

**POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**

**UNIwersytet Rolniczy im. Hugona Kollataja
w Krakowie
Wydział Technologii Żywności**

KOMITET NAUK O ŻYWNOŚCI PAN



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**



ŻYWNOŚĆ PROJEKTOWANA DESIGNED FOOD

Część II

**Maria Walczycka, Grażyna Jaworska,
Aleksandra Duda-Chodak, Ladislav Staruch**

(redaktorzy)

Recenzenci Naukowi

Prof. dr hab. dr hc. Antoni Rutkowski
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska

Prof. Aleksander Dandar, Słowacja

Prof. dr hab. Tadeusz Sikora
Prof. dr hab. inż. dr hc. Mieczysław Pałasiński
Prof. dr hab. Teresa Fortuna
Prof. dr hab. inż. Grażyna Jaworska
Dr hab. Elżbieta Sikora, prof. UR
Prof. dr hab. inż. Władysław Migdał
Prof. dr hab. inż. Krzysztof Surówka
Dr hab. inż. Piotr Gębczyński

Redakcja

Dr inż. Maria Walczycka
Prof. dr hab. inż. Grażyna Jaworska
Dr Aleksandra Duda-Chodak
Dr inż. Ladislav Staruch

Opracowanie graficzne

Dr inż. Tomasz Tarko
Dr Aleksandra Duda-Chodak

Wydawca

Oddział Małopolski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności
31-149 Kraków, ul. Balicka 122

© *Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2011*

Wydanie publikacji finansowane przez
Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISBN 978-83-932389-7-2

Materiały zostały wydrukowane w wersji przygotowanej przez Autorów

Partnerzy Wydania



**Browary
Polskie**



SPIS TREŚCI

<i>Rozdział 1</i>	7
Jarosław KOWALIK, Stefan ZIAJKA, Anna MIERZEJEWSKA, Justyna ŻULEWSKA	
Podstawy produkcji deserów mlecznych o właściwościach funkcjonalnych	
<i>Rozdział 2</i>	22
Jolanta BARAN, Władysław PIECZONKA, Maciej POMPA-ROBORZYŃSKI	
Sery owczo-kozie jako propozycja nowego produktu	
<i>Rozdział 3</i>	33
Maciej NASTAJ	
Wpływ pH na właściwości reologiczne pian uzyskanych z albuminy wysokopienistej	
<i>Rozdział 4</i>	46
Bogusław PAWLIKOWSKI, Olga SZULECKA	
Kształtowanie jakości i wartości odżywczej produktów ze śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej	
<i>Rozdział 5</i>	60
Joanna TKACZEWSKA, Władysław MIGDAŁ	
Zmiana wartości odżywczej oraz jakości mikrobiologicznej mięsa karpia, pstrąga i jesiotra w zależności od sposobu i miejsca hodowli	
<i>Rozdział 6</i>	72
Bartosz SOŁOWIEJ	
Wpływ skrobi modyfikowanych na właściwości teksturalne, reologiczne i topliwość analogów serów topionych o obniżonej zawartości tłuszczu	
<i>Rozdział 7</i>	87
Mariusz WITCZAK	
Charakterystyka reologiczna ciasta na bazie składników pozbawionych glutenu	
<i>Rozdział 8</i>	101
Mariusz WITCZAK	
Wpływ składu ciasta bezglutenowego na charakterystykę kleikowania i retrogradacji komponentów skrobiowych	
<i>Rozdział 9</i>	115
Katarzyna RATUSZ, Małgorzata WRONIAK	
Wpływ wybranych substancji słodzących na właściwości nektarów z aronii	
<i>Rozdział 10</i>	127
Małgorzata STRYJECKA	
Właściwości funkcjonalne niemodyfikowanych i acylowanych koncentratów białek ciecierzycy	
<i>Rozdział 11</i>	138
Emilia BERNAŚ	
Wpływ blanszowania mikrofalami na zmiany poziomu wybranych parametrów jakości mrożonych owocników pieczarki	
<i>Rozdział 12</i>	152
Marta PIETRUSZKA, Katarzyna PIELECH-PRZYBYLSKA, Józef St. SZOPA	
Zawartość produktów ubocznych w zacierach żytnich fermentowanych przez wybrane preparaty drożdży gorzelniczych	
<i>Rozdział 13</i>	166

