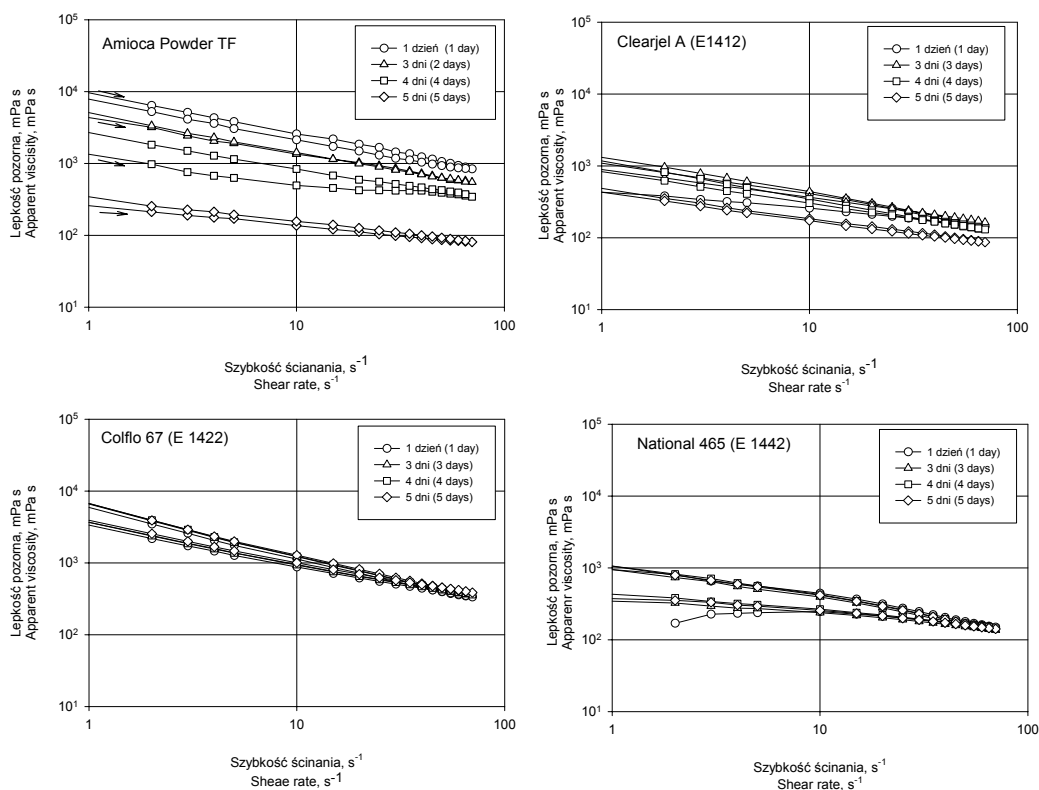
Sporządzono kleiki ze wszystkich badanych skrobi, ogrzewając 4% (m/m) zawiesiny wodne skrobi w temp. 95°C przez 30 min, mieszając je z prędkością 500 obr./min, po czym pozostawiano do schłodzenia do temp. 25°C. Pomiary właściwości reologicznych kleików skrobiowych wykonywano w reometrze rotacyjnym Brookfield DV-III V3.3 RV, stosując wrzeciono 27. Dokonywano pomiarów lepkości pozornej przy szybkościach ścinania w zakresie 1÷70 s⁻¹. Naprężenia ścinające oraz lepkość pozorną rejestrowano przy rosnącej i malejącej prędkości ścinania. Przygotowane kleiki skrobiowe zbadano w dniu ich sporządzenia, a następnie w 3., 4. i 5. dniu przechowywania w temp. 25°C.

Wykonywano również pomiary właściwości reologicznych kleików skrobiowych po 3 cyklach zamrażanie-rozmrażanie. Jeden cykl obejmował zamrożenie kleików w temp. -18°C, przechowywanie w tej temperaturze przez 1 dobę, a następnie rozmrażanie w temp. 25°C przez 3 godz.

Zmiany podatności badanych skrobi na retrogradację określano na podstawie zmian transmitancji badanych kleików skrobiowych podczas przechowywania. Pomiaru dokonywano w aparacie Turbiscan LAb firmy Formulacion (Francja) przy długości fali 880 nm. Pomiaru wykonywano pierwszego, trzeciego, piątego, siódmego i dziewiątego dnia. Badane kleiki o stężeniu 4% przechowywano w temp. 4°C. Pomiar transmitancji dokonywano w temp. 25°C.

Wyniki i dyskusja

Na rys. 1. przedstawiono krzywe lepkości badanych kleików skrobiowych wyznaczone bezpośrednio po ich przygotowaniu oraz po 2, 3, 4 dobach przechowywania w temp. 25°C.



Rys. 1. Krzywe lepkości pozornej badanych kleików skrobiowych w czasie ich przechowywania w temperaturze 25°C.

Fig. 1. apparent viscosity curves of starch pastel during their storage at 25°C.

Przebieg krzywych lepkości, jak również parametry reologiczne zastosowanego modelu potęgowego wskazują, że w zakresie badanych szybkości ścinania świeżo

przygotowane kleiki analizowanych skrobi są cieczami nieniutonowskimi rozrzedzanymi ścinaniem. Najwyższe wartości lepkości pozornej wykazał kleik skrobi natywnej Amioca Powder TF. Przy wzroście szybkości ścinania od 1 do 70 s⁻¹ lepkość pozorna zmniejszała się przeszło 11-krotnie: od 9700 do 840 mPa·s. Przy malejącej szybkości ścinania osiągnęto niższe wartości lepkości, zgodnie z tiksotropowym charakterem badanego kleiku. Lepkość pozorna kleiku skrobi Colflo 67 (E 1422), w porównaniu z kleikiem skrobi natywnej, malała szybciej przy wzrastającej szybkości ścinania – stwierdzono aż 18-krotne zmniejszenie lepkości pozornej, od 5950 do 335 mPa·s. Kleiki skrobi Clearjel A (E 1412) i National 465 (E 1442) charakteryzowały się podobnymi wartościami lepkości pozornej oraz tempem ich zmniejszania przy wzroście szybkości ścinania od 1 do 70 s⁻¹. Z kolei lepkość pozorna kleiku skrobi Clearjel A zmniejszyła się około 7,7-krotnie (od 1090 do 142 mPa·s), a w przypadku kleiku skrobi National 465, obniżenie było 6,4-krotne (od 950 do 149 mPa·s).

Tabela 1

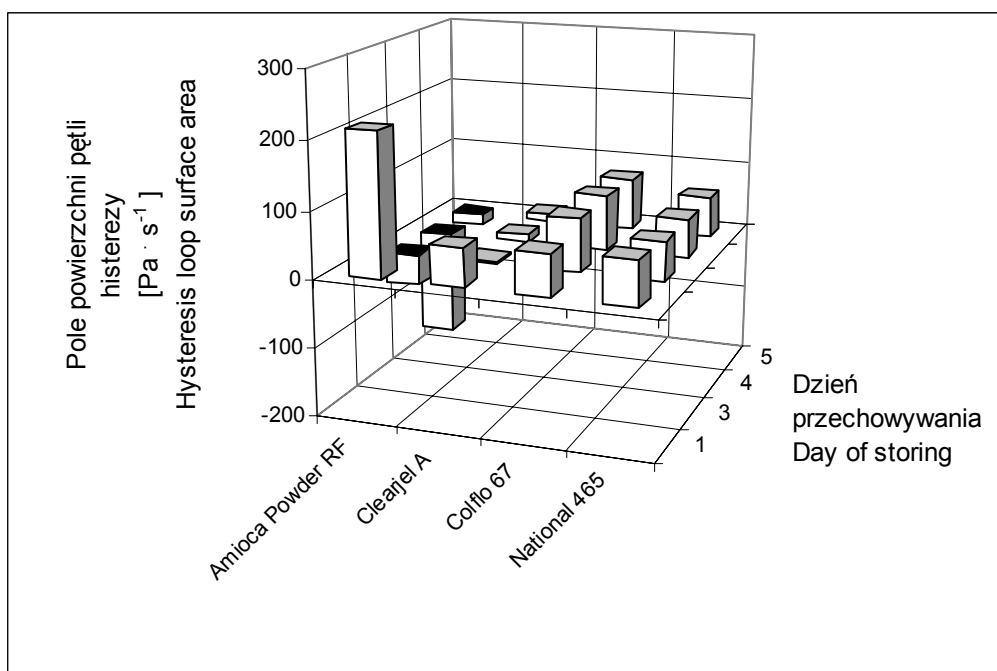
Parametry reologiczne modelu potęgowego opisującego krzywe lepkości pozornej badanych preparatów skrobiowych (bezpośrednio po przygotowaniu).

Rheological parameters of a power law model describing the apparent viscosity of starch pastes investigated (immediately after they have been prepared).

Skrobia Starch	Szybkość ścinania, s ⁻¹ Shear rate, s ⁻¹	K, Pa·s ⁿ	n	R ²
Amioca Powder TF	1→70	7,90	0,42	0,996
	70→1	5,68	0,48	0,998
Clearjel A	1→70	1,34	0,47	0,996
	70→1	0,51	0,70	0,999
Cloflo 67	1→70	5,08	0,35	0,995
	70→1	2,84	0,50	0,999
National 465	1→70	1,01	0,52	0,995
	70→1	0,43	0,73	0,999

Przechowywanie badanych kleików w temp. pokojowej przez okres do 5 dni powodowało zmniejszenie ich lepkości pozornej w kolejnych dniach. Największe, w porównaniu ze świeżo przygotowanym kleikiem, zmniejszenie lepkości pozornej wykazał kleik skrobi natywnej Amioca Powder TF - w trzecim dniu przechowywania było ono około 1,5-krotne przy szybkości ścinania 70 s⁻¹. Podobne zmniejszenie lepkości pozornej występowało między 3. i 4. dniem przechowywania, ale już w piątym dniu spadek ten był przeszło 4-krotny w porównaniu z dniem poprzednim. Mniejsze tempo obniżania lepkości pozornej podczas przechowywania stwierdzono w przypadku kleiku skrobi Clearjel A (E 1412) zaś najmniejsze w kleikach skrobi Colflo 67 (E 1422) oraz National 465 (E 1442).

Świeżo przygotowane kleiki skrobi kukurydzy woskowej wykazywały zjawisko tiksotropii. Największym polem powierzchni pętli histerezy (obliczonym na podstawie krzywych płynięcia badanych kleików skrobiowych niezamieszczonych w tej pracy) charakteryzował się kleik skrobi natywnej Amioca Powder TF ($212 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$) (rys. 2). W trzecim dniu przechowywania kleik ten wykazał zjawisko przeciwne do tiksotropii, czyli antytiksotropię i efekt ten utrzymał się do 5. dnia przechowywania. Wartości pola powierzchni pętli histerezy przyjmowały od 3. dnia wartości ujemne odpowiednio: -45 , -153 oraz $-17 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$. Pole powierzchni pętli histerezy pozostałych badanych kleików w dniu ich przygotowania wyniosło około $60 \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$.

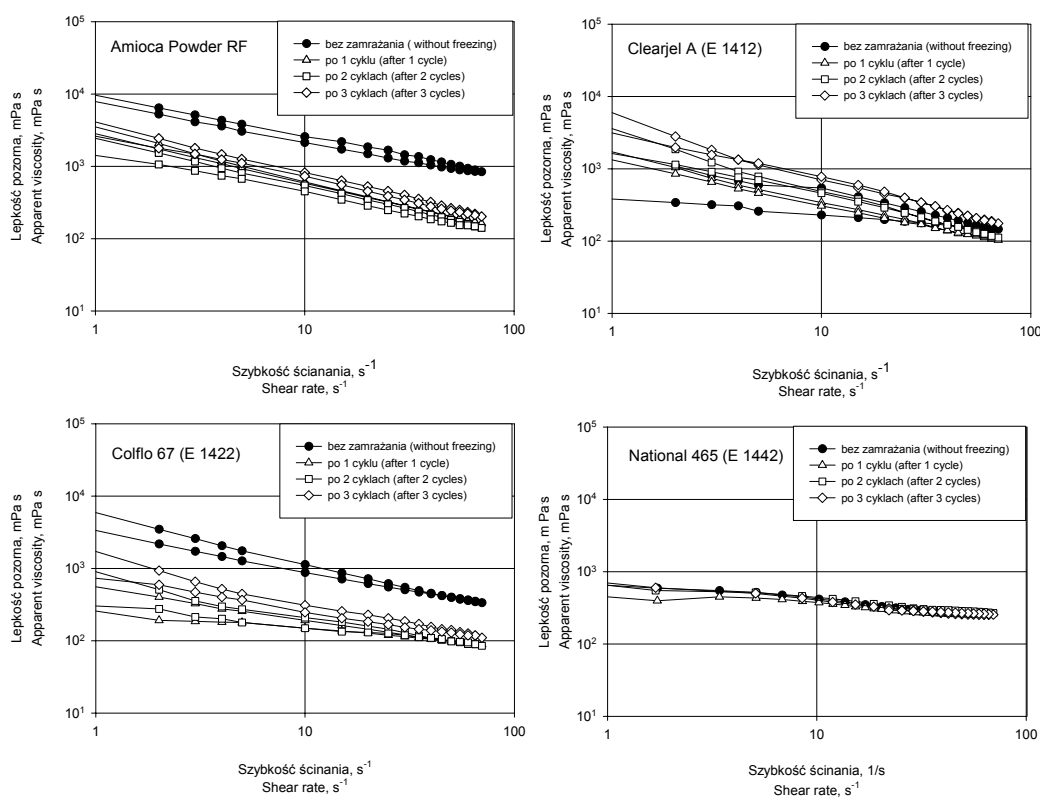


Rys. 2. Wielkość powierzchni pól pętli histerezy badanych kleików skrobiowych w czasie ich przechowywania w temp. 25°C .

Fig. 2. Hysteresis loop surface areas of starches investigated during their storage at 25°C .

W przypadku kleików Colflo 67 (E1422) oraz National 465 (E 1442), tiksotropowy charakter został zachowany do końca badanego okresu przechowywania, a niewielkie różnice pól powierzchni pętli histerezy występujące w kolejnych dniach przechowywania były statystycznie nieistotne. Kleik skrobi Clearjel A (E 1412) pomiędzy 1. a 3. dniem przechowywania wykazywał przeszło 6-krotne zmniejszenie wartości pola powierzchni pętli histerezy. W kolejnych dniach stwierdzano niewielki, lecz statystycznie nieistotny wzrost pola powierzchni pętli histerezy.

Antytiksotropowy charakter podczas ścinania jest zjawiskiem występującym często w kleikach skrobiowych. Stwierdzili je w kleikach skrobi ziemniaczanej (natywnej i modyfikowanej) Fortuna i wsp. [2], a w usieciowanej skrobi kukurydzy woskowej Tattiyakul i Rao [10]. Występowanie tego zjawiska zależy przede wszystkim od zakresu szybkości ścinania oraz naprężeń ścinających, stężenia kleików oraz ilości cykli ścinających, jakim poddano próbkę [1]. Ponieważ antytiksotropowe właściwości ujawniają się, gdy badane kleiki poddaje się więcej niż jednemu cyklowi ścinania (wzrastająca i malejąca szybkość ścinania) można przypuszczać, że przyłożenie naprężeń ścinających indukuje powstawanie struktury wewnętrznej.



Rys. 3. Krzywe lepkości pozornej badanych kleików skrobiowych po kolejnych cyklach zamrażanie-rozmrażanie.

Fig. 3. Apparent viscosity curves of starch pastel investigated after the ensuring freezing-thawing cycles.

Na rys. 3. przedstawiono krzywe lepkości badanych kleików skrobiowych poddanych kolejno trzem cyklom zamrażanie – rozmrażanie. W badanych kleikach skrobiowych, z wyjątkiem kleiku skrobi National 465 (E 1442), już po pierwszym cyklu zamrażanie – rozmrażanie nastąpiło zmniejszenie lepkości, przy czym w największym stopniu

wystąpiło w przypadku kleiku skrobi natywnej Amioca Powder RF. Lepkość pozorna przy szybkości ścinania 70 s^{-1} była 5,2 razy mniejsza od lepkości pozornej świeżo przygotowanego kleiku. Poddanie kleiku kolejnemu cyklowi zamrażanie-rozmrażanie spowodowało dalsze, niewielkie już zmiany lepkości pozornej, przy czym po trzech cyklach lepkość nieznacznie wzrosła w porównaniu z drugim cyklem. Kleik skrobi Colflo 67 (E 1422) zachowywał się w trakcie kolejnych cykli zamrażanie - rozmrażanie podobnie jak Amioca Powder RF, zarówno pod względem zakresu zmian, jak i szybkości zmniejszania lepkości pozornej. Kleik skrobi National 465 (E 1442) praktycznie nie wykazał zmian lepkości pozornej podczas trzech cykli zamrażanie - rozmrażanie.

Kleik skrobi Clearjel A (E 1412) przejawiał inne tendencje zmian lepkości przy zamrażaniu i rozmrażaniu. Po trzech cyklach następował wzrost lepkości pozornej – przy szybkości ścinania 70 s^{-1} lepkość pozorna wzrosła o 25% w stosunku do lepkości pozornej kleiku świeżo przygotowanego.

W tab. 2. przedstawiono wartość transmitancji światła badanych 4% kleików skrobiowych w trakcie 9-dniowego przechowywania.

Tabela 2

Wartości transmitancji światła badanych kleików skrobiowych w trakcie przechowywania.
Light transmittance values of starch pastes investigated whilst storing them.

Skrobia Starch	Transmitancja [%] / Transmittance [%]				
	1. dzień 1 st day	3. dzień 3 rd day	5. dzień 5 th day	7. dzień 7 th day	9. dzień 9 th day
Amioca Powder TF	4,37±0,77	3,63±0,16	3,00±0,26	2,58±0,01	2,20±0,00
Clearjel A (E 1412)	0,14±0,01	0,14±0,01	0,12±0,01	0,10±0,01	0,08±0,00
Colflo 67 (E 1422)	0,20±0,01	0,20±0,01	0,20±0,01	0,20±0,01	0,20±0,01
National 465 (E 1442)	0,21±0,00	0,21±0,00	0,21±0,00	0,21±0,00	0,21±0,00

Kleik skrobi natywnej Amioca Powder TF wykazał najwyższą wartość transmitancji, a w trakcie 9-dniowego przechowywania malała ona od 4,37 do 2,20%. Pozostałe kleiki charakteryzowały się znacznie niższymi wartościami transmitancji (0,1-0,2%), przy czym w przypadku kleików skrobi Colflo 67 (E 1422) i National 465 (E 1442) w trakcie ich przechowywania nie stwierdzono zmian wartości transmitancji. Wartość transmitancji kleiku skrobi Clearjel A (E 1412) już w piątym dniu przechowywania obniżyła się o około 17%, a po dziewięciu dniach o 75% w stosunku do wartości wyjściowej. Wyniki te wskazują na fakt większej przejrzystości kleików skrobi natywnej niż kleików skrobi modyfikowanych chemicznie. Podobne wyniki uzyskali Liu i wsp. [5], stwierdzając większą przejrzystość kleiku natywnej skrobi kukurydzy woskowej niż poddanych procesowi acetylacji, oraz Reddy i Seib [8] w przypadku skrobi kukurydzy woskowej natywnej oraz acetylowanej i hydroksypropyloowanej.

Retrogradacja kleików skrobi natywnej oraz skrobi Colflo 67 (E 1422) w trakcie dziewięciodniowego przechowywania była niewielka, natomiast kleiki skrobi Clearjel A (E 1412) i National 465 (E 1442) nie wykazały retrogradacji w badanym okresie przechowywania. Stwierdzony poziom retrogradacji skrobi kukurydzy woskowej w postaci natywnej był zbliżony do wyników otrzymanych przez Pietrzyka i Fortunę [7].

Wnioski

1. Poddanie skrobi natywnej kukurydzy woskowej modyfikacjom chemicznym w różnym stopniu zmieniło lepkość kleików, stabilność reologiczną podczas przechowywania oraz odporność na cykle zamrażanie – rozmrażanie. Usieciowanie skrobi natywnej do fosforanu diskrobiowego (skrobia Clearjel A, E 1412) spowodowało obniżenie lepkości otrzymanego kleiku, poprawę stabilności reologicznej podczas przechowywania oraz nieznacznie zwiększyło odporność na cykle zamrażanie – rozmrażanie. Usieciowanie skrobi, a następnie stabilizowanie grupami acetylowymi do acetylowanego adypinianu diskrobiowego (skrobia Colflo 76, E 1422) lub hydroksypropylowymi do hydroksypropylofosforan diskrobiowego (skrobia National 465, E 1442) w większym stopniu poprawiło stabilność kleików podczas przechowywania. Skrobia stabilizowana po usieciowaniu, National 465, charakteryzowała się dużą stabilnością parametrów reologicznych w cyklach zamrażanie - rozmrażanie.
2. Kleiki skrobi natywnej (Amioca Powder RF) charakteryzowały się największą przejrzystością spośród wszystkich badanych kleików, a w trakcie ich 9-dniowego przechowywania, w wyniku retrogradacji, przejrzystość zmniejszyła się o połowę. Podobny poziom retrogradacji stwierdzono w kleiku fosforanu diskrobiowego (Clearjel A, E 1412). Kleiki acetylowanego adypinianu diskrobiowego (Colflo 67, E 1422) oraz hydroksypropylowanego fosforanu diskrobiowego (National 465, E 1442) nie wykazały retrogradacji.

Literatura


- [1] Chamberlain E.K., Rao M.A., Cohen C.: Shear thinning and anithixotropic behavior of a heated cross-linked waxy maize starch dispersion. *Int. J. Food Proper.*, 1999, **2**, 63-77.
- [2] Fortuna T., Gałkowska D., Juszcak L.: Porównanie właściwości reologicznych wybranych preparatów skrobi modyfikowanej. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 2004, **3**, 21-32.
- [3] Leszczyński W.: Skrobia oporna i jej znaczenie. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2004, **5**, 49-51.
- [4] Lewandowicz G., Walkowski A., Gawęcki J.: Fosforany skrobiowe – charakterystyka, funkcje technologiczne i żywieniowe. *Przem. Spoż.*, 1999, **53**, 34-36.
- [5] Liu H., Ramsden L., Corke H.: Physical properties and enzymatic digestibility of acetylated ae, wx, and normal maize starch. *Carbohydrate Polymers*, 1998, **34**, 283-289.
- [6] Nadison J.: Skrobia modyfikowana. Rodzaje, właściwości, zastosowanie produktu. *Przem. Spoż.*, 1995, **49**, 209-212.

- [7] Pietrzyk S., Fortuna T.: Wpływ rodzaju skrobi i warunków jej utleniania na retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2**, (43), 23-32.
- [8] Reddy I., Seib P.A.: Modified waxy wheat starch compared with modified waxy corn starch. *J. Cereal Sci.*, 2000, **31**, 25-39.
- [9] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Dodatki funkcjonalne do żywności. Wyd. Agro & Food Technology, Katowice 1993, s. 127-134.
- [10] Tattiyakul J., Rao M.A.: Rheological behavior of cross-linked waxy maize starch dispersions during and after heating. *Carbohydrate Polymers*, 2000, **43**, 215-222.
- [11] Walkowski A., Lewandowicz G.: Właściwości użytkowe krajowych spożywczych skrobi modyfikowanych. *Przem. Spoż.*, 1993, **5**, 127-128.
- [12] Walkowski A., Olesienkiewicz A.: Kryteria doboru skrobi modyfikowanych w przetwórstwie żywności. *Przem. Spoż.*, 2005, **8**, 54-57.

RHEOLOGICAL PROPERTIES AND RETROGRADATION OF SOME SELECTED MODIFIED WAXY MAIZE STARCHES

S u m m a r y

The rheological properties of pastes made of modified waxy maize were investigated and compared with the properties of native starch. Apparent viscosity curves were plotted using a rotational viscosimeter type Brookfield DV-III V 3.3 RV. Changes in rheological parameters occurring whilst storing the pastes investigated were analysed as was the resistance of the pastes to the freezing-thawing cycles. Furthermore, during the storage of pastes, the light transmission intensity was assessed using a Turbiscan Lab apparatus. Within the investigated range of shear rates, the starch pastes appeared to be non-Newtonian and shear-thinned fluids showing a thixotrophy phenomenon. The modified starch pastes were characterized by a higher stability of their rheological parameters during their storage, as well as by a certain resistance to the freezing-thawing cycles compared to the native starch paste of waxy maize. The modified starch pastes were less transparent than the native starch paste; however, their transparency did not change during the storage.

Key words: waxy maize starch, chemically modified starch, stability during storage, freezing-thawing stability, retrogradation 

SYLWIA SKĄPSKA, BOGDAN SIELIWANOWICZ, URSZULA JASIŃSKA,
LUBOMIŁA OWCZAREK, JANUSZ LIPOWSKI, MARIA TRZCIŃSKA,
AURELIA HAŁASIŃSKA

ZMIANY ZAWARTOŚCI NATURALNYCH PRZECIWUTLENIACZY ORAZ POJEMNOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCEJ ZACHODZĄCE W SUROWCU W TRAKCIE PROCESU OTRZYMYWANIA SOKU ZAGĘSZCZONEGO Z JABŁEK

Streszczenie

Celem pracy było określenie zmian zawartości wybranych naturalnych przeciwutleniaczy oraz zmian pojemności przeciwutleniającej (PP), zachodzących w surowcu w poszczególnych procesach jednostkowych otrzymywania zagęszczonego soku jabłkowego.

Rozdrobnione jabłka odmian Szampion i Idared poddawano działaniu preparatu pektynolitycznego, a następnie tłoczono. Po odwirowaniu sok pasteryzowano i poddawano kolejno: ponownej obróbce preparatem pektynolitycznym, filtracji, mikrofiltracji i zagęszczaniu w wyparce. Po każdym etapie procesu technologicznego badano pojemność przeciwutleniającą z wykorzystaniem rodników ABTS[•] oraz DPPH[•] oraz zawartość: fenoli ogółem, wybranych związków fenolowych techniką HPLC i kwasu L-askorbinowego.

Początkowa pojemność przeciwutleniająca jabłek odmiany Szampion oraz Idared była na zbliżonym poziomie i wynosiła ok. 5,5 i 2,5 $\mu\text{moli Troloxu/g}$ $\acute{s}.\text{m.}$, oznaczana odpowiednio z wykorzystaniem rodników ABTS[•] oraz DPPH[•]. Również zawartość fenoli ogółem w owocach obu odmian była podobna i wynosiła 2,4 mg/g $\acute{s}.\text{m.}$ Kwas L-askorbinowy w ilości ok. 2 mg/kg stwierdzono jedynie w świeżych jabłkach odmiany Szampion. Duże zmniejszenie pojemności przeciwutleniającej obserwowano bezpośrednio po rozdrobnieniu surowca, szczególnie w przypadku jabłek odmiany Idared, w których wyniosło ono aż 70%. Obniżanie pojemności przeciwutleniającej następowało również na etapie tłoczenia miazgi, filtracji oraz zagęszczania soku, natomiast obróbka enzymatyczna miazgi i soku, wirowanie, pasteryzacja oraz mikrofiltracja soku nie miały wpływu lub powodowały wzrost tego wskaźnika. Głównym związkiem fenolowym w świeżych jabłkach odmiany Idared był kwas chlorogenowy, natomiast w jabłkach odmiany Szampion – procyanidyna C1. Związki te dominowały na wszystkich etapach procesu technologicznego i w produkcie końcowym. W zagęszczonych sokach klarownych, otrzymanych z jabłek odmiany Szampion i Idared, pozostawało odpowiednio ok. 80 i 20% wyjściowej pojemności przeciwutleniającej owoców.

Słowa kluczowe: jabłka, sok zagęszczony, pojemność przeciwutleniająca, związki fenolowe

Dr inż. S. Skąpska, dr hab. B. Sieliwanowicz, mgr inż. U. Jasińska, dr inż. L. Owczarek, mgr inż. J. Lipowski, dr hab. M. Trzcińska, mgr A. Hałasińska, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa

Wprowadzenie

Świadomi konsumenci coraz częściej oczekują produktów spożywczych zawierających składniki bioaktywne, korzystnie wpływające na funkcje organizmu. Z tego względu istotne jest zbadanie wpływu poszczególnych etapów procesu technologicznego na zachowanie tych komponentów. Związki fenolowe, występujące w wielu produktach roślinnych, stanowią ważną grupę naturalnych przeciwutleniaczy, cenionych ze względu na zdolność ograniczania szkodliwych dla zdrowia efektów stresu oksydacyjnego. W Polsce jednym z istotnych źródeł fenolowych przeciwutleniaczy w diecie są jabłka i produkty z nich otrzymywane. Główne związki fenolowe jabłek to kwasy fenolowe, flawonole, katechiny i proantocyjanidyny [3, 7, 9 - 12]. Dużą część zbiorów jabłek przerabia się na klarowny sok zagęszczony, służący następnie do odtworzenia soku jabłkowego do celów konsumpcyjnych. Otrzymywanie soku zagęszczonego jest procesem złożonym, obejmującym obróbkę mechaniczną, cieplną i enzymatyczną. Producenci, starając się uzyskać sok zagęszczony o jak najwyższej klarowności, jasnej barwie i stabilności, pozbawiają go większości fenoli, co negatywnie wpływa na zdolności przeciwutleniające produktu [4, 6, 10, 11].

Celem pracy było określenie zmian zawartości wybranych grup związków, znanych jako naturalne przeciwutleniacze, oraz zmian pojemności przeciwutleniającej (PP) zachodzących w surowcu, w poszczególnych procesach jednostkowych otrzymywania zagęszczonego soku jabłkowego oraz ich wpływu na jakość produktu końcowego.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły jabłka odmian Szampion i Idared, zakupione w Pomocniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach.

Doświadczenia prowadzono w skali mikrotechnicznej na 50-kilogramowych partiach jabłek. Surowiec (S) rozdrabniano w młynku typu Rietza. Miazgę (M) poddawano obróbce preparatem pektynolitycznym Pectinex Smash XXL firmy Novozymes A/S w ilości 0,1 g/kg w temp. pokojowej przez 1 godz. Miazgę po pektolizie (MP) tłoczono w prasie warstwowej TP-2F Bucher-Guyer. Sok surowy (SS) odwirowywano w wirówce komorowej Kudlenberg i odpowietrzano w odpowietrzaczu próżniowym firmy Fryma. Odwirowany sok (SW) pasteryzowano w pasteryzatorze płytowym Alfa-Laval (temp. 91-93°C, 40-45 s). Sok po pasteryzacji (SP) poddawano: kolejnej obróbce preparatem Pectinex XXL firmy Novozymes A/S (0,35 g/l) przez 18 h w temp. 20±2°C (SPE), następnie filtracji przez filtr Carlsona wyposażony w płyty K7 z ziemią okrzemkową (SF), mikrofiltracji w urządzeniu firmy Sartorius z membranami celulozowymi o porach 0,45 µm (SM) i zagęszczano w wyparce odśrodkowej Centri-Therm

CT-1B Alfa-Laval w temp. 55–58°C do stężenia 61,8 i 63,0°Bx, odpowiedniego dla soków z jabłek Szampion i Idared (SZ).

Na każdym etapie procesu technologicznego badano następujące parametry: sucha masa metodą suszarkową (surowiec, miazga), ekstrakt (soki), całkowita pojemność przeciwutleniająca (PP) w przeliczeniu na równoważniki Troloxu z wykorzystaniem rodników ABTS* [5] i DPPH* [14]; zawartość wybranych związków fenolowych oznaczano techniką HPLC, stosując chromatograf 515 Waters, wyposażony w kolumnę Symetri C18, 3,9 x 150 mm (Waters) z przedkolumną, detektor 2487 i termostat do kolumn, z oprogramowaniem Millennium³². Temp. kolumny w czasie rozdzielania wynosiła 25°C, elucję prowadzono wg liniowego gradientu metanolu w 0,025% kwasie ortofosforowym: 0-5 min – 16% metanolu, 5-17 min – 20% metanolu, 17-17,5 min – 35% metanolu, 17,5-18 min – 60% metanolu i 18-20 min – 16% metanolu. Związki fenolowe identyfikowano i oznaczano ilościowo przy 280 nm, wykorzystując metodę wzorców zewnętrznych. Zawartość fenoli ogółem oznaczano metodą Folina-Ciocalteu'a [8], a zawartość kwasu L-askorbinowego testem enzymatycznym [2].

W celu stwierdzenia czy dany etap procesu istotnie wpływał na zawartość związków fenolowych ogółem i pojemność przeciwutleniającą zastosowano test t-Studenta.

Wyniki i dyskusja

Pojemność przeciwutleniająca (PP) jabłek związana jest przede wszystkim z obecnością związków fenolowych, gdyż nie zawierają one znaczących ilości innych znanych przeciwutleniaczy. W jabłkach odmiany Idared nie stwierdzono obecności kwasu L-askorbinowego, natomiast w jabłkach odm. Szampion występowała ona na poziomie ok. 2 mg/kg i zanikała już na etapie rozdrabniania surowca.

W tab. 1. przedstawiono zmiany zawartości związków fenolowych ogółem oraz PP w trakcie procesu technologicznego, w tab. 2. zamieszczono natomiast wyniki analizy wybranych składników fenolowych. Związki te stanowiły jedynie ok. 14% związków fenolowych ogółem oznaczanych w reakcji z odczynnikami Folina-Ciocalteu'a, co świadczy o obecności w jabłkach obu odmian wielu nieoznaczonych metodą HPLC składników fenolowych.

Początkowa zawartość fenoli ogółem w świeżej masie owoców w jabłkach odmiany Szampion oraz Idared była podobna i wynosiła 2,4 mg/g. Również PP jabłek obu odmian była na zbliżonym poziomie i wynosiła ok. 1,4 i 0,6 mg Troloxu/g ś.m., odpowiednio z wykorzystaniem rodników ABTS* oraz DPPH*. Głównym związkiem fenolowym w świeżych jabłkach odmiany Idared był kwas chlorogenowy, natomiast w jabłkach odmiany Szampion – procyanidyna C1. Związki te dominowały również w produktach pośrednich na wszystkich etapach procesu otrzymywania soku zagęszczonego i w produkcie końcowym.

Tabela 1

Zawartość związków fenolowych ogółem oraz pojemność przeciwutleniająca w próbach pobieranych w kolejnych etapach produkcji zagęszczonego soku jabłkowego.
Total phenolics content and antioxidant capacity level measured during the subsequent phases of manufacturing the concentrated apple juice.

Próbka Sample	'Szampion'						'Idared'					
	Zawartość związków fenolowych ogółem		Pojemność przeciwutleniająca				Zawartość związków fenolowych ogółem		Pojemność przeciwutleniająca			
	Total phenolics content		Antioxidant capacity				Total phenolics content		Antioxidant capacity			
			ABTS	DPPH				ABTS	DPPH			
	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]	[mg/g ś.m.] [mg/g f.w.]	[mg/g s.m.] [mg/g d.w.]
S	2,40	16,93	1,42	9,99	0,63	4,46	2,40	16,58	1,35	9,30	0,60	4,16
M	2,41	16,95	1,13*	7,98*	0,50*	3,54*	1,26*	8,66*	0,42*	2,89*	0,22*	1,51*
MP	2,55*	17,35*	1,22*	8,29*	0,56*	3,96*	1,32	9,23	0,43	2,99	0,22	1,54
SS	2,67*	21,52*	1,00*	8,09	0,48*	3,86	1,50*	12,79*	0,28*	2,40*	0,16*	1,39*
SW	2,65	21,40	1,03	8,30	0,36*	2,95*	1,53	13,20	0,25	2,18	0,11*	0,93*
SP	2,54	21,01	1,03	8,48	0,45*	3,72*	1,55	13,33	0,29	2,48	0,17*	1,44*
SPE	1,91*	15,92*	1,08*	9,02*	0,53	4,38*	1,29*	11,04*	0,37*	3,17*	0,21*	1,82*
SF	1,97	16,68	0,88*	7,49*	0,40*	3,44*	1,14*	9,71*	0,24*	2,03*	0,16*	1,33*
SM	1,89	16,85	0,93*	8,34*	0,45	4,02*	1,12	9,68	0,31*	2,65*	0,19*	1,64*
SZ	10,21	16,53	4,72*	7,64*	2,14*	3,45*	6,15*	9,76	1,31*	2,07*	0,56*	0,88*

Objaśnienia:/Explanatory notes:

S - surowiec / raw material; M - miążga / pulp; MP-miążga po pektolizie / enzymed pulp; SS - sok surowy / raw juice; SW - sok po odwirowaniu / centrifuged juice; SP - sok po pasteryzacji / pasteurized juice; SPE - sok pasteryzowany po obróbce enzymatycznej / juice pasteurized after having been enzymed; SF - sok po filtracji / filtered juice; SM - sok po mikrofiltracji / micro-filtered juice; SZ - sok zagęszczony / concentrated juice.

* Wartości średnie w danym wierszu są statystycznie istotnie różne ($p \leq 0,05$) od wartości zamieszczonych w wierszu poprzedzającym;

* Mean values in individual lines are significantly different ($p \leq 0.05$) from the values appearing in the preceding line.

Tabela 2

Zawartość wybranych związków fenolowych w próbach pobieranych w kolejnych etapach produkcji zagęszczonego soku jabłkowego.
Content of some phenolic compounds measured during the subsequent phases of manufacturing the concentrated apple juice.

Próbka Sample	'Szampion'										'Idared'									
	(+katechina (+)catechin		procyjanidyna B2 procyanidin B2		procyjanidyna C1 procyanidin C1		kwas chlorogenowy chlorogenic acid		(-)epikatechina (-)epicatechin		(+katechina (+)catechin		procyjanidyna B2 procyanidin B2		procyjanidyna C1 procyanidin C1		kwas chloro- genowy chlorogenic acid		(-)epikatechina (-)epicatechin	
	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g ś.m]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]	[mg/g ś.m]	[mg/g s.m.]
	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]	[mg/g f.w.]	[mg/g d.w.]
S	0,027	0,190	0,074	0,521	0,129	0,908	0,041	0,289	0,075	0,528	0,040	0,276	0,071	0,490	0,069	0,476	0,115	0,793	0,049	0,338
M	0,018	0,126	0,048	0,334	0,070	0,491	0,041	0,289	0,062	0,439	0,005	0,034	0,006	0,043	0,011	0,074	0,026	0,179	0,006	0,04
MP	0,018	0,125	0,051	0,350	0,067	0,453	0,048	0,324	0,060	0,405	0,005	0,035	0,011	0,078	0,018	0,125	0,041	0,289	0,021	0,147
SS	0,012	0,097	0,047	0,379	0,053	0,427	0,043	0,347	0,041	0,331	0,006	0,051	0,012	0,103	0,018	0,154	0,046	0,393	0,011	0,094
SW	0,018	0,145	0,056	0,452	0,068	0,548	0,055	0,443	0,059	0,476	0,005	0,043	0,012	0,103	0,013	0,112	0,028	0,241	0,005	0,043
SP	0,018	0,149	0,065	0,537	0,087	0,719	0,053	0,438	0,063	0,521	0,003	0,026	0,007	0,060	0,014	0,121	0,033	0,284	0,009	0,078
SPE	0,012	0,100	0,045	0,375	0,055	0,458	0,034	0,283	0,038	0,317	0,009	0,077	0,014	0,120	0,02	0,171	0,047	0,402	0,013	0,111
SF	0,009	0,076	0,035	0,297	0,038	0,322	0,033	0,280	0,036	0,305	0,004	0,034	0,006	0,051	0,015	0,128	0,041	0,35	0,011	0,094
SM	0,011	0,098	0,042	0,375	0,047	0,420	0,034	0,304	0,04	0,357	0,006	0,052	0,011	0,095	0,011	0,095	0,033	0,284	0,008	0,069
SZ	0,082	0,133	0,351	0,568	0,471	0,762	0,241	0,390	0,33	0,534	0,052	0,082	0,074	0,118	0,067	0,106	0,273	0,433	0,053	0,084

Oznaczenia jak w tab. 1. / Denotations – see Tab. 1.

Bezpośrednio po rozdrobieniu surowca, w przypadku jabłek odmiany Idared, zaobserwowano 48% obniżenie zawartości związków fenolowych ogółem i towarzyszące mu ponad 60% obniżenie PP. Jednocześnie drastycznemu obniżeniu, o ok. 80-90%, uległo stężenie wszystkich pięciu badanych związków fenolowych. W trakcie rozdrabniania jabłek odmiany Szampion zawartość związków fenolowych ogółem nie uległa obniżeniu, jednak zmniejszyło się stężenie (+)katechiny, (-)epikatechiny oraz ich pochodnych: procyjanidyn B2 i C1, nie zaobserwowano natomiast zmiany stężenia kwasu chlorogenowego, a obniżenie PP było mniejsze, chociaż statystycznie istotne ($p \leq 0,05$), w odróżnieniu od jabłek Idared. Obserwowane duże zmiany w składzie związków fenolowych w jabłkach odmiany Idared można przypisać wysokiej, ponad 13-krotnie wyższej niż w jabłkach odmiany Szampion, aktywności oksydazy polifenolowej.

W wyniku obróbki enzymatycznej miazgi preparatem pektynolitycznym jedynie w przypadku jabłek odmiany Szampion zaobserwowano niewielki, chociaż istotny, wzrost zawartości związków fenolowych ogółem i pojemności przeciwutleniającej. Badane związki fenolowe na tym etapie obróbki były w większości stabilne. W soku surowym zawartość związków fenolowych była wyższa niż w miazdze, co wskazuje na wydajny proces ekstrakcji rozpuszczalnej w wodzie frakcji tych składników w procesie tłoczenia, stwierdzono jednak niewielki spadek PP. Również proces obróbki enzymatycznej soku spowodował wzrost PP, pomimo istotnego zmniejszenia zawartości fenoli. W soku z jabłek Szampion stwierdzono wyraźny spadek wszystkich badanych związków fenolowych.

Odwirowywanie soku nie miało znaczącego wpływu na zawartość składników fenolowych i pojemność przeciwutleniającą oznaczaną z rodnikami ABTS*, nastąpiło jednak obniżenie tej wartości mierzonej za pomocą rodników DPPH*. Filtracja w sposób istotny wpłynęła na obniżenie PP, czemu towarzyszyło jednak stosunkowo nieznaczne (o 11%) obniżenie zawartości związków fenolowych ogółem w soku z jabłek Idared, natomiast w soku z jabłek Szampion na tym etapie obróbki nie stwierdzono zmiany tego parametru. Wydajność usuwania poszczególnych badanych związków fenolowych w wyniku filtracji była różna: największe ubytki stwierdzono w przypadku (+)katechiny i obu procyjanidyn, natomiast najmniejsze w przypadku kwasu chlorogenowego i (-)epikatechiny. Soki poddane mikrofiltracji, pomimo zachowania wyjściowego stężenia fenoli ogółem, wykazywały zwiększoną PP.

Obróbka cieplna soków – pasteryzacja i zagęszczanie – nie miała wpływu na ogólną zawartość fenoli (w przeliczeniu na suchą masę), zaobserwowano natomiast zmiany w udziale poszczególnych badanych związków. W większości przypadków wzrosła zawartość czterech analizowanych składników, wyjątkiem było obniżenie stężenia (+)katechiny i procyjanidyny B2 w wyniku pasteryzacji soku z jabłek Idared. Przemiany związków fenolowych zachodzące w warunkach podwyższonej temperatury są wielokierunkowe i zależą zarówno od struktury cząsteczki, jak i składu chemicznego.

go matrycy. Oprócz degradacji cieplnej niektórych składników może następować również uwalnianie monomerycznych fenoli z połączeń glikozydowych. Z kolei Dietrich i wsp. [1] wzrost zawartości niektórych związków fenolowych w wyniku obróbki cieplnej soku jabłkowego tłumaczyli redukcją chinonów obecnych w soku. Wzrost zawartości kwasu chlorogenowego i neochlorogenowego obserwowano również po pasteryzacji przecieru brzoskwińskiego [13]. PP soków w wyniku pasteryzacji wzrastała, a w wyniku zagęszczania malała, co również świadczy o złożoności przemian w obrębie tworzących ją składników fenolowych zachodzących pod wpływem ciepła. W soku zagęszczonym z jabłek odmiany Szampion, w przeliczeniu na suchą masę, odzyskano prawie 80% wyjściowej PP surowca, natomiast z jabłek Idared jedynie ok. 20%.

Wnioski

1. Zachowanie związków fenolowych oraz pojemności przeciwutleniającej w klarownym soku jabłkowym było zależne od przetwarzanej odmiany jabłek. W przypadku jabłek odmiany Szampion, w produkcie końcowym stwierdzono prawie nie zmienioną zawartość fenoli ogółem oraz ok. 80% pojemności przeciwutleniającej surowca, w przypadku jabłek odmiany Idared straty fenoli ogółem oraz pojemności przeciwutleniającej wynosiły odpowiednio ok. 40 i 80%.
2. Obniżenie pojemności przeciwutleniającej następowało na etapie rozdrabniania surowca, tłoczenia miazgi, filtracji oraz zagęszczania soku, natomiast obróbka enzymatyczna miazgi i soku, wirowanie, pasteryzacja oraz mikrofiltracja soku nie zmieniały lub powodowały wzrost wartości tego parametru.
3. Spośród pięciu badanych związków fenolowych w jabłkach odmiany Szampion dominowała procyanidyna C1, natomiast w jabłkach odmiany Idared – kwas chlorogenowy. Pomimo zmian w stężeniu badanych związków w trakcie procesu otrzymywania soku zagęszczonego, ich wzajemne proporcje nie uległy zasadniczym zmianom.

Pracę wykonano w ramach projektu PBZ-KBN-094/P06/2003/04 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Literatura

- [1] Dietrich H., Rechner A., Patz C. D., Böhm V., Bitsch I., Netzel M.: Einfluss der Verarbeitung auf die phenolischen Antioxidantien von Apfelsäften. *Deutsch. Lebensmitt. Rundsch.*, 2003, **99** (1), 1-11
- [2] L-ascorbic acid. Colorimetric method. Test Boehringer Mannheim nr kat. 409 677
- [3] Miller N.J., Diplock A.T., Rice-Evans C.A.: Evaluation of the total antioxidant activity as a marker of the deterioration of apple juice on storage. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 1794-1801.

- [4] Mitek M., Drzazga B.: Interrelation between the effect of enzymatic clarification of apple juices and the amount and quality of polyphenols. Part II. Changes of polyphenols during the production of apple juice and their effect on pectinolysis. *Acta Alim. Pol.*, 1989, **39 (1)**, 3-13.
- [5] Re R., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, **26 (9/10)**, 1231-1237.
- [6] Schols H.A., In't Veld P.H., van Delen W., Voragen A.G.: The effect of the manufacturing method on the characteristics of apple juice. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1991, **192**, 142-148.
- [7] Sieliwanowicz B., Hałasińska A.G., Trzcińska M., Jakubowski A., Lipowski J., Skąpska S.: Zmiany zawartości związków fenolowych, parametrów barwy i aktywności przeciwutleniającej w czasie przechowywania soków z wybranych odmian jabłek. *Acta Sci. Pol., Technol., Aliment.*, 2005, **4 (1)**, 83-91.
- [8] Singleton V.L., Rossi J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.
- [9] Van der Sluis A.A., Dekker M., de Jager A., Jongen W.M.F.: Activity and concentration of polyphenolic antioxidant in apple: Effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49 (8)**, 3606-3613.
- [10] Van der Sluis A.A., Dekker M., Skrede G., Jongen W.M.F.: Activity and concentration of polyphenolic antioxidant in apple juice. 1. Effect of existing production methods. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50 (25)**, 7211-7219.
- [11] Van der Sluis A.A., Dekker M., Skrede G., Jongen W.M.F.: Activity and concentration of polyphenolic antioxidant in apple juice. 2. Effect of novel production methods. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52 (10)**, 2840-2848.
- [12] Spanos G.A., Wrolstad R.E., Heatherbell D.A.: Influence of processing and storage on the phenolic composition of apple juice. *J. Agric. Food Chem.* 1990, **38 (7)**, 1572-1579.
- [13] Talcott S.T., Howard L.R., Brenes C.H.: Contribution of periderm material and blanching time to the quality of pasteurized peach puree. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48 (10)**, 4590-4596.
- [14] Yen G.-C., Chen H.-Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43 (1)**, 21-32.

CHANGES IN THE NATURAL ANTIOXIDANT CONTENT IN AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF CONCENTRATED APPLE JUICE OCCURRING DURING THE MANUFACTURING PROCESS


Summary

The objective of the study was to determine changes in the content of some selected antioxidants and in the levels of antioxidant capacity (AC) occurring during individual phases of a process of manufacturing the concentrated apple juice.

Crushed apples of two cultivars Szampion and Idared, were first enzymed using a pectolytic preparation, and, next pressed. The centrifuged juice obtained was pasteurized, once more enzymed using a pectolytic preparation, and filtered, micro-filtered, and concentrated using an evaporator. After each individual phase of the technological process, the following parameters were determined: the level of antioxidant capacity using ABTS[•] and DPPH[•] radicals; the total content of phenolics, the total content of some selected phenolic compounds using a HPLC technique, and the total content of l-ascorbic acid.

The initial AC levels in the Szampion and Idared apple cultivars were similar, and amounted to about 5.5 and 2.5 μmols of Trolox in 1 g f.w.; the AC levels were determined using ABTS[•] and DPPH[•] radicals, respectively. The total phenolics contents in apples of the two cultivars were also similar, and amounted to 2.4 mg/g f.w. The L-ascorbic acid content of 2 mg/kg was found only in fresh Szampion apples. It was noted that immediately after the apples had been crushed, their AC levels became highly reduced, espe-

cially in the Idared apples, in which the AC level was by 70% decreased. Furthermore, the AC levels were reduced during the phase of: apple pulp pressing, juice filtrating, and juice concentrating, whereas the treatment phases of enzyming the apple pulp and juice, juice centrifuging, pasteurizing and micro-filtering did not affect the AC levels nor caused any increase therein. The main phenolic compound in fresh Idared apples was chlorogenic acid, and, as for the Szampion apples, procyanidin C1. These two compounds also predominated during all the process phases, as did they in the final product. Clear juice concentrates obtained from the Szampion and Idared varieties contained approximately 80% and 20%, respectively, of the initial AC level as found in the fruit used to manufacture the juice concentrate.

Key words: apples, concentrated juice, antioxidant capacity, phenolic compounds 

IZABELA STEINKA

OCENA PRZYDATNOŚCI WIELOMIANÓW W PROGNOZOWANIU JAKOŚCI HERMETYCZNIE PAKOWANYCH SERÓW TWAROGOWYCH

Streszczenie

Jakość mikrobiologiczna twarogów pakowanych hermetycznie, oferowanych na polskim rynku, wykazuje zróżnicowanie. Oceniając korelacje między liczebnością populacji mikroorganizmów obecnych w twarogach a czasem przechowywania tych serów w warunkach chłodniczych stwierdzono brak istnienia zależności o charakterze liniowym.

Próby zastosowania modeli płaszczyzny odpowiedzi nie pozwoliły na uwzględnienie wszystkich zależności, jakie wynikały z przechowywania twarogów w hermetycznym opakowaniu, rodzaju użytego opakowania, systemu pakowania i początkowego zanieczyszczenia mikrobiologicznego produktów. Najbardziej przydatne do opisu zmienności populacji w twarogach były wielomiany pierwszego stopnia z wieloma niewiadomymi. Oceniono możliwość zastosowania wielomianu opisującego hiperpłaszczyznę w m-wymiarowej przestrzeni do konstrukcji prognostycznego modelu komputerowego. Uzyskany trzeciorzędowy model prognostyczny umożliwił ocenę zmian jakości twarogów w czasie przechowywania.

Sprawdzenie funkcjonowania wielomianu wykazało, że dynamiczny w czasie model oceny jakości mikrobiologicznej hermetycznie pakowanych twarogów, o nazwie JMPHT, może znaleźć zastosowanie w praktyce prognozowania trwałości produktów.

Słowa kluczowe: wielomian, model, mikroflora, twarogi, program komputerowy, prognozowanie

Wprowadzenie

Hermetyczne pakowanie kwasowych serów twarogowych jest utrudnione ze względu na delikatną strukturę tych produktów. W Polsce stosowane są trzy techniki hermetycznego pakowania twarogów z użyciem tworzyw sztucznych i pergaminu, a mianowicie: pakowanie próżniowe z zastosowaniem folii PA/PE, obkurczanie laminatu typu Cryovac na produkcie oraz podwójne pakowanie w pergamin i opakowanie PA/PE.

Z prowadzonych dotychczas badań własnych wynika, że próżniowe pakowanie twarogów o niskiej jakości mikrobiologicznej niekorzystnie zmienia cechy sensoryczne i sprzyja nadmiernemu wzrostowi drożdży w przechowywanych produktach [15].

Istnieje niewiele modeli matematycznych opisujących zmiany mikroflory w produktach mleczarskich [2, 6, 7] i określają one jedynie wpływ czynników środowiskowych na przeżywalność określonych rodzajów lub gatunków drobnoustrojów. Udowodniono, że wśród czynników mających znaczenie w konstruowaniu modeli matematycznych należy uwzględnić współzawodnictwo mikroorganizmów występujących w badanym produkcie [8].

Wobec możliwości występowania wielogatunkowej populacji zasiedlającej powierzchnię twarogów oraz braku modeli prognostycznych dotyczących tych serów, istotna okazała się konieczność opracowania odpowiednich równań matematycznych stanowiących podstawę konstruowania dobrego modelu prognostycznego do oceny jakości przechowywanych produktów. Konstruowanie modelu do prognozowania jakości serów twarogowych powinno uwzględniać interakcje między mikroflorą obecną w przechowywanych twarogach.

Celem niniejszej pracy była ocena przydatności równań wielomianowych w prognozowaniu jakości hermetycznie pakowanych serów twarogowych.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły kwasowe sery twarogowe, pakowane systemem próżniowym z zastosowaniem technologii obkurczania oraz laminaty opakowaniowe stosowane do pakowania twarogów, tj. laminat polietylen – poliamid (PA/PE) i laminat E/VAC/PVDC/E/VAC Cryovac.

Sery twarogowe, o zawartości tłuszczu w s.m. $15 \pm 1\%$, pochodziły z wybranych zakładów mleczarskich z województw Polski północnej. Każdą partię twarogu dzielono na trzy części. Pierwsza część - twaróg świeży, przed przechowywaniem, stanowiła próbę kontrolną, pozostałe dwie przechowywano w chłodni o temp. $6 \pm 2^\circ\text{C}$ przez 7 i 14 dni.

W badanych twarogach oznaczano liczbę psychrotrofów, enterokoków, drożdży, grzybów strzępkowych, gronkowców koagulazo-ujemnych i koagulazo-dodatnich, pałeczek *Escherichia coli*. Mikroorganizmy oznaczano metodą płytkową wg PN-93/A 86034 [10].

Do oznaczania liczby mikroorganizmów obecnych na powierzchni twarogów stosowano podłoża selektywne YGC z chloramfenikolem (grzyby) oraz agar odżywczy (psychrotrofy) wg PN-93/A 86034/07 i PN-93/A 86034/06 [11, 12].

Modyfikacje własne dotyczące pożywek hodowlanych wprowadzono do metodyki oznaczania enterokoków, gronkowców i *Escherichia coli*. Do hodowli tych mikroorganizmów zastosowano odpowiednio: D-coccosel, Baird-Parker RPF i podłoże

chromogenne Coli ID. Zdolność wytwarzania koagulazy przez szczepy *Staphylococcus aureus* sprawdzano testem próbówkowym wg PN-93/A 86034/13 [13].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z uwzględnieniem korelacji liniowej i regresji wielokrotnej przy użyciu pakietu Statistica w programie komputerowym Statistica Wersja 6,0

Do konstrukcji modeli powierzchni odpowiedzi zastosowano funkcje wielomianowe drugiego rzędu. Szacowanie parametrów modelu wielomianowego pierwszego stopnia z wieloma niewiadomymi przeprowadzono za pomocą metody najmniejszych kwadratów, poprzez minimalizację sumy kwadratów odchyłeń pomiędzy wartościami empirycznymi i oszacowanymi. Opracowanie programu komputerowego do oceny zmian liczby populacji mikroorganizmów w czasie przechowywania twarogów przeprowadzono na podstawie zależności rozumianej jako zmienną w czasie hiperpłaszczyznę w m-wymiarowej przestrzeni. Program komputerowy został napisany w języku Borland Delhi 2.0. Uruchomienie programu zostało poprzedzone określeniem liczby ocenianych parametrów mikrobiologicznych związanych z rodzajem mikroflory występującej w produktach oraz wprowadzeniem danych empirycznych uzyskanych z kilku okresów (0, 7 i 14 dni) przechowywania.

Wyniki badań

Liczba mikroorganizmów obecnych w twarogach pakowanych w laminaty PA/PE i Cryovac ulegała zróżnicowanej zmianie w czasie przechowywania [18]. Początkowe zanieczyszczenie twarogów enterokokami, pałeczkami *Escherichia coli* i gronkowcami wynosiło od 2 do 3 log jtk/g, niezależnie od rodzaju opakowania. Stwierdzono znacznie wyższą liczbę grzybów strzępkowych, psychrotrofów i drożdży w twarogach pakowanych w laminaty PA/PE. W produktach świeżych, przed przechowywaniem, wielkości tych populacji wynosiły odpowiednio 4,05 i 5,9, 5,68 log jtk/g w twarogach pakowanych w PA/PE i 1,81, 2,51, 3,57 log jtk/g w serach pakowanych w laminat Cryovac. W twarogach pakowanych w to tworzywo po 14 dniach przechowywania stwierdzono niższą, w porównaniu z twarogami pakowanymi w PA/PE, liczbę *Enterococcus sp.* i *Escherichia coli* średnio o 1 log jtk/g. Natomiast liczba *Staphylococcus aureus* koagulazo-ujemnych, grzybów strzępkowych i psychrotrofów była średnio o 2 cykle logarytmiczne wyższa w twarogach pakowanych w PA/PE. Poziom drożdży i gronkowców koagulazo-dodatnich w twarogach pakowanych w oba rodzaje opakowań był po przechowywaniu zbliżony.

Stosując modele regresji prostoliniowej, wyznaczone w celu oceny wpływu czasu przechowywania na dynamikę zmian populacji mikroorganizmów obecnych w twarogach pakowanych w PA/PE, obliczono (tab. 1), że zmienne zależne były objaśniane w tych równaniach przez zmienne niezależne jedynie w granicach od 1 do 19% ($R^2 = 0,01-0,19$). Również modele zmian populacji mikroflory obecnej w twarogach pako-

wanych w laminaty Cryovac charakteryzowały współczynniki determinacji od $R^2 = 0,02$ do $R^2 = 0,37$ (tab. 1).

Tabela 1

Równania regresji oraz współczynniki determinacji liniowej między liczbą mikroorganizmów w twarogach a czasem ich przechowywania.

Regression equations and coefficients of linear determination between the micro-organism count in lactic acid cheeses and the cheese storage period.

Rodzaj mikroorganizmów Type of micro-organisms	Twarogi pakowane w PA/PE Lactic acid cheeses packed in PA/PE		Twarogi pakowane w laminat Cryovac Lactic acid cheeses packed in Cryovac laminates	
	Równanie / Equation	R^2	Równanie / Equation	R^2
<i>Enterococcus sp.</i>	$Y = 38473 + 43157t$	0,04	$Y = 1575e2 - 126et$	0,14
<i>Escherichia coli</i>	$Y = 1725,3 - 141,6t$	0,08	$Y = 170,42 - 14,29t$	0,08
<i>Staphylococcus aureus</i> KP Coagulase-positive <i>Staphylococcus aureus</i>	$Y = 861,67 - 6,600t$	0,00	$Y = 129,17 + 10,714t$	0,02
<i>Staphylococcus aureus</i> KN Coagulase-negative <i>Staphylococcus aureus</i>	$Y = -608,3 + 1751,3t$	0,01	$Y = 1116,9 - 33,84t$	0,01
Grzyby strzępkowe Mould	$Y = 7170,4 + 307,86t$	0,00	$y = 72,917 + 15,893t$	0,02
Drożdże Yeast	$Y = 6845e2 + 53759t$	0,19	$Y = -148e3 + 66775t$	0,37
Psychrotrofy Psychrotrophs	$Y = 8445e2 - 102e^2t$	0,00	$Y = -295,6 + 274,02t$	0,02

Objaśnienia: / Explanatory notes:

t - czas przechowywania / storage period;

R^2 – współczynnik determinacji / determination coefficient;

e- podstawa logarytmu / logarithm base.

Wyniki analizy statystycznej wskazywały na wpływ innych, poza czynnikiem czasowym, zmiennych determinujących wzrost populacji mikroorganizmów w twarogach pakowanych odmiennymi technologiami. W związku z tym porównano współczynniki determinacji równań liniowych (tab. 1) ze współczynnikami determinacji równań wielomianowych (tab. 2), w których uwzględniono kilka parametrów mikrobiologicznych (rodzaje mikroorganizmów) i czas przechowywania. Ocena współczynników wykazała, że równania wielomianowe stopnia pierwszego z wieloma niewiadomymi charakteryzowały wyższe współczynniki determinacji.

Tabela 2

Równania wielomianowe charakteryzujące interakcje między mikroorganizmami obecnymi w twarogach.
The polynomial equations describing interactions among micro-organisms in lactic acid cheeses.

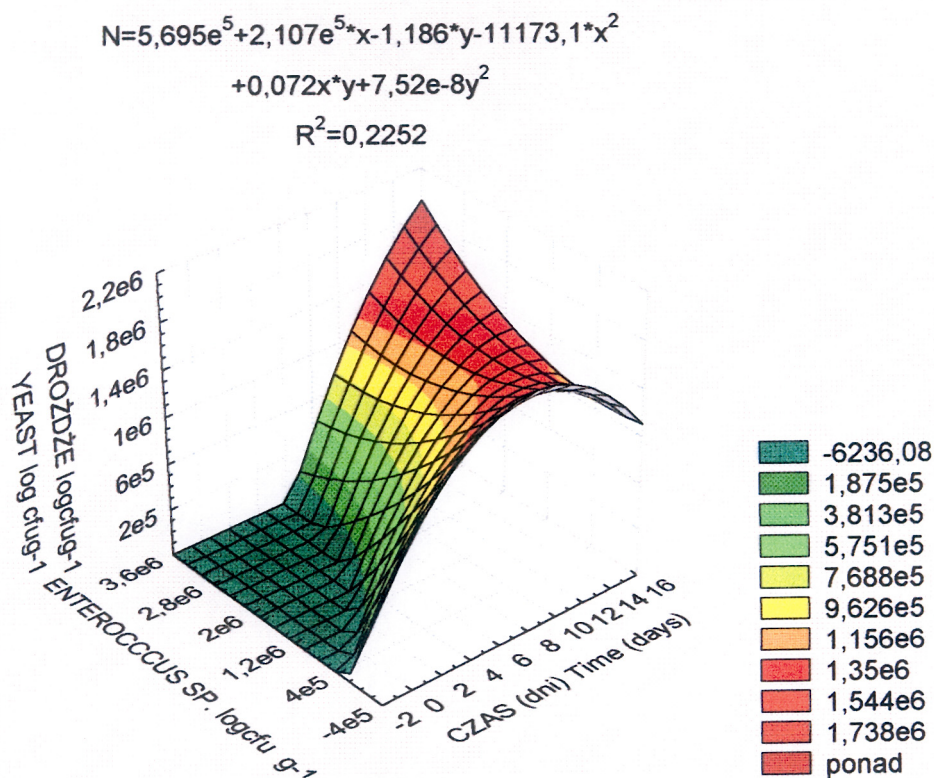
Rodzaj mikroorganizmów Type of micro-organisms	Twarogi pakowane w PA/PE Lactic acid cheeses packed in PA/PE	Twarogi pakowane w laminat Cryovac Lactic acid cheeses packed in Cryovac laminates
<i>Enterococcus sp.</i> E	$E=416070,8-51GKD-5,3G-0,3D-0,1PS+61281,7t$ $R^2=0,15$	$E=-5,4576,2+1099,4EC$ $R^2=0,84$
<i>Escherichia coli</i> EC	$EC=2290,284-0,007G-124,668t$ $R^2=0,16$	$EC=67,4979+0,00072E$ $R^2=0,84$
<i>Staphylococcus koagulazododatni</i> GDK	$GDK=516349-0,05GKU-0,0124G+0,0009D-0,002P-35,2936t-0,002E$ $R^2=0,23$	$GKD=0,1206GKU+0,0004D$ $R^2=0,35$
<i>Staphylococcus koagulazoujemny</i> GKU	$GKU=3449,269-0,227G+0,005D-0,004PS+1653,222t-0,003E-2,998GKD$ $R^2=0,29$	$GKU=-0,0009D+0,0035E+1,7097GKD$ $R^2=0,37$
Grzyby strzępkowe G Mould	$G=9790,041-0,004D+0,004PS+794,065t-0,004E-0,661EC-2,183GKD-0,066GKU$ $R^2=0,25$	$G=108,2066+0,662PS$ $R^2=0,60$
Drożdże D Yeast	$D=56806,8+59873$ $R^2=0,13$	$D=-141591-9PS+66550t-179EC+576GKD-102GKU-165G$ $R^2=0,58$
Psychrotrofy PS Psychrotrophs	$PS=578922,5-56393,1t-0,1E-85,9EC-71,6GKD-2,9GKU+10,3G+0,6D$ $R^2=0,16$	$PS=-1170,17+8,09G$ $R^2=0,61$

Objaśnienia: / Explanatory notes:

R^2 – współczynnik determinacji / R^2 – determination coefficient

Zależności między obecnymi w twarogach mikroorganizmami przedstawiono również za pomocą wielomianowych modeli powierzchni odpowiedzi. Uzyskane przykładowe równania wielomianowe drugiego stopnia (Second Order Polynomial) przedstawiono na rys. 1 i 2. Modele powierzchni odpowiedzi opisano równaniami wielomianowymi drugiego rzędu. Ten rodzaj równań charakteryzowały współczynniki determinacji $R^2 = 0,22$ w przypadku twarogów pakowanych w PA/PE (rys. 1) i $R^2 = 0,34$ odnoszący się do twarogów pochodzących z opakowań typu Cryovac (rys. 2). Tak więc uwzględnienie czasu przechowywania i interakcji między dwiema populacjami mikroorganizmów powodo-

wało, że współczynniki determinacji tych równań były znacznie wyższe niż ich odpowiedników obliczonych na podstawie równań liniowych (rys. 1, 2; tab.1).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

N - liczba drożdży [log jtk·g⁻¹] / count of yeast [log cfu·g⁻¹]

x - czas [dni] / period [days]

y - liczba *Enterococcus sp.* [log jtk·g⁻¹] / count of *Enterococcus sp.* [log cfu·g⁻¹]

R² - współczynnik determinacji / determination coefficient

Rys. 1. Wpływ *Enterococcus sp.* na wzrost drożdży w twarogach pakowanych w PA/PE

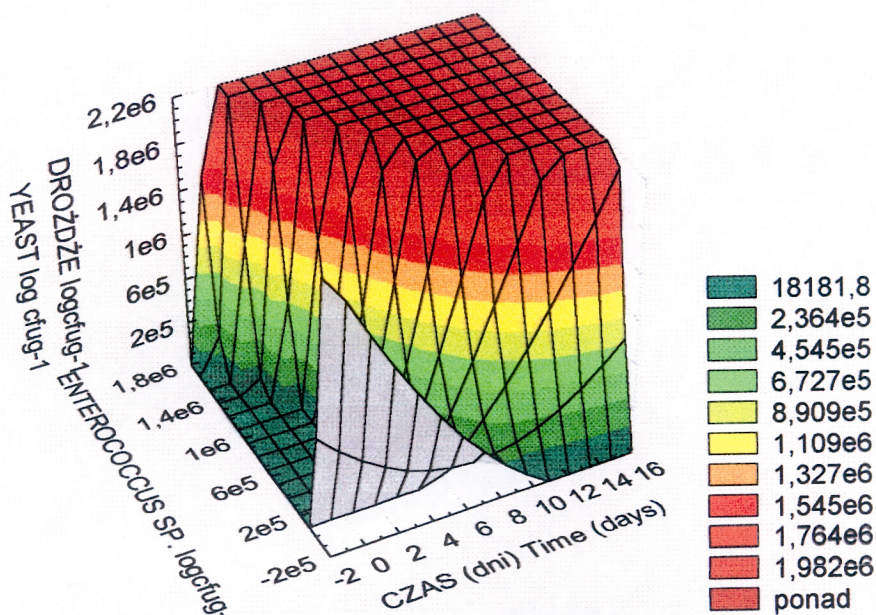
Fig. 1. Effect of *Enterococcus sp.* on the yeast growth in lactic acid cheeses packed in PA/PE

Wielomiany drugiego stopnia opisujące model powierzchni odpowiedzi uwzględniały jednak niewielką liczbę współzależności między mikroorganizmami produktu w danym czasie w porównaniu z wielomianami pierwszego stopnia zawartymi w tab. 1. i 2. Nie odzwierciedlało to wszystkich istotnych zmienności populacji mikroorganizmów obserwowanych w przechowywanych produktach. Zmienność populacji drożdży opisana za pomocą wielomianu stopnia pierwszego z wieloma niewiadomymi charakteryzował znacznie wyższy współczynnik determinacji $R^2 = 0,58$ w porównaniu ze współczynnikiem charakteryzującym model powierzchni odpowiedzi (tab. 2, rys. 1).

Stwierdzenie wpływu interakcji między drobnoustrojami na stopień dopasowania równań wielomianowych stanowiło podstawę do skonstruowania wieloparametrowego równania wielomianowego stopnia pierwszego, który uwzględniłby wszystkie zależności między mikroorganizmami występującymi w twarogu w danym czasie.

$$N = 6130,07 - 56176,8 \cdot x - 7,733 \cdot y + 8348,596 \cdot x^2 + 1,073 \cdot x \cdot y + 5,158 \cdot 10^{-6} \cdot y^2$$

$$R^2 = 0,3468$$



Objaśnienia: / Explanatory notes:

N - liczba drożdży [log jtk·g⁻¹] / count of yeast [log cfu·g⁻¹]

x - czas [dni] / period [days]

y - liczba *Enterococcus sp.* [log jtk·g⁻¹] / count of *Enterococcus sp.* [log cfu·g⁻¹]

R² - współczynnik determinacji / determination coefficient

Rys. 2. Wpływ *Enterococcus sp.* na wzrost drożdży w twarogach pakowanych w Cryovac

Fig. 2. Effect of *Enterococcus sp.* on the yeast growth in lactic acid cheeses packed with Cryovac

Na rys. 3. przedstawiono algorytm obliczania parametrów modelu matematycznego dynamicznej interakcji między parametrami mikrobiologicznymi twarogu. Zaproponowany algorytm umożliwił uzyskanie wielomianowego, dynamicznego w czasie t , $t \geq 0$, modelu zależności wielkości populacji jednego z parametrów $X_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, m$, od pozostałych parametrów mikrobiologicznych (mikroorganizmów) o postaci:

$$X_i(t) = (\alpha_{i0} + \beta_{i0}t) + (\alpha_{i1} + \beta_{i1}t)X_1(t) + (\alpha_{i2} + \beta_{i2}t)X_2(t) + \dots + (\alpha_{i,i-1} + \beta_{i,i-1}t)X_{i-1}(t) + (\alpha_{i,i+1} + \beta_{i,i+1}t)X_{i+1}(t) + \dots + (\alpha_{im} + \beta_{im}t)X_m(t), \quad (1)$$

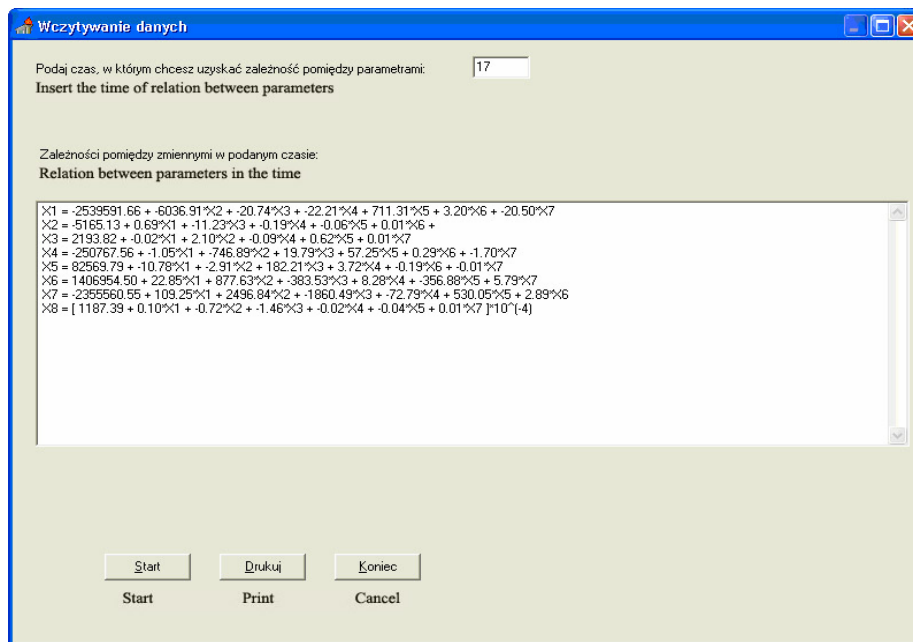
gdzie:

$X_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, m$, są zmieniającymi się w czasie parametrami mikrobiologicznymi, α_{ik} , β_{ik} , $i = 1, 2, \dots, m$, $k = 0, 1, \dots, m$, $k \neq i$ są nieznanymi współczynnikami, które wyznacza się za pomocą metody najmniejszych kwadratów.



Rys. 3. Algorytm wyznaczania parametrów modelu matematycznego dynamicznej interakcji między parametrami mikrobiologicznymi twarogu i opakowaniem.

Fig. 3. Algorithm for determining mathematical model parameters of the dynamic interaction between microbiological parameters of lactic acid cheeses and their packaging

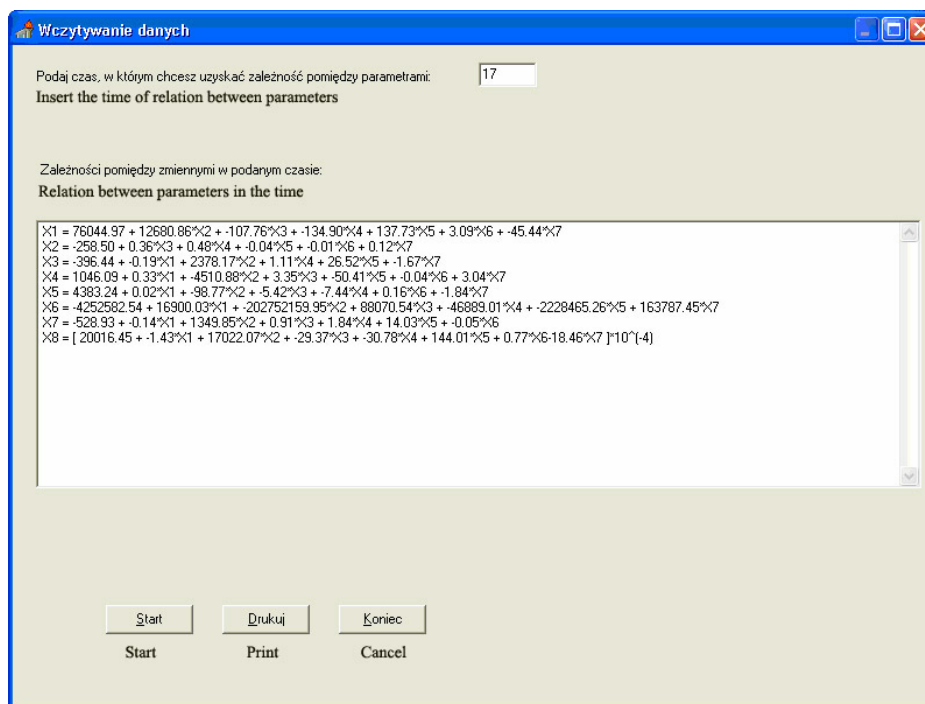


Rys. 4. Prognoza zmian mikroflory twarogów pakowanych w PA/PE po 17 dniach przechowywania.

Fig. 4. Prediction of changes of mikro-flora in packed with PA/PE lactic acid cheese after 17 days of storage.

Wielomian posłużył do skonstruowania programu komputerowego o nazwie TWAROGI JMTPH, uwzględniającego dynamiczne zmiany mikroorganizmów w czasie. Uzyskane za pomocą programu prognozy dotyczą zmienności parametrów mikrobiologicznych w czasie przechowywania chłodniczego produktów pakowanych systemem próżniowym i techniką obkurczania na produkcji. W celu sprawdzenia funkcjonowania programu na podstawie istniejących danych empirycznych przeprowadzono prognozowanie jakości mikrobiologicznej twarogów pakowanych w PA/PE i Cryovac po 17 dniach przechowywania chłodniczego (rys. 4 i 5). Stwierdzono istotne różnice między twarogami pakowanymi w PA/PE i laminat Cryovac zarówno w zakresie liczby parametrów koniecznych do oceny zmian, jak i wielości tych zmian. Uzyskane prognozy rozwoju mikroorganizmów w twarogach pakowanych w oba rodzaje opakowań różniły się w tym samym czasie między sobą wartościami wyrazów wolnych i wartościami stałych współczynników regresji, wskazującymi na odmienny przebieg procesów mikrobiologicznych. Na przykładzie oceny wielkości populacji gronkowców koagulazo-dodatnich po 17-dniowym przechowywaniu twarogów można było stwierdzić różnice między liczbą tych bakterii w twarogach w zależności od rodzaju opakowania. Liczba gronkowców w twarogach pakowanych próżniowo zmniejszyła się w tym czasie o 0,23 log jtk/g, podczas gdy liczba gronkowców w twarogach pakowanych w laminat Cryovac wzrosła o

2,95 log jtk/g w stosunku do wartości uzyskanych empirycznie po 14 dniach przechowywania. Skonstruowany na podstawie opisanego wyżej wielomianu (równanie 1) prognostyczny program komputerowy pozwala na ocenę zmian mikrobiologicznych produktów przechowywanych chłodniczo w opakowaniach hermetycznych w dowolnym czasie.



Rys. 5. Prognoza zmian mikroflory twarogów pakowanych w Cryovac po 17 dniach przechowywania.

Fig. 5. Prediction of changes of mikro-flora in packed with Cryovac lactic acid cheese after 17 days of storage.