Łukasz BYCZYŃSKI, Krzysztof ŻYŁA Enzymatyczne uwalnianie fosforu i mio-inozytolu z fitynianów przez fitazę B	
<i>Rozdział 14</i>	181
Paulina PAWŁOWSKA, Anna DIOWKSZ, Edyta KORDIALIK-BOGACKA, Wojciech AMBROZIAK Słodowanie owsa do produkcji piw bezglutenowych	
<i>Rozdział 15</i>	195
Jolanta KRÓL, Edyta TRAPSKA, Anna LITWIŃCZUK Motywy i bariery wdrażania systemu HACCP w placówkach zbiorowego żywienia	
<i>Rozdział 16</i>	206
Aleksandra DUDA-CHODAK, Tomasz TARKO, Paweł SATORA, Michał MACURA Produkty probiotyczne – ocena spożycia wśród studentów krakowskich uczelni	
<i>Rozdział 17</i>	221
Mima HADŽIKINOVA, Elżbieta SIKORA, Dimitr HADŽIKINOV, Marek SIKORA, Edyta Maja KUTYŁA, Magdalena KRYSZYJAN Charakterystyka i możliwości zastosowania polioli do wytwarzania wyrobów o słodkim smaku	
<i>Rozdział 18</i>	232
Ewa TRZETRZELEWSKA-LALIK, Tadeusz TUSZYŃSKI Stabilność mikrobiologiczna gotowanych kremów ciastkarskich	
<i>Rozdział 19</i>	245
Agnieszka KOZIOL-KOZAKOWSKA, Beata PIÓRECKA, W. Bruce TRAILL, Bhavani SHANKAR, Tino BECH-LARSEN, Jessica ASCHEMANN-WITZEL, Laura GENNARO, Sofia VALLELEY Prozdrowotne europejskie działania w zakresie reformulacji produktów żywnościowych	

PODSTAWY PRODUKCJI DESERÓW MLECZNYCH O WŁAŚCIWOŚCIACH FUNKCJONALNYCH

Jarosław Kowalik, Anna Mierzejewska, Stefan Ziajka, Justyna Żulewska

*Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
w Olsztynie, e-mail: j.kowalik@uwm.edu.pl*

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono możliwości produkcji deseru mlecznego o właściwościach funkcjonalnych. Opisano aspekty technologiczne, wymagania prawne oraz szereg działań niezbędnych do zakwalifikowania produktu do grupy żywności funkcjonalnej. Przedstawiono informacje o stosowanych składnikach biologicznie aktywnych, ich mechanizmie działania oraz wpływie na organizm człowieka (mikroflora probiotyczna, substancje prebiotyczne, sterole i stanole roślinne, sprzężony dien kwasu linolowego, substancje fitochemiczne). Omówiono bioaktywne składniki mleka, oraz ich właściwości prozdrowotne.

Zaprezentowano również możliwość wprowadzenia do deserów mlecznych takich składników jak inulina, białka serwatkowe, biologicznie aktywne peptydy, w tym peptydy o działaniu przeciwnadciśnieniowym, antymikrobiologicznym, przeciwutleniającym oraz kazeinofosfopeptydy. Przeanalizowano czynniki technologiczne mogące być przeszkodą dla zaprojektowania receptury deseru mlecznego zawierającego którykolwiek z tych składników. Wśród tych czynników znalazło się destrukcyjne działanie temperatury, pH oraz substancje utleniające. Zaproponowano rozwiązanie takich ograniczeń poprzez zastosowanie mikrokapsułkowania w odniesieniu do stosowanych dodatków funkcjonalnych.

Wśród konsumentów przeprowadzono ankietę w celu sprawdzenia wiedzy dotyczącej żywności funkcjonalnej. Wyniki badań przeprowadzone na grupie młodych osób w wieku od 20 do 26 lat przedstawiają częstotliwość spożycia wśród nich żywności

prozdrowotnej pochodzenia mleczarskiego. Opisane zostały tendencje spożycia oraz opinie na temat deseru mlecznego o właściwościach funkcjonalnych.

Słowa kluczowe: żywność funkcjonalna, desery mleczne

Wprowadzenie

Wpływ optymalnej diety oraz prawidłowego sposobu odżywiania na stan zdrowia człowieka znany był już w czasach starożytnych. Dowodem na to są słowa wypowiedziane przez filozofa i lekarza tamtych czasów, Hipokratesa: „*niech żywność będzie Twoim lekarstwem a lekarstwo Twoją żywnością*”. Obecnie powszechnie znana i rozumiana jest zależność pomiędzy odpowiednią dietą a jakością życia i możliwością jego przedłużenia [Żulewska i Ziajka 2006]. Szybko wzrastający udział osób starszych w społeczeństwie, duże koszty opieki zdrowotnej oraz coraz większa zapadalność ludzi na choroby dietozależne stały się przyczyną zainteresowania ludzi produktami korzystnie wpływającymi na stan ich zdrowia. Produkty funkcjonalne są również kierowane do osób prowadzących zdrowy tryb życia chcących jak najdłużej zachować młodość i zmniejszyć ryzyko zapadalności na pewne choroby [Górecka 2007].