Wieloparametrowe modele do prognozowania jakości mikrobiologicznej produktów żywnościowych nie są powszechnie stosowane [1]. W Polsce, modele wielomianowe do oceny jakości produktów pochodzenia zwierzęcego proponowane były przez Kołożyn-Krajewską [9], Rosiak i Kołożyn-Krajewską [14] oraz Steinkę [18]. Rosiak i Kołożyn-Krajewska [14] zastosowały równania wielomianowe drugiego i trzeciego stopnia do opisu modeli powierzchni odpowiedzi w celu oceny rozwoju mikroflory saprofitycznej w produktach mięsnych [14]. W prognozowaniu bezpieczeństwa produktów żywnościowych zastosowanie znajdują najczęściej modele matematyczne o niewielkiej liczbie parametrów. Jednak wadą tych modeli jest pomijanie wielu czynników środowiska odpowiedzialnych za dynamikę obserwowanych zmian. Dotychczas jednym z niewielu funkcjonujących liniowych modeli wieloparametrowych był model

Reinharta i Mohaci-Farkas [9]. Wspomniany wyżej model uwzględniał wpływ czterech czynników środowiska na inaktywację bakterii chorobotwórczych.

Przedstawiona w niniejszej pracy ocena jakości twarogów pakowanych różnymi metodami dowodzi, że często pomijany w prognozowaniu element wzajemnych oddziaływań między drobnoustrojami może wywierać istotny wpływ na wynik prognozowania. Ten rodzaj współzależności dobrze opisują równania wielomianowe. Mimo ich wad mogą stanowić podstawowy opis matematyczny do konstrukcji trzeciorzędowego modelu prognostycznego. Jest to tym bardziej istotne, że w literaturze brak jest modeli związanych z prognozowaniem jakości twarogów. Jedyne modele matematyczne dotyczące serów niedojrzewających, to prognozy związane z czasem krojenia skrzepu cottage cheese [4], rozwojem populacji *Yersinia enterocolitica* w zależności od aktywności zakwasu w serach typu feta [3] oraz model zmian *Enterococcus sp.* i drożdży w twarogach [16, 17].

Opracowany program może więc stanowić uzupełnienie modeli prognostycznych związanych z oceną przeżywalności mikroorganizmów w produktach pochodzenia zwierzęcego i być przydatny w optymalizacji jakości twarogów pakowanych hermetycznie.

Wnioski

1. Równania wielomianowe pierwszego stopnia z wieloma niewiadomymi mogą być stosowane do prognozowania jakości hermetycznie pakowanych serów twarogowych.
2. Prognozowanie zmian mikrobiologicznych za pomocą opracowanego programu komputerowego może być zastosowane do oceny trwałości twarogów pakowanych hermetycznie w opakowania z tworzyw sztucznych.

Literatura

- [1] Baranyi J., Ross T., McMeekin T.A., Roberts T.A.: Effects of parametrization on the performance of empirical models used in predictive microbiology. *Food Microbiol.*, 1996, **13**, 83.
- [2] Bertola N., Bevilacqua A., Zaritzky N.: Rheological behaviour of white and cream cheese. *Int. Congress on Engineering and Food Technomic Publishing Company, Inc Lancaster 2001*, pp. 573.
- [3] Bozokart H., Erkman O.: Predictive modeling of *Yersinia enterocolitica* inactivation in Turkish Feta during storage. *J. Food Eng.*, 2001, **47**, **2**, 81.
- [4] Crofchek C.L., Payne F.A., Nokes S.E.: Predicting the cutting of Cottage cheese using light backscatter measurements. *Transactions of ASAE*, 1999, **42** (4), 1039-1045.
- [5] Fedio W. M., Macleod A., Ozimek L.: The effect of modified atmosphere packing on the growth of microorganisms in cottage cheese. *Milchwissenschaft*, 1994, **49**, **11**, 622.
- [6] Fu, B., Taoukis S., Labuza T.: Predictive microbiology for monitoring spoilage of dairy products with Time-Temperature Integrators. *J. Food Sci.*, 1991, **55**, 898.
- [7] Griffiths M.W., Phillips J.D.: Modelling the relation between bacterial growth and storage temperature in pasteurized milks of varying hygienic quality. *J. Sci. Dairy Technol.* 1988, **41** (4), 96-102.
- [8] Horwitz J., Normand M., Peleg M.: On modelling the irregular fluctuations in microbial counts. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1999, **39** (6), 503-517.

- [9] Kołożyn-Krajewska D.: Higiena produkcji żywności. Wyd. SGGW. Warszawa 2003, p. 238.
- [10] PN-93/A-86034/03. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Przygotowanie próbek i rozcieńczeń.
- [11] PN-93/A-86034/07. Mleko i przetwory mleczarskie. Pleśnie i drożdże - oznaczanie liczby metodą płytkową w temperaturze 25°C.
- [12] PN-93/A-86034/06. Mleko i przetwory mleczarskie. Psychrotrofy - oznaczanie liczby metoda płytkową w temperaturze 7°C.
- [13] PN-93/A-86034/13. Mleko i przetwory mleczarskie. *Staphylococcus aureus* (gronkowce chorobotwórcze) - wykrywanie obecności, oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby (NPL), oznaczanie liczby metodą płytkową.
- [14] Rosiak E., Kołożyn-Krajewska D.: Zastosowanie metod prognozowania mikrobiologicznego do modelowania wzrostu mikroflory saprofitycznej w produktach mięsnych utrwalonych lizozymem w formie dimeru. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2003, 4 (37), 5-25.
- [15] Steinka I., Stankiewicz J.: Ocena zmian mikrobiologicznych w twarogach pakowanych próżniowo w czasie ich przedłużonego przechowywania chłodniczego. Mat. Konf. Nauk. „Zanieczyszczenia chemiczne i fizyczne żywności. Analiza ryzyka zdrowotnego”. Warszawa 18-19 11. 1999, s. 195.
- [16] Steinka I., Kurlenda J.: Próba wyznaczenia wskaźników jakości twarogów pakowanych próżniowo i prognozowania ich zmian w czasie przechowywania. Mat. Nauk. VIII Sesji „Postęp w technologii, technice i organizacji mleczarstwa”. Olsztyn 21-22. 02. 2002, s. 43.
- [17] Steinka I.: Influence of the *Aloe vera* additive on the enterococci growth during lactic acid cheese, Inter. Symp. on Enterococci in Food and Safety Aspects. Berlin 30-31. 05. 2002, p. 77.
- [18] Steinka I.: Wpływ interakcji opakowanie-produkt na jakość mikrobiologiczną hermetycznie pakowanych serów twarogowych. Wyd. Akademii Morskiej w Gdyni. 2003, s. 1-135.


ASSESSING THE USEFULNESS OF POLYNOMIAL EQUATIONS FOR PREDICTING THE QUALITY OF HERMETICALLY PACKED LACTIC ACID CHEESES

S u m m a r y

The microbiological quality of hermetically packed lactic acid cheeses, found in the Polish market, often varies. Whilst assessing a correlation between the population size of micro-organisms occurring in lactic acid cheeses and their storage period under the refrigerating conditions, it was found that there was no linear correlation between those two factors.

When trying to apply models of the response surface, it was not possible to include all the correlations resulting from the hermetic storage of lactic acid cheeses, type of packaging, kind of packing system, and the initial microbiological contamination of products. The polynomial equations of the first order with many unknowns appeared the most useful to describe the changeability of populations in lactic acid cheeses. The possibility to apply a polynomial equation, describing a hyper-plane in m-dimensional space, to construct a predictive computer model was assessed. The developed predictive model of the third order allowed for assessing the changes in the quality of lactic acid cheeses during the storage period.

There was verified the way the polynomial investigated functioned, and it was found that the time-dynamic JMPHT model of assessing the microbiological quality of hermetically packed lactic acid cheeses could be practically applied to predict the stability of cheese products.

Key words: polynomial, model, micro-flora, lactic acid cheeses, computer software, predicting 

IZABELA STEINKA, ANITA KUKUŁOWICZ

WPLYW WARUNKÓW ZAMRAŻALNICZEGO PRZECHOWYWANIA NA MIKROFLORE MIAZGI ALOESOWEJ

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu warunków zamrażalniczego przechowywania na kształtowanie jakości mikrobiologicznej miazgi aloesowej. Materiałem badawczym były liście trzyletniego aloesu (*Aloe arborescens*) poddane homogenizacji, przy czym część liści rozdrabniano ze skórą, a drugą część po usunięciu skóry. Miazgę aloesową pakowano w woreczki PA/PE, hermetycznie zamykano i zamrażano. Określano wpływ temperatury -10°C i -35°C , oddziałującej przez 30 i 60 dni przechowywania, na kształtowanie się liczebności populacji gronkowców, drożdży, grzybów oraz mikroflory mezofilnej w miazdze aloesowej.

Wykazano, że przechowywanie miazgi aloesowej w stanie zamrożonym wywierało zróżnicowany wpływ na przeżywalność i rozwój badanych grup drobnoustrojów. Stwierdzono, że wysokość temperatury zamrażalniczego przechowywania i forma preparowania aloesu wpływały w istotny sposób na liczbę mikroorganizmów w miazdze aloesowej. W badaniach wykazano, że zamrażalnicze przechowywanie aloesu w postaci rozdrobnionej, w temp. -10°C , prowadziło do zmniejszenia liczby mikroorganizmów zasiedlających miazgę.

Słowa kluczowe: aloes, miazga, mikroflora, mrożenie, przechowywanie

Wprowadzenie

Wprowadzanie nowych produktów na rynek może wiązać się ze stosowaniem dodatków, których celem jest m.in. podnoszenie bezpieczeństwa żywności. Wśród dodatków roślinnych wiele charakteryzuje się zarówno funkcjami sensorycznymi, jak i stymulującymi lub hamującymi rozwój mikroorganizmów. Istotną sprawą jest, aby stosowane dodatki odznaczały się jak najmniejszym stopniem zanieczyszczenia mikrobiologicznego. Aloes jest sukulentem zawierającym aminokwasy egzogenne i substancje o charakterze biostatycznym w stosunku do mikroorganizmów. Badania prowadzone nad zastosowaniem aerozolu aloesowego wykazały m.in. możliwość jego stosowania do twarogu o niskim stopniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego [8]. Dodatki roślin-

ne charakteryzują się jednak niską trwałością, co determinuje poszukiwanie skutecznych metod ich utrwalania. Istnieje niewiele takich metod, m.in. utrwalanie żywności za pomocą wysokich ciśnień lub promieniowania jonizującego. W przypadku stosowania dawki promieniowania 2–7 kGy można skutecznie eliminować z materiału roślinnego bakterie potencjalnie chorobotwórcze [3, 5]. Istotnym problemem wydaje się jednak opracowanie takich metod, których zastosowanie nie spowodowałoby zmian sensorycznych i właściwości fizykochemicznych dodatków. Mrożenie żywności to dotychczas jedna z najbardziej optymalnych metod utrwalania, która ogranicza wzrost mikroflory reinfekującej tkanki roślinne [2, 12].

Celem badań była ocena wpływu warunków zamrażalniczego przechowywania na populację mikroorganizmów zasiedlających miążgę aloesową.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły liście trzyletniego aloesu (*Aloe arboresces*). Próbę 2000 g liści płukano w jałowej wodzie destylowanej, osuszano, a następnie dzielono na dwie części. Pierwszą część stanowiły liście poddane procesowi homogenizacji wraz ze skórą (próby AS) za pomocą urządzenia marki Eldom, natomiast część drugą stanowiły liście po usunięciu skóry (próby BS), przygotowane wg zgłoszenia patentowego P346068 [9]. Część przygotowanej świeżej miazgi, z każdej metody preparowania, poddawano badaniom przed zamrożeniem (próba kontrolna), natomiast pozostałą dzielono, umieszczano w jałowych woreczkach PE/PA firmy PACMAR. Woreczki hermeticznie zamykano za pomocą pakowarki próżniowej firmy „Severin”, a następnie zamrażano i przechowywano w temp. $-10 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ w zamrażarce firmy Zanussi oraz w $-35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ w zamrażarce firmy Bosch.

Analizy mikrobiologiczne wykonywano tradycyjną metodą płytkową przed zamrożeniem (próba kontrolna) oraz po 30 i 60 dniach przechowywania. Materiał badawczy po wyjęciu z zamrażarki pozostawiano w temp. pokojowej ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) na około 1 godz. w celu rozmrożenia miazgi za pomocą ciepła pobranego z otoczenia.

W badanym materiale oznaczano ogólną liczbę bakterii mezofilnych tlenowych na podłożu agar odżywczy firmy Merck, liczbę *Staphylococcus aureus* na podłożach selektywnych Baird-Parker RPF firmy bioMerieux oraz liczbę grzybów na podłożu wybiórczym YGC z chloramfenikolem firmy Merck. Inkubację mezofilnych tlenowców prowadzono w temp. 30°C przez 72 godz., gronkowców w 37°C przez 48 godz. a grzybów w 25°C przez 120 godz. Posiewy wykonywano zgodnie z PN-90/A-75052/04 [6]. Liczbę bakterii podawano jako logarytm jednostek tworzących kolonie w 1g produktu. Badania przeprowadzono w 6 powtórzeniach.

Równania regresji opisujące zmienność drobnoustrojów w czasie zamrażalniczego przechowywania rozdrobionego aloesu obliczano za pomocą programu Excel 2003 z pakietu Word Office 2003.

Wyniki i dyskusja

Wykazano zróżnicowane zmiany liczby populacji mikroorganizmów zanieczyszczających miążgę aloesu w czasie przechowywania. Średni stopień zanieczyszczenia kontrolnych prób miążgi aloesu zhomogenizowanego ze skórą (AS) gronkowcami koagulazoujemnymi i koagulazododatnimi, jak też bakteriami mezofilnymi oraz grzybami strzępkowymi i drożdżami wynosił odpowiednio: 3,28 log jtk/g, 1,54 log jtk/g, 4,74 log jtk/g, 4,56 log jtk/g oraz 3,53 log jtk/g. Stopień zanieczyszczenia kontrolnych prób miążgi z aloesu bez skóry (BS) tymi samymi drobnoustrojami wynosił odpowiednio: 1,93 log jtk/g, 0,23 log jtk/g, 4,44 log jtk/g, 3,40 log jtk/g oraz 2,24 log jtk/g.

Tabela 1

Liczba koagulazoujemnych *Staphylococcus aureus* w miążdze aloesowej przechowywanej w temp. -10°C i -35°C.

Count of coagulase-negative *Staphylococcus aureus* in the aloe pulp stored at -10°C and 35°C.

Czas przechowywania Period of storing	Liczba bakterii [log jtk/g] Count of bacteria [log cfu/g]											
	AS _{-10°C}			AS _{-35°C}			BS _{-10°C}			BS _{-35°C}		
	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	Max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min
Próba kontrolna Control sample	3,78	3,28	0	3,78	3,28	0	2,32	1,93	1,3	2,32	1,93	1,3
30 dni 30 days	4,91	4,15	1,3	2,8	2,36	1,3	2,36	1,79	0	2,73	2,11	0
60 dni 60 days	3,48	2,74	0	2,58	2,25	0	1,95	1,47	0	3,53	2,82	0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

AS – miążga aloesowa - liście homogenizowane ze skórą / aloe pulp – leaves homogenized with their skin,

BS – miążga aloesowa – liście homogenizowane bez skóry / aloe pulp – leaves homogenized with their skin peeled.

Na rozwój mikroorganizmów wpływ miała temperatura przechowywania miążgi aloesowej (tab. 1). Stwierdzono redukcję liczby gronkowców koagulazoujemnych pochodzących z materiału przechowywanego w temp. -10°C. Po 60 dniach zamrażalniczego przechowywania miążgi aloesowej AS stwierdzono zmniejszenie populacji gronkowców o 1 cykl logarytmiczny. W miążdze BS obserwowana redukcja wynosiła od 1,93 do 1,47 log jtk/g. W miążdze BS przechowywanej w temp. -35°C wykazano wzrost populacji gronkowców koagulazoujemnych. Po 30 dniach przechowywania

następowało nieznaczne zmniejszenie, o 0,17 log jtk/g, a po kolejnych 30 dniach obserwowano wzrost liczby gronkowców do 2,82 log jtk/g. Liczba gronkowców zasiedlających miążgę AS, przechowywaną w tej samej temperaturze, początkowo wynosiła 3,28 log jtk/g. Po 60 dniach zamrażalniczego przechowywania stwierdzono redukcję tej populacji. W końcowej fazie przechowywania liczba bakterii zmniejszyła się do 2,25 log jtk/g. Liczba gronkowców koagulazododatnich zasiedlających miążgę AS, przechowywaną w temp. -10°C po 60 dniach przechowywania została zredukowana aż o 1,5 cyklu logarytmicznego (tab. 2). Ten sam poziom redukcji po 60 dniach stwierdzono w miążdze BS, mimo że w pierwszej fazie przechowywania obserwowano wzrost bakterii od 0,23 do 1,6 log jtk/g. Miążga AS przechowywana w temp. -35°C, podobnie jak w przypadku aloesu przechowywanego w temp. -10°C, charakteryzowała się zmniejszeniem liczby gronkowców koagulazododatnich po 30 dniach przechowywania o ponad 1 cykl logarytmiczny. W temp. zamrażalniczego przechowywania -35°C liczba tych bakterii nieznacznie wzrastała po 60 dniach przechowywania (tab. 2).

Tabela 2

Liczba koagulazododatnich *Staphylococcus aureus* w miążdze aloesowej przechowywanej w temp. -10°C i -35°C.

Count of coagulase-positive *Staphylococcus aureus* in the aloe pulp stored at -10°C and -35°C.

Czas przechowywania Period of storing	Liczba bakterii [log jtk/g] Count of bacteria [log cfu/g]											
	AS _{-10°C}			AS _{-35°C}			BS _{-10°C}			BS _{-35°C}		
	Max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min
Próba kontrolna Control sample	2,0	1,54	0	2,0	1,54	0	1,0	0,23	0	1,0	0,23	0
30 dni 30 days	1,3	0,47	0	1,0	0,3	0	2,38	1,6	0	1,0	0,3	0
60 dni 60 days	0	0	0	1,0	0,7	0	0	0	0	1,0	0,3	0

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

Wykazano zmniejszenie liczby bakterii mezofilnych w miążdze aloesowej przechowywanej w dwóch wartościach temperatury (tab. 3). W przypadku miążgi AS przechowywanej w temp. -10°C redukcja wynosiła 1,74 log jtk/g i jej wartość była o około 1 cykl logarytmiczny wyższa niż przy zastosowaniu temp. -35°C. Zarówno miążga z aloesu BS, jak i AS, charakteryzowały się znacznie wyższą redukcją bakterii mezofilnych wówczas, gdy miążgę przechowywano w temp. -10°C (tab. 3). Porównanie wpływu warunków zamrażalniczego przechowywania na zachowanie drobnoustrojów

w zależności od sposobu preparowania liści aloesu pozwoliło na stwierdzenie, że w miazdze BS występował znacznie większy stopień redukcji liczby drobnoustrojów. W próbie kontrolnej liczba bakterii mezofilnych zasiedlających miazgę z aloesu BS, przechowywaną w temp. -10°C , wynosiła $4,44 \log \text{jtk/g}$, po 30 dniach przechowywania zmniejszenie populacji wynosiło 1 cykl logarytmiczny, a po 60 dniach przechowywania w stanie zamrożonym 2 cykle logarytmiczne. Liczba bakterii mezofilnych w miazdze aloesowej AS wynosiła po 60 dniach przechowywania średnio $2,63 \log \text{jtk/g}$. W tym samym okresie w miazdze pochodzącej z aloesu pozbawionego skóry BS, składowanej w temp. -35°C , nastąpiło zmniejszenie ogólnej liczby drobnoustrojów o $1,3 \log \text{jtk/g}$.

Tabela 3

Ogólna liczba bakterii mezofilnych w miazdze aloesowej przechowywanej w temp. -10°C i -35°C .
Total count of mesophilic bacteria in the aloe pulp stored at -10°C and -35°C .

Czas przechowywania Period of storing	Liczba bakterii [log jtk/g] Count of bacteria [log cfu/g]											
	AS $_{-10^{\circ}\text{C}}$			AS $_{-35^{\circ}\text{C}}$			BS $_{-10^{\circ}\text{C}}$			BS $_{-35^{\circ}\text{C}}$		
	Max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min
Próba kontrolna Control sample	5,2	4,74	2,84	5,2	4,74	2,84	4,78	4,44	4,04	4,78	4,44	4,04
30 dni 30 days	3,78	3,23	2,15	4,48	4,09	2,88	3,11	3,44	1,6	3,72	3,30	2,2
60 dni 60 days	3,58	3,00	1,95	4,4	3,98	2,8	3,25	2,63	1,3	3,82	3,13	2,14

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

Wykazano również zmniejszenie liczby grzybów strzępkowych podczas mrożenia i przechowywania miazgi aloesowej (tab. 4). Zmiany te stwierdzono w miazdze AS, przechowywanej w temp. -10°C . Początkowa liczba grzybów strzępkowych zasiedlająca świeżą miazgę AS wynosiła średnio $4,56 \log \text{jtk/g}$, natomiast po 60 dniach już tylko $1,45 \log \text{jtk/g}$. Obserwowana redukcja liczby grzybów strzępkowych wynosiła 3 cykle logarytmiczne (tab. 4). Miazga AS zamrażalniczo przechowywana w temp. -35°C wykazywała zmniejszenie liczby grzybów o 2 cykle logarytmiczne. Po pierwszym okresie przechowywania liczba grzybów strzępkowych zmniejszyła się z $4,56$ do $2,75 \log \text{jtk/g}$, jednak po dalszych 30 dniach liczba tych drobnoustrojów wzrastała. Po pierwszych 30 dniach mrożenia miazgi aloesowej BS, zarówno w temp. -35°C , jak i w -10°C , zaobserwowano zahamowanie rozwoju grzybów o około $1,5$ cyklu logarytmicz-

nego. Po kolejnych 30 dniach przechowywania w temp. -35°C występował nieznaczny wzrost liczby pleśni, natomiast w przypadku temp. -10°C obserwowano dalszą redukcję tych grzybów (tab. 4).

Tabela 4

Ogólna liczba grzybów strzępkowych w miazdze aloesowej przechowywanej w temp. -10°C i -35°C .
Total count of moulds in the aloe pulp stored at -10°C and -35°C .

Czas przechowywania Period of storing	Liczba grzybów [log jtk/g] Count of moulds [log cfu/g]											
	AS. -10°C			AS. -35°C			BS. -10°C			BS. -35°C		
	Max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min
Próba kontrolna Control sample	4,9	4,56	2,9	4,9	4,56	2,9	2,91	3,40	2,52	2,91	3,40	2,52
30 dni 30 days	1,84	1,58	1,0	2,98	2,75	1,9	2,41	1,90	1,0	2,28	1,85	1,2
60 dni 60 days	2,11	1,45	0	3,96	3,46	2,0	2,17	1,60	0	2,52	2,26	1,7

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

Populacja drożdży ulegała zmniejszaniu bez względu na formę i temperaturę zamrażalniczego przechowywania miazgi aloesowej (tab. 5). Większą redukcję liczby tych mikroorganizmów zaobserwowano w miazdze AS, przechowywanej w temp. -10°C niż w -35°C (tab. 5). Również miazga z aloesu BS charakteryzowała się wyższą dynamiką redukcji drożdży w temp. -10°C . W temp. -35°C redukcja liczby drożdży była nieznaczna. Porównując obie formy aloesu poddane zamrożeniu i przechowywane przez 60 dni w tej samej temperaturze można stwierdzić, że istotne hamowanie wzrostu drożdży obserwowano w miazdze z aloesu AS i było ono bardziej intensywne niż w miazdze BS.

Stwierdzone w pracy zmniejszenie liczby mezofilnych tlenowców było zbieżne z wcześniejszymi wynikami badań Steinki i Stankiewicz [10], dotyczącymi wpływu mrożenia aloesu na mikroflorę pozyskiwanej pulpy. Zgodnie z wytycznymi UE [11] zanieczyszczenie aloesu mikroflorą mezofilną nie powinno przekraczać 10^5 jtk/g. Brak jest danych dotyczących liczby grzybów. Ten rodzaj tkanki może być porównany z tkanką miękkich owoców jagodowych. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia [7] ogólna liczba bakterii w tych owocach w stanie zamrożenia nie powinna przekraczać poziomu 10^5 jtk/g [7]. Poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego kolejnych partii badanych liści aloesowych uwarunkowany był sposobem jego uprawy oraz zbio-

ru. Jednak porównując wyniki przeprowadzonych badań z wymaganiami powyższego rozporządzenia, nie stwierdzono przekroczenia podanego poziomu. Podczas przechowywania miazgi aloesowej w stanie zamrożonym liczba mezofili nie przekraczała wartości 10^4 jtk/g. Rozporządzenie Ministra Zdrowia regulujące stan mikrobiologiczny owoców mrożonych określa również wartość progową liczby pleśni i drożdży, wynoszącą $5,0 \cdot 10^2$ jtk/g [7]. Wyniki oznaczeń mikrobiologicznych badanej miazgi aloesowej przed zamrażalniczym przechowywaniem wykazywały wartości znacznie przekraczające podane wymagania. Przechowywanie homogenatu w stanie zamrożonym wpłynęło na zmniejszenie stopnia zanieczyszczenia pleśniami.

Tabela 5

Ogólna liczba drożdży w miazdze aloesowej przechowywanej w temp. -10°C i -35°C .
Total count of yeasts in the aloe pulp stored at -10°C and -35°C .

Czas przechowywania Period of storing	Liczba drożdży [log jtk/g] Count of yeasts [log cfu/g]											
	AS. $_{-10^{\circ}\text{C}}$			AS. $_{-35^{\circ}\text{C}}$			BS. $_{-10^{\circ}\text{C}}$			BS. $_{-35^{\circ}\text{C}}$		
	Max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min	max	\bar{X}	min
Próba kontrolna Control sample	3,76	3,53	2,57	3,76	3,53	2,57	2,41	2,24	1,7	2,41	2,24	1,7
30 dni 30 days	2,66	2,12	0	3,04	2,66	2,17	2,44	1,93	1,48	2,76	2,19	1,3
60 dni 60 daysm	2,4	1,72	0	2,92	2,56	1,9	2,25	1,80	0	2,62	2,05	1,0

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

Na przeżywalność mikroorganizmów zasiedlających mrożone tkanki roślinne wpływ wywierało wiele czynników tj.: skład i rodzaj surowca, jego wyjściowy stan mikrobiologiczny, warunki higieniczne zamrażania, czas przechowywania, [1, 4]. Poziom redukcji mikroorganizmów zasiedlających obie formy mrożonej miazgi aloesowej może być zróżnicowany ze względu na składniki pozostające w pulpie po usunięciu skóry. Większa redukcja mikroorganizmów stwierdzona w przypadku miazgi z aloesu AS związana jest zapewne z nakładającym się oddziaływaniem składników biostatycznych oraz kryształów lodu tworzących się w czasie zamrażania. Redukcja drobnoustrojów w homogenacie liści aloesu może być wynikiem krystalizacji wody powodującej różnice ciśnień osmotycznych między środowiskiem a tkanką [11].

Tabela 6

Równania regresji opisujące zmiany liczby drobnoustrojów w czasie przechowywania miazgi aloesowej.
Regression equations describing changes in the count of micro-flora grown in the aloe pulp stored.

Rodzaj mikroorganizmów Type of micro-organisms	Temp. przechow. Temperature of storing	Parametry równań Parameters of equations	R ²
<i>Staphylococcus aureus</i> koagulazoujemny coagulase-negative	AS -10°C	a = -0,27; b = 3,93	0,14
	AS -35°C	a = 0,445; b = 1,3967	0,89
	BS -10°C	a = -0,23; b = 2,19	0,95
	BS -35°C	a = -0,515; b = 3,66	0,82
<i>Staphylococcus aureus</i> koagulazododatni coagulase-positive	AS -10°C	a = -0,77; b = 2,2100	0,95
	AS -35°C	a = -0,42; b = 1,6867	0,44
	BS -10°C	a = -0,115; b = 0,8400	0,01
	BS -35°C	a = 0,035; b = 0,2067	0,75
Bakterie mezofilne Mesophilic bacteria	AS -10°C	a = -0,87; b = 5,3967	0,84
	AS -35°C	a = -0,38; b = 5,0300	0,85
	BS -10°C	a = -0,655; b = 4,9333	0,84
	BS -35°C	a = -0,905; b = 5,3133	0,99
Grzyby strzępkowe Moulds	AS -10°C	a = -1,555; b = 5,6400	0,78
	AS -35°C	a = -0,55; b = 4,6900	0,36
	BS -10°C	a = -0,9; b = 4,1000	0,87
	BS -35°C	a = -0,57; b = 3,6433	0,50
Drożdże Yeasts	AS -10°C	a = -0,905; b = 4,2667	0,90
	AS -35°C	a = -0,485; b = 3,8867	0,82
	BS -10°C	a = -0,22; b = 2,4300	0,94
	BS -35°C	a = -0,095; b = 2,3500	0,93

Objaśnienia: / Explanatory notes:

AS – miazga aloesowa - liście homogenizowane ze skórą / aloe pulp – leaves homogenized with their skin, BS – miazga aloesowa – liście homogenizowane bez skóry / aloe pulp – leaves homogenized with their skin peeled,

a, b – współczynniki liniowe równań regresji / linear parameters of regression equations,

R² – współczynnik determinacji / determination coefficient.

Zmiany liczby populacji drobnoustrojów w czasie przechowywania miazgi aloesowej opisano równaniami regresji prostoliniowej. Zmiany populacji drobnoustrojów, takich jak drożdże i mezofile tlenowe w czasie zamrażalniczego przechowywania miazgi charakteryzowały wysokie współczynniki determinacji R² = 0,78 - 0,99, wskazujące na wysoki stopień dopasowania wartości empirycznych do prognozowanych (tab. 6). Współczynniki determinacji (R² = 0,36; 0,50; 0,44; 0,14; 0,01) równań regresji wyznaczonych w celu oceny wzrostu grzybów strzępkowych i gronkowców w aloesie wskazują, że poza czasem przechowywania inne czynniki mogły wywierać wpływ na zachowanie populacji zasiedlających badaną miazgę.

Wnioski

1. Na zmienność mikroflory miazgi aloesowej istotny wpływ wywierała wysokość stosowanej temperatury zamrażalniczego przechowywania, czas przechowywania oraz sposób preparowania tkanki (homogenizacja liści aloesu ze skórą lub po usunięciu skóry).
2. Większy stopień redukcji liczby gronkowców, grzybów strzępkowych oraz drożdży stwierdzono w przypadku miazgi z aloesu ze skórą, przechowywanej w temp. -10°C .
3. Zamrażalnicze przechowywanie miazgi aloesowej w temp. -10°C było skutecznym działaniem w celu zmniejszenia liczby mikroorganizmów zasiedlających badany materiał.

Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1983.
- [2] Douglas L.: Archer Freezing: An underutilized food safety technology. *Int. J. Food Microbiol.*, 2004, **90**, 127-138.
- [3] Farkas J.: Irradiation as a method for decontaminating food. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **44**, 189-204.
- [4] Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT. Warszawa 1999.
- [5] Kołożyn-Krajewska D., Trzaskowska M.: Słownik terminologii z zakresu zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. <http://www.cbr.edu.pl>
- [6] PN-90/A-75052/04. Przetwory owocowe, warzywne i warzywno-mięsne. Metody badań mikrobiologicznych. Sposób pobierania i przygotowywania prób do badań mikrobiologicznych.
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 13.01.2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. *Dz. U.* 2003. Nr 37 poz.326, zał. 7.
- [8] Steinka I., Kukułowicz A.: Próba optymalizacji jakości twarogów za pomocą aerozolu aloesowego. *Bromatol. Chemia Toksykol.*, 2003, XXXVI, **4**, 341-346.
- [9] Steinka I., Sposób antygronkowcowej suplementacji skrzepu twarogowego. P346068, *Biuletyn Urzędu Patentowego*, 2003, 17 (721), 3.
- [10] Steinka I., Stankiewicz J.: Ocena wpływu mrożenia aloesu na mikroflorę pozyskiwanej pulpy. *Post. Mikrobiol.* 2004, **43 Supl.**, 499.
- [11] Quality control methods for medicinal plant. Geneva. Working document QAS/05.131/Rev., 2005, 1, 37.
- [12] Zaleski J.: Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego. WNT. Warszawa 1985.

**THE EFFECT OF FREEZING STORAGE CONDITIONS ON
THE MICRO-FLORA OF ALOE PULP**

S u m m a r y

The objective of the investigations was to estimate the effect of freezing storage conditions on forming the microbiological quality of aloe pulp. The material investigated constituted three-year-old aloe leaves (*Aloe arboresces*), which were homogenized: one portion of the leaves was homogenized with their skin, and the other portion - after the skin was peeled. The aloe pulp was packed in PA/PE bags, hermetically closed, and frozen. There was determined the effect the 30 day and 60 day storage temperatures of -10°C and -35°C exerted on the development of counts of staphylococci, yeast, moulds and mesophilic microflora grown in the aloe pulp during the freezing storage.

It was proved that the freezing storage of aloe pulp had a diversified impact on the survival and growth of the micro-organisms groups investigated. It was found that the temperature of freezing storage and the method of preparing the aloe plant significantly impacted the count of micro-organisms grown in the aloe pulp. The results of investigations conducted showed that the freezing storage of a homogenized aloe plant at a temperature of -10°C caused a decrease in the count of micro-organisms grown in aloe pulp.

Key words: aloe, pulp, micro-flora, freezing, storage ☒

KATARZYNA ŚWIĄDER, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK

INTENSYWNOŚĆ SŁODYCZY WYBRANYCH SUBSTANCJI SŁODZĄCYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie właściwości słodzących wybranych słodzików - aspartamu, acesulfamu K, cyklamianu i sacharynianu sodu. Dokonano oceny intensywności słodyczy modelowych roztworów wodnych, zróżnicowanych stężeniem substancji intensywnie słodzącej, oraz porównano je z wzorcowymi roztworami sacharozy. Ustalono, które roztwory pod względem intensywności słodyczy odpowiadają tym samym wrażeniom. Stwierdzono, że odczuwanie intensywności smaku słodkiego substancji intensywnie słodzących maleje wraz ze wzrostem ich stężenia w roztworze. Przy zbyt wysokich stężeniach słodzików w wodnych roztworach, intensywność odczuwania słodyczy malała i jednocześnie obserwowano mniejszą precyzję uzyskiwanych ocen. Intensywność słodyczy badanych słodzików w roztworach wodnych była łatwo rozpoznawana i różnicowana przez oceniających w zakresach stężeń: od 0,035 do 0,085% - aspartam i acesulfam K, od 0,040 do 0,066% - sacharynian sodu oraz od 0,23 do 0,38% - cyklamian sodu. Ustalono zależności pomiędzy stężeniami sacharozy i stężeniami badanych substancji słodzących, równoważnych pod względem intensywności słodyczy, które mogą być przydatne do szybkiego i prostego przeliczania ilości tych substancji, w przypadku zastosowania ich jako zamienników sacharozy.

Słowa kluczowe: substancje słodzące, intensywność słodyczy, aspartam, acesulfam K, cyklamian sodu, sacharynian sodu

Wprowadzenie

Spożywanie sacharozy jest niekorzystne ze względów żywieniowych, a jej nadmierna ilość w diecie może prowadzić do rozwoju chorób cywilizacyjnych, takich jak: cukrzyca, choroby układu krążenia, otyłość czy próchnica [7]. Fakt ten powoduje, że w technologii żywności coraz częściej stosuje się substancje zastępujące cukier, tj. środki intensywnie słodzące. Głównym celem ich stosowania jest nadanie produktom słodkiego smaku, nie powodując silnego podwyższenia poziomu glukozy we krwi i nie stwarzając warunków do rozwoju próchnicy zębów [2]. Ich stosowanie ma na celu

Mgr inż. K. Świąder, dr inż. B. Waszkiewicz-Robak, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

również obniżenie wartości energetycznej produktów, poprzez wyeliminowanie ze składu tradycyjnej sacharozy [2, 9]. Środki intensywnie słodzące, takie jak: aspartam, acesulfam K, sacharynian sodu i cyklaminian sodu spełniają wyżej wymienione kryteria, różnią się jednak właściwościami funkcjonalnymi, istotnymi z punktu widzenia producenta niskokalorycznej żywności. Wykazują one inne cechy sensoryczne niż sacharoza, gdyż oprócz smaku słodkiego towarzyszą im obce, często niepożądane w produkcie końcowym posmaki, takie jak gorzki czy metaliczny.

Ponadto różne substancje intensywnie słodzące charakteryzują się odmiennym przebiegiem intensywności słodczy niż sacharoza i różnią się względem siebie siłą słodzenia. Oznacza to, że przy tej samej ilości różnych substancji słodzących można uzyskać produkt końcowy o różnej intensywności i profilu słodczy. Szczególne właściwości ma taumatyna, której zastosowanie jako substancji słodzącej jest przyczyną odczuwania słodczy w opóźnionym czasie od chwili jej spożycia, i która powoduje utrzymywanie się smaku słodkiego w ustach przez bardzo długi okres, co nie zawsze jest korzystne z punktu widzenia sensorycznego [17]. Także aspartam znalazł zastosowanie w produkcji gum do żucia jako proszek do stosowania na powierzchni gumy, gdyż w ten sposób powoduje szybkie odczuwanie słodczy gumy i powoduje przedłużenie czasu odczuwania charakterystycznego smaku słodkiego w stosunku do innych słodzików.

W literaturze dostępne są dane dotyczące wykorzystania substancji intensywnie słodzących w produkcji wyrobów spożywczych typu light, tj. o obniżonej wartości energetycznej [4, 10, 14]. Niewiele jest natomiast badań charakteryzujących i porównujących intensywność słodczy różnych substancji intensywnie słodzących w stosunku do sacharozy.

Celem pracy było określenie właściwości słodzących wybranych substancji intensywnie słodzących (aspartamu, acesulfamu K, cyklaminianu i sacharynianu sodu) poprzez ocenę intensywności ich słodczy w zależności od stężenia w wodnych roztworach modelowych, jak również w porównaniu ze wzorcem – sacharozą.

Material i metody badań

Material do badań stanowiły syntetyczne substancje intensywnie słodzące dopuszczone do stosowania w Polsce i UE, takie jak: aspartam – firmy Holland Sweetener Company HSC, acesulfam K- firmy HCI Poland Ltd., cyklaminian oraz sacharynian sodu - hiszpańskiej firmy Productos Additivos. Jako wzorec smaku słodkiego stosowano sacharozę - cukier zakupiony w handlu detalicznym, a wyprodukowany w cukrowni Głinojeck. Badaniom poddano substancje słodzące przygotowane metodą rozcieńczeń z roztworów podstawowych, o następujących stężeniach: aspartam i acesulfam K – 0,035; 0,060; 0,085%; sacharynian sodu - 0,040; 0,053; 0,066%; cyklaminian sodu – 0,230; 0,310; 0,380%. Porównania intensywności smaku słodkiego bada-

nych substancji słodzących w roztworach wodnych z intensywnością słodyczy roztworów sacharozy, dokonywano metodą „wskaźnika słodyczy”. Polega ona na porównywaniu i przyporządkowywaniu pod względem intensywności smaku słodkiego, poszczególnych roztworów badanych substancji słodzących z odpowiednimi stężeniami wodnych roztworów standardu – sacharozy, w zakresie stężeń od 5 do 9,5%. Siłę słodzenia badanych substancji słodzących względem sacharozy obliczano poprzez dzielenie poszczególnych stężeń roztworów sacharozy przez odpowiadające im stężenia roztworów badanych substancji intensywnie słodzących. Ocenę sensoryczną prowadzono w akredytowanej Pracowni Analizy Sensorycznej Zakładu Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie, spełniającej wymagania normy PN ISO 8589:1988 [11]. Zespół oceniający stanowili studenci oraz pracownicy Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, przeszkoleni w zakresie stosowanych metod wg PN ISO 8586-2:1994 [12]. Poszczególne wyniki są wartościami średnimi uzyskanymi z 50 ocen cząstkowych. Statystyczną interpretację wyników opracowano przy użyciu programu komputerowego Excel wersja 2.1 Windows.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. i 2. przedstawiono stężenia wodnych roztworów badanych substancji słodzących i odpowiadające im pod względem słodyczy stężenia wodnych roztworów sacharozy. Intensywność słodzenia różnych substancji określa się zazwyczaj w stosunku do słodyczy roztworu wodnego wzorca – 10% roztworu cukru (sacharozy), którą przyjmuje się za 1 [3, 4, 10, 14, 17]. W niniejszej pracy porównywano słodycz badanych substancji słodzących ze słodyczą modelowych roztworów sacharozy w zakresie stężeń 5,0 - 9,5%. Roztwory sacharozy o stężeniu 10% oceniane były niekorzystnie, jako zbyt słodkie. Stwierdzono, że intensywnością słodyczy zbliżoną do słodyczy sacharozy w roztworze wodnym o stężeniu ok. 8,0% charakteryzował się 0,310% roztwór cyklamianu sodu oraz 0,066% roztwór sacharynianu sodu (tab. 1).

Te same stężenia aspartamu i acesulfamu K w roztworach wodnych (0,085%) odpowiadały słodyczy sacharozy w wodzie o różnych stężeniach, tj. odpowiednio ok. 8,5% (aspartam) i jedynie 7,7% (acesulfam K) – tab. 2.

Na rys. 1. i 2. przedstawiono krzywe regresji obrazujące zależność pomiędzy stężeniem sacharozy a stężeniem substancji słodzących, równoważnych sacharozie pod względem intensywności słodyczy. Obliczone równania regresji mogą być przydatne do szybkiego i prostego przeliczania ich wzajemnych ilości.

Tabela 1

Stężenia substancji słodzących: cyklamianu oraz sacharynianu sodu i odpowiadające im, pod względem intensywności słodczy, stężenia sacharozy.

Concentration levels of the sodium cyclamate and sodium saccharinate sweeteners, and the saccharose concentration levels corresponding to them in terms of sweetness intensity.

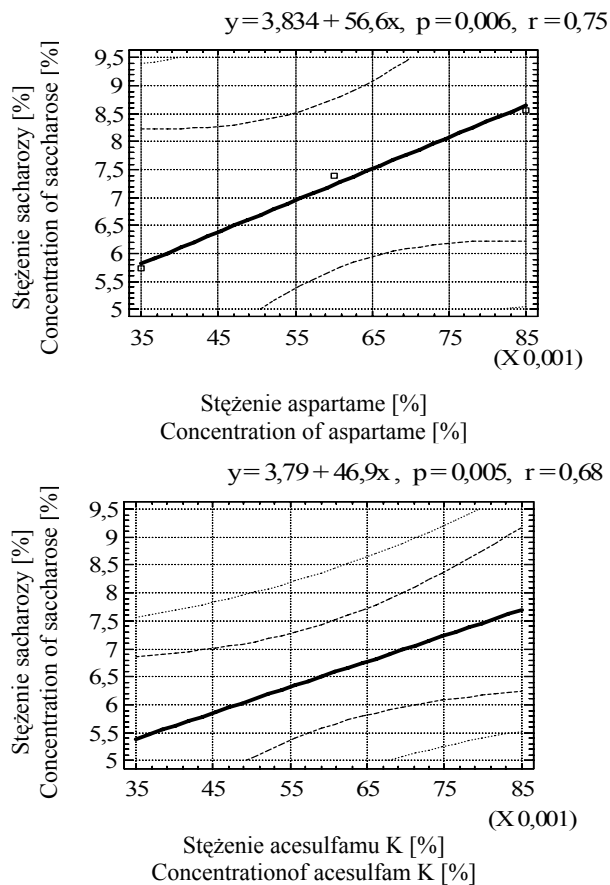
Parametry statystyczne Statistic parameters	Stężenia substancji słodzących w roztworach wodnych Concentration levels of sweeteners in water solutions [%]					
	Cyklamian sodu Sodium cyclamate			Sacharynian sodu Sodium saccharinate		
	0,230	0,310	0,380	0,040	0,053	0,066
	Stężenie sacharozy w roztworach wodnych Concentration level of saccharose in water solutions [%]					
Wartość średnia / Mean value	6,64	7,92	8,59	6,51	7,57	7,60
s / SD	1,25	1,32	0,97	1,17	1,56	1,64
Mediana / Median	6,50	8,00	9,00	6,00	8,00	7,75
Min.	5,00	5,00	5,50	5,00	5,00	5,00
Max.	6,50	8,00	9,00	9,50	9,50	9,50

Tabela 2

Stężenia substancji słodzących: aspartamu oraz acesulfamu K i odpowiadające im, pod względem intensywności słodczy, stężenia sacharozy.

Concentration levels of the sodium aspartame and acesulfam K sweeteners, and the saccharose concentration levels corresponding to them in terms of sweetness intensity.

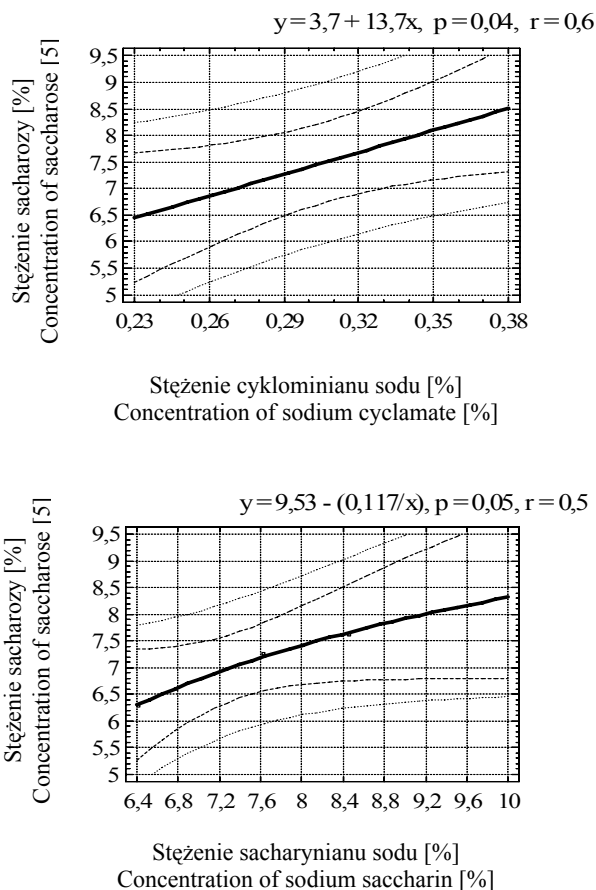
Parametry statystyczne Statistic parameters	Stężenia substancji słodzących w roztworach wodnych Concentration levels of sweeteners in water solutions [%]					
	Aspartam Aspartame			Acesulfam K Acesulfam K		
	0,035	0,060	0,085	0,035	0,060	0,085
	Stężenie sacharozy w roztworach wodnych Concentration level of saccharose in water solutions [%]					
Wartość średnia / Mean value	5,67	7,31	8,48	5,35	6,78	7,70
SD	0,94	1,14	0,92	0,49	1,30	1,16
Mediana / Median	5,50	7,50	8,50	5,00	6,50	7,50
Min	5,00	5,00	6,00	5,00	5,00	6,00
Max	9,00	9,50	9,50	7,00	9,25	9,50



Rys. 1. Krzywe regresji przedstawiające zależności pomiędzy stężeniem sacharozy (y) i stężeniami: aspartamu (x) oraz acesulfamu K (x), równoważnymi pod względem słodyczy odczuwanej sensorycznie w wodnych roztworach tych związków.

Fig. 1. Regression curves representing dependences between the concentration level of saccharose (y) and the concentration levels of aspartame (x) and acesulfam K (x), equivalent in terms of sensory tasted sweetness in water solutions of these compounds.

W tab. 3. przedstawiono siłę słodzenia badanych substancji słodzących w porównaniu z sacharozą. Spośród czterech badanych substancji najwyższą słodyczą charakteryzował się sacharynian sodu (ok. 140 razy słodszy od sacharozy), a następnie aspartam (ok. 130 razy) i acesulfam K (ok. 118 razy). Cyklamian sodu był ok. 25 razy słodszy od sacharozy, a w porównaniu z pozostałymi substancjami słodzącymi – od ok. 4,9 do 5,9 razy mniej słodki od nich.



Rys. 2. Krzywe regresji przedstawiające zależności pomiędzy stężeniem sacharozy (y) i stężeniami: cyklaminianu sodu (x) oraz sacharynianu sodu (x), równoważnymi pod względem słodczy od-czuwanej sensorycznie w wodnych roztworach tych związków.

Fig. 2. Regression curves representing dependences between the concentration level of saccharose (y) and the concentration levels of sodium cyclamate (x) and sodium saccharinate (x), equivalent in terms of sensory tasted sweetness in water solutions of these compounds.

Substancje słodzące mogą wykazywać różną siłę słodzenia w różnych stężeniach wodnych roztworów. Bogacz [3] podaje, że w porównaniu z sacharozą aspartam jest od niej słodszy od ok. 160 do 200 razy, tj. ok. 30 do 70 razy mniej niż wykazano w niniejszej pracy. Waszkiewicz-Robak i Świdorski [17] również podają wyższe wartości zarówno w przypadku aspartamu, jak i acesulfamu K.

W niniejszej pracy wykazano, że w zależności od porównywanych stężeń można uzyskać różne wartości siły słodzenia badanych słodzików, która maleje wraz ze wzrostem ich stężenia w roztworach. Aspartam przy stężeniu 0,035% był 162 razy słodszy

od sacharozy, przy stężeniu 0,060% – 121,8 razy, natomiast przy stężeniu 0,085% – tylko ok. 99,8 razy słodszy. Podobnie słodycz pozostałych słodzików malała wraz ze wzrostem stężenia porównywanych roztworów (tab. 3), co świadczy o niecelowości zwiększania dodatku substancji słodzących do produktów spożywczych, poza określone doświadczalnie poziomy.

Tabela 3

Siła słodzenia substancji intensywnie słodzących w porównaniu z sacharozą.
Sweetening power of intensely sweetening sweeteners compared to saccharose.

Substancja intensywnie słodząca Sweeteners	Stężenia wodnych roztworów substancji intensywnie słodzących [%] Concentration levels of water solutions of intensely sweetening sweeteners [%]	Siła słodzenia względem sacharozy, Sweetening Power compared to saccharose	$\bar{x}_{sr} \pm SD$
Aspartam Aspartame	0,035	162,0	127,9 ± 31,54
	0,060	121,8	
	0,085	99,8	
Acesulfam K Acesulfam K	0,035	152,8	118,8 ± 31,50
	0,060	113,0	
	0,085	90,6	
Sacharynian sodu Sodium saccharinate	0,040	162,8	140,3 ± 23,90
	0,053	142,8	
	0,066	115,2	
Cyklaminian sodu Sodium cyclamate	0,23	28,9	25,7 ± 3,15
	0,31	25,5	
	0,38	22,6	

Dzięki wyliczonym w niniejszej pracy zależnościom matematycznym istnieje możliwość precyzyjnego szacowania zawartości sztucznych substancji słodzących na podstawie zawartości sacharozy i odwrotnie, co może być wykorzystane w praktyce technologicznej. Substancje słodzące stosowane są często w technologii niskokalorycznych produktów spożywczych, przeznaczonych m.in. w dietach redukujących masę ciała, jak również do produkcji past do zębów czy płynów do płukania ust [2]. Z wielu badań wynika, że substancje intensywnie słodzące wykorzystywane są najczęściej w diecie osób chorych na cukrzycę [5], stosujących tzw. słodziki stołowe [6].

Zastosowanie substancji intensywnie słodzących w technologii produktów spożywczych, podobnie jak wszystkich innych substancji dodatkowych, wymaga prowadzenia systematycznych badań monitorujących ich spożycie, w celu zachowania bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa [13, 16]. Dotychczas nie stwierdzono nadmiernego spożycia tych substancji w diecie [1, 8, 15], co gwarantuje ciągle zaintereso-

sowanie producentów żywności ich stosowaniem w nowych asortymentach produktów spożywczych.

Wnioski

1. Siła słodząca substancji intensywnie słodzących: aspartamu, acesulfamu K, sacharynianu sodu i cyklamianu sodu, wyrażająca ile razy badana substancja jest słodsza od sacharozy, malała wraz ze wzrostem stężenia tych związków w roztworze, co świadczy o niecelowości zwiększania ich dodatku do produktów spożywczych, poza określone w pracy poziomy.
2. Przeprowadzone badania pozwalają określić najkorzystniejszą, niezbędną ilość substancji słodzących w celu uzyskania optymalnej słodyczy produktów, co umożliwia ich stosowanie zgodnie z zasadą *quantum satis* i dobrą praktyką produkcyjną.
3. Obliczone równania regresji mogą być przydatne do szacowania ilości substancji słodzących odpowiadających słodyczą sacharozie, co może być wykorzystane w praktyce technologicznej.

Literatura

- [1] Bar A, Biermann C.: Intake of intense sweeteners in Germany. Z Ernährungswiss., 1992, **31** (1), 25-39.
- [2] Benford D., Renwick A., Barlow S., Herman J.L., Walker R.: The acceptable daily intake, a tool for ensuring food safety. Concise Monograph series. ILSI Europe, Belgium 2000.
- [3] Bogacz A.: Intensywne substancje słodzące - szansa dla polskiego producenta i konsumenta. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2002, (6), 1040-41.
- [4] Corrigan V.K, Irving D.E, Potter J.F. : Sugars and sweetness in buttercup squash. Food Quality and Preference, 2000, (11), 313-322.
- [5] Garnier-Sagne I, Leblanc JC, Verger P.: Calculation of the intake of three intense sweeteners in young insulin-dependent diabetics. Food. Chem. Toxicol. 2001, **39** (7), 745-749.
- [6] Ilback NG, Alzin M, Jahrl S, Enghardt-Barbieri H, Busk L., 2003: Estimated intake of the artificial sweeteners acesulfame-K, aspartame, cyclamate and saccharin in a group of Swedish diabetics. Food Addit Contam., 2003, **20** (2), 99-114.
- [7] Krygier K. Jasiński J.: Polski rynek produktów bezcukrowych. Przem. Spoż., 2002, (5), 14-16.
- [8] Leclercq C, Berardi D, Sorbillo MR, Lambe J.: Intake of saccharin, aspartame, acesulfame K and cyclamate in Italian teenagers: present levels and projections. Food Addit Contam., 1999, **16** (3), 99-109.
- [9] Leszczyński W.: Zamienniki sacharozy. Przeg. Piek. Cuk., 2001, (6), 36-39.
- [10] Nahon D.F, Roozen J. P. and Cees de Graaf : Sweetness flavour interactions in soft drinks. Food Chemistry, 1996, (56), 283-289.
- [11] PN ISO 8589:1988. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [12] PN ISO 8586-2:1996. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających eksperci.

- [13] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2004 roku w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych i substancji pomagających w przetwarzaniu. Dz. U. 2004. Nr 94, poz.933.
- [14] Schiffman S.S, Sattely-Miller E.A, Graham B.G, Bennett J.L, Booth B.J, Desai N, Bishay I.: Effect of temperature, pH and ions on sweet taste. *Physiology & Behavior*, 2000, **(68)**, 469-481.
- [15] Toledo M.C., Ioshi S.H.: Potential intake of intense sweeteners in Brazil. *Food Addit. Contam.*, 1995, **12 (6)**, 799-808.
- [16] Waszkiewicz-Robak B.: Słodycz pod kontrolą. *Przegl. Gastr.*, 2002, **(1)**, 10-11.
- [17] Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F.: Wybrane właściwości funkcjonalnych substancji intensywnie słodzących. *Przem. Spoż.*, 2000, **(4)**, 24-27, 35.

THE INTENSITY OF SWEETNESS OF SOME SELECTED SWEETENERS

S u m m a r y

The objective of this paper was to identify features of some selected sweeteners: aspartame, acesulfam K, sodium cyclamate, and saccharinate. There was assessed the intensity of sweetness of model water solutions, which varied in their concentration levels of intensely sweetening substances contained in them; these model solutions were compared with the standard solutions of saccharose. It was determined what solutions corresponded to the same sensory impressions in terms of the intensity of their sweetness. Furthermore, it was stated that the sweet taste intensity of intensely sweetening sweeteners decreased along with the increase in their concentration levels in a solution. At too high concentration levels of sweeteners in their water solutions, the intensity of feeling the sweet taste decreased, and, at the same time, there was found a lower precision of the assessments performed. The sweetness intensity of sweeteners investigated in their water solutions was easily recognizable and differentiated by the assessing team within a concentration range from 0.035 to 0.085% as for aspartam and acesulfam K, from 0.04 to 0.066% as for sodium saccharinate, and from 0.23 to 0.38% as for sodium cyclamate. There were determined dependences between the sweetness intensity of saccharose and the investigated sweeteners, equivalent in terms of their sweetness intensity, which could be useful for the purpose of quick and simple conversion of their amounts in the case of using them as substitutes of saccharose.

Key words: sweeteners, intensity of sweetness, aspartame, acesulfam K, sodium cyclamate, sodium saccharinate ☒

FRANCISZEK ŚWIDERSKI, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK,
MIECZYŚLAW OBIEDZIŃSKI, DOROTA MATIAS

JAKOŚĆ RYNKOWYCH WYROBÓW CUKIERNICZYCH Z DUŻYM UDZIAŁEM TŁUSZCZU

Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości wyrobów cukierniczych z dużym udziałem tłuszczu, znajdujących się na rynku w 2003 i 2005 r. Szczególną uwagę zwrócono na zawartość tłuszczu oraz izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Najwyższą zawartością tłuszczu oraz izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzowały się wafle zarówno w 2003, jak i w 2005 roku. Głównymi izomerami *trans* były izomery kwasu oleinowego. Ilość energii dostarczanej z izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych była bardzo wysoka, najwyższa w waflach, a następnie w herbatnikach, co jest niekorzystne ze względów żywieniowych.

Słowa kluczowe: wyroby cukiernicze, tłuszcz, izomery *trans* kwasów tłuszczowych, batony, wafle nadziewane

Wprowadzenie

Nadmierna ilość spożywanego tłuszczu oraz nieprawidłowy skład kwasów tłuszczowych w codziennej racji pokarmowej może prowadzić do rozwoju poważnych schorzeń tzw. cywilizacyjnych. Niekorzystne oddziaływanie tłuszczu przypisywane jest głównie izomerom *trans* oraz nasyconym kwasom tłuszczowym, które mogą być przyczyną podwyższonego stężenia frakcji LDL w osoczu krwi z równoczesnym obniżeniem stężenia frakcji HDL [2], co prowadzi do rozwoju niedokrwiennej choroby serca [9, 13].

Bardzo ważną jest również w diecie proporcja kwasów tłuszczowych nasyconych do monoenujących i polienowych oraz stosunek kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 [10]. W ostatnich latach, w przeciętnej codziennej diecie mieszkańców Polski, spoży-

Prof. dr hab. F. Świdorski, dr inż. B. Waszkiewicz-Robak, Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, prof. dr hab. M. Obiedziński, mgr inż. D. Matias, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

cie izomerów *trans* kwasów tłuszczowych uległo znacznemu zmniejszeniu. W latach 1995 szacowane spożycie wynosiło 10–14 g/osobę/dobę, a w 1997 od 3,3 do 6,4 g/osobę/dobę. Najnowsze dane wskazują, że spożycie izomerów *trans* wynosi około 2,7 g/osobę/dobę [4, 5, 6, 10].

Głównym źródłem izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w diecie są tłuszcze zawierające częściowo uwodornione oleje roślinne, wykorzystywane do smażenia i pieczenia, a szczególnie tłuszcze cukiernicze (szorteningi) i frytury spożywcze, stosowane w przemysłowej produkcji wyrobów cukierniczych trwałych i przekąsek „fast food” [11]. Znacznie mniejsze ilości izomerów *trans* znajdują się w margarynach miękkich [8].

Szerokie badania monitoringowe dotyczące oceny składu kwasów tłuszczowych różnego rodzaju tłuszczów i olejów roślinnych przeprowadzono w 10 krajach UE w latach 1995-1996. Wykazały one, że typowe margaryny miękkie i margaryny o obniżonej zawartości tłuszczu (low-fat spreads) mają bardzo zróżnicowaną zawartość izomerów *trans* wahającą się od 0,1 do 17% ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych, a zawartość w nich *cis*-nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 55-81%. Znacznie wyższą zawartość izomerów *trans* miały margaryny domowe twarde i przemysłowe tłuszcze przeznaczone do celów kulinarnych i cukierniczych (szorteningi). Najwyższa zawartość tych izomerów znajdowała się w tłuszczach przeznaczonych do głębokiego smażenia. Dochodziła ona do 50,2%. Oleje roślinne zawierały nieznaczną ilość kwasów w konfiguracji *trans* (zwykle poniżej 1%). W utwardzanych tłuszczach dominowały izomery C 18:1, których zawartość w ogólnej ilości izomerów *trans* dochodziła do 94% [1].

Także w Polsce stwierdzono bardzo duży rozrzut zawartości poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w margarynach. Miękkie margaryny tłuste w porównaniu z niskotłuszczowymi odznaczały się nieco wyższą zawartością kwasów monoenowych, a niższą polienowych. Margaryny te zawierały także wyższe ilości izomerów *trans*. Najwyższe zróżnicowanie poszczególnych grup kwasów tłuszczowych stwierdzono w margarynach kostkowych (twardych). Zawierały one więcej nasyconych kwasów tłuszczowych oraz stosunkowo dużą ilość izomerów *trans*, która w badanych próbkach dochodziła nawet do 56 g/100 g tłuszczu [8]. Pewne ilości izomerów *trans* znajdują się również w maśle i innych tłuszczach przeżuwaczy, przy czym izomery te występują głównie w postaci CLA [3].

Wyroby cukiernicze wyprodukowane z udziałem tłuszczów cukierniczych są bardzo chętnie spożywane przez dzieci i młodzież, co szczególnie obciąża żywieniowców do kontroli ich jakości zdrowotnej. Stąd też celowym wydało się dokonanie oceny zawartości tłuszczów wchodzących w skład wybranych grup rynkowych wyrobów cukierniczych, tj. batonów, wafli i herbatników. Praca jest kontynuacją badań wykona-

nych w SGGW, dotyczących oceny jakości tłuszczów i wartości odżywczej różnych grup wyrobów cukierniczych i przekąskowych [14].

Celem niniejszego etapu pracy była ocena zawartości tłuszczu oraz poszczególnych kwasów tłuszczowych w rynkowych wyrobach cukierniczych, takich jak: batony, herbatniki i wafle nadziewane.

Material i metody badań

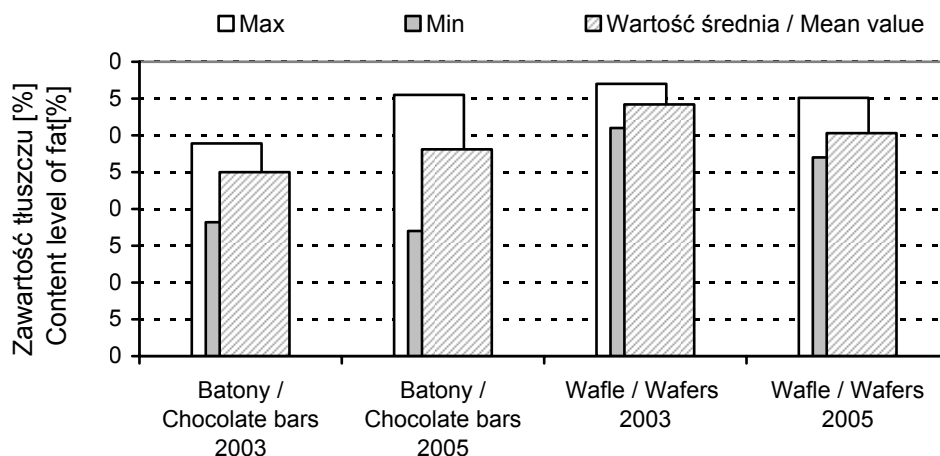
Material doświadczalny stanowiły wyroby cukiernicze znajdujące się na polskim rynku w latach: 2003 i 2005. Analizie poddano: batony producentów krajowych i zagranicznych (5 sortymentów z 2003 r. i 10 sortymentów z 2005 r.) oraz wafle nadziewane produkcji krajowej (6 sortymentów z 2003 r. i 6 sortymentów z 2005 r.). W badanych produktach oznaczano zawartość tłuszczu metodą Soxhleta. Określano także profil kwasów tłuszczowych oraz oznaczano zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych - metodą chromatografii gazowej, wykorzystując chromatograf gazowy firmy Agilent, wyposażony w dozownik typu spit/spitless, połączony z urządzeniem do elektronicznej regulacji ciśnienia (EPC) oraz detektor FID model 689 on. Stosowano kolumnę (producent SGE): długość 60 m, średnica wewnętrzna 0,22 mm, grubość filmu fazy ciekłej 0,25 μm , faza stacjonarna BPX 70 (producent SGE 70% cyjanopropyl polifenylen siloksan). Gazem nośnym był hel, przepływ stały, ciśnienie 40 psi, temp. dozownika 220°C, temp. detektora FID – 230°C, Split: 100:1, temp. pieca – programowana, przy czym zastosowano program temperaturowy odpowiedni do długości łańcucha analizowanych kwasów tłuszczowych. Metoda FAME 2 (w odniesieniu do próbek zawierających estry metylowe KT od C/8): temp. początkowa 140°C przez 1 min, przyrost temp. od 175 do 210°C w tempie 1,5°C/min, temp. końcowa 210°C/5 min, całkowity czas analizy 54 min. Wyniki oznaczeń rejestrowano za pomocą komputerowego systemu przetwarzania danych (CHEMOSTATION P).

Wyniki i dyskusja

Badane wyroby cukiernicze charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu, przy czym najwięcej tego składnika zawierały wafle nadziewane (ponad 30%). Przeciętny udział tłuszczu w batonach wynosił 25–28%, natomiast w herbatnikach 11,5%. Porównując dane z 2003 i 2005 r. stwierdzono, że zarówno w przypadku batonów, jak i wafli udział tłuszczu w tych produktach był porównywalny (rys. 1).

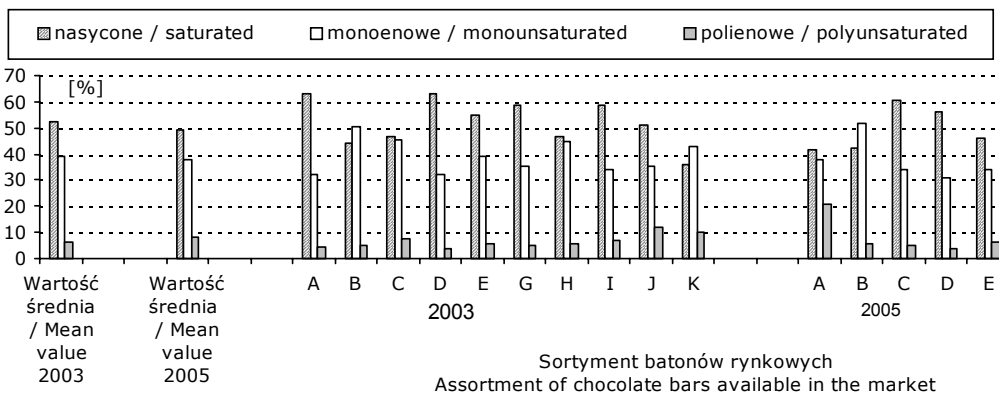
Tłuszcz zawarty w batonach zawierał w największych ilościach kwasy tłuszczowe nasycone (40–60% w 2003 r. i 35–63% w 2005 r.) oraz monoenowe (30,7–52% w 2003 r. i 32–50,2% w 2005 r.). Kwasy tłuszczowe polienowe stanowiły od 3,5 do 20,8% ogólnej zawartości tłuszczowej batonów z 2003 r. i od 4 do 11,8% z 2005 r. (rys. 2).

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w tłuszczu badanych batonów był w obu porównywanych latach bardzo zbliżony w wartościach średnich i wynosił 3,9–4%. Należy jednak zwrócić uwagę na bardzo duży rozrzut zawartości tych kwasów w poszczególnych badanych produktach, wynoszący od 0,2 do 10,7% ogólnej ilości tłuszczów w batonach z 2003 r. i od 0,28 do 11,6% w 2005 r. (rys. 3).



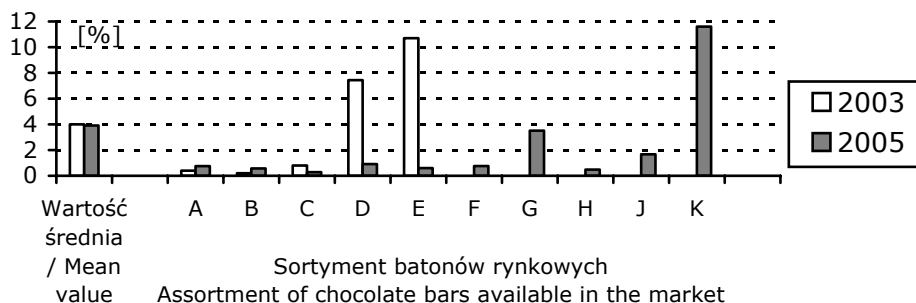
Rys. 1 Zawartość tłuszczu w badanych produktach cukierniczych.

Fig. 1. Content levels of fat in the pastry products investigated.



Rys. 2. Udział kwasów tłuszczowych nasyconych, monoenowych i polienowych w tłuszczu zawartym w batonach rynkowych.

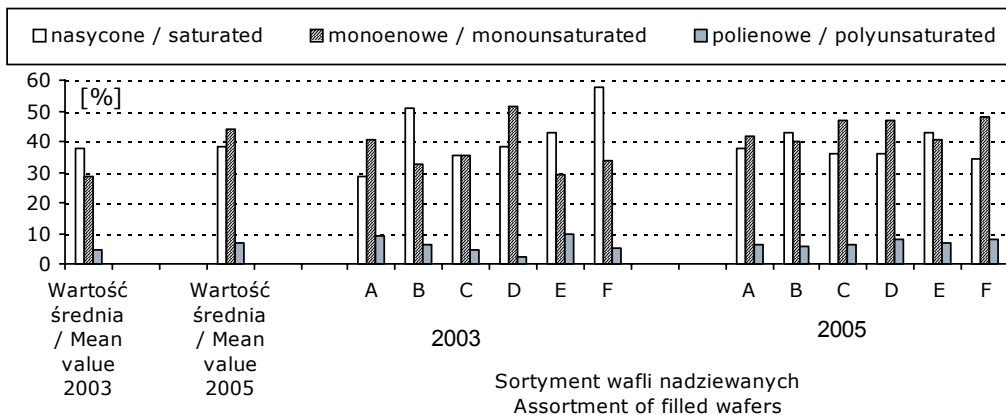
Fig. 2. Content levels of saturated, mono, and polyunsaturated fatty acids in fat contained in chocolate bars available in the market.



Rys. 3. Zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu zawartym w batonach rynkowych.

Fig. 3. Content levels of *trans* isomers of unsaturated fatty acids in fat contained in chocolate bars available in the market.

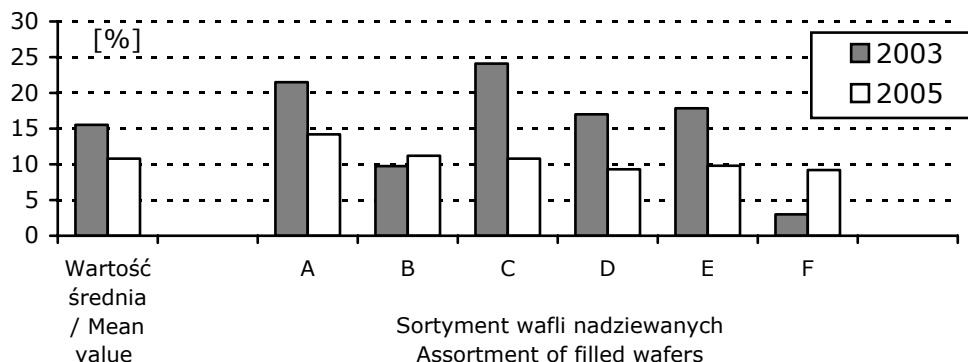
Tłuszcz zawarty w wafłach charakteryzował się podobnym składem podstawowych grup kwasów tłuszczowych, tj. zawierał najwięcej kwasów tłuszczowych nasyconych (28–57,5% w 2003 i 34,4–42,9% w 2005 r.) oraz monoenowych (29,1–51,2% w 2003 i 39,9–48,1% w 2005 r.). Kwasy tłuszczowe polienowe stanowiły od 3 do 24,1% ogólnej ilości tłuszczu w wafłach z 2003 r. i od 9 do 14,2% tłuszczu w wafłach z 2005 r. (rys. 4).



Rys. 4. Udział kwasów tłuszczowych nasyconych, monoenowych i polienowych w tłuszczu zawartym w wafłach nadziewanych.

Fig. 4. Content levels of saturated, mono, and polyunsaturated fatty acids in fat contained in the filled wafers.

Udział nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w tłuszczu wafli był znacznie wyższy niż w przypadku batonów i wahał się od 3 do 24,1% w wyrobach z 2003 r. i od 9,2 do 14,2 z 2005 r. (rys. 5).



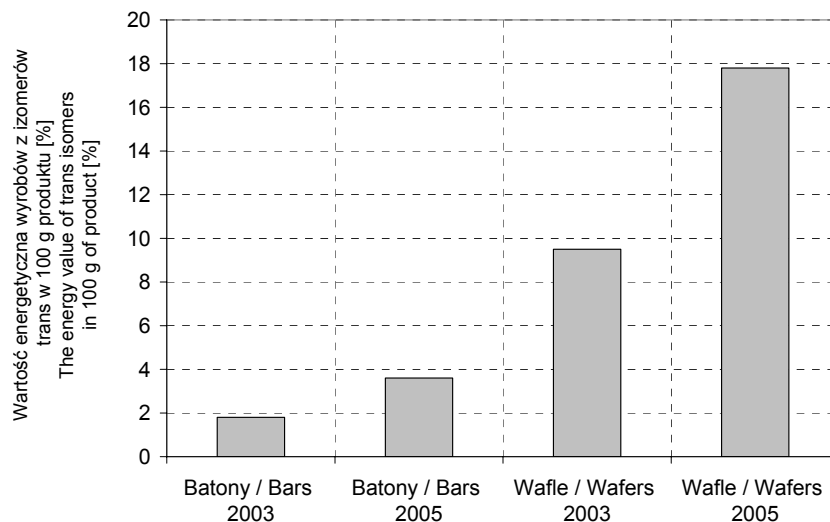
Rys. 5. Zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu zawartym w waflach nadziewanych.

Fig. 5. Content levels of *trans* isomers of unsaturated fatty acids in fat contained in the filled wafers.

Oznaczone zawartości procentowe izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w badanych produktach były składową zawartością izomerów *trans* kwasu oktadekanowego zawierającego jedno, dwa lub trzy wiązania nienasycone. Największy udział tej frakcji miały izomery *trans* kwasu oleinowego C18:1t (8t, 9t, 10t, 11t). Zawartość procentową badanych izomerów *trans* oraz ich ogólną ilość w badanych grupach produktów cukierniczych i przekąskowych przedstawiono w tab. 1.

Na rys. 6. przedstawiono procent energii ze 100 g badanych produktów cukierniczych, pochodzący z izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. W batonach energia ta stanowiła 1,8 do 3,6%, w herbatnikach - 9,7%, natomiast w waflach nadziewanych od 9,5 do 17,8%.

Wyniki badań uzyskanych w niniejszej pracy były zbliżone do badań innych autorów. Daniewski i wsp. [7] określając zawartość tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych w 144 produktach cukierniczych zakupionych na rynku warszawskim w latach 1997-1999, również stwierdzili duże różnicowanie zarówno pod względem zawartości tłuszczu w poszczególnych wyrobach, która wahała się od 6,6% (ciastka kokosowe) do 40% (wafle w czekoladzie), jak i pod względem zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych. Kwasy tłuszczowe nasycone występowały w tych wyrobach w ilościach od 13,8 do 91,5%, monoenowe od 7,3 do 83,2%, polienowe od 0,7 do 40,4%. Szczególnie dużo izomerów *trans* (powyżej 50%) zawierał tłuszcz wyekstrahowany z wafli orzechowych i kokosowych.



Rys. 6. Wartość energetyczna pochodząca z izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych zawartych w 100 g badanych produktów cukierniczych.

Fig. 6. Energy value derived from the *trans* isomers of unsaturated fatty acids as contained in 100 g of the pastry products investigated.

Tabela 1

Udział izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w przeliczeniu na tłuszcz zawarty w badanych produktach cukierniczych.

The per cent content of *trans* isomers of unsaturated fatty acids in the total fat contained in the pastry products investigated.

Rodzaj produktu Product Kind	Zawartość izomerów <i>trans</i> nienasyconych kwasów tłuszczowych [% tłuszczu ogółem] The content of <i>trans</i> isomers of unsaturated fatty acids [% of total fat]			
	C18:1 t (8t, 9t, 10t, 11t)	C18:2 t (c9; t12, t9; c12)	C18:3 t	Suma izomerów <i>trans</i> Total of <i>trans</i> isomers
Batony 2003 r. Chocolate bars in 2003	3,78	< 0,05	0,03	3,9
Batony 2005 r. Chocolate bars in 2005	2,07	< 0,05	0,03	2,1
Wafle nadziewane 2003 r. Filled wafers in 2003	15,37	< 0,05	0,13	15,5
Wafle nadziewane 2005 r. Filled wafers in 2005	10,65	< 0,05	0,15	10,8

Vicario i wsp. [15] podają, że w herbatnikach znajdujących się na rynku hiszpańskim przeciętna zawartość tłuszczu wynosiła 22,7%, tj. prawie dwukrotnie więcej niż w herbatnikach badanych w niniejszej pracy. Skład kwasów tłuszczowych ww. wyrobów był natomiast zbliżony do składu herbatników znajdujących się na polskim rynku. Kwasy tłuszczowe w konfiguracji *trans* stanowiły przeciętnie 5,2% ogólnej ilości tłuszczu, a dominującym izomerem *trans* we wszystkich badanych herbatnikach był również kwas C18:1t.

W badaniach Pfalzgrafa i wsp. [12] stwierdzono, że produkty zawierające w swym składzie uwodornione oleje, charakteryzowały się bardzo zróżnicowaną zawartością kwasów tłuszczowych *trans*, wahającą się od 0 do 34,9%.