Dane statystyczne potwierdzają dynamiczny rozwój sektora żywności funkcjonalnej sięgający nawet 20% w skali roku. Oszacowano, że wartość ogólnoswiatowego rynku produktów prozdrowotnych w roku 2012 wyniesie ponad 100 mld USD. Największy udział mają produkty zapewniające prawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego, mające pozytywny wpływ na układ krążenia oraz system immunologiczny. Znaczącą ich część zarówno w Polsce jak i na świecie stanowią produkty pochodzenia mleczarskiego [Krygier i Florowska 2008, Ziajka i wsp. 2008].

Rozwój technologii produkcji żywności funkcjonalnej spowodował kreowanie ustawodawstwa mającego na celu regulację zagadnień związanych z definicją żywności funkcjonalnej oraz ewentualną przynależnością produktu do tego typu żywności [Wrześniewska-Wal 2009]. Według ogólnie przyjętej definicji za żywność funkcjonalną można uznać produkty najczęściej posiadające w swym składzie specyficzne substancje bioaktywne o udowodnionym korzystnym wpływie na organizm ludzki [Świderski i Waszkiewicz-Robak 2005]. Japonia jako pierwsza, bo już w roku 1991 r., przyjęła ustawę o poprawie wyżywienia. W Stanach Zjednoczonych w roku 1994 pojawiła się ustawa w sprawie wzbogacania żywności i edukacji zdrowotnej. W Unii

Europejskiej zagadnienie żywności funkcjonalnej reguluje rozporządzenie w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych z roku 2006 [Wrześniewska-Wal 2009].

Za żywność funkcjonalną uważa się żywność o sprawdzonym korzystnym działaniu na organizm człowieka. Tego typu produkty powinny wpływać na poprawienie stanu zdrowia, zapobiegać lub zmniejszać ryzyko chorób oraz wzmacniać system odpornościowy organizmu [Górecka 2007]. Działanie prozdrowotne jest przypisywane składnikom funkcjonalnym, w które wzbogacane są określone produkty. Terminem tym określa się również produkty nie wzbogacane a pierwotnie zawierające elementy potencjalnie prozdrowotne. Przykładem są płatki owsiane, które zawierają β -glukan, czynnik obniżający poziom cholesterolu we krwi [Krygier i Florowska 2008].

Rynek żywności prozdrowotnej określa się jako najszybciej rozwijający. Krajami dominującymi w produkcji tego typu produktów są Stany Zjednoczone, Japonia oraz kraje Europy Zachodniej. Przyczyną tak szybkiego rozwoju jest coraz większe zainteresowanie konsumentów żywnością łagodzącą ich dolegliwości lub mogącą im zapobiec. Wpływ na taki stan ma również rosnąca konkurencja wśród producentów żywności, która prowadzi do powstawania nowych produktów oraz nowych metod ich promocji [Zduńczyk 2002].

W związku z wejściem w życie rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1924/2006 od 1 lipca 2007 roku producenci żywności funkcjonalnej wraz z upłynięciem okresów przejściowych są zobowiązani do stosowania oświadczeń żywieniowych. Są nimi sformułowania informujące w jasny sposób, lub też pośrednio dające do zrozumienia, że dany produkt posiada szczególne właściwości odżywcze związane z wartością energetyczną lub zawartymi substancjami odżywczymi. Dotychczas do stosowania przez producentów dopuszczone są 24 oświadczenia dotyczące m.in. zawartości błonnika, cukru. Trwają prace nad wejściem pięciu kolejnych oświadczeń z zakresu zawartości jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

W roku 2011 można się spodziewać opublikowania ogólnego wykazu oświadczeń zdrowotnych [Wrześniewska-Wal 2010].

Dyrektywy Unii Europejskiej nie zawierają definicji żywności funkcjonalnej. Powszechnie stosowana jest definicja powstała w ramach Europejskiego Programu Nauki o Żywności prowadzonego przez Międzynarodowy Instytut Nauki o Życiu (ILSI ang. International Life Science Institute). Brzmi ona następująco: „Żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub

więcej funkcji organizmu, ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia i samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób” [Ziajka i wsp. 2008].