We wcześniejszych badaniach prowadzonych przez autorów niniejszej pracy [14], wykazano, że wyroby cukiernicze charakteryzowały się znacznie mniej korzystnym składem tłuszczu niż produkty przekąskowe, w których udział izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w ogólnej zawartości tłuszczu był zdecydowanie niższy i wynosił od 1,7% (snacki) do 2,4% (chipsy).

Wnioski

1. Badane wyroby cukiernicze: batony i wafle nadziewane charakteryzowały się wysoką zawartością tłuszczu, nasyconych kwasów tłuszczowych oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans*.
2. Zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w wyrobach cukierniczych była zróżnicowana w zależności od rodzaju wyrobów. Najwyższą ich zawartość stwierdzono w waflach nadziewanych.
3. Ilość energii dostarczanej z izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych była bardzo wysoka, najwyższa w waflach, co jest niekorzystne z punktu widzenia żywieniowego.

Literatura

- [1] Aro A, Van Amelsvoort J, Becker W, van Erp-Baart M-A, Kafatos A, Leth T, van Poppel G.: Trans fatty acids in dietary fats and oils from 14 European Countries: The TRANSFAIR Study. *J. Food Comp. Anal.*, 1998, **11**, 137-149.
- [2] Ascherio A, Willett W.C.: Health effects of trans fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997, **66** (4 Suppl), 1006S-1010S.
- [3] Bartnikowska E., Obiedziński M.W.: Nienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny omega-3. Część I. Struktura, źródła, oznaczenie, przemiany w organizmie. *Rocz. PZH*, 1997, **48** (4), 381-397.
- [4] Baryłko-Pikielna N., Jacórzyński B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Balas J., Filipek A.: Dzielne spożycie izomerów *trans* w polskiej racji pokarmowej. *Żyw. Czł. Metab.*, 1998, **25**, 1, 28.
- [5] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J.: Skład kwasów tłuszczowych, w szczególności izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych, w produktach spożywczych. *Żyw. Czł. Metab.*, 1998, **25**, 133-151.

- [6] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Cierpikowska M.: Oszacowanie dziennego spożycia kwasów tłuszczowych w przeciętnej polskiej racji pokarmowej. *Żyw. Czł. Metab.*, 1999, **24**, 23-33.
- [7] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Górnicka M.: Kwasy tłuszczowe w produktach cukierniczych. *Rocz. PZH*, 2000, **51 (4)**, 361-77.
- [8] Daniewski M., Jacórzynski B., Mielniczuk E., Balas J., Filipek A., Pawlicka M., Domina P.: Ocena składu kwasów tłuszczowych w margarynach rynkowych z lat 1996-2000. *Rocz. PZH*, 2002, **53 (1)**, 59-64.
- [9] De Greyt W., Kellens M., Huyghebaert A.: Trans and poly unsaturated fatty acid content of some bakery fats. *Lipid*, 1996, **98 (4)**, 141.
- [10] Dybkowska E., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Porównanie spożycia tłuszczu, izomerów trans i cholesterolu w diecie mieszkańców Warszawy w odniesieniu do polskiej racji pokarmowej. *Rocz. PZH*, 2004, **55 (4)**, 331-336.
- [11] Elias SL, Innis SM.: Bakery foods are the major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2002, **102 (1)**, 46-51.
- [12] Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H.: Content of trans-fatty acids in food. *Z Ernährungswiss*, 1994, **33 (1)**, 24-43.
- [13] Report of Joint WHO/FAO Expert Consultation. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. Geneva, 2003.
- [14] Świdorski F., Obiedziński M., Waszkiewicz-Robak B., Matias D.: Charakterystyka składu tłuszczu rynkowych wyrobów cukierniczych i przekąsek. W: *Towaroznawstwo żywności i przedmiotów użytku*. Skibniewska K. (red.), Wyd. UWM. Olsztyn 2004.
- [15] Vicario IM, Griguol V, Leon-Camacho M.: Multivariate characterization of the fatty acid profile of Spanish cookies and bakery products. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51 (1)**, 134-139.

THE QUALITY OF MARKET PASTRY PRODUCTS WITH HIGH FAT CONTENT

S u m m a r y

The objective of his paper was to assess the quality of some pastry products with a high content of fat, which were available in the market in 2003 and 2005. In particular, the content levels of fat and trans isomers of unsaturated fatty acids were taken into consideration. The highest content level of fat and *trans* isomers of unsaturated fatty acids were found in the filled wafers available in the market both in 2003 and in 2005. The isomers of oleic acid were the predominating *trans* isomers. The quantity of energy provided from the *trans* isomers of unsaturated fatty acids was very high; it was the highest in wafers, and, as next, in biscuits; and this fact was regarded as disadvantageous from the nutritional point of view.

Key words: pastry products, fat, trans isomers of fatty acids, chocolate bars, filled wafers ☒

JOANNA TRAFIAŁEK, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

**IMPLEMENTACJA SYSTEMU HACCP W MAŁYCH ZAKŁADACH
PRODUKUJĄCYCH ŻYWNOŚĆ – WYNIKI BADAŃ
PROWADZONYCH W POLSCE PRZED I PO AKCESJI DO UNII
EUROPEJSKIEJ**

Streszczenie

W pracy określono wpływ wprowadzenia nowych rozporządzeń prawa żywnościowego, po akcesji Polski do Unii Europejskiej, na podjęcie przez małe zakłady produkcyjne decyzji o wdrożeniu systemów zapewniających bezpieczeństwo zdrowotne w produkcji żywności. Zastosowano dwie metody badawcze: wywiad telefoniczny oraz ankietę pocztową. Analizowano stopień wdrożenia systemu HACCP w 250 małych zakładach produkcyjnych różnych branż spożywczych z terenu całej Polski (miasto, wieś). Badania prowadzono przed akcesją oraz po uzyskaniu członkostwa Polski w Unii Europejskiej.

Przed 01.05.2004 r. małe zakłady w niewielkim stopniu zapewniały bezpieczeństwo zdrowotne wytwarzanych produktów spożywczych poprzez stosowanie metody HACCP. Wdrożenie systemu HACCP wynosiło 6% i tylko ok. 40% zakładów miała wdrożone zasady Dobrej Praktyki Produkcyjnej (GMP) oraz Higienicznej (GHP). Po akcesji sytuacja w przedsiębiorstwach produkujących żywność znacznie poprawiła się. Liczba zakładów z wdrożonym systemem HACCP zwiększyła się ponad czterokrotnie, a liczba zakładów stosujących zasady GMP/GHP zwiększyła o ok. 10%. Bezpośrednią przyczyną wdrażania systemu HACCP była nowelizacja ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z dnia 30.10.2003 r. Największymi problemami towarzyszącymi implementacji HACCP była konieczność poniesienia nakładów finansowych związanych z wdrażaniem zasad GMP/GHP oraz systemu HACCP, jak również konieczność modernizacji zakładów w celu zapewnienia w nich odpowiednich standardów higieniczno-sanitarnych. Najwięcej problemów ze zrozumieniem idei systemu HACCP wśród pracowników badanych zakładów mieli pracownicy produkcyjni, w mniejszym stopniu kierownicy działów, a najmniej właściciele firm.

Słowa kluczowe: HACCP, bezpieczeństwo żywności, jakość, małe zakłady przemysłu spożywczego

Wprowadzenie

Od 1 maja 2004 r. wdrażanie systemu HACCP jest obowiązkowe w przedsiębiorstwach sektora spożywczego, bez względu na rodzaj, wielkość oraz specyfikę produk-

cji, wyłączając producentów na etapie produkcji pierwotnej. Wg nowelizacji ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z 30.10.2003 r. (Dz. U. 2003. Nr 208, poz. 2020) wszystkie firmy produkujące przetwarzające, serwujące, transportujące i pakujące artykuły żywnościowe zobowiązane są do wdrażania zasad systemu [12]. W praktyce bardzo niewiele firm gwarantuje bezpieczeństwo zdrowotne zgodnie z metodą HACCP, a w przypadku małych zakładów produkcyjnych zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego oferowanych wyrobów odgrywa drugoplanową rolę. Wdrażanie systemu HACCP do praktyki wymaga wielodyscyplinarnego podejścia z uwagi na złożoność zagadnień. Małe firmy produkujące żywność nie wdrażały systemu HACCP z kilku powodów [5]:

- 1) nieznajomości prawa żywnościowego – mali przedsiębiorcy nadal uważają, że wdrażanie systemu HACCP ich nie dotyczy;
- 2) braku środków finansowych – zbyt duże wydatki na szkolenie pracowników, modernizację zakładów itp.;
- 3) obawy przed wejściem do Unii i związaną z tym koniecznością zakończenia działalności.

Podobne problemy i obawy miały np. zakłady z branży mięsnej w Anglii. W przypadku małych przedsiębiorców HACCP był zupełnie nową koncepcją, trudną do zaakceptowania. Było to głównie spowodowane brakiem świadomości, kto jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo żywności oraz brakiem podstawowej wiedzy i niezrozumienia zasad HACCP [4].

Zapewnienie jakości zdrowotnej żywności nie jest łatwym zadaniem. Związane jest to z efektywną kontrolą krytycznych punktów kontroli oraz zapewnieniem odpowiedniego standardu higienicznego zakładów. Największa liczba zatruc pokarmowych spowodowana jest przez błędy popełniane przez producentów, nieprawidłowe lub zbyt długie magazynowanie (po 23,5%), brak higieny i zakażenie wtórne od ludzi (po 19,7%), w dalszej kolejności poprzez błędy podczas obróbki termicznej, nieodpowiedni surowiec oraz opakowania i błędy w transporcie [11]. Podane przyczyny zatruc pokarmowych wynikają z braku wdrożonych zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (GHP) oraz Produkcijnej (GMP).

Możliwość zapobiegania wszelkim nieścisłościom i błędom w całym łańcuchu żywnościowym gwarantuje stosowanie zasad systemu HACCP, który jest systemem prewencyjnym. HACCP gwarantuje bezpieczeństwo w cyklu od pierwszego producenta do stołu konsumenta [9].

Doskonalenie jakości produktów to wynik obligatoryjnych wymogów prawnych, jak również postęp wynikający z mechanizmów rynkowych i oczekiwań konsumenta [8]. Dlatego zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego wiąże się nie tylko z uzyskaniem wyróżnika żywności bezpiecznej dla zdrowia i życia konsumenta, ale również z rosnącą świadomością odbiorców o ujemnym wpływie nieprawidłowo wyproduk-

wanej żywności na jego zdrowie i samopoczucie. Stąd bezpieczeństwo wytwarzanych produktów staje się kluczowym elementem funkcjonowania przedsiębiorstw branży spożywczej.

W Zakładzie Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW prowadzone są badania nad oceną wpływu zmian przepisów prawnych na podjęcie przez zakłady przemysłu spożywczego decyzji o wprowadzaniu systemów zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego w produkcji żywności, w tym systemu HACCP. Pierwsze badania przeprowadzono w 2000 r. [7], drugie w roku 2004, przed akcesją Polski do Unii Europejskiej, a kolejne w 2005 roku – rok po uzyskaniu przez Polskę członkostwa w Unii Europejskiej.

Celem niniejszej pracy było porównanie stopnia wdrożenia systemu HACCP w małych polskich zakładach produkujących żywność, w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego produkcji żywności, w okresie bezpośrednio poprzedzającym akcesję ze stopniem wdrożenia systemu HACCP w tych zakładach po roku od wejścia Polski do UE oraz ocena stopnia przygotowania małych producentów żywności do funkcjonowania na rynkach UE i spełniania unijnych standardów higieniczno-sanitarnych.

Material i metody badań

Przedmiotem badań były małe zakłady przemysłu spożywczego na terenie całej Polski. Zakłady spełniały następujące wymagania:

1. Lokalizacja – cała Polska: miasto, wieś.
2. Zatrudnienie: 1–49 pracowników.
3. Różne branże: piekarniczo-cukiernicza, komponenty spożywcze, mleczarska, mięsna, chłodnicza, zbożowo-młynarska, rybna, napojów i używek, drobiarska, przetwórstwo owocowo-warzywne.

Baza danych do badań została zebrana na podstawie katalogu „Agrobiznes w Polsce” (2001 r.) oraz internetowej książki telefonicznej (www.adresyfirm.com). Próba do badań została wybrana poprzez generowanie liczb pseudolosowych wykorzystując rozkład jednostajny w programie Microsoft Excel. Badania zostały wykonane w trzech etapach:

I etap – wywiad telefoniczny, który został przeprowadzony w 250 małych zakładach przemysłu spożywczego.

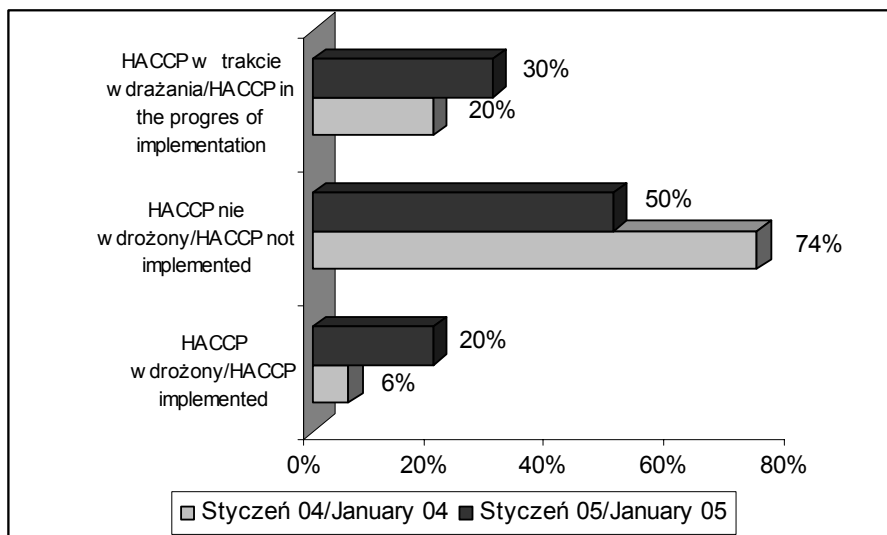
II etap – ankieta pocztowa przekazywana do firm po uprzednim uzyskaniu zgody na wysłanie formularza ankiety i ustaleniu sposobu wysłania (pocztą lub elektronicznie). W drugim etapie badań przebadano 250 małych firm branży spożywczej.

III etap – opracowanie i analiza wyników. Do obliczania wartości procentowych wykorzystano programy komputerowe pakietu Microsoft Windows (Excel-Analiza danych).

Badania prowadzono w okresie od stycznia do maja 2004 r. oraz w tych samych miesiącach w roku 2005.

Wyniki i ich dyskusja

Przedstawione w pracy wyniki dotyczą okresu badań od 01.01.2004 r. do 30.04.2004 r. Na decyzje o wdrażaniu systemu HACCP, podejmowane w tym okresie przez małe zakłady produkcyjne, nie miało jeszcze wpływu rozporządzenie PE i RE nr 852/2004/WE z 29.04.2004 r. (Higiena żywności. Zasady ogólne), w którym określono termin zakończenia prac implementacyjnych systemu HACCP we wszystkich podmiotach prowadzących działalność w zakresie produkcji lub obrotu żywnością [10]. Na podstawie analizy wyników wywiadu telefonicznego z badań przeprowadzonych przed datą akcesji stwierdzono, że na koniec kwietnia 2004 r. tylko 6% małych zakładów miało wdrożony system HACCP, a 20% było w trakcie implementacji HACCP. Większość zakładów (74%) badanej grupy nie prowadziła żadnych prac wdrożeniowych. Sytuacja pod względem wdrożenia HACCP uległa diametralnej zmianie po uzyskaniu przez Polskę członkowską w UE. Liczba przedsiębiorstw, w których funkcjonuje wdrożony system HACCP zwiększyła się ponad trzykrotnie (zmiana z 6 do 20%). W 2005 r., w porównaniu z rokiem 2004, więcej zakładów było w trakcie prac wdrożeniowych (zmiana z 20 do 30%) i znacznie zmniejszyła się liczba zakładów, które nie miały wdrożonego systemu ani nie prowadziły żadnych prac implementacyjnych (rys. 1).

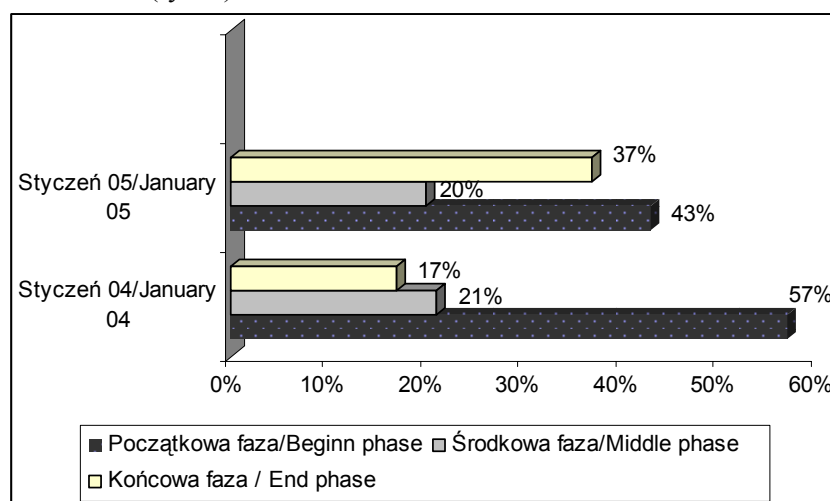


Rys. 1. Stopień wdrożenia systemu HACCP w styczniu 2004 i 2005 r. w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej w Polsce.

Fig. 1. Degree of implementation of HACCP system in January 2004 and 2005 in the small food enterprises in Poland.

Na podstawie analizy omawianych wyników można wnioskować, że mali przedsiębiorcy w ostatnim momencie przed uzyskaniem członkostwa w UE oraz bezpośrednio po 01.05.2005 r. prowadzili wzmożone działania, aby sprostać wymogom w kwestii wdrażania systemu HACCP.

W prowadzonych badaniach dokonano analizy tempa prac wdrażających system HACCP przez małe zakłady produkcyjne. Podzielono prace implementacyjne na trzy fazy: początkową (powołanie zespołu HACCP), środkową (wyznaczenie krytycznych punktów kontroli) oraz końcową (opracowanie zasad weryfikacji i dokumentacji systemu HACCP). Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że wśród małych zakładów będących w trakcie implementacji, przed datą akcesji najwięcej firm było w początkowej fazie wdrażania systemu HACCP (57%), a najmniej w końcowej fazie wdrażania. W roku 2005 zmniejszyła się liczba zakładów będących w początkowej fazie wdrażania oraz ponad dwukrotnie zwiększyła się liczba zakładów kończących prace wdrożeniowe (rys. 2).



Rys. 2. Różne fazy wdrożenia systemu HACCP w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej będących w trakcie implementacji (styczeń 2004 r. i styczeń 2005 r.).

Fig. 2. Various HACCP implementation phases in small food enterprises while progressing with the implementation (January 2004 and January 2005).

Stopień wdrożenia systemu HACCP oraz zasad GMP/GHP w małych zakładach produkcyjnych był niewielki. Na podstawie badań przeprowadzonych przez Instytut Żywności i Żywienia we współpracy ze stacjami sanitarno-epidemiologicznymi stwierdzono, że większość zakładów żywnościowo-żywnościowych (średnio 71%), będących pod nadzorem PIS, nie miało udokumentowanych programów z zakresu warunków wstępnych GHP/GMP [6]. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych. Przed 01.05.2004 r. tylko 40% małych zakładów produkcyjnych miało opracowane

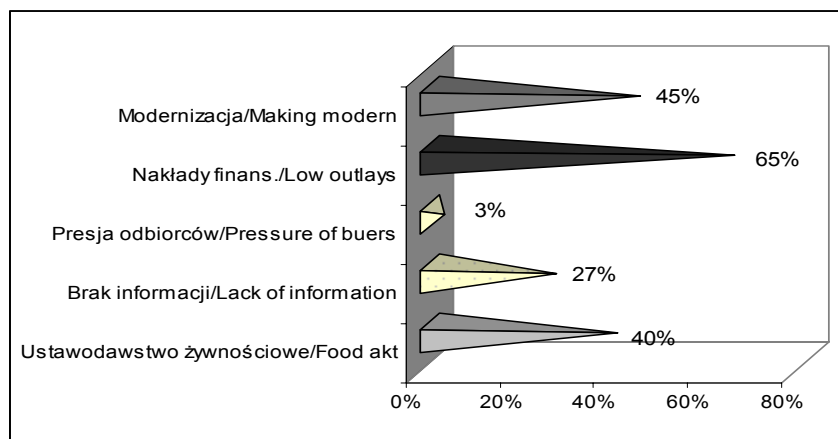
i wdrożone zasady Dobrej Praktyki Produkcyjnej i Higienicznej (GMP/GHP). W 2005 r. liczba zakładów wytwarzających żywność i mających opracowane zasady GMP/GHP wzrosła do 52%, co sugeruje, że prawie połowa pozostałych zakładów nie miała wdrożonych zasad GMP/GHP.

Małe przedsiębiorstwa w niewielkim stopniu wdrożyły zasady dobrych praktyk oraz systemu HACCP, ponieważ miały wiele problemów przed i w trakcie wdrażania tych systemów. Problemom związanym z wdrażaniem HACCP poświęcono w badaniach własnych wiele uwagi. Podzielono je na dwie różne kategorie w zależności od specyfiki trudności. Pierwszą kategorię stanowiły trudności gospodarczo-ekonomiczne, do których zaliczono zmienność prawa żywnościowego, konieczność ponoszenia nakładów finansowych, brak dostępu do informacji oraz wymaganą modernizację zakładów. Drugą kategorię stanowią trudności personalno-merytoryczne, które związane są z czynnikiem ludzkim oraz główną ideą systemu HACCP. Zaliczono do nich: niezrozumienie idei systemu HACCP, trudności w odróżnieniu CP i CCP (identyfikacja krytycznych punktów kontroli), brak kompetentnych osób w zakładzie, które dokonują implementacji systemu HACCP i czuwają nad efektywnością działającego systemu, brak czasu na niezbędne szkolenia oraz kłopoty w przełamaniu bariery ilość/jakość panującej zwłaszcza wśród pracowników produkcyjnych.

Na podstawie analizy zebranych wyników badań stwierdzono, że największym problemem z pierwszej kategorii były nakłady finansowe związane z wdrażaniem systemu HACCP, zasad dobrych praktyk, jak również szkoleniami personelu, zatrudnieniem wykwalifikowanych fachowców oraz modernizacją zakładów. Konieczność ponoszenia nakładów finansowych okazała się dominującą i najbardziej znaczącą trudnością wśród badanych zakładów. Aż 65% małych przedsiębiorców wskazało omówioną trudność za najbardziej uciążliwą (rys. 3). W przypadku 45% badanych respondentów wiele trudności sprawiła modernizacja zakładów omówiona szerzej w dalszej części publikacji (tab. 1). W przypadku 40% przedsiębiorców istotną trudnością okazało się często zmieniające się prawo żywnościowe. Brak dostępu do informacji był w niewielkim stopniu (27%) wymieniany przez małych przedsiębiorców.

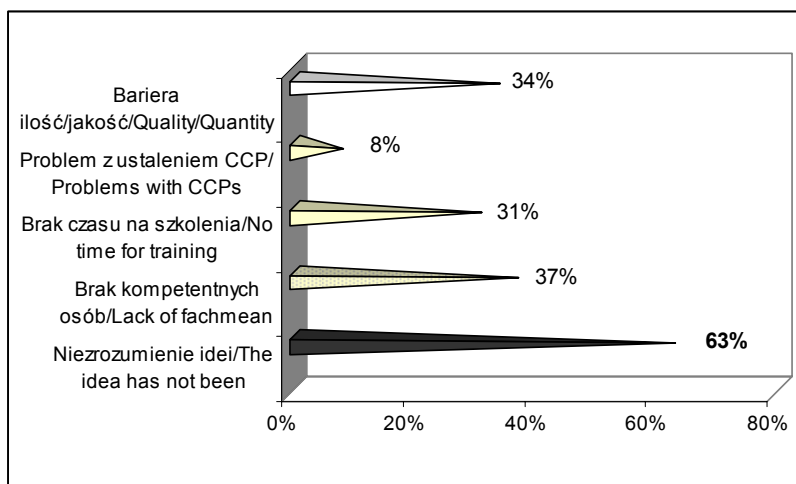
Drugą kategorią są trudności personalno-merytoryczne. Wiązą się one z czynnikiem ludzkim, który tak trudno zmienić w procesie wdrażania systemu. Największą trudnością z tej kategorii jest niezrozumienie idei systemu HACCP. Aż 63% badanych zakładów miała problemy z przyswojeniem zasad systemu i zrozumieniem głównego celu funkcjonowania systemu HACCP w zakładzie. Była to dominująca bariera w tej kategorii, której stopień trudności prawie dwukrotnie przekraczał inne problemy wymieniane przez małych przedsiębiorców. Z uwagi na to, że badania prowadzono w małych, często rodzinnych firmach, istotnym problemem okazał się brak kompetentnych osób w zakładzie, które byłyby w stanie dokonać implementacji HACCP. Trudność ta wymieniana była przez 37% badanych respondentów. W przypadku 34% zakładów istotną trudnością oka-

zało się przełamanie bariery ilość/jakość, panującej najczęściej wśród pracowników produkcyjnych. Przyczyną tej sytuacji był najczęściej brak niezbędnej świadomości odnośnie możliwości zakażeń wtórnych i zagrożeń zanieczyszczenia żywności. Z przeprowadzonych badań wynika, że 31% badanych respondentów nie dysponowało czasem na uczestnictwo w specjalistycznych szkoleniach, natomiast tylko 8% badanych respondentów miało problemy z wyznaczeniem krytycznych punktów kontroli.



Rys. 3. Problemy gospodarczo-ekonomiczne zaistniałe przy wdrażaniu systemu HACCP w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej.

Fig. 3. Economic and financial problems that arose whilst implementing the HACCP system in small food enterprises.



Rys. 4. Problemy personalno-merytoryczne zaistniałe podczas wdrażania systemu w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej.

Fig. 4. Personal and concept comprehension-related problems that arose whilst implementing the HACCP system in small enterprises.

W przypadku małych przedsiębiorstw największy problem przed wdrożeniem HACCP stanowiła konieczności ponoszenia nakładów finansowych, o czym wspomniano we wcześniejszej części publikacji. Cel i przeznaczenie nakładów finansowych nie było przedmiotem szczegółowych badań, jednak na podstawie zebranych w trakcie wywiadu telefonicznego informacji można wnioskować, że większość kosztów była wykorzystywana na modernizację. Przeprowadzana modernizacja miała na celu poprawę stanu sanitarno-higienicznego panującego w małych zakładach oraz dostosowanie warunków techniczno-higienicznych do obowiązujących unijnych standardów. Na podstawie zebranych w ankiecie pocztowej wyników badań można wnioskować, że małe zakłady wymagały dość dużej modernizacji. W największym stopniu modernizacja dotyczyła tych elementów technicznych, które wiązały się z warunkami sanitarnymi panującymi w badanych zakładach (61%) oraz miejscami przyjęcia surowców (58%). Ponad połowa małych przedsiębiorców dokonała poprawy warunków ochrony zakładu przed szkodnikami, a pozostałe modernizowane punkty zostały omówione w tab. 1.

Tabela 1

Rodzaje modernizacji w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej przed wdrożeniem HACCP.

Types of modernizing in small enterprises before implementation the HACCP system.

Rodzaj modernizacji Type of modernization measures	Odpowiedzi respondentów Respondent answers [%]
Warunki sanitarne / Sanitary conditions	61
Dział przyjęcia surowca / Department of raw materials	58
Zabezpieczenie przed szkodnikami / Pest control	53
Transport / Transport	47
Magazynowanie środków myjąco-dezynfekujących Storing of washing and disinfecting agents	42
Maszyny / Machines	39
Przechowywanie / Storing facilities	37
Inne miejsca w zakładzie wymagające modernizacji Other places in the plant that require modernization	37
Linia produkcyjna / Technological line	35
Wentylacja / Ventilation	34
Oświetlenie / Lighting	24
Gospodarka ściekami i odpadami Wastewater and Waste Management	21

Nie tylko w Polsce stan zakładów nie spełnia wymogów higieniczno-sanitarnych. W Niemczech [2] zbadano jakość zdrowotną żywności produkowanej przez gastro-

mię oraz zakłady żywienia zbiorowego na zlecenie Niemieckiej Wspólnoty Żywniowej. Otrzymano niezadowolające wyniki. Większa część badanych zakładów otrzymała ocenę tylko zadowalającą lub wystarczającą.

Dostosowanie polskich zakładów do unijnych standardów odbywa się bardzo powoli. Wg Bartkowiaka (cyt. za Abbott [1]), Dyrektora Polskiego Związku Producentów Mięsa, w 2003 r. tempo restrukturyzacji zakładów mięsnych było satysfakcjonujące. Tylko 60 z 3500 polskich zakładów było dostosowanych do weterynaryjnych standardów UE. Ok. 1600 zakładów zdążyło dostosować się do unijnych wymogów przed 01.05.2004 r., 260 było w trakcie transformacji, natomiast pozostałe zakłady nie spełniały wymogów unijnych. Skutkiem tego liczba zakładów mięsnych zmniejszyła się o 50% w momencie wstąpienia Polski do UE.

W celu potwierdzenia niezadowolającej sytuacji w małych zakładach mięsnych można przytoczyć wyniki badań przeprowadzonych w marcu 2004 r. przez Bernata i Majkę [3]. Wynika z nich, że tuż przed wejściem Polski do Unii Europejskiej tylko 17% z badanej grupy zakładów branży mięsnej z terenu całej Polski miało wdrożony system HACCP, 44% było w trakcie wdrażania, natomiast 39% nie rozpoczęło wdrażania systemu w ogóle [3].

W prowadzonych badaniach, oprócz analizy trudności podczas wdrażania GMP/GHP i HACCP, dużo uwagi poświęcono spodziewanym lub osiągniętym korzyściom po dokonaniu implementacji. Korzyści podzielono na trzy różne kategorie w zależności od uzyskiwanych profitów.

Pierwszą kategorię stanowią korzyści będące efektem głównego przesłania idei systemu HACCP – zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanych wyrobów. W tej grupie wyszczególniono: poprawę jakości, w tym bezpieczeństwa wytwarzanych produktów, zwiększenie popytu na oferowane produkty wśród konsumentów, z uwagi na coraz większe zainteresowanie produktami o gwarantowanej jakości zdrowotnej, unowocześnienie procesu produkcyjnego, co wiąże się z działaniami prewencyjnymi w kierunku zapobiegania potencjalnym zagrożeniom, wzrost konkurencyjności produktów na rynku krajowym i zagranicznym przez oferowanie klientom gwarancji zdrowotnej na własne wyroby, uporządkowanie dokumentacji wiążącej się ze zdolnością udowodnienia klientom poprawności procesów i braku zaniedbań w zapewnianiu jakości zdrowotnej, wzrost odpowiedzialności pracowników za higienę produkcji – sędowanie na każdego pracownika odpowiedzialności za wykonywane przez niego czynności produkcyjne.

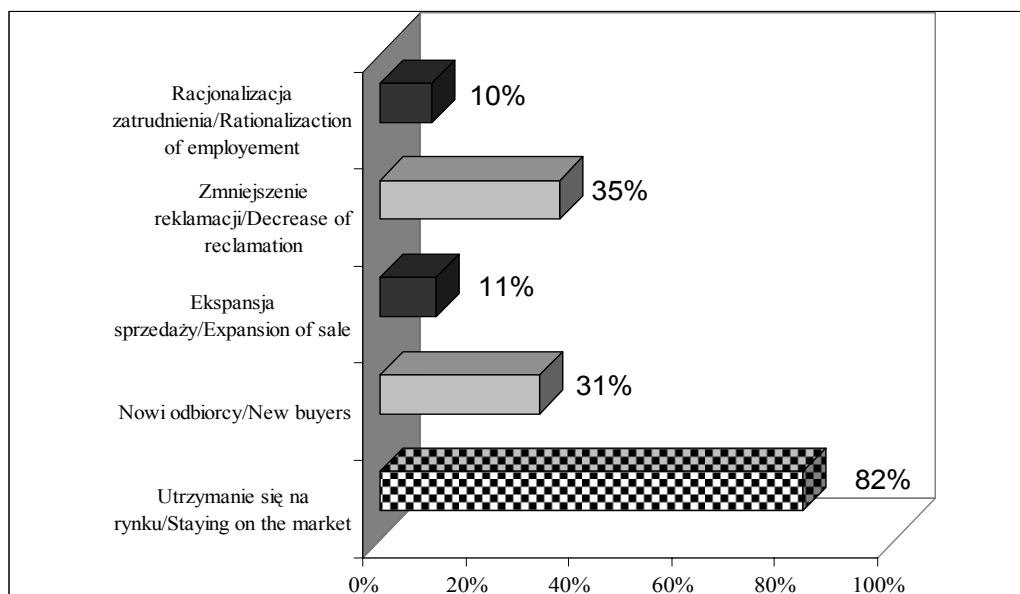
Drugą kategorię stanowią korzyści niematerialne, do których zaliczono: wzrost prestiżu firmy i jej produktów, zmiana stosunku pracowników do wykonywanej pracy, wzrost zaangażowania i odpowiedzialności pracowników za wykonywaną pracę, poprawę kwalifikacji pracowników poprzez systematyczny harmonogram szkoleń, zwiększenie efektywności obiegu informacji w firmie.

Trzecią kategorię stanowią korzyści ekonomiczno-materialne. Uwzględniono: zdolność utrzymania się na rynku po dokonaniu implementacji HACCP, zdobycie nowych klientów/kontrahentów i wzrost sprzedaży, ekspansja sprzedaży poza granice kraju, zmniejszenie liczby reklamacji, racjonalizację zatrudnienia.

Najistotniejszy z punktu widzenia idei oraz głównego przesłania systemu HACCP jest aspekt poprawy bezpieczeństwa wytwarzanych produktów, stanowiący pierwszą kategorię osiąganych lub oczekiwanych korzyści. Korzyść „poprawa bezpieczeństwa” znajduje się na drugim miejscu wśród wymienianych w badaniach korzyści tej kategorii. Dla 60% małych producentów poprawa bezpieczeństwa żywności stanowiła istotną korzyść. Największe znaczenie ma dla nich wzrost odpowiedzialności pracowników za wykonywaną pracę. Aż 66% badanych przedsiębiorców zauważa i bardzo ceni sobie taką korzyść w swoim zakładzie. Pozostałe wymieniane korzyści są, w porównaniu z omówionymi, w niewielkim stopniu zauważane i osiągane wśród badanej grupy małych firm produkujących żywność.

Większą wartość niż korzyści poprawy bezpieczeństwa zdrowotnego mają dla małych przedsiębiorców korzyści niematerialne, stanowiące drugą kategorię. Badani respondenci najwięcej korzyści osiągnęli lub zamierzali osiągnąć w tej kategorii. Stwierdzono, że wyróżniającą się korzyścią okazał się wzrost prestiżu firmy po wdrożeniu systemu HACCP. W przypadku 73% badanych firm wdrożenie HACCP było równoznaczne ze zwiększeniem własnego znaczenia na rynku poprzez wyróżnienie się spośród podobnej grupy zakładów. Na podstawie takiego wyniku badania można wnioskować, że mali przedsiębiorcy bardziej cenią sobie wzrost znaczenia rynkowego zakładu z wdrożonym systemem HACCP niż zapewnienie przez niego jakości zdrowotnej jego wyrobów. Wśród tej kategorii korzyści zaobserwowano również inne znaczące i wyróżniane korzyści, jak wzrost zaangażowania pracowników podczas pracy i poprawę ich kwalifikacji zawodowych. Aż 66% badanych respondentów okazała zadowolenie ze zmiany postawy pracowników w stosunku do swoich obowiązków. Prawie połowa małych przedsiębiorców pozytywnie oceniła wzrost zaangażowania pracowników w wykonywaną przez nich pracę. W przypadku 42% firm pracownicy zwiększyli swoje kwalifikacje podczas wdrażania systemu HACCP.

W wyniku porównania znaczenia korzyści z różnych kategorii stwierdzono, że w przypadku małych przedsiębiorstw największe znaczenie miała jedna korzyść z trzeciej kategorii, którą stanowią korzyści ekonomiczne wiążące się bezpośrednio ze stratą lub uzyskaniem przychodu. Utrzymanie się na rynku po wdrożeniu systemu HACCP było główną i dominującą korzyścią. Zauważono, że tak dużego znaczenia, jak utrzymanie się na rynku nie odnotowano w żadnej kategorii korzyści. Aż 82% respondentów z małych firm uważała, że wdrożenie systemu HACCP jest warunkiem utrzymania się na rynku (rys. 5).



Rys. 5. Korzyści po wdrożeniu systemu HACCP w małych zakładach produkcyjnych branży spożywczej.

Fig. 5. Benefits achieved by small food manufacturing enterprises owing to their implementing the HACCP system.

Utrzymanie się na rynku to największa korzyść dla małych przedsiębiorców. Ponad dwukrotnie przewyższa znaczenie zmniejszenia reklamacji (35%) oraz zdobycia nowych odbiorców (31%). Dla małych przedsiębiorców wdrożenie systemu HACCP wiąże się przede wszystkim z zagadnieniem dalszego funkcjonowania na rodzimym rynku lokalnym. Mali przedsiębiorcy przeważnie nie planują rozwijać własnych zakładów, opanować nowych rynków zbytu, czy ekspansji sprzedaży poza granice kraju. Zadowolają się produkcją lokalną i traktują system HACCP jako konieczny, ale zbyt ciężki w ich działaniu obowiązek.

Wnioski

1. Właściciele małych zakładów przemysłu spożywczego nie wykazywali zainteresowania wdrażaniem systemu HACCP przed przystąpieniem do Unii Europejskiej.
2. Po akcesji Polski do Unii Europejskiej w małych zakładach produkcyjnych znacznie zintensyfikowano prace mające na celu wdrożenie systemu HACCP.
3. Stan higieniczno-sanitarny małych zakładów przed datą akcesji znacznie odbiegał od unijnych standardów i wymagał dużych zmian modernizacyjnych. Po uzyskaniu członkostwa w Unii Europejskiej sytuacja poprawiła się w niewielkim stopniu.

4. Trudnościami towarzyszącymi wdrażaniu systemu HACCP były ograniczone środki finansowe oraz niezrozumienie idei systemu HACCP.
5. W zakładach, w których dokonano implementacji systemu, osiągnęto wymierne korzyści, z których największe znaczenie ma utrzymanie się firmy na rynku.

Literatura

- [1] Abbott R.: Poland's slow adaptation. *Meat Int.*, 2003, **6/13**, 16-17.
- [2] Arens-Azevedo U, Joh H.: *Mit HACCP sicher ans Ziel*. Matthaes Verlag GmbH. Stuttgart 2002
- [3] Bernat E., Majka A.: System HACCP w przedsiębiorstwach branży mięsnej. *Mat. Konf. Nauk. „Narzędzia jakości w doskonaleniu i zarządzaniu jakością”*, AE, Kraków, 16-17.09.2004,
- [4] Hewson P.: Implementation of meat HACCP regulations in the UK. *Mat. Konf. Farm to Fork Food Safety: A. Call for Common Seufe, EU-RAIN International Conference, Athens Greece 12 th -14 th May 2004.*
- [5] Kołożyn-Krajewska D., Trafiałek J.: Do Unii daleko...? *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności*, 2004, **2/13**, 8-10.
- [6] Konecka-Matyjek E., Pelzner U., Turlejska H.: Ocena stopnia zaawansowania zakładów produkcji i przetwórstwa żywności w realizację zasad systemu HACCP. W: Brzozowska A., Gutkowska K.: *Wybrane problemy nauki o żywieniu człowieka u progu XXI wieku*. Wyd. SGGW. Warszawa 2004, s. 501.
- [7] Korzyńska A., Kołożyn-Krajewska D.: Zaawansowanie polskich producentów żywności we wdrażaniu systemu HACCP. *Przem. Spoż.* 2001, **5**, 12-14.
- [8] Obiedziński M.: Jakość i bezpieczeństwo żywności – stan aktualny i perspektywy zmian urzędowej kontroli żywności. *Mat. Konf. Nauk. „Postęp w technologii mięsa. Nauka-praktyce”*, SITSpoz, Warszawa 2004.
- [9] Ropkins K., Beck A. J.: Using HACCP to control organic chemical hazards, in food wholesale, distribution, storage and retail. *Trends in Food Science & Technology* 2003, **159**, 14, 374.
- [10] Rozporządzenie PE i RE nr 852/2004/WE z 29.04.2004 r. *Higiena żywności Zasady Ogólne*.
- [11] Schliephake A., Hofstetter K., Stumm B.: *Snaks und Party-Services. Die Lebensmittelhygieneverordnung schnell und einfach umgesetzt*. Weka Fachverlag. Bobingen 1999.
- [12] Ustawa o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z dnia 11 maja 2001. *Dz. U.* 2001 Nr 63. poz. 634 z późn. zm.

THE IMPLEMENTATION OF HACCP IN SMALL FOOD MANUFACTURING ENTERPRISES; RESULTS OF REGIONAL SURVEYS CONDUCTED IN POLAND BEFORE AND AFTER ITS ACCESSION TO THE EUROPEAN UNION

Summary

In the paper, there was determined the impact of introducing new EU food law regulations in Poland after the Poland's accession to the European Union on the decisions to be taken by small manufacturing enterprises necessary to implement systems aiming at guaranteeing the appropriate health safety during food manufacturing processes. Two research methods were applied: telephone interviewing, and opinion polling using the post mailed questionnaires.

There was assessed the progress degree in implementing an HACCP system in 250 small production enterprises on the territory of entire Poland (city/town, village). The investigations were conducted prior to and after the accession of Poland to the European Union.

Before the 1st of May 2004, the small enterprises in Poland applied the HACCP system to a limited extent only, and, thus, health safety of food products manufactured by them was guaranteed at a rather low level. The implementation level of HACCP system was 6%, and, solely 40% of small enterprises had implemented and followed the principles of Good Manufacturing Practice & Good Hygienic Practice (GMP/GHP). After the accession, the situation in those small food manufacturing plants considerably improved. The number of plants applying HACCP increased more than four times, and the number of those with GMP/GHP implemented - by 10%. An amendment to the Polish Law on health conditions of food and nutrition, dated 30 October 2003, was the direct cause and stimulus for small food manufacturing enterprises to implement the HACCP system. The most difficult problems that arose and accompanied the GMP/GHP implementation process were considerable financial outlays and the necessity to modernize plants in order to ensure the appropriate food safety standard levels. With regard to comprehending the main concept of the HACCP system by employees in the enterprises polled, the polling results proved that the production workers had many critical problems with proper comprehending the major ideas of the HACCP system, the managers of departments better understood the HACCP concept it, and the proprietors of the enterprises comprehended the HACCP concept the best.

Key words: HACCP system, food safety, quality, small food manufacturing enterprises ☒

MAŁGORZATA WRONIAK, DANIELA ŁUKASIK,
MAGDALENA MASZEWSKA

PORÓWNANIE STABILNOŚCI OKSYDATYWNEJ WYBRANYCH OLEJÓW TŁOCZONYCH NA ZIMNO Z OLEJAMI RAFINOWANYMI

Streszczenie

Celem pracy było porównanie stabilności oksydacyjnej olejów: tłoczonych na zimno i rafinowanych. Zakres pracy obejmował ocenę jakości chemicznej i stabilności oksydacyjnej olejów w teście Rancimat (120°C) i termostatowym (63°C). Materiałem badawczym były oleje tłoczone na zimno: rzepakowy, sojowy, słonecznikowy i oliwa z oliwek extra virgin oraz oleje rafinowane tych samych gatunków. Oznaczono barwę spektrofotometrycznie, liczbę kwasową, liczbę nadtlenną, liczbę anizydynową, wskaźnik Totox, liczbę jodową oraz skład kwasów tłuszczowych.

W teście Rancimat wykazano, że najdłuższym czasem indukcji charakteryzowała się oliwa z oliwek extra virgin (6,5 h), a kolejne pod tym względem były: olej rzepakowy rafinowany (4,7 h), rzepakowy tłoczony (4,5 h), sojowy rafinowany (3,8 h), sojowy tłoczony (2,7 h), oliwa rafinowana (2,5 h), słonecznikowy rafinowany (2,4 h) i tłoczony (2,2 h). Analizując oleje słonecznikowe i rzepakowe stwierdzono, że oleje: tłoczony na zimno i rafinowany nie różniły się między sobą istotnie pod względem długości czasu indukcji w teście Rancimat. Olej sojowy tłoczony na zimno i oliwa z oliwek extra virgin różniły się statystycznie istotnie od swoich rafinowanych odpowiedników pod względem czasu indukcji. Oliwa extra virgin charakteryzowała się zdecydowanie dłuższym czasem indukcji w stosunku do oliwy rafinowanej.

Na podstawie wyników testu termostatowego stwierdzono, że istnieje tendencja szybszego wzrostu pierwotnych i wtórnych produktów utleniania w olejach rafinowanych: rzepakowym, słonecznikowym i sojowym w porównaniu z olejami tłoczonymi na zimno. Przebieg krzywych utleniania był zbliżony w przypadku wszystkich analizowanych olejów. Jednak tempo zmian oksydacyjnych było zróżnicowane, najwolniejsze w oliwie z oliwek, a najszybsze w oleju słonecznikowym.

Słowa kluczowe: oleje tłoczone na zimno, oleje rafinowane, stabilność oksydacyjna, test Rancimat, test termostatowy, olej rzepakowy, olej słonecznikowy, olej sojowy, oliwa z oliwek

Wprowadzenie

Utlenianie jest główną przyczyną obniżania jakości tłuszczów, doprowadza do strat wartości żywieniowej i powstawania nieprzyjemnego smaku i zapachu produktów

Dr inż. M. Wroniak, mgr inż. D. Łukasik, dr inż. M. Maszewska, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Technologii Żywności, SGGW, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa

[25]. Szybkość utleniania jest uwarunkowana wieloma czynnikami m.in. składem kwasów tłuszczowych, obecnością prooksydantów i przeciwutleniaczy oraz warunkami przechowywania (m.in. dostęp światła, dostęp tlenu, temperatura) [3, 4, 20, 21, 22, 25]. Stabilność oksydacyjna jest bardzo ważnym wskaźnikiem jakości olejów, szczególnie olejów tłoczonych na zimno, które zawierają naturalne przeciwutleniacze (m.in. karotenoidy, tokoferole, sterole, fosfolipidy, związki fenolowe), a jednocześnie substancje niepożądane działające proutleniająco (m.in. chlorofile, metale) usuwane w procesie rafinacji [5, 19].

Celem pracy było porównanie stabilności oksydacyjnej wybranych rynkowych olejów tłoczonych na zimno oraz ich rafinowanych odpowiedników.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były wybrane oleje różnych gatunków: oleje tłoczone na zimno (rzepakowy, słonecznikowy, sojowy), oliwa z oliwek extra virgin (Włochy), oleje rafinowane (rzepakowy, słonecznikowy i sojowy) oraz rafinowana oliwa z oliwek light taste (Hiszpania). Oleje i oliwy zakupiono w sklepach warszawskich.

Ocena jakości olejów obejmowała oznaczenie: barwy metodą spektrometryczną [12], liczby kwasowej [17], liczby nadtlenkowej [15], liczby anizydynowej [14] i wyliczenie wskaźnika TOTOX [10] oraz oznaczenie liczby jodowej [16]. Oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej [13]. Do analizy estrów metylowych zastosowano chromatograf Shimadzu CG-17A wyposażony w kolumnę kapilarną BPX 70 (30 m x 0,22 cm x 0,25 μ m). Zastosowano temperaturę programowaną od 60–230°C. Temperatura injektora i detektora wynosiła odpowiednio 225 i 250°C. Jako gaz nośny stosowano azot.

Stabilność oksydacyjną olejów określano, wykorzystując test Rancimat [18] w aparacie Metrohm, typ 679, w temp. 120°C. Wykonywano również test termostatowy w temp. 63°C bez dostępu światła. Próbkę olejów (40 g) przechowywano w termostacie w zlewkach szklanych o pojemności 50 ml. Okresowo oznaczano w olejach liczbę nadtlenkową i anizydynową. Test prowadzony był do uzyskania liczby nadtlenkowej 100 milirównoważników aktywnego tlenu/kg i liczby anizydynowej 8. Na podstawie wyników wykreślano krzywe utleniania. Do statystycznego opracowania wyników zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji przy $\alpha=0,05$, używając do obliczeń programu Statgraphics Plus wersja 4.1.

Wyniki i dyskusja

Analizowane oleje tłoczone na zimno charakteryzowały się ciemniejszą barwą w porównaniu z olejami rafinowanymi (tab. 1). Wszystkie oleje, zarówno tłoczone na zimno, jak i rafinowane, spełniały wymagania norm pod względem wartości liczby

kwasowej (LK) i nadtlenkowej (LOO) [1, 11, 24]. Oleje rafinowane miały niższe wyjściowe liczby kwasowe i nadtlenkowe w porównaniu z olejami tłoczonymi na zimno. Wartość liczby anizydynowej oleju słonecznikowego rafinowanego była wysoka (8,2), przekraczając tym samym wartość zalecaną w normie [11]. Liczba jodowa była najwyższa w olejach słonecznikowych, gdyż one zawierały najwięcej nienasyconych kwasów tłuszczowych, a najniższa w oliwach z oliwek. Skład kwasów tłuszczowych w badanych olejach był typowy dla danych gatunków olejów [1]. W olejach tłoczonych na zimno nie wykryto izomerów trans kwasów tłuszczowych, w odróżnieniu od olejów rafinowanych, gdzie było ich od 0,1 do 0,6%.

Zaobserwowano, że szybkość utleniania tłuszczów była uwarunkowana w dużej mierze składem kwasów tłuszczowych (tab. 1). Najmniej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które są najbardziej podatne na utlenianie, zawierała oliwa z oliwek. Najwięcej tych kwasów zawierały oleje słonecznikowe i sojowe, charakteryzujące się najkrótszym czasem indukcji. Test Rancimat wykazał, że najdłuższym czasem indukcji charakteryzowała się oliwa z oliwek extra virgin (6,5 h), a kolejne pod tym względem były: olej rzepakowy rafinowany (4,7 h), rzepakowy tłoczony (4,5 h), sojowy rafinowany (3,8 h), sojowy tłoczony (2,7 h), oliwa rafinowana (2,5 h), słonecznikowy rafinowany (2,4 h) i tłoczony (2,2 h). Czas indukcji w teście Rancimat analizowanych olejów był zbliżony do prezentowanych w literaturze [2, 5, 7, 9].

W teście Rancimat wykazano, że stabilność oksydacyjna olejów rafinowanych była wyższa niż tłoczonych na zimno, z wyjątkiem oliwy z oliwek. Rafinowany olej rzepakowy miał dłuższy czas indukcji od oleju tłoczonego o 5%, słonecznikowy rafinowany o 9%, a sojowy rafinowany o 27%. Analizując oleje słonecznikowe i rzepakowe stwierdzono, że oleje tłoczone na zimno i rafinowane nie różniły się między sobą statystycznie istotnie. Natomiast w przypadku olejów sojowych stwierdzono różnice statystycznie istotne. Dłuższy czas indukcji w olejach rafinowanych najprawdopodobniej był spowodowany usunięciem składników proutleniających w procesie rafinacji [19]. Wyraźną różnicę pod względem stabilności zaobserwowano w przypadku oliwy extra virgin i rafinowanej. Oliwa extra virgin wykazywała zdecydowanie dłuższy czas indukcji niż oliwa rafinowana. Oliwy charakteryzują się wysoką stabilnością oksydacyjną, między innymi dzięki wysokiej zawartości naturalnych przeciwutleniaczy, takich jak związki fenolowe, tokoferole i skwalen [5, 23], które są częściowo usuwane w procesie rafinacji. Jednakże Ziemiańska i Budzyńska-Topolowska [25] uważają, że oleje rafinowane utleniają się szybciej, gdyż podczas rafinacji usuwane są naturalne przeciwutleniacze, co jednak w teście Rancimat nie znalazło potwierdzenia, z wyjątkiem oliwy z oliwek.

Tabela 1

Charakterystyka olejów.
Profile of the oils.

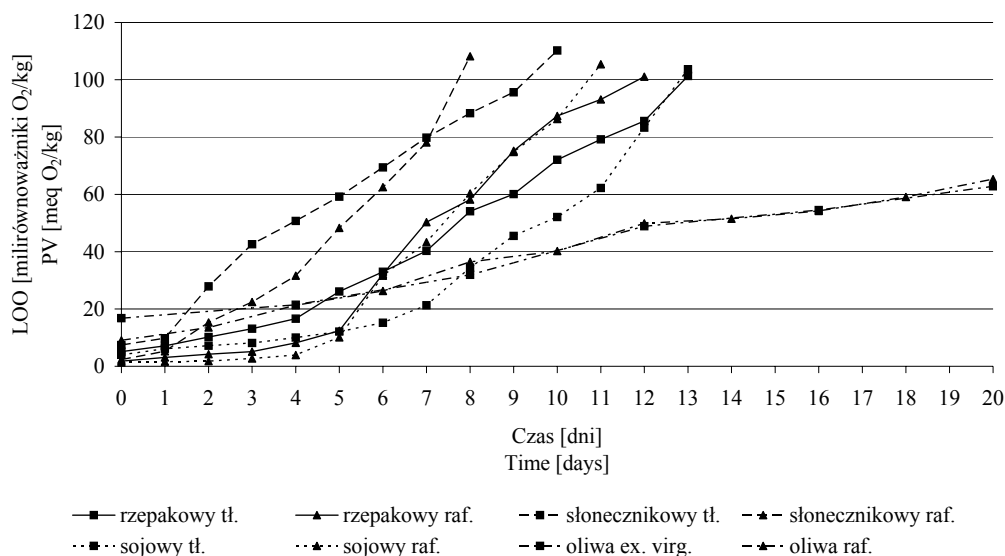
Oznaczone parametry Parameters determined	Oleje / Oils							
	rzepakowy rapeseed		słonecznikowy sunflower		sojowy soybean		oliwa z oliwek olive oil	
	tłoczony cold pressed	rafinowany fully refined	tłoczony cold pressed	rafinowany fully refined	tłoczony cold pressed	rafinowany fully refined	extra virgin	light
Barwa ogółem Total colour 1000 (A442+A668)	1229 ^h	21 ^b	237 ^f	27 ^c	222 ^e	19 ^a	308 ^g	91 ^d
A λ 442	0,923	0,018	0,108	0,02	0,19	0,015	0,131	0,031
A λ 668	0,306	0,003	0,129	0,007	0,032	0,004	0,177	0,06
Liczba kwasowa Acid value [mgKOH/g]	1,3 ^f	0,2 ^{ab}	2,6 ^h	0,1 ^a	1,8 ^g	0,7 ^d	0,8 ^e	0,5 ^c
Liczba nadtlenkowa Peroxide value [meq O ₂ /kg]	5,1 ^e	1,8 ^b	7,4 ^f	2,3 ^c	4,0 ^d	1,3 ^a	16,8 ^h	9,1 ^g
Liczba anizydynowa Anisidine value	1,4 ^{ab}	1,2 ^a	1,8 ^c	8,2 ^g	2,1 ^d	1,9 ^d	5,6 ^f	4,1 ^e
Totox index [2 LOO+LA]	11,6 ^d	4,8 ^b	16,6 ^f	12,8 ^e	10,2 ^c	4,6 ^a	39,2 ^h	22,4 ^g
Liczba jodowa Iodine value [g jodu/100g]	102,7 ^c	111,7 ^d	142,3 ^b	138,4 ^g	123,6 ^f	118,3 ^e	82,6 ^b	72,9 ^a
Wybrane kwasy tłuszczowe Selected fatty acids [%]								
16:0	4,5	3,9	8,3	6,2	7,9	5,6	11,3	9,9
18:0	1,8	1,9	1,8	3,5	3,3	4,8	2,9	3,2
18:1	65,5	67,9	26,5	23,2	23,8	26,0	78,7	79,6
18:2	17,2	15,1	57,7	65,3	60,4	51,9	4,7	5,8
18:3	6,9	6,1	1,4	0,2	1,2	5,7	0,8	0,3
Σ trans	0	0,35	0	0,3	0	0,6	0	0,15
Test Rancimat Czas indukcji Induction time [h]	4,5 ^e	4,7 ^e	2,2 ^a	2,4 ^{ab}	2,7 ^c	3,8 ^d	6,5 ^f	2,5 ^{bc}

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c - wartości w wierszach oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie przy $\alpha=0,05$ /
a, b, c - the values in the lines that are denoted by the same letter do not statistically significantly differ at $\alpha=0.05$.

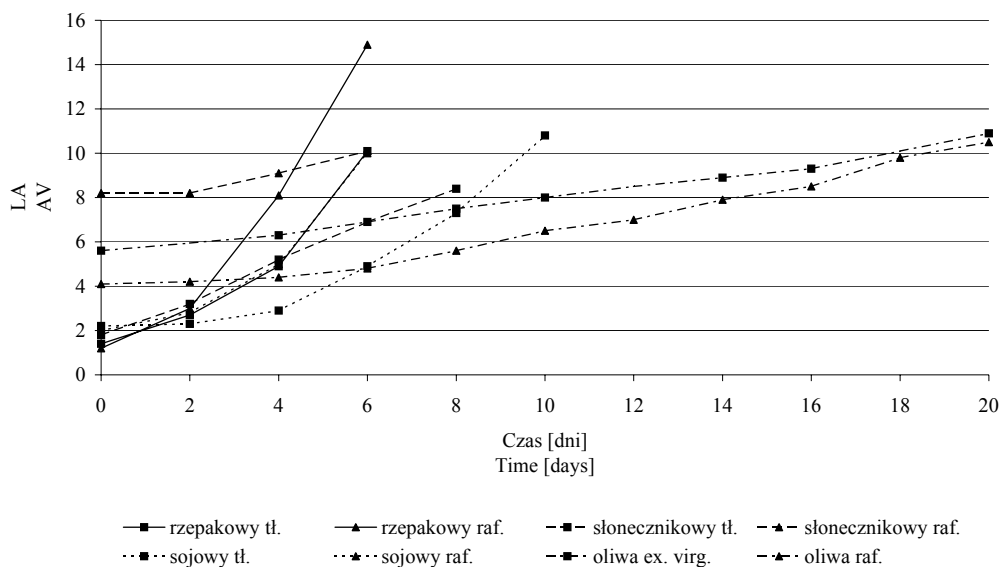
Inny wynik uzyskano w teście termostatowym, porównując oleje tłoczone na zimno z olejami rafinowanymi. Przebieg krzywych utleniania wszystkich analizowanych olejów, z wyjątkiem oliwy z oliwek, w teście termostatowym był zbliżony (rys. 1). Jednak biorąc pod uwagę przyrost pierwotnych produktów utleniania zaobserwowano, że oleje rafinowane do piątego dnia testu utleniały się dużo wolniej od olejów tłoczonych, po czym ich liczba nadtlenkowa zaczynała gwałtownie rosnąć i osiągała pod koniec testu wyższe wartości niż w olejach tłoczonych na zimno. Wyniki uzyskane w przypadku olejów rzepakowych odbiegały od uzyskanych przez Krygiera i wsp. [6], którzy po 10 dniach testu w temp 63°C uzyskali w oleju rzepakowym rafinowanym liczbę nadtlenkową 50, a w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno 70 milirównoważników aktywnego tlenu/kg.

Najbardziej stabilna w teście termostatowym okazała się oliwa z oliwek, następnie olej rzepakowy, sojowy, a najmniej stabilny był olej słonecznikowy, podobnie jak w teście Rancimat. Tempo zmian oksydacyjnych w oliwie z oliwek było znacznie wolniejsze w porównaniu z pozostałymi analizowanymi olejami i zbliżone w oliwie extra virgin i rafinowanej. Przebieg krzywych utleniania w teście termostatowym oliw z oliwek i olejów rzepakowych był podobny do prezentowanych w pracy Koski i wsp. [5].



Rys. 1. Zmiany liczby nadtlenkowej (LOO) olejów w teście termostatowym.

Fig 1. Changes of peroxide value (PV) in Schaal Oven test.



Rys. 2. Zmiany liczby anizydynowej (LA) olejów w teście termostatowym.

Fig. 2. Changes in the anisidine value (AV) according to the Schaal oven test.

Analizując zmiany liczby anizydynowej, czyli przyrost wtórnych produktów utlenienia w teście termostatowym (rys. 2), również stwierdzono, że oleje rafinowane pod koniec testu charakteryzowały się dużo wyższą wartością liczby anizydynowej niż oleje tłoczone na zimno, z wyjątkiem oliwy z oliwek. Różnice prawdopodobnie były spowodowane procesem rafinacji, który sprzyja powstawaniu wtórnych produktów utlenienia [8]. Oleje tłoczone na zimno wyróżniają się znacznie niższą liczbą anizydynową, ponieważ nie stosuje się wysokiej temperatury w procesie ich otrzymywania.

Na podstawie przeprowadzonych przyspieszonych testów Rancimat i termostatowego nie można jednoznacznie stwierdzić różnicy w stabilności oksydacyjnej olejów tłoczonych na zimno i rafinowanych. Celowe wydaje się więc kontynuowanie podjętych badań.

Wnioski

1. W przypadku olejów słonecznikowych i rzepakowych oleje: tłoczone na zimno i rafinowane nie różniły się między sobą statystycznie istotnie pod względem stabilności w teście Rancimat. Olej sojowy tłoczony na zimno i oliwa z oliwek extra virgin różniły się od olejów rafinowanych statystycznie istotnie. Najdłuższym czasem indukcji charakteryzowała się oliwa z oliwek extra virgin, a kolejne pod tym względem były: olej rzepakowy rafinowany, rzepakowy tłoczony, sojowy rafinowany, sojowy tłoczony, oliwa rafinowana, olej słonecznikowy rafinowany i tłoczony.

2. W olejach rafinowanych rzepakowym, słonecznikowym i sojowym zaobserwowano tendencję szybszego wzrostu pierwotnych i wtórnych produktów utleniania w porównaniu z olejami tłoczonymi na zimno. Przebieg krzywych utleniania w teście termostatowym, podobnie jak w teście Rancimat, był zbliżony w analizowanych olejach, z wyjątkiem oliwy z oliwek, jednak tempo zmian oksydacyjnych było zróżnicowane, najwolniejsze w oliwie z oliwek, a najszybsze w oleju słonecznikowym.

Literatura

- [1] Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme 24 Session, Geneva, Switzerland, 2-7. 2001, Report of 17th session of the codex committee on Fats and Oils, London, United Kingdom 19-23 February 2001, pp. 27, 28, 29, 34, 35.
- [2] De Panfilis F., Toschi G.T., Lercker G.: Quality control for cold - pressed oils. *INFORM*, 1998, **9**, 212-221.
- [3] Drozdowski B.: Lipidy. Rozdz. 7 W: Chemiczne i funkcjonalne składniki żywności - pod red. Z. Sikorskiego. WNT. Warszawa 1994, s. 167-233.
- [4] Gogolewski M., Nogala Kałucka M., Kupczyk B.: Wpływ warunków przechowywania olejów na trwałość i przydatność konsumpcyjną. *Roczniki AR w Poznaniu*, 1993, CCXLVIII, 1-15.
- [5] Koski A., Psomiadou E., Tsimidou M., Hopia A., Kefalas P., Wähälä K., Heinonen M.: Oxidative stability and minor constituents of virgin olive oil and cold-pressed rapeseed oil. *Eur. Food Res. Technol.*, 2002, **214**, 294-298.
- [6] Krygier K., Domian K., Drąka D.: Porównanie jakości i trwałości olejów rzepakowych: tłoczonego na zimno i na gorąco oraz rafinowanego. *Rośliny Oleiste*, 1995, **16**, 301-306.
- [7] Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grześkiewicz S., Obiedziński M.: Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 1998, **19**, 573-582.
- [8] Makareviciene V., Janulis P.: Analiza jakości olejów jadalnych oraz obowiązkowe wymagania. *Tłuszcze Jadalne*, 1999, **34**, 1-2, 15-31.
- [9] Maszewska M., Wroniak M., Obiedziński M. W., Krygier K.: Charakterystyka wybranych rynkowych oliw z oliwek pod względem jakości w świetle praw Unii Europejskiej i Polski. *Tłuszcze Jadalne*, 2000, **35**, 3-4, 77-90.
- [10] PN-93/A-86926. Tłuszcze roślinne jadalne. Oznaczanie liczby anizydynowej oraz obliczanie wskaźnika oksydacji tłuszczu Totox.
- [11] PN-A-86908:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Rafinowane oleje roślinne.
- [12] PN-A-86934:1995. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Spektrofotometryczne oznaczenie barwy.
- [13] PN-EN ISO 5508:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [14] PN-EN ISO 6885:2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby anizydynowej.
- [15] PN-ISO 3960:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej.
- [16] PN-ISO 3961:1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby jodowej.
- [17] PN-ISO 660:1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [18] PN-ISO 6886:1997. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie stabilności oksydatywnej. Test przyspieszonego utleniania.
- [19] Sionek B.: Oleje tłoczone na zimno. *Roczniki PZH*, 1997, **48**, 3, 283- 294.
- [20] Szukalska E.: Wybrane zagadnienia utleniania tłuszczów. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, 42-61.
- [21] Tańska M., Rotkiewicz D.: Stopień przemiany lipidów wybranych olejów roślinnych i konsumpcyjnych nasion oleistych. *Tłuszcze Jadalne*, 2003, **38**, 3-4, 147-155.

- [22] Velasco J., Andersen M. L., Skibsted L. H.: Evaluation of oxidative stability of vegetable oils by monitoring the tendency to radical formation. A comparison of electron spin resonance spectroscopy with the Rancimat method and differential scanning calorimetry. *Food Chem.*, 2004, **85**, 623-632.
- [23] Velasco J., Dobarganes C.: Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2002, **104**, 9-10, 661-676.
- [24] ZN-94/SGO-01. Tłuszcze roślinne jadalne. Oleje tłoczone na zimno.
- [25] Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska J.: Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. PWN. Warszawa 1991, s. 171-173.

COMPARISON OF THE OXIDATIVE STABILITY OF SOME SELECTED COLD-PRESSED AND FULLY REFINED OILS

Summary

The objective of this paper was to evaluate the oxidative stability of some selected, cold-pressed and fully refined oils. The scope of the paper comprised the evaluation of chemical quality and oxidative stability of oils on the basis of the Rancimat (120°C) and thermostatic (63°C) test results. The material investigated included cold-pressed oils: rapeseed, sunflower, soybean, and extra-virgin olive oil, as well as fully refined oils of the same kind. There were determined: colour using a spectro-photometric technique, acid value, peroxide value, anisidine value, Totox indicator, iodine value, and the composition of fatty acids.

On the basis of the Rancimat test results, it was evidenced that the extra-virgin olive oil had the longest induction time (6.5 h). With regard to this parameter, the determined sequence of oils investigated was as follows: fully refined rapeseed oil (4,7 h), cold-pressed rapeseed oil (4.5 h), fully refined soybean oil (3.8 h), cold-pressed soybean oil (2.7 h), refined olive oil (2.5 h), fully refined (2.4 h) and cold-pressed sunflower oil (2.2 h). The analysis of the sunflower and rapeseed oils showed that the cold-pressed and fully refined oils of these two kinds did not statistically significantly differ from each other in the induction time determined by the Rancimat test. The extra virgin olive oil was characterized by a definitely longer induction time compared to the refined olive oil.

On the basis of the of Schaal oven test results, it was noted that in the fully refined rapeseed, sunflower, and soybean oils, their primary and secondary oxidation products tended to quicker increase their contents compared to the cold pressed oils. The course of the oxidation curves was similar in all the oils examined. However, the rate of oxidation changes was diversified: it was the lowest in the olive oil and the highest in the sunflower oil.

Key words: cold pressed oils, refined oils, oxidative stability, Rancimat test, Schaal oven test, rapeseed oil, soybean oil, sunflower oil, olive oil ☒

KAZIMIERA ZGÓRSKA, ZBIGNIEW CZERKO, MAGDALENA GRUDZIŃSKA

**WPLYW EKSPOZYCJI ŚWIETLNEJ NA ZIELENIE
AKUMULACJĘ CHLOROFILU I GLIKOALKALOIDÓW
W BULWACH ZIEMNIAKA**

Streszczenie

W latach 2003 i 2004 przeprowadzono badania dotyczące wpływu ekspozycji świetlnej na głębokość zazielenienia, akumulację chlorofilu i glikoalkaloidów w bulwach 14 odmian ziemniaka jadalnego.

Stwierdzono, że wielkość akumulacji glikoalkaloidów w części podskórnej, jak i w części wewnętrznej bulw była determinowana genetycznie. Obieranie bulw powodowało zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów od 50,5 do 69%, w zależności od odmiany. Jednak zawartość tych związków w bulwach obranych była wyższa w porównaniu z bulwami nieobranymi przechowywanymi w ciemności (próba kontrolna). Wykazano istotną zależność między zawartością glikoalkaloidów w części zazieleniałej bulwy i w obranych bulwach, a zawartością chlorofilu i głębokością zazielenienia.

Słowa kluczowe: głębokość zazielenienia, chlorofil, glikoalkaloidy, ziemniak

Wstęp

Zielenienie bulw jest wynikiem akumulacji chlorofilu pod wpływem światła, początkowo w skórce, a następnie w miąższu bulw. Zjawisko to jest spowodowane przekształceniem amyloplastów w chloroplasty i wytworzeniem aparatu fotosyntezy [1].

Zazieleniałe bulwy kojarzą się konsumentom z podwyższoną zawartością toksycznych dla zdrowia człowieka i zwierząt glikoalkaloidów, których akumulacja, podobnie jak chlorofilu, indukowana jest przez światło [4].

Istnieją różne opinie na temat związków między zawartością chlorofilu (zielenienia bulw) a zawartością glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. Opublikowano prace, w których stwierdzono zależność między zielenieniem bulw a akumulacją glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka [3, 7]. Inni autorzy [10, 13] nie wykazali związków między

Prof. dr hab. K. Zgórska, dr Z. Czerko, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin, 05-140 Serock, mgr M. Grudzińska, Katedra Biochemii i Biotechnologii, Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin

syntezą chlorofilu i glikalkaloidów. Prawdopodobnym powodem tak rozbieżnych wyników są różnice genetyczne odmian [5, 7].

Frydecka-Mazurczyk i Zgórska [9], w badaniach nad wpływem naświetlania bulw światłem fluorescencyjnym, wykazały intensywną akumulację glikoalkaloidów w bulwach wielu odmian ziemniaka, których zawartość przekraczała poziom 200 mg/kg świeżej masy, uznany przez Friedmana, Mac Donalda oraz Kerlana, Ellisseche jako toksyczny [8, 13].

Celem niniejszej pracy było określenie zależności między zielenieniem bulw ziemniaka a akumulacją chlorofilu i glikoalkaloidów.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły bulwy 14 odmian ziemniaków jadalnych o różnym terminie dojrzałości konsumpcyjnej:

- bardzo wczesne i wczesne: Aster, Bard, Denar, Innovator, Lord, Rosalind,
- średnio wczesne: Ditta, Satina, Tokaj, Wigry, Zebra, Żagiel,
- średnio późne: Salto, Wawrzyn.

Ziemniaki pochodziły z doświadczeń prowadzonych w 2003 i 2004 roku w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Jadwisinie koło Warszawy. Po zbiorach pobierano średnią próbę bulw (ok. 10 kg z każdej odmiany) z frakcji ziemniaków jadalnych, tzn. > 35 mm średnicy poprzecznej.

Bulwy badanych odmian przechowywano przez 3 miesiące w temp. 4°C przy wilgotności względnej powietrza ok. 90% (zalecane warunki przechowywania ziemniaków jadalnych). Po przechowywaniu pobierano 20 bulw z każdej odmiany ziemniaków, reprezentujących średnią próbę, i poddawano tygodniowej ekspozycji pod lampą fluorescencyjną, symulującą oświetlenie w supermarketach, o natężeniu 15 W (gęstość strumienia fotonów $13 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a 20 bulw pozostawiano w ciemności (próba kontrolna). Po tym okresie bulwy dzielono wzdłuż osi wierzchołek – stolon. Oceniano głębokość zazielenienia, ścinając warstwy zielone nożykiem szczelinowym (szczelina 1,7 mm).

Głębokość zazielenienia określano w skali 0–5, gdzie:

- 0 – brak zazielenienia,
- 1 – zazielenienie pod skórka,
- 2 – zazielenienie do 1,7 mm,
- 3 – zazielenienie do 3,4 mm,
- 4 – zazielenienie do 5,1 mm,
- 5 – zazielenienie powyżej 5,1 mm.

Obierki (do głębokości zazielenienia), część bulwy niezazieleniałej oraz bulwy niepoddane działaniu światła utrwalano za pomocą liofilizatora firmy Labconco.

W liofilizatach oznaczano chlorofil całkowity (a+b) metodą podaną przez Lichenthalera i Wellburna [14] oraz sumę glikoalkaloidów (TGA) metodą spektrofotometryczną Bergersa [2].

Istotność różnic odmianowych określano testem F Snedecora przy założeniu modelu stałego. Czynnikiem pierwszym były odmiany, a powtórzeniami lata badań. Zależność między badanymi parametrami określano na podstawie analizy regresji i korelacji oraz analizy wariancji.

Wyniki i dyskusja

Przedstawione w pracy wyniki są wartościami średnimi z dwóch lat badań, ponieważ nie udowodniono istotnego wpływu lat uprawy na badane cechy.

Tabela 1

Zazielenienie wewnętrzne, zawartość chlorofilu i glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka poddanych ekspozycji świetlnej (wartości średnie z 2 lat badań).

Internal greening, chlorophyll and glycoalkaloid contents in potato tubers exposed to light (mean values of results obtained during the 2 year experiment).

Odmiana Cultivar	Zazielenienie wewnętrzne Internal greening	Zawartość [mg/100 g ś.m.] Content [mg/100 g f.w.]			
		Chlorofil Chlorophyll	Glikoalkaloidy / Glycoalkaloids		
			część zazieleniała greening part	obrane bulwy peeled tubers	próba kontrolna* control sample*
Aster	3	31,42	28,5	12,5	10,5
Bard	4	47,47	34,5	13,5	4,4
Denar	5	72,52	37,1	14,2	7,5
Innowator	2	19,45	20,4	10,1	8,6
Lord	4	50,43	36,1	13,5	4,8
Rosalind	3	39,91	30,4	13,0	5,8
Ditta	2	28,95	27,1	12,5	7,2
Satina	2	29,94	27,8	10,8	4,8
Tokaj	2	22,27	26,5	9,5	5,4
Wigry	2	28,02	27,4	9,6	3,8
Zebra	3	38,96	30,6	10,1	5,5
Żagiel	2	27,50	28,6	9,8	4,6
Salto	2	29,73	29,5	9,2	5,8
Wawrzyn	3	36,47	30,5	10,1	6,6
NIR przy $P_{0,05}$	1,0	2,8	2,1	1,9	1,2

* - bulwy całe przechowywane w ciemności / whole tubers stored in darkness

Wśród przebadanych odmian stwierdzono duże zróżnicowanie pod względem głębokości zazielenienia, akumulacji chlorofilu i glikoalkaloidów (tab. 1). Odmiany

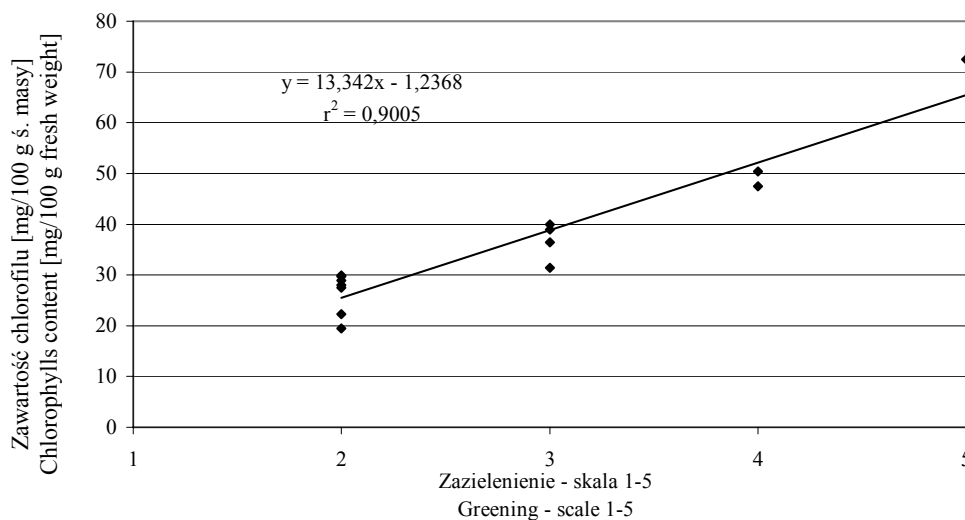
Denar, Bard i Lord cechowały się intensywnym zielenieniem wewnętrznym (stopnie 4. i 5. skali); Aster, Rosalind, Zebra i Wawrzyn uzyskały stopień 3. Bulwy pozostałych odmian zieleniały do głębokości 1,7 mm (stopień 2). Podobne zróżnicowanie odmian wykazała Jakuczun [12]. Bulwy odmian o silnym zielenieniu wewnętrznym cechowały się również intensywniejszą syntezą chlorofilu.

Zawartość glikoalkaloidów w warstwie zazieleniałej bulwy przekraczała dopuszczalny poziom tych związków w odmianach jadalnych (powyżej 20 mg/100 g ś.m.), przy czym wystąpiły różnice odmianowe od 20,4 mg/100 g ś.m. (odmiana Innovator) do 37,1 mg/kg ś.m. (odmiana Denar), co potwierdziło wpływ genotypu na poziom tych związków [5, 10].

Podobnie zróżnicowana była zawartość glikoalkaloidów w bulwach pozbawionych części zazieleniałej (obrane). W bulwach ziemniaków odmian: Salto, Satina, Wawrzyn, Zebra, Wigry i Tokaj proces obierania powodował zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów o 61 do 69%, a w pozostałych odmianach od 50,5 do 56,2%. Otrzymane wartości były zbliżone do podawanych przez Cieślik [3].

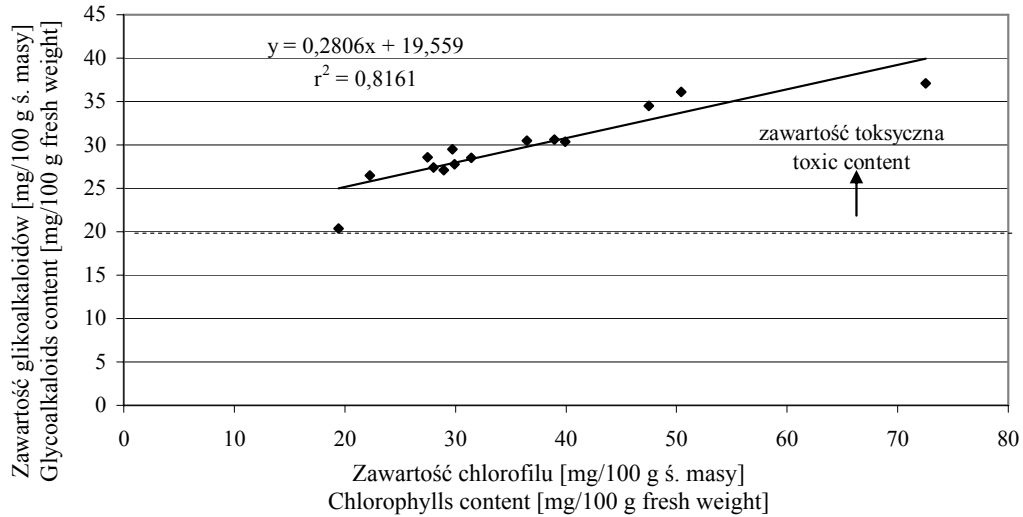
Zawartość glikoalkaloidów w bulwach poddanych działaniu światła, a następnie pozbawionych części zazieleniałej była wyższa w porównaniu z próbą kontrolną tzn. z ich zawartością w bulwach całych, przechowywanych bez dostępu światła.

Przeprowadzona analiza korelacji wykazała istotne zależności między: głębokością zielenienia a poziomem chlorofilu ($r = 0,95$) – rys. 1., zawartością chlorofilu a zawartością glikoalkaloidów w części zazieleniałej ($r = 0,90$) – rys. 2; zawartością chlorofilu a zawartością glikoalkaloidów w bulwach obranych ($r = 0,784$) – rys. 3.



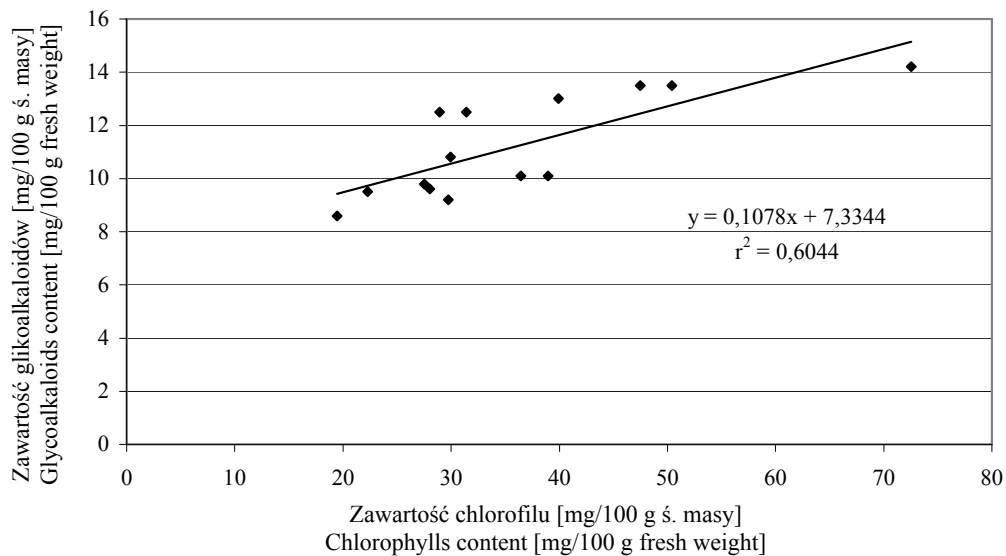
Rys. 1. Zależność między zawartością chlorofilu a głębokością zazielenienia bulw.

Fig. 1. The correlation between the chlorophyll content and the greening depth of tubers.



Rys. 2. Zależność między zawartością chlorofilu a zawartością glikoalkaloidów w części zazieleniałej bulw ziemniaka.

Fig. 2. The correlation between the contents of chlorophyll and glycoalkaloid in the greening parts of potato tubers.



Rys. 3. Zależność między zawartością chlorofilu a zawartością glikoalkaloidów w bulwach pozbawionych części zazieleniałej.

Fig. 3. The correlation between the contents of chlorophyll and glycoalkaloids in the peeled tubers.

Nie stwierdzono istotnych zależności między zawartością glikoalkaloidów w bulwach przechowywanych w ciemności (próba kontrolna) a akumulacją chlorofilu i glikoalkaloidów w bulwach poddanych działaniu światła.

Analiza regresji badanych cech wskazała na genetyczny związek między zawartością glikoalkaloidów i chlorofilu. Podobne zależności uzyskali inni autorzy [7, 11], badając wzrost zawartości glikoalkaloidów i chlorofilu pod wpływem światła.

Na podstawie wyników badań dowiedziono, że usuwanie zazieleniałej części bulw (przez dogłębne obieranie) spowodowało zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów do poziomu bezpiecznego (poniżej 20 mg/kg ś.m.), jednak wśród przebadanych 14 odmian tylko w bulwach 4 odmian (Tokaj, Wigry, Salto i Żagiel) uzyskano ustalony optymalny poziom glikoalkaloidów w ziemniak jadalnych - poniżej 10 mg/100 g ś.m., gdyż wyższy poziom może wpływać na pogorszenie smaku.

Ograniczenie akumulacji glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka można uzyskać przez ochronę bulw przed oddziaływaniem światła w czasie ich wegetacji, przechowywania i dystrybucji.

Wnioski

1. Akumulacja glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka zależy od głębokości zazielenienia i zawartości chlorofilu.
2. Zawartość glikoalkaloidów zwiększa się w bulwach poddanych działaniu światła:
 - w warstwie zazieleniałej powyżej wartości uznanej za niebezpieczną dla zdrowia,
 - w obranych bulwach 10 odmian powyżej wartości 10 mg/100 g świeżej masy, co może powodować pogorszenie smaku ziemniaka jadalnego.

Literatura

- [1] Anstis P.J.P., Northcote D. H.: Development of chloroplast from amyloplast in potato tuber discs. *New Phytol.*, 1973, **72**, 449-463.
- [2] Bergers W.: A rapid quantitative assai for solanidine glycoalkaloids in potatoes and industrial potato protein 1980. *Potato Res.* **23**, 105-110.
- [3] Cieślak E.: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 1998, **10**, 15-22.
- [4] Dale M.F.B., Griffiths D.W., Bain H.: Glykoalkaloids in potatoes – shedding light on an important problem. *Aspect Appl Biol.* 1992, **33**, 221-227.
- [5] Dale M.F.B., Griffiths D.W., Bain H.: Todd. Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* exposure to light. *Annals of Appl. Biol.* 1993, **123**, 411-418.
- [6] De Maine M.J., Bain H., Joyce J.L.: Changes in the total tuber glycoalkaloid content of potato cultivars on exposure to light. *J. Scie. Food Agric.*, 1988, **111**, 57-58.

- [7] Edwards E.J., Cobb A.H.: The effect of priori storage on the potential of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) to accumulate glycoalkaloids and chlorophylls during light exposure, including artificial (neural network modelling). J. Scie. Food Agric., 1999, **79**, 1289-1297.
- [8] Friedman M., Mc Donald G.M.: Potato Glycoalkaloids: Chemistry, analysis, safety, and plant physiology. Crit. Rev. Plant Sci. 1997, **16** (1), 55-132.
- [9] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Wpływ genotypu na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka wywołaną działaniem uszkodzeń mechanicznych i światła. Roczn. PZH 2001, **52**, 2, 139-144.
- [10] Griffiths D.W., Dale M.F.B., Bain H.: The effect of cultivar, maturity and storage on photo – induced changes in the total glycoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes (*Solanum tuberosum*). Plant Sci., 1994, **98**, 103-109.
- [11] Hendry G.A.F., Price A.H.: Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: Methods of comparative Study, ed. Hendry G.A.F., Grimm J. P. Chapman and Hall London U.K. 1993, pp.148-152.
- [12] Jakuczun H.: Genetyczne uwarunkowania zawartości glukozy w bulwach i zielenienia bulw w ekspozycji świetlnej w diploidalnej międzygatunkowych mieszańców ziemniaka. Praca doktorska, Radzików 2002.
- [13] Kerlan M.C., Ellisseche D.: Tuber quality. Objectives in Breeding and Breeding Research. Plant Breeding and Seed Sci., 2000, **2**, 21-36.
- [14] Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R.: Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trans., 1983, **11**, 591-593.

THE EFFECT OF LIGHT EXPOSURE ON GREENING AND ACCUMULATION OF CHLOROPHYLL & GLYCOALKALOIDS IN POTATO TUBERS

Summary

In 2003 and 2004, an experiment was carried out for the purpose of investigating the effect of light exposure on the depth of greening and accumulation of chlorophyll & glycoalkaloids in tubers of 14 edible potato varieties.

It was noted that the rate of glycoalkaloids accumulation in both the subepidermal and internal parts of potato tubers was genetically predetermined. When potato tubers were peeled, the content of glycoalkaloids decreased from 50.5 to 69% depending on the potato cultivar. However, their content in peeled tubers was higher than in non-peeled tubers stored in darkness (control sample of potatoes). It was evidenced that there was a significant correlation between the content of glycoalkaloids in the greening part of a potato tuber and in the peeled tubers, and the content of chlorophyll and the depth of greening.

Key words: greening depth, chlorophyll, glycoalkaloids, potato ☒

KAZIMIERA ZGÓRSKA, ZBIGNIEW CZERKO, MAŁGORZATA GRUDZIŃSKA

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W BULWACH ZIEMNIAKA

Streszczenie

Celem przedstawionej pracy było określenie akumulacji glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka, wywołanej stresem spowodowanym działaniem uszkodzeń mechanicznych i światła.

Badania przeprowadzono w latach 2002 i 2003 na sześciu odmianach ziemniaka jadalnego. Stwierdzono, że uszkodzenia mechaniczne i działanie światła zwiększyły syntezę glikoalkaloidów. Wzrost poziomu tych związków w bulwach uszkodzonych i równocześnie narażonych na naświetlanie był dwukrotnie większy niż w przypadku działania każdego z tych czynników oddzielnie. Po przechowaniu bulw w temp. 8°C zwiększyła się w nich zawartość glikoalkaloidów od 12 do 45 mg/kg ś.m. Najwięcej glikoalkaloidów występowało w części zewnętrznej bulw – skórka i warstwa pod skórą. Obieranie powodowało redukcję tych związków w bulwach o 54%.

Słowa kluczowe: ziemniak, glikoalkaloidy, uszkodzenia mechaniczne, światło, przechowywanie, obieranie

Wstęp

Glikoalkaloidy (TGA) są toksycznymi glikozydami sterydowymi naturalnie występującymi w całej rodzinie *Solanacea*. Głównymi glikoalkaloidami występującymi w bulwach ziemniaka są α -solanina (ok. 40%) i α -czakanina (ok. 60%).

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka powyżej 200 mg kg⁻¹ w świeżej masie uznano za zagrażającą bezpieczeństwu zdrowotnemu żywności [3, 6, 11], a dawka letalna wynosi 2–6 mg/kg masy ciała człowieka [8, 10, 11]. Spożycie ziemniaków z nadmierną zawartością tych związków może powodować uszkodzenie układu nerwowego i przewodu pokarmowego [8, 11]. Symptomami zatruc są: podrażnienie gardła, bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka [3, 11].

Prof. dr hab. K. Zgórska, dr Z. Czerko, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka, Jadwisin 05-140 Serock, mgr M. Grudzińska Katedra Biochemii i Biotechnologii, Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin

W większości krajów europejskich, w tym i w Polsce, jako bezpieczną zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków jadalnych przyjęto 100 mg kg^{-1} w świeżej masie [1, 6].

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach uwarunkowana jest przez czynniki genetyczne i środowiskowe, tj. dojrzałość bulw, uszkodzenia mechaniczne, warunki pogodowe w czasie wegetacji oraz temperaturę przechowywania [4, 7, 15].

Do czynników uaktywniających syntezę TGA w bulwach należą uszkodzenia mechaniczne i światło [4, 7, 12, 13, 14]. W praktyce oba te czynniki występują razem, gdyż przed dystrybucją bulwy ziemniaka są sortowane, szczotkowane lub myte, co naraża je na obicia i uszkodzenia, a następnie w handlu wystawione są na działanie światła. Może to być powodem przekroczenia bezpiecznej dla zdrowia zawartości tych związków w bulwach ziemniaka.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu czasu przechowywania, uszkodzeń mechanicznych i światła na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były bulwy jadalnych odmian ziemniaka (Aster, Denar, Ditta, Irga, Żagiel i Wawrzyn). Badane odmiany uprawiano na polu doświadczalnym IHAR w Jadwisinie k. Warszawy w latach 2002 i 2003.

Po zbiorze z każdej odmiany pobierano próby po ok. 200 bulw nieuszkodzonych i niezazieleniałych. Po dwóch tygodniach od zbioru, po okresie tzw. gojenia ran i korkowacenia skórski (1 termin) oraz po 5 miesiącach przechowywania w temp. 8°C i wilgotności względnej powietrza 90-95% (2 termin) z próby ogólnej wybierano po 80 bulw.

W każdym z podanych terminów 20 nieuszkodzonych bulw badanej odmiany umieszczano na tydzień pod lampą fluorescencyjną o natężeniu 15 W (wariant I), która symulowała oświetlenie w supermarketach (gęstość strumienia fotonów $13 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Natomiast 40 bulw uszkodzano za pomocą bębna obrotowego symulującego uszkodzenia występujące w czasie obróbki ziemniaka i umieszczano:

- wariant II – w ciemności (20 bulw),
- wariant III – na tydzień pod lampą fluorescencyjną o natężeniu 15 W (20 bulw).

Zawartość glikoalkaloidów oznaczano w bulwach całych, obranych i w skórce metodą Bergersa [1].

Istotność różnic odmianowych oraz wpływu badanych czynników określano testem F Snedecora przy założeniu modelu stałego. Czynnikiem pierwszym były odmiany, drugim terminy badań, a trzecim warianty doświadczenia.

Wyniki i dyskusja

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach po zbiorze zależała od odmiany (tab. 1). Spośród przebadanych odmian Ditta charakteryzowała się najwyższą zawartością TGA

Tabela 1

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków po zbiorze i po 5 miesiącach przechowywania w temp. 8°C [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ś.m.], determinowana uszkodzeniami mechanicznymi i oddziaływaniem światła.
The content of glycoalkaloids [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ f.w.] in potato tubers upon the harvesting and 5 months after their having been stored at a temperature of 8°C as determined by mechanical damage and impact of light-exposure.

Odmiana Cultivar	Termin analiz Date of analyses	Bulwy nieuszkodzone przechowywane Undamaged tubers stored		Bulwy uszkodzone przechowywane Damaged tubers stored	
		w ciemności in dark próba kontrolna control sample	na świetle in light (I)	w ciemności in dark (II)	na świetle in light (III)
Aster	po zbiorze upon the harvesting	44	52	50	72
	po przechowaniu after having been stored	88	105	96	120
Denar	po zbiorze upon the harvesting	65	75	72	110
	po przechowaniu after having been stored	105	130	125	180
Ditta	po zbiorze upon the harvesting	85	110	111	190
	po przechowaniu after having been stored	115	135	128	205
Irga	po zbiorze upon the harvesting	34	50	48	80
	po przechowaniu after having been stored	65	74	70	95
Żagiel	po zbiorze upon the harvesting	40	50	48	70
	po przechowaniu after having been stored	60	81	80	95
Wawrzyn	po zbiorze upon the harvesting	36	42	44	95
	po przechowaniu after having been stored	48	63	60	110
Wartość średnia Mean value	po zbiorze upon the harvesting	50,7	63,2	62,2	102,8
	po przechowaniu after having been stored	80,2	98,0	93,2	134,0
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}		8			

Tabela 2

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków surowych, całych, obranych oraz w obierkach [mg kg⁻¹ ś. m.], determinowana uszkodzeniami mechanicznymi i oddziaływaniem światła.

The content of glycoalkaloids [mg kg⁻¹ f.w.] in tubers of: whole raw potatoes, peeled raw potatoes, and in the peels of raw potatoes as determined by mechanical damage and impact of light-exposure.

Odmiana Cultivar	Bulwy / Tubers	Bulwy surowe / Raw tubers		Obierki Peels
		całe / whole	obrane / peeled	
Aster	nieszkodzone undamaged	88	35	224
	Uszkodzone + światło damaged + light	120	75	293
Denar	Nieszkodzone Undamaged	105	40	390
	Uszkodzone + światło damaged + light	180	55	405
Ditta	nieszkodzone undamaged	115	60	220
	uszkodzone + światło damaged + light	205	130	342
Irga	nieszkodzone undamaged	65	15	125
	uszkodzone + światło damaged + light	95	37	190
Żagiel	nieszkodzone undamaged	60	25	184
	uszkodzone + światło damaged + light	95	45	205
Wawrzyn	nieszkodzone undamaged	48	21	105
	uszkodzone + światło damaged + light	110	55	197
Wartość średnia Mean value	nieszkodzone undamaged	80,2	32,7	208
	uszkodzone + światło damaged + light	134,2	66,2	272
Wartość średnia / Mean value		107,2	49,4	240
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}		18		
% względny / relative % ¹⁾		100%	46,0	224

Objaśnienia: / Explanatory notes:

¹⁾ – stężenie glikoalkaloidów w surowych całych bulwach przyjęto za 100% / the concentration rate of glycoalkaloids in raw whole tubers has been assumed 100%.

(85 mg·kg⁻¹) w świeżej masie. Po przechowywaniu poziom tych związków w ziemniakach zwiększył się od 25 do 100%. Wyniki przedstawionych badań były zgodne z wynikami innych autorów [4, 5, 7, 9, 12, 13, 14].

Ekspozycja bulw na światło (I) oraz uszkodzenia mechaniczne (II) spowodowały istotny wzrost zawartości glikoalkaloidów w bulwach wszystkich badanych odmian (tab. 1). Uszkodzenia mechaniczne i działanie światła – stosowane oddzielnie, zwiększyły syntezę tych związków w podobnym stopniu. Poziom TGA w bulwach uszkodzonych i eksponowanych na światło był prawie dwukrotnie większy niż w przypadku działania każdego z tych czynników oddzielnie (III).

Wyniki badań wskazują, że istotnym czynnikiem, od którego zależała wielkość syntezy glikoalkaloidów w ziemniakach pod wpływem światła i uszkodzeń była odmiana. Zwiększenie zawartości glikoalkaloidów zależało głównie od poziomu tego składnika w bulwie przed działaniem czynnika stresowego. Przyrost ten stanowi od 36 do 200% w stosunku do zawartości glikoalkaloidów stwierdzonej w bulwach nieuszkodzonych, przechowywanych w ciemności. W praktyce oznacza to, że uszkodzenia mechaniczne i światło, na które narażone są bulwy w czasie zbioru, transportu, sortowania i ekspozycji w sklepach, podwajają poziom glikoalkaloidów występujących w bulwach tuż po zbiorze.

Glikoalkaloidy nie są rozmieszczone w bulwach równomiernie. Najwięcej tych związków występuje w części zewnętrznej bulwy o grubości do 3 mm (skórka i miąższ bezpośrednio pod nią, tzw. obierki) – od 105 do 405 mg·kg⁻¹ świeżej masy w zależności od odmiany i czynników stresowych (światło i uszkodzenia) – tab. 2. Przyjmując stężenie TGA w całych surowych bulwach za 100%, stężenie to wynosiło 224%.

Uzyskane wyniki były zbliżone do podanych przez innych autorów [2, 15]. Proces obierania powodował zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów do poziomu nie wpływającego na jakość bulw. Wyjątek stanowiły bulwy odmiany Ditta, które po obraniu zawierały 130 mg·kg⁻¹ glikoalkaloidów. Taki poziom może mieć niekorzystny wpływ na smak ziemniaka [9]. Średnie ubytki glikoalkaloidów wynosiły 54%.

Wnioski

1. Zawartość glikoalkaloidów w ziemniakach kształtowana była przez odmianowe cechy genetyczne oraz czas przechowywania.
2. Uszkodzenia mechaniczne i ekspozycja świetlna stosowane oddzielnie w podobnym stopniu zwiększały akumulację glikoalkaloidów w bulwach. Równoczesne działanie obu czynników powodowało dwukrotnie większy wzrost poziomu glikoalkaloidów (TGA).
3. Największe stężenie TGA występowało w warstwie zewnętrznej bulwy. Obieranie bulw zmniejszyło ilość związków w ziemniakach o 54%.

Literatura

- [1] Bergers W.: A rapid quantitative assay for solidine glycoalkaloids in potatoes and industrial protein. *Potato Res.*, 1980, **23**, 105-110.
- [2] Cieślak E.: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka, *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1998, **342**, 15-22.
- [3] Friedman M., McDonald G. M.: Potato glycoalkaloides. Chemistry, analysis, safety and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 1997, **16** (1), 55-132.
- [4] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Wpływ stresu wywołanego działaniem światła i uszkodzeń mechanicznych na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 1999, **469**, 285-292.
- [5] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 2002, **489**, 283-290.
- [6] FAO, FAO Production Yearbook, Rome 1992, p. 46.
- [7] Griffiths D. W., Dale M. F. B., Bain H.: The effect of cultivar, maturity and storage on photo-induced changes in total glikoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes. *Plant Sci.* 1994, **98**, 103-109.
- [8] Hall R.L.: Toxicological burdens and the shifting burden of toxicology. *Food Technol.*, 1992, **46**, 109-114.
- [9] Kaaber L.: Glycoalkaloids green discoloration and taste development during storage of some potato varieties. *Norw. J. Agric. Sci.*, 1993, **7**, 221-229.
- [10] Maga J. A.: Potato glycoalkaloids. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1980, **12**, 371-405.
- [11] Morris S. C., Lee T.H.: The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): a review. *Food Technol. Aust.*, 1984, **36**, 124.
- [12] Olsson K.: The influence of genotype on the effects impact damage on the accumulation of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Res.*, 1986, **29**, 1-12.
- [13] Percival G., Dixon G. R., Sward A.: Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. *J. Sci. Food Agric.*, 1996, **71**, 5.
- [14] Percival G.: Light - induced glycoalkaloid accumulation of potato tubers. *J. Sci. Food Agric.*, 1999, **79**, 1305-1310.
- [15] Wünsch A., Munzert M.: Effect of storage and cultivar on the distribution of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Res.*, 1994, **37**, 3-10.

THE EFFECT OF SOME SELECTED FACTORS ON THE CONTENT OF GLYCOALKALOIDS IN POTATO TUBERS

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the accumulation of glycoalkaloids in potato tubers caused by a stress generated by mechanical damage and light exposure.

The experiment was carried out in the years 2002 and 2003; six potato cultivars were investigated: Aster, Denar, Ditta, Irga, Żagiel, and Wawrzyn. It was noted that the mechanical damage and light exposure caused the increase in the synthesis of glycoalkaloids. The increase in the levels of those compounds in the damaged and, simultaneously, light-exposed tubers was twice as high as in the case when each of those two factors would have interacted separately. When potato tubers were stored at a temperature of 8°C, the content of glycoalkaloids grew from 12 to 45 mg/kg fresh weight. The highest amount of glycoalkaloids was found in the external part of potato tubers: in their peel and just beneath the peel. In the peeled potatoes, the content of glycoalkaloids in potato tubers was by 54% lower.

Key words: potatoes, glycoalkaloids, storage, mechanical damage, exposure to light, peeling ☒

ANNA ZIELIŃSKA, JANUSZ CZAPSKI

**WPLYW OKRESOWEGO PODWYŻSZENIA TEMPERATURY
W CZASIE PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ
MIKROBIOLOGICZNĄ MARCHWI O MAŁYM
STOPNIU PRZETWORZENIA**

Streszczenie

Celem pracy było określenie stanu mikrobiologicznego plasterów marchwi minimalnie przetworzonej w warunkach symulacji przerwania łańcucha chłodniczego. Próby marchwi minimalnie przetworzonej przechowywano przez 10 dni w różnych kombinacjach temperatury 5, 15 i 20°C. Najmniej korzystne, z punktu widzenia bezpieczeństwa mikrobiologicznego, było podwyższenie temperatury na początku okresu przechowywania. Dostępność składników odżywczych oraz odpowiednio wysokie stężenie tlenu i podwyższenie temperatury stymulowały wzrost wszystkich badanych grup mikroorganizmów.

Słowa kluczowe: temperatura przechowywania, marchew minimalnie przetworzona, MAP

Wstęp

Zwiększająca się świadomość żywieniowa konsumentów spowodowała wzrost zainteresowania żywnością minimalnie przetworzoną. W odpowiedzi na zapotrzebowanie konsumentów przemysł spożywczy wprowadza coraz większy asortyment produktów mało przetworzonych. Produkty takie charakteryzują się cechami świeżych surowców i są źródłem wielu ważnych składników prozdrowotnych [8, 9].

Marchew, ze względu na pH bliskie obojętnemu (pH 5,8-6,0) oraz dużą aktywność wody, jest podatna na zepsucie mikrobiologiczne. Jako surowiec jest dość mocno skażona.

Ogólna liczba bakterii tlenowych waha się od 10^2 - 10^7 jtk/g, ogólna liczba bakterii z grupy coli jest na poziomie 10^5 jtk/g, a liczba coli fekalnych na poziomie 10^4 jtk/g [10]. Dominującą mikroflorę stanowią bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, *Micrococcus*, w dużych ilościach występują także bakterie kwasu mlekowego oraz inne drobnoustro-

je o właściwościach pektynolitycznych [2]. Marchew jest bardzo podatna na skażenia grzybowe.

Podczas minimalnego przetwarzania dochodzi do zniszczenia struktur tkankowych, degradacji komórek, a rezultatem tych zmian jest wypływanie soku komórkowego, bogatego w składniki odżywcze, stanowiącego pożywkę dla rozwijających się drobnoustrojów. Niska temperatura przechowywania warzyw i owoców minimalnie przetworzonych (WOMP) nie zawsze hamuje wzrost drobnoustrojów, ponieważ na takich produktach rozwijają się chorobotwórcze drobnoustroje psychrofilne, tolerujące niską temperaturę przechowywania, np. *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* sp. i *Aeromonas hydrophila* [1, 2, 3, 5, 7].

W czasie dystrybucji oraz sprzedaży temperatura jest zazwyczaj wyższa niż w czasie przechowywania w magazynach producenta. Podwyższenie temperatury przechowywania może powodować powstawanie zagrożeń ze strony WOMP dla konsumentów. Przerwanie łańcucha chłodniczego prowadzi do zmiany metabolizmu produktu. Wzrost stężenia dwutlenku węgla oraz obniżenie stężenia tlenu, nawet przy dobrze dobranym materiale opakowaniowym, może prowadzić do zmiany metabolizmu w kierunku beztlenowego, a efektem tego są zmiany sensoryczne produktu.

Podwyższenie temperatury przechowywania i obniżenie stężenia tlenu może hamować wzrost bakterii mezofilnych, ale równocześnie może prowadzić do wzrostu fakultatywnych bakterii psychrofilnych, takich jak bakterie z rodzaju *Listeria*, *Clostridium*, *Bacillus* [6].

Przeprowadzono badania mające na celu określenie stanu mikrobiologicznego plasterków marchwi w warunkach symulacji przerwania łańcucha chłodniczego.

Material i metody badań

Ocena mikrobiologiczna marchwi obejmowała oznaczenia bakterii psychrofilnych, mezofilnych, bakterii kwasu mlekowego oraz bakterii z rodzaju *Listeria* w czasie przechowywania z zastosowaniem okresowego podwyższenia temperatury marchwi mało przetworzonej pakowanej w atmosferze modyfikowanej.

Przygotowanie marchwi mało przetworzonej

Material badawczy stanowiły korzenie marchwi (*Daucus carota* L.) odmiany Fanta Noe, pochodzące od producenta ze „Spójni” Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze Sp. z o.o. z Nochowa. Marchew myto, obierano, ponownie myto i rozdrabniano w malakserze do postaci plasterków o grubości ok. 2 mm i średnicy 2-2,5 cm. Plasterki odważano po 10 g do woreczków o wymiarach 15 x 21 cm wykonanych z laminatu poliamidowo-polietylenowego, o przepuszczalności gazów (w $\text{cm}^3/\text{m}^2/24$ h w temp. 23°C): dwutlenek węgla – 200, tlen – 45 oraz para wodna 2-3 $\text{g}/\text{m}^2/24$ h. Plasterki

marchwi pakowano w atmosferze modyfikowanej MAP (10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂), zamykając woreczki przy użyciu zamykarki typu A-300, firmy Multivac. Do pakowania plasterków marchwi w atmosferze modyfikowanej stosowano mieszanki gazów spożywczych: dwutlenek węgla z 2% udziałem tlenu oraz azot z 2% udziałem tlenu (BOC Gazy).

Przechowywanie

Jako standardowe warunki przechowywania przyjęto przechowywanie przez 10 dni w temp. 5°C, a minimalny czas przydatności ustalono na 7 dni. Ocena dokonana po 10 dniach miała na celu określenie marginesu bezpieczeństwa zdrowotnego marchwi mało przetworzonej.

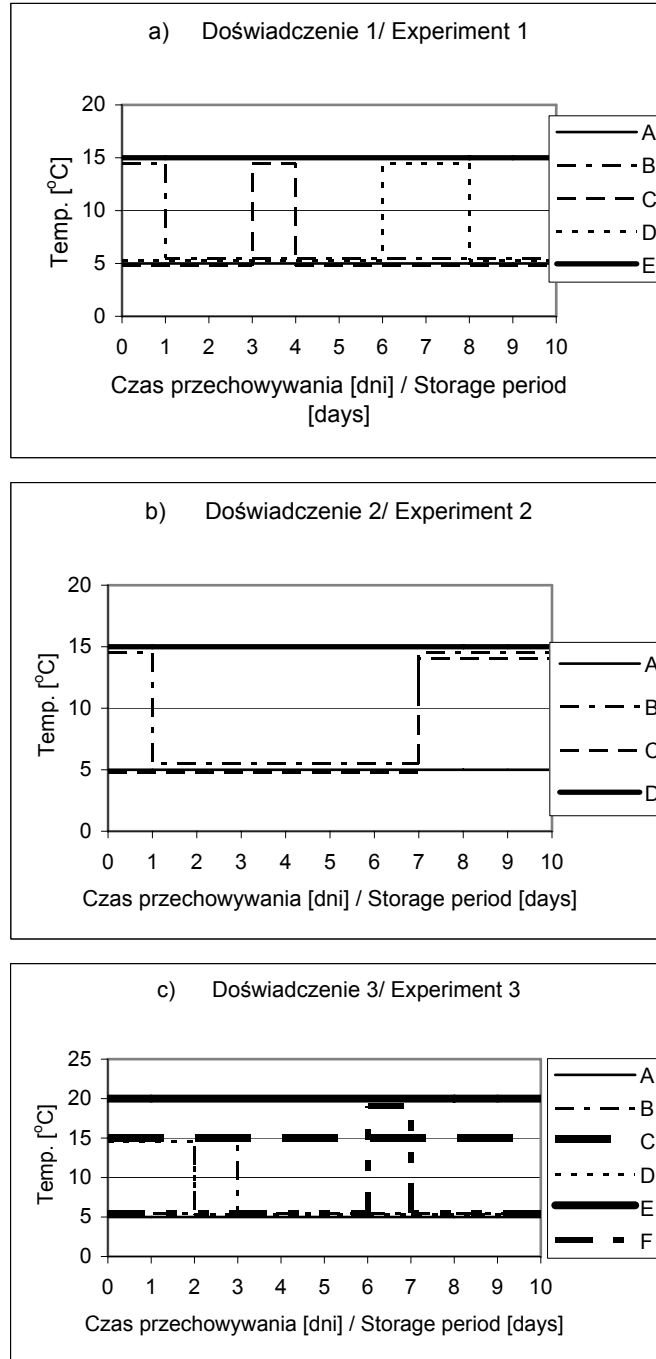
W doświadczeniu założono okresowe podwyższanie temperatury przechowywania w zakresie od 5 do 15°C lub od 5 do 20°C, na początku lub na końcu czasu przechowywania. Zabiegi te miały na celu symulację przerwania łańcucha chłodniczego podczas transportu lub w czasie przechowywania produktu w sieciach handlowych i gospodarstwach domowych. Doświadczenie przeprowadzono w 3 seriach, a schemat zmiany temperatury w poszczególnych seriach przedstawiono na rys. 1a-c. Symbole A-F na wykresach przedstawiają profil temperaturowy przechowywanych prób mało przetworzonej marchwi w każdej serii. Próby kontrolne stanowiły próby przechowywane w temp. 5°C.

Metody analityczne

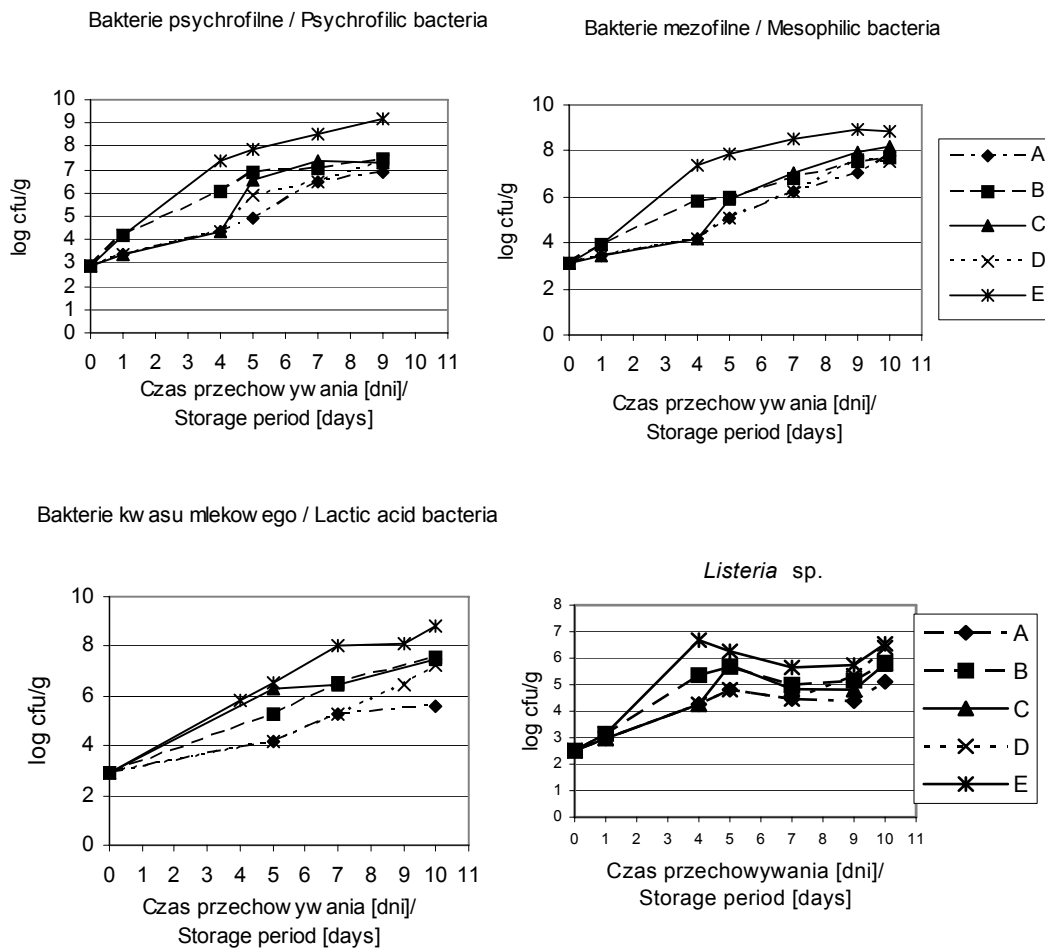
Jakość mikrobiologiczną marchwi minimalnie przetworzonej oceniano na podstawie ogólnej liczby bakterii mezofilnych, psychrofilnych, liczby bakterii kwasu mlekowego (skład podłoża wg Burbianki [4]) oraz liczby bakterii z rodzaju *Listeria* (wg normy ISO/EN/DIN 11290-1:1996). W oznaczeniach wykonywano posiew ilościowy metodą płytkową Kocha. W celu określenia ogólnej liczby bakterii mezofilnych i psychrofilnych stosowano podłoże bulionowe, inkubując posiewy przez 48 h odpowiednio w temp. 37 i 15°C. Liczbę bakterii kwasu mlekowego oznaczano na podłożu MRS, w temp. 30°C przez 24-48 h. Liczbę bakterii z rodzaju *Listeria* oznaczano na podłożu wybiórczym Oxford Agar (Merck), w temp. 30°C przez 48 h.

Wyniki i ich omówienie

Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów w czasie przechowywania marchwi mało przetworzonej przedstawiono na rys. 2 oraz w tab. 1. i 2.



Rys. 1. Schemat zmian temperatury w czasie przechowywania marchwi mało przetworzonej.
 Fig. 1. The scheme of changes in the temperature while storing the minimally processed carrot.



Rys. 2. Wzrost drobnoustrojów w czasie przechowywania marchwi minimalnie przetworzonej w doświadczeniu

1. Symbole A-E odpowiadają próbom przechowywanym w warunkach zmiany temperatury jak na rys. 1a.

Fig. 2. The growth of micro-organisms while storing the minimally processed carrot on the basis of Experiment

1. The symbols A-E refer to samples stored under the conditions with the temperatures being changed as shown in Fig. 1a

T a b e l a 1

Wzrost drobnoustrojów w czasie przechowywania marchwi mało przetworzonej w doświadczeniu 2.
 Symbole A-D odpowiadają próbom przechowywanym w warunkach zmiany temperatury jak na rys. 1b
 The growth of micro-organisms while storing the minimally processed carrot on the basis of experiment 2.
 The symbols A-D refer to samples stored under the conditions with temperatures being changed as shown in Fig. 1b

Próba Sample	Bakterie psychrofilne [jtk/g] / Psychrophilic bacteria [cfu/g]			
	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]			
	0	1	7	10
A	$\bar{x} = 7,7 \times 10^2$ SD = 0,10	$\bar{x} = 1,7 \times 10^3$ SD = 0,04	$\bar{x} = 5,9 \times 10^4$ SD = 0,12	$\bar{x} = 9,9 \times 10^6$ SD = 0,10
B	$\bar{x} = 7,7 \times 10^2$ SD = 0,10	$\bar{x} = 5,6 \times 10^5$ SD = 0,08	$\bar{x} = 1,7 \times 10^7$ SD = 0,17	$\bar{x} = 6,7 \times 10^8$ SD = 0,05
C	$\bar{x} = 7,7 \times 10^2$ SD = 0,10	$\bar{x} = 1,7 \times 10^3$ SD = 0,04	$\bar{x} = 5,9 \times 10^4$ SD = 0,12	$\bar{x} = 3,8 \times 10^7$ SD = 0,6
D	$\bar{x} = 7,7 \times 10^2$ SD = 0,10	$\bar{x} = 5,6 \times 10^5$ SD = 0,08	$\bar{x} = 5,6 \times 10^8$ SD = 0,20	$\bar{x} = 8,5 \times 10^8$ SD = 0,14
Bakterie mezofilne [jtk/g] / Mesophilic bacteria [cfu/g]				
A	$\bar{x} = 4,3 \times 10^3$ SD = 0,09	$\bar{x} = 5,2 \times 10^3$ SD = 0,20	$\bar{x} = 1,3 \times 10^5$ SD = 0,19	$\bar{x} = 2,9 \times 10^7$ SD = 0,05
B	$\bar{x} = 4,3 \times 10^3$ SD = 0,09	$\bar{x} = 2,3 \times 10^5$ SD = 0,13	$\bar{x} = 1,0 \times 10^7$ SD = 0,14	$\bar{x} = 2,5 \times 10^8$ SD = 0,15
C	$\bar{x} = 4,3 \times 10^3$ SD = 0,09	$\bar{x} = 5,2 \times 10^3$ SD = 0,20	$\bar{x} = 1,3 \times 10^5$ SD = 0,19	$\bar{x} = 6,8 \times 10^7$ SD = 0,13
D	$\bar{x} = 4,3 \times 10^3$ SD = 0,09	$\bar{x} = 2,3 \times 10^5$ SD = 0,13	$\bar{x} = 2,8 \times 10^8$ SD = 0,06	$\bar{x} = 4,8 \times 10^8$ SD = 0,14
Bakterie kwasu mlekowego [jtk/g] / Lactic acid bacteria [cfu/g]				
A	$\bar{x} = 5,8 \times 10^2$ SD = 0,08	$\bar{x} = 6,8 \times 10^2$ SD = 0,04	$\bar{x} = 3,4 \times 10^4$ SD = 0,09	$\bar{x} = 3,6 \times 10^6$ SD = 0,07
B	$\bar{x} = 5,8 \times 10^2$ SD = 0,08	$\bar{x} = 3,0 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 3,8 \times 10^6$ SD = 0,11	$\bar{x} = 8,3 \times 10^7$ SD = 0,08
C	$\bar{x} = 5,8 \times 10^2$ SD = 0,08	$\bar{x} = 6,8 \times 10^2$ SD = 0,04	$\bar{x} = 3,4 \times 10^4$ SD = 0,09	$\bar{x} = 1,6 \times 10^7$ SD = 0,15
D	$\bar{x} = 5,8 \times 10^2$ SD = 0,08	$\bar{x} = 3,0 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 1,8 \times 10^8$ SD = 0,03	$\bar{x} = 3,8 \times 10^8$ SD = 0,10

c.d. Tab. 1

	<i>Listeria sp.</i> [jtk/g] / [cfu/g]			
A	$\bar{x} = 2,3 \times 10^2$ SD = 0,05	$\bar{x} = 4,8 \times 10^2$ SD = 0,12	$\bar{x} = 4,6 \times 10^5$ SD = 0,13	$\bar{x} = 5,6 \times 10^6$ SD = 0,06
B	$\bar{x} = 2,3 \times 10^2$ SD = 0,05	$\bar{x} = 7,2 \times 10^3$ SD = 0,05	$\bar{x} = 2,9 \times 10^6$ SD = 0,22	$\bar{x} = 3,5 \times 10^6$ SD = 0,06
C	$\bar{x} = 2,3 \times 10^2$ SD = 0,05	$\bar{x} = 4,8 \times 10^2$ SD = 0,12	$\bar{x} = 4,6 \times 10^5$ SD = 0,13	$\bar{x} = 6,7 \times 10^6$ SD = 0,07
D	$\bar{x} = 2,3 \times 10^2$ SD = 0,05	$\bar{x} = 7,2 \times 10^3$ SD = 0,05	$\bar{x} = 4,0 \times 10$ SD = 0,17	$\bar{x} = 3,3 \times 10^7$ SD = 0,10

T a b e l a 2

Wzrost drobnoustrojów w czasie przechowywania marchwi mało przetworzonej w doświadczeniu 3. Symbole A-F odpowiadają próbom przechowywanym w warunkach zmiany temperatury jak na rys. 1c. The growth of micro-organisms while storing the minimally processed carrot on the basis of experiment 3. The symbols A-F refer to samples stored under the conditions with temperatures being changed as in Fig. 1c.

Próba Sample	Bakterie psychrofilne [jtk/g] / Psychrophilic bacteria [cfu/g]			
	Czas przechowywania [dni] / Storage period [days]			
	0	2	7	10
A	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,8 \times 10^4$ SD = 0,06	$\bar{x} = 3,1 \times 10^5$ SD = 0,09	$\bar{x} = 1,8 \times 10^7$ SD = 0,20
B	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,8 \times 10^4$ SD = 0,06	$\bar{x} = 8,5 \times 10^5$ SD = 0,12	$\bar{x} = 9,0 \times 10^6$ SD = 0,16
C	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,5 \times 10^6$ SD = 0,11	$\bar{x} = 4,3 \times 10^7$ SD = 0,04	$\bar{x} = 1,2 \times 10^6$ SD = 0,10
D	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,5 \times 10^6$ SD = 0,11	$\bar{x} = 4,8 \times 10^6$ SD = 0,05	$\bar{x} = 3,2 \times 10^7$ SD = 0,02
E	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,8 \times 10^7$ SD = 0,06	$\bar{x} = 9,3 \times 10^7$ SD = 0,08	$\bar{x} = 4,8 \times 10^8$ SD = 0,02
F	$\bar{x} = 7,8 \times 10^3$ SD = 0,06	$\bar{x} = 2,8 \times 10^4$ SD = 0,06	$\bar{x} = 3,1 \times 10^5$ SD = 0,23	$\bar{x} = 6,7 \times 10^7$ SD = 0,07
	Bakterie mezofilne [jtk/g] / Mesophilic bacteria [cfu/g]			
A	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 4,5 \times 10^2$ SD = 0,04	$\bar{x} = 1,3 \times 10^5$ SD = 0,09	$\bar{x} = 9,5 \times 10^6$ SD = 0,12
B	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 4,5 \times 10^2$ SD = 0,04	$\bar{x} = 4,0 \times 10^5$ SD = 0,06	$\bar{x} = 6,5 \times 10^6$ SD = 0,20

c.d. Tab. 2

C	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 3,5 \times 10^4$ SD = 0,21	$\bar{x} = 4,4 \times 10^7$ SD = 0,02	$\bar{x} = 5,3 \times 10^7$ SD = 0,14
D	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 3,5 \times 10^4$ SD = 0,21	$\bar{x} = 3,6 \times 10^6$ SD = 0,02	$\bar{x} = 2,4 \times 10^7$ SD = 0,15
E	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 2,1 \times 10^6$ SD = 0,18	$\bar{x} = 8,5 \times 10^7$ SD = 0,05	$\bar{x} = 4,6 \times 10^8$ SD = 0,06
F	$\bar{x} = 2,3 \times 10^3$ SD = 0,03	$\bar{x} = 4,5 \times 10^2$ SD = 0,04	$\bar{x} = 1,3 \times 10^5$ SD = 0,04	$\bar{x} = 4,9 \times 10^7$ SD = 0,06
Bakterie kwasu mlekowego [jtk/g]/Lactic acid bacteria [cfu/g]				
A	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 8,8 \times 10^2$ SD = 0,09	$\bar{x} = 5,1 \times 10^5$ SD = 0,010	$\bar{x} = 4,5 \times 10^6$ SD = 0,02
B	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 8,8 \times 10^2$ SD = 0,09	$\bar{x} = 1,3 \times 10^6$ SD = 0,04	$\bar{x} = 2,0 \times 10^7$ SD = 0,02
C	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 3,4 \times 10^4$ SD = 0,05	$\bar{x} = 3,1 \times 10^6$ SD = 0,06	$\bar{x} = 3,1 \times 10^6$ SD = 0,03
D	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 3,4 \times 10^4$ SD = 0,05	$\bar{x} = 2,9 \times 10^6$ SD = 0,05	$\bar{x} = 4,0 \times 10^7$ SD = 0,01
E	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 3,8 \times 10^6$ SD = 0,09	$\bar{x} = 9,7 \times 10^7$ SD = 0,04	$\bar{x} = 2,1 \times 10^8$ SD = 0,13
F	$\bar{x} = 1,6 \times 10^3$ SD = 0,10	$\bar{x} = 8,8 \times 10^2$ SD = 0,09	$\bar{x} = 5,1 \times 10^5$ SD = 0,04	$\bar{x} = 2,9 \times 10^8$ SD = 0,07
<i>Listeria</i> sp.				
A	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,0 \times 10^2$ SD = 0,02	-	$\bar{x} = 1,0 \times 10^4$ SD = 0,12
B	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,0 \times 10^2$ SD = 0,02	-	$\bar{x} = 2,0 \times 10^4$ SD = 0,08
C	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD =	$\bar{x} = 1,4 \times 10^3$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,1 \times 10^5$ SD = 0,10	$\bar{x} = 1,0 \times 10^4$ SD = 0,16
D	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,4 \times 10^3$ SD = 0,07	-	$\bar{x} = 1,0 \times 10^4$ SD = 0,18
E	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,5 \times 10^3$ SD = 0,16	$\bar{x} = 1,0 \times 10^5$ SD = 0,10	$\bar{x} = 2,0 \times 10^4$ SD = 0,26
F	$\bar{x} = 3,2 \times 10^2$ SD = 0,07	$\bar{x} = 1,0 \times 10^2$ SD = 0,02	-	$\bar{x} = 1,0 \times 10^4$ SD = 0,07

Mikroflora produktu na początku przechowywania

W trakcie badań określono początkowe skażenie marchwi minimalnie przetworzonej i stwierdzono, że było ono na wyrównanym, niskim poziomie. Ogólna liczba bakterii psychrofilnych oraz bakterii kwasu mlekowego i *Listeria* sp. kształtowała się pomiędzy 10^2 – 10^3 jtk/g, a ogólna liczba bakterii mezofilnych na stałym poziomie – 10^3 jtk/g.

Zmiany mikroflory produktu w czasie przechowywania

Podwyższenie temperatury w początkowym etapie przechowywania chłodniczego znacząco wpłynęło na podwyższenie poziomu drobnoustrojów w marchwi mało przetworzonej, wskutek czego liczba drobnoustrojów utrzymywała się na wysokim poziomie do końca badanego okresu przechowywania.

Przechowywanie produktu minimalnie przetworzonego przez pierwsze 24 lub 48 h w temp. 15 lub 20°C spowodowało namnożenie drobnoustrojów. W próbach tych stwierdzono wzrost liczby drobnoustrojów psychrofilnych, bakterii mezofilnych, bakterii kwasu mlekowego oraz z rodzaju *Listeria* sp. o 2 cykle logarytmiczne w porównaniu z liczbą tych drobnoustrojów w próbach kontrolnych przechowywanych w temp. 5°C. Przez kilka kolejnych dni po obniżeniu temp. do 5°C, liczba drobnoustrojów utrzymywała się na wyższym poziomie niż w przypadku prób przechowywanych przez cały czas w temp. 5°C (tab. 1 i 2).

Podwyższenie temp. do 15°C po 3 lub 6 dniach przechowywania w temp. 5°C nie zwiększyło znacząco liczby drobnoustrojów w próbach. Różnice pomiędzy liczbą bakterii w tych próbach i w próbach kontrolnych, przechowywanych w 5°C, wynosiły 1 cykl logarytmiczny w przypadku drobnoustrojów psychrofilnych, mezofilnych, bakterii fermentacji mlekowej i *Listeria* sp. i stan ten utrzymywał się aż do ostatniego dnia przechowywania.

W próbach, w których po raz drugi podwyższono temperaturę do 15°C po 7 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych, zanotowano wzrost zanieczyszczenia mikrobiologicznego do poziomu prób kontrolnych, przechowywanych w temp. 15°C. W tych próbach w 10. dniu przechowywania wyniki przedstawiały się następująco: ogólna liczba bakterii psychrofilnych – $6,7 \times 10^8$ jtk/g, ogólna liczba bakterii mezofilnych – $2,5 \times 10^8$ jtk/g, ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego – $8,3 \times 10^7$ jtk/g, *Listeria* sp. – $3,5 \times 10^6$ jtk/g (tab. 1).

Analiza mikrobiologiczna prób wskazuje, że najbardziej niebezpieczne jest przetwarzanie łańcucha chłodniczego w fazie przygotowania produktu oraz na początku przechowywania lub jego transportu, gdy skażenie jest niewielkie, ale dostępność składników odżywczych oraz tlenu duża, biorąc pod uwagę zwłaszcza wymagania bakterii tlenowych.

Wnioski


1. Surowiec użyty do produkcji marchwi minimalnie przetworzonej charakteryzował się dobrą jakością pod względem badanych ogólnych wyróżników mikrobiologicznych.
2. Przechowywanie produktu minimalnie przetworzonego w temp. 15 lub 20°C przez 1 dzień po wytworzeniu może spowodować wzrost drobnoustrojów psychrofilnych nawet o około 2 cykle logarytmiczne w porównaniu z próbami kontrolnymi przechowywanymi w temp. 5°C.
3. Przerwanie łańcucha chłodniczego na początku przechowywania zwiększa ryzyko namnożenia się psychrofilnych bakterii chorobotwórczych, w tym np. *Listeria monocytogenes*.
4. Podwyższenie temp. do 15 lub 20°C na 24 h po 3 lub 6 dniach przechowywania może spowodować zwiększenie liczby drobnoustrojów psychrofilnych, mezofilnych, bakterii fermentacji mlekowej i *Listeria* sp. o 1-2 cykle logarytmiczne w porównaniu z próbami kontrolnymi przechowywanymi w temp. 5°C.

Literatura

- [1] Ahvenainen R.: New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci. Technol., 1996, **7**, 179-187.
- [2] Brackett R.E.: Incidence, contributing factors and control of bacterial pathogens in produce. Post-harvest Biol. Technol., 1999, **15**, 305-311.
- [3] Breidt F., Fleming H.P.: Using lactic acid bacteria to improve the safety of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol., 1997, **9**, 44-51.
- [4] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności. PZWL. Warszawa 1983, s. 223 - 458.
- [5] Francis G.A., Thomas C., O'Beirne D.: The microbiological safety of minimally processed vegetables. Int. J. Food Sci. Technol., 1999, **34**, 1-22.
- [6] Jacxsens L., Devlieghere F., Debevere J.: Predictive modelling for packaging design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. Int. J. Food Microbiol., 2002, **73**, 331-341.
- [7] Nguyen-the C., Carlin F.: The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 1994, **4**, 371-401.
- [8] Ohlsson T.: Minimal processing – preservation methods of the future: an overview. Trends in Food Sci. Technol., 1994, **5**, 341-344.
- [9] Phillips C.A., Modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. Int. J. Food Sci. Technol., 1996, **31**, 463-479.
- [10] Torriani S., Massa S.: Bacteriological survey on ready-to use sliced carrots. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 1994, **27**, s.487-490.

THE EFFECT OF INCREASED TEMPERATURE WHILE STORING MINIMALLY PROCESSED CARROT ON IT MICROBIOLOGICAL QUALITY**S u m m a r y**

The objective of the paper was to determine the microbiological quality of slices of the minimally processed carrot under the simulated conditions of discontinued refrigeration chain. Samples of the minimally processed carrot have been stored for 10 days at a combination of three temperatures: 5, 15, and 20°C. From the point of view of microbiological safety, rising the temperature at the beginning of the storing period was the least favourable operation. The availability of nutrients, an adequately high concentration level of oxygen, and rising the temperature were factors, which stimulated the growth of all the micro-organisms investigated.

Key words: storage temperature, minimally processed carrot, MAP 

ANNA ŻBIKOWSKA, PAWEŁ KROKOCKI, KRZYSZTOF KRYGIER

OCENA PRZYDATNOŚCI TŁUSZCZÓW PIEKARSKICH O OBNIŻONEJ ZAWARTOŚCI IZOMERÓW TRANS KWASÓW TŁUSZCZOWYCH DO PRODUKCJI CIAST BISZKOPTOWO-TŁUSZCZOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie, na ile możliwe jest zastąpienie tradycyjnych tłuszczów piekarskich, charakteryzujących się wysoką zawartością kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans, specjalnie opracowanymi tłuszczami na bazie oleju palmowego, o obniżonej zawartości tych izomerów.

Zakres pracy obejmował ocenę składu kwasowego czterech roślinnych tłuszczów piekarskich, różniących się szczególnie zawartością izomerów trans (od 1,0 do 49,8%) oraz ocenę wybranych cech wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych, otrzymanych z udziałem badanych tłuszczów piekarskich. Skład kwasów tłuszczowych w tłuszczach oznaczono metodą chromatografii gazowej.

W zależności od zastosowanych tłuszczów otrzymano wyroby biszkoptowo-tłuszczowe o zróżnicowanych właściwościach fizycznych m.in. objętości wyrobu (od 675 do 741,7cm³), porowatości (od 60,9 do 65,9%) i ściśliwości miękiszu (3300 – 5807,1 N/m). W ogólnej ocenie sensorycznej wszystkie wypieczone ciasta były oceniane dobrze (od 12,3 do 12,6 pkt – na 15 możliwych) niezależnie od zastosowanego tłuszczu piekarskiego.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono zależności pomiędzy zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych a objętością i jakością sensoryczną wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych. Wykazano jednak pozytywny wpływ zawartości izomerów trans na porowatość i ściśliwość miękiszu.

Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować, że możliwe jest uzyskanie dobrej jakości wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych przy zastosowaniu specjalnych tłuszczów o niższej zawartości izomerów trans (od 25 do 1%).

Słowa kluczowe: izomery trans kwasów tłuszczowych, tłuszcze piekarskie, ciasta biszkoptowo-tłuszczowe

Wprowadzenie

Powszechnie uważa się i potwierdzają to wcześniejsze badania, że do produkcji wyrobów ciastkarskich konieczne jest stosowanie tłuszczów piekarskich zawierających

Dr inż. A. Żbikowska, mgr inż. P. Krokocki, prof. dr hab. K. Krygier, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydział Technologii Żywności SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C 02-776 Warszawa

izomery trans kwasów tłuszczowych, czego efektem jest dobra jakość produktów gotowych [7, 15]. Stosowane w naszym kraju tłuszcze piekarskie do handlowych ciast biszkoptowo-tłuszczowych w przeważającej większości zawierają znaczne ilości izomerów trans (do 50%) [1, 3], które zdaniem wielu autorów mogą wykazywać negatywny wpływ na organizm człowieka [6, 14].

Producenci dążą do uzyskania jak najlepszych efektów technologicznych przy produkcji wyrobów ciastkarskich. Jednak przy doborze tłuszczów, zwłaszcza w przypadku ciast wysokotłuszczowych, należy pamiętać o ich roli żywieniowej i starać się ograniczać, do niezbędnego minimum, zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych w surowcu tłuszczowym. Wcześniejsze badania wykazały, że tłuszcze o niskiej zawartości izomerów trans nie pozwalają na uzyskanie dobrej jakości ciast biszkoptowo-tłuszczowych.

Celem podjętych badań było określenie na ile możliwe jest zastąpienie tłuszczów piekarskich o wysokiej zawartości kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans, nowymi specjalnie opracowanymi tłuszczami na bazie oleju palmowego, o obniżonej zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych, przy zachowaniu dobrej jakości wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych.

Material i metody badań

Zakres pracy obejmował porównanie składu kwasowego czterech roślinnych tłuszczów, różniących się szczególnie zawartością izomerów trans (1,0 do 49,8%) oraz określenie jakości ciast biszkoptowo-tłuszczowych otrzymanych z udziałem tych tłuszczów.

W badaniach użyto 100-procentowe tłuszcze stałe. Były to: częściowo uwodorniony olej rzepakowy (4), który we wstępnych badaniach wykazywał bardzo dobre właściwości wypiekowe oraz trzy specjalne tłuszcze piekarskie (pochodzące z zakładów tłuszczowych „Karshamns” w Szwecji) na bazie oleju palmowego (1- Akobake BC, 2 – Akobake M, 3 – Akobake K). Wszystkie tłuszcze cechowały się niskimi liczbami kwasowymi i nadtlenkowymi.

Numeracja tłuszczów została tak dobrana, aby wyższy numer oznaczał jednocześnie wyższą zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych.

W pracy stosowano mąkę pszenną typu 500, o zawartości glutenu mokrego 30,6%.

W tłuszczach oznaczano skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej (GC) zgodnie z Polskimi Normami [9, 10]. Badanie wykonano przy użyciu chromatografu gazowego HP 6890 z detektorem FID, wyposażonego w kolumnę kapilarną o długości 60 m i średnicy zewnętrznej 0,22 mm, której wypełnienie stanowiła wysokopolarna faza BPX70. Całkowity czas trwania analizy wynosił 68,5 min przy

stałym przepływie helu i przepływie powietrza 300 ml/min. Temperatura analizy zmieniła się o 1,5 °C/min (zakres temperatury od 140 do 210°C).

Ciasto biszkoptowo-tłuszczowe przygotowano metodą „na zimno” wg zaleceń Dojutrek i Pietrzyk [4]. Zastosowano następujący skład surowców: mąka pszenna, tłuszcz, cukier puder i jaja, po 250 g. Nie stosowano dodatku środków spulchniających celem wyeliminowania jego wpływu na jakość końcową produktu. Ciasto surowe, w ilości po 350 g, umieszczano w formach i wypiekano w piecu konwekcyjno-parowym (Electrolux AR 85) w temp. 160°C przez 40 min. Ciasto z uwodornionym olejem rzepakowym uznawano za próbę odniesienia. W wyrobach gotowych oznaczano m.in. ich objętość i porowatość [13], przeprowadzano analizę tekstury za pomocą urządzenia Instron 1140, stosując standardową głowicę odkształcającą o stałej prędkości przesuwu wynoszącej 100 mm/min [13]. Badaniu poddawano wycięte z wypieczonego ciasta sześciiany o długości boku 5 cm. Temp. pomiaru wynosiła 23°C. Ocenę sensoryczną wypieczonych ciast przeprowadzono zgodnie z zaleceniami PN [11, 12] przez 8-osobowy zespół. Oceniano wygląd zewnętrzny, teksturę, smak i zapach w skali 5-punktowej.

Wyniki opracowano statystycznie (analiza wariancji i regresji) przy użyciu programu komputerowego Statgraphics plus 4.1. Ocenę istotności różnic pomiędzy średnimi (n=3) wykonano testem Duncana przy $p < 0,05$.

Wyniki i ich omówienie

Charakterystyka surowca tłuszczowego

Wszystkie badane tłuszcze różniły się znacząco pod względem zawartości głównych grup kwasów tłuszczowych. Ilość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w analizowanym materiale badawczym wynosiła od 19,3 do 60,2% (tab. 1). Największą zawartością SFA charakteryzował się tłuszcz (1) o najmniejszej zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych (rys. 1).

Średnią zawartość niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oznaczano jako sumę kwasów linolowego i linolenowego. Stwierdzono, że w badanych tłuszczach zawartość NNKT była niewielka (tab. 1) i wynosiła od 0,4 (tłuszcz nr 4) do 8,5% (1).

Głównym przedstawicielem kwasów monoenowych (MUFA cis) był kwas oleinowy. Średnia zawartość MUFA występujących łącznie w aktywnej biologicznie formie cis w tłuszczach wynosiła od 30,3 do 43,1% (tab. 1).

Zgodnie z założeniami pracy wszystkie tłuszcze zastosowane do wytworzenia wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych różniły się znacząco pod względem zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych (TFA). Analizowane tłuszcze zawierały od 1,0 do 49,8% TFA (rys.1). Tak duże zróżnicowanie zawartości TFA jest typowe dla tłuszcz-

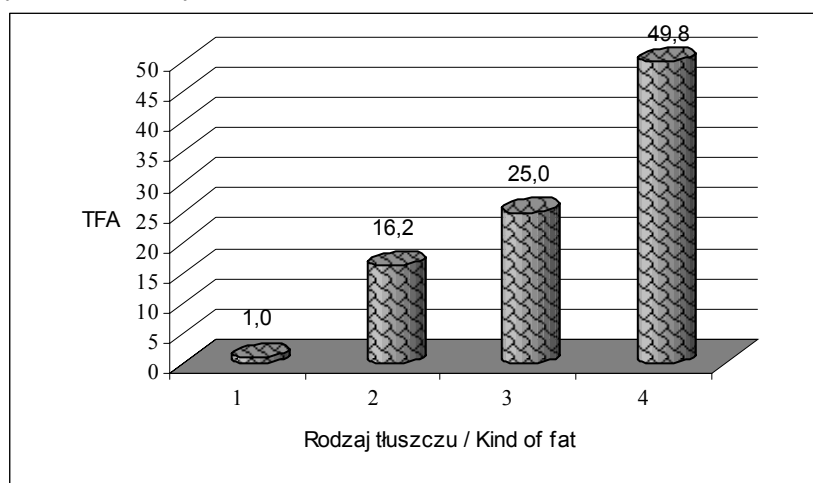
czów stosowanych do handlowych wyrobów ciastkarskich zarówno w kraju, jak i za granicą [1, 3, 5, 8]. Wśród izomerów trans kwasów tłuszczowych prawie wyłącznie występował kwas elaidynowy.

Tabela 1

Zawartość głównych grup kwasów tłuszczowych w badanych tłuszczach [%].
Contents of main groups of fatty acids in fats investigated [%].

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Rodzaj tłuszczu / Kind of fat			
	1	2	3	4
SFA	60,2	37,1	29,3	19,3
NNKT / PUFA	8,5	3,6	2,4	0,4
Monoenowe cis (MUFA)	30,3	43,1	43,1	30,5

Biorąc pod uwagę zawartość izomerów trans KT za najlepsze pod względem żywieniowym [2, 6] należy uznać tłuszcze nr 1 i 2.



Rys. 1. Zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych [%].

Fig. 1. Content of trans isomers of fatty acids.

Charakterystyka ciast biszkoptowo-tłuszczowych

Upieczone ciasta biszkoptowo-tłuszczowe były zróżnicowane pod względem parametrów fizycznych (tab. 2). Najmniejszą objętością charakteryzowały się produkty otrzymane przy udziale tłuszczów o najmniejszej zawartości TFA (1,0%). Nie stwierdzono istotnych statystycznie zależności pomiędzy objętością upieczonego ciasta a składem kwasowym użytych tłuszczów piekarskich.

Większe zróżnicowanie wystąpiło w ciastach pod względem porowatości miękiszu. Najlepszą porowatość, różniącą się statystycznie istotnie od pozostałych, charakteryzował się miękisz wyrobów otrzymanych przy udziale tłuszczów o największej zawartości TFA (tab. 2). Statystycznie stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy porowatością a zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych ($r = 0,75$). Ujemnie na porowatość wpływały SFA ($r = -0,60$) i PUFA ($r = -0,71$).

Stwierdzono wzrost ściśliwości miękiszu wraz ze wzrostem zawartości TFA ($r = 0,96$). Ciasta z tłuszczami o największej zawartości SFA i PUFA charakteryzowały się bardzo niską ściśliwością, a więc jakością miękiszu. Analiza statystyczna potwierdziła negatywny wpływ na ściśliwość miękiszu ciast SFA ($r = -0,80$) i polienowych kwasów tłuszczowych ($r = -0,84$).

Tabela 2

Charakterystyka ciast biszkoptowo-tłuszczowych.
Profiles of cakes.

Parametry Parameters		Rodzaj tłuszczu /Kind of fat				
		1	2	3	4	NIR
Objętość / Volume of cakes [cm ³]		675,0 a	700,0 a	741,7 b	693,3 a	36,1
Porowatość / Crumb porosity [%]		62,8 b, c	60,9 a	64,6 c, b	65,9 c	2,03
Ściśliwość miękiszu Compressibility of crumb [N/m]	Penetracja 40% Penetration	1375 a	1650 b	1675 b	2562 c	141,7
	Penetracja 70% Penetration	3300 a	3557,1 a	3921,4 b	5807,1 c	354,2
Ocena sensoryczna [pkt] Sensorial evaluation [scores]	Wygląd zewnętrzny Appearance	4,0 a	4,0 a	4,4 a	4,1 a	-
	Tekstura Texture	4,2 a	4,2 a	4,0 a	4,2 a	-
	Smak i zapach Taste and flavour	4,1 a	4,2 a	4,2 a	4,0 a	-
	Ocena ogólna Overall quality	12,4 a	12,4 a	12,6 a	12,3 a	-

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$;

Mean values denoted by the same letter do not statistically significantly differ at $\alpha = 0.05$ level

W ogólnej ocenie sensorycznej wszystkie ciasta biszkoptowo-tłuszczowe, również próba odniesienia (z udziałem oleju rzepakowego uwodornionego) nie różniły się statystycznie istotnie i były uznane za dobre [12] niezależnie od zawartości TFA w zastosowanych tłuszczach (tab. 2). Potwierdzeniem tego faktu był brak statystycznie istotnych korelacji ($r = -0,20$) pomiędzy zawartością TFA w surowcu tłuszczowym a wyróżnikami jakości sensorycznej produktów.

Wnioski

1. Skład kwasów tłuszczowych stosowanych tłuszczów, a szczególnie zawartość izomerów trans (w zakresie od 1 do 49,8%), ma statystycznie istotny wpływ na niektóre właściwości fizyczne gotowych ciast biszkoptowo-tłuszczowych (porowatość $r = 0,75$, ściśliwość $r = 0,96$).
2. Nie stwierdzono statystycznie istotnych korelacji pomiędzy zawartością izomerów trans kwasów tłuszczowych, w zastosowanym tłuszczu piekarskim, a objętością i właściwościami sensorycznymi wyrobów gotowych.
3. Możliwe jest uzyskanie dobrej jakości wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych przy zastosowaniu specjalnych tłuszczów o niższej zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych (znacznie poniżej 25%).

Literatura

- [1] Balas J.: Kwasy tłuszczowe w rynkowych produktach spożywczych Cz. I. Bezpieczna Żywność, 2001, **1**, 20-21.
- [2] Bartnikowska E., Obiedziński M.: Unsaturated trans fatty acids - nutritional problem? Pol. J. Food Nutr. Sci., 1997, **6** (47), 1-20.
- [3] Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzyński B., Pawlicka M., Balas J.: Skład kwasów tłuszczowych, w szczególności izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, w produktach spożywczych. Żyw. Człow. Metab., 1998, **2**, 133-148.
- [4] Dojutrek Cz., Pietrzyk A.: Ciastkarstwo. WSiP, Warszawa 1991.
- [5] Erp-Baart M.A., Couet C., Cuadrado C., Kafatos A., Stanley J., Poppel G.: Trans fatty acids in bakery products from 14 European countries. J. Food Comp. Anal., 1998, **11**, 161-169.
- [6] Juttelstad A.: The marketing of trans fat-free foods. Food Technol., 2004, **1** (58), 20.
- [7] Krygier K., Żbikowska A.: Wpływ tłuszczu na wybrane cechy ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2002, **3** (32), 47-57.
- [8] Parcerisa J., Codony R., Boatella J., Rafecas M.: Fatty acids including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain. J. Agri. Food Chem., 1999, **47**, 2040.
- [9] PN-ISO 5509: 2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [10] PN-EN ISO 5508: 2000. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [11] PN-A-74252: 1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie. Metody badań.
- [12] PN-A-88115: 1998. Wyroby ciastkarskie. Wyroby biszkoptowe i biszkoptowo-tłuszczowe.

- [13] Praca zbiorowa (red. T. Jakubczyk, T. Haber): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [14] Verschuren P.M., Zevenbergen J.L.: Safety evaluation of hydrogenated oils. *Food Chem. Toxicol.*, 1990, **11 (28)**, 755-757.
- [15] Żbikowska A., Krygier K.: Wpływ zawartości izomerów trans w tłuszczach na jakość ciast wysokotłuszczowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2 (35)** Supl., 207-216.

ASSESSING THE USEFULNESS OF SHORTENINGS CONTAINING A REDUCED AMOUNT OF TRANS ISOMERS OF FATTY ACIDS FOR THE PRODUCTION OF SPONGE CAKES

S u m m a r y

The objective of this study was to determine whether or not it would be possible, and in what extent, to replace traditional shortenings, characterized by high amounts of trans fatty acids, with some specially modified fats based on palm oil, with a lower content of trans isomers.

The scope of the study comprised the assessment of two factors: the composition of acids contained in four plant shortenings, which differed, in particular, in their contents of trans isomers (from 1.0 to 49.8%), and the selected physical and sensory properties of sponge cakes made using the above fats. The composition of fatty acids was determined using a technique of gas chromatography.

Depending on the kind of fats applied, various sponge cake kinds were produced; they showed different physical properties, among other things: volume of sponge cakes baked (from 675.0 to 741.7 cm³), porosity of crumb (60.9 and 65.9%), and compressibility of crumb (3300 to 5807.1 [N/m]). The overall sensory evaluation proved that all the sponge cakes manufactured were of a good quality (their score in the evaluation was between 12.3 and 12.5 with 15 as the maximum score possible) regardless of the shortening kind applied.

On the basis of the investigation performed, it was stated that there was no correlation between the content of isomers of trans fatty acids and the volume and sensory quality of sponge cakes. However, it was evidenced that the content of trans isomers favourably impacted the porosity and compressibility of the cake crumb.

The results obtained allow for the following conclusion: the application of special fats with a lower content of trans isomers (from 25 to 1%) makes it possible to produce good quality sponge cakes.

Key words: trans isomers of fatty acids, shortenings, sponge cakes ☒

CONTENTS

From the Editor	5
<i>Dorota Witrowa-Rajchert, Dorota Nowak</i> : The Fifth Jubilee Scientific Conference of the Warsaw Division of The Polish Food Technologists' Society: "Food quality & safety and the factors conditioning it: raw materials, technology, and law"	7
<i>Danuta Białasiewicz, Danuta Majczyna, Joanna Królasik</i> : Microbiological assessment of vegetarian products.....	11
<i>Ewa Czarniecka-Skubina</i> : The quality of catering services from the dietary, technological, and hygienic aspects	25
<i>Renata Korzeniowska – Ginter</i> : The effect of cake flour quality on sponge cake features.....	35
<i>Hanna Kowalska, Magdalena Wyróżębska</i> : The effect of calcium ions on the sensory attributes of osmodehydrated carrot	44
<i>Dorota Kregiel</i> : The microbial contamination of a technological shop-floor air and the quality of packagings manufactured	52
<i>Małgorzata Kulczak, Marian Remiszewski, Eugeniusz Korbas, Maria Jeżewska, Danuta Czajkowska</i> : Quality assessment of ground coriander decontaminated with the use of steam and its storage stability.....	59
<i>Agata Marzec, Piotr P. Lewicki, Ewa Jakubczyk</i> : Cracker quality assessment using an acoustic emission method	67
<i>Agnieszka Nowak</i> : Microbial quality of vacuum packed tofu.....	73
<i>Elżbieta Oltuszek-Walczyk</i> : Microbiological quality of some selected prepared food products.....	80
<i>Marta Pasławska</i> : Changes in the colour of dried bilberries and raspberries while storing them	86
<i>Marta Pasławska, Anna Pelka</i> : The re-constititional properties and colour of dried strawberries	93
<i>Katarzyna Piasecka-Jóźwiak, Beata Chabłowska, Elżbieta Słowik, Joanna Rozmierska, Krystyna M. Stecka</i> : The application of starter cultures (containing some selected strains of lactic acid bacteria) to improve the quality of rye and wheat-rye bread products.....	100
<i>Beata Pyryt, Halina Kolenda</i> : The effect of a potato cultivar and cooking methods on the content of cadmium and lead in tubers after cooking.....	114
<i>Ewa Rembiałkowska, Ewelina Hallmann, Monika Adamczyk, Janusz Lipowski, Urszula Jasińska, Lubomila Owczarek</i> : The effect of technological processes on total polyphenols in & the antioxidant capacity of juice and mousse made of apples originating from the organic and conventional production.....	121
<i>Marian Remiszewski, Krzysztof Przygoński, Małgorzata Kulczak, Maria Jeżewska</i> : The optimization of extractive system and the assessment of antioxidant qualities of seeds of some selected leguminous plants	127

<i>Jaroslawa Rutkowska, Danuta Jaworska: Oxidative stability and sensory quality as the criteria of usefulness of refined oils for deep frying</i>	136
<i>Iwona Sitkiewicz, Sylwia Denoch: Rheological properties and retrogradation of some selected modified waxy maize starches</i>	143
<i>Sylwia Skapska, Bogdan Sieliwanowicz, Urszula Jasińska, Lubomila Owczarek, Janusz Lipowski, Maria Trzcńska, Aurelia Hałasinska: Changes in the natural antioxidant content in and antioxidant capacity of concentrated apple juice occurring during the manufacturing process</i>	152
<i>Izabela Steinka: Assessing the usefulness of polynomial equations for predicting the quality of hermetically packed lactic acid cheeses</i>	161
<i>Izabela Steinka, Anita Kukulowicz: The effect of freezing storage conditions on the micro-flora of aloe pulp</i>	173
<i>Katarzyna Świąder, Bożena Waszkiewicz-Robak: The intensity of sweetness of some selected sweeteners</i>	183
<i>Franciszek Świdorski, Bożena Waszkiewicz-Robak, Mieczysław Obiedziński, Dorota Matias: The quality of market pastry products with high fat content.....</i>	192
<i>Joanna Trafiałek, Danuta Kołożyn-Krajewska: The implementation of HACCP in small food manufacturing enterprises; results of regional surveys conducted in Poland before and after its accession to the European Union.....</i>	201
<i>Małgorzata Wroniak, Daniela Łukasik, Magdalena Maszewska: Comparison of the oxidative stability of some selected cold-pressed and fully refined oils</i>	214
<i>Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko, Magdalena Grudzińska: The effect of light exposure on greening and accumulation of chlorophyll & glycoalkaloids in potato tubers</i>	222
<i>Kazimiera Zgórska, Zbigniew Czerko, Małgorzata Grudzińska: The effect of some selected factors on the content of glycoalkaloids in potato tubers</i>	229
<i>Anna Zielińska, Janusz Czapki: The effect of increased temperature while storing minimally processed carrot on its microbiological quality</i>	235
<i>Anna Żbikowska, Paweł Krokocki, Krzysztof Krygier: Assessing the usefulness of shortenings containing a reduced amount of trans isomers of fatty acids for the production of sponge cakes.....</i>	246

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES/ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Tadeusz Sikora Prezes PTTŻ	AE, ul. Rakowicka 27, 31-510 KRAKÓW Tel./Fax: 012 293 50 54; e-mail: etsikora@cyf-kr.edu.pl
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 843 87 11 e-mail: kołożyn@alpha.sggw.waw.pl
Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 621 70 41; Fax.: 058 62 02 831
Prof. dr hab. Stanisław Mleko Oddział Lubelski	AR, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 444 63 10;
Prof. dr hab. Bogusław Król Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 68; Fax. 042 63 67 488
Dr hab. Grażyna Jaworska Oddział Małopolski	AR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 662 47 54; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Prof. dr hab. Jan Kłobukowski Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 32 70; e-mail: klobuk@uwm.edu.pl
Prof. dr hab. Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	AR, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 423 10 61
Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 593 75 68
Prof. dr hab. Henryk Jeleń Oddział Wielkopolski	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60, Fax.: 061 848 71 46
Prof. dr hab. Zygmunt Gil Oddział Wrocławski	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 04; Fax: 071 320 54 77
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 84 90 426
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	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@au.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17
Prof. dr hab. Waclaw Leszczyński Technologii Węglowodanów	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Dr inż. Maciej Wojtczak Młodej Kadry Naukowej	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 68; Fax: 042 63 67 488