Produkty mleczarskie o właściwościach funkcjonalnych

Produkty funkcjonalne wyprodukowane z mleka stanowią bardzo ważną i obszerną część segmentu żywności funkcjonalnej. Mleko jest istotnym składnikiem diety człowieka, zawierającym ważne witaminy, minerały, a także białka o wysokiej wartości odżywczej i aktywności biologicznej. Jest nośnikiem immunoglobulin i biologicznie aktywnych peptydów. Projektowanie i rozwój nowych mleczarskich produktów funkcjonalnych oznacza głównie modyfikację i/lub wzbogacanie „oryginalnej bazy produktu”, którą jest mleko [Ziajka i wsp. 2008]. Na rynku produktów mleczarskich znajduje się wiele różnych pozycji asortymentowych. Można je podzielić na trzy grupy. Pierwszą z nich stanowią produkty podstawowe, takie jak mleko, produkty fermentowane, sery, lody. Kolejną grupę tworzą produkty o wzbogaconej wartości, w których surowiec wyjściowy stanowi mleko, ale jego skład jest zmieniony. Przykładem może być mleko pozbawione laktozy, czy też desery mleczne wzbogacone dodatkowo o wapń i witaminy. Produkty te są skierowane do określonych grup konsumentów. Ostatnia grupa to produkty z udowodnionym korzystnym wpływem na zdrowie. Ich skład opiera się głównie na mleku, które jest wzbogacone dodatkami funkcjonalnymi, pochodzenia rodzimego (z mleka, np. CLA, czyli sprzężony dien kwasu linolowego; ang. conjugated linoleic acid) lub też pochodzącymi z innych źródeł (np. oligosacharydy) [Saxelin 2003].

Produkty probiotyczne – są to produkty zawierające w swym składzie bakterie probiotyczne w postaci i w ilości zapewniającej wystąpienie określonego korzystnego wpływu na organizm człowieka. Powszechnie uważa się, że prozdrowotne działanie na organizm ludzki wykazują jedynie aktywne formy bakterii probiotycznych. Potwierdzono jednak, że również formy nieaktywne mają pozytywny wpływ na zdrowie człowieka. Stwierdzono korzystne działanie zarówno całych komórek jak i składników ścian komórkowych inaktywowanych form *Bifidobacterium*. Wykazano także wpływ na system odpornościowy oraz antykancerogenne działanie egzopolisacharydów wytwarzanych przez rodzaj *Bifidobacterium* [Krajewska-Kamińska i wsp. 2007].

W Europie najbardziej popularne są różne warianty jogurtów i napojów fermentowanych z dodatkiem kultur probiotycznych [Krygier i Florowska 2008]. W Japonii i Stanach Zjednoczonych popularne są

napoje typu Yakult zawierające bakterie kwasu mlekowego oraz mieszanki fermentowanego mleka z sokiem owocowym [Saxelin 2003].

Produkty prebiotyczne – są to zazwyczaj jogurty i napoje fermentowane wzbogacone głównie w inulinę lub w fruktooligosacharydy [Śliżewska i Libudzisz 2002]. W krajach gdzie rynek produktów funkcjonalnych jest dobrze rozwinięty spotykane są również mleko, świeże serki oraz masło z dodatkiem węglowodanów. Nazwą prebiotyki określa się składniki pokarmu, które nie są trawione przez enzymy człowieka lub zwierzęcia a wywierają korzystny wpływ na organizm gospodarza. Korzystne oddziaływanie polega na wybiórczej stymulacji wzrostu i aktywności jednego lub kilku gatunków bakterii żyjących w okrężnicy, co powoduje poprawę zdrowia [Zduńczyk 2002, Saxelin 2003].

Powstały również produkty mleczarskie pozbawione cukru mlekowego (dla osób nietolerujących laktozę), który jest z nich usuwany metodami fizycznymi. Pierwsze tego typu produkty zostały wprowadzone na rynek w roku 2001 w Finlandii [Saxelin 2003].

Mleko jest nośnikiem aż pięciu frakcji białkowych o właściwościach alergizujących: kazeiny α_{s1} i β , β -laktoglobuliny, α -laktoalbuminy, albuminy serum [Ziarno 2006]. W celu pozbycia się alergienności powyższych białek stosowane są różne metody, m.in. hydroliza enzymatyczna, obróbka termiczna czy metody biotechnologiczne.

Ważną część sektora żywności funkcjonalnej stanowią produkty dla osób cierpiących z powodu chorób serca i układu krwionośnego. Znane są dwa produkty obniżające ciśnienie krwi. Jednym z nich jest napój Calpi Amiel wyprodukowany w Japonii. Funkcjonalność tego produktu opiera się na bioaktywnych tripeptydach (Val - Pro - Pro; Ile -Pro-Pro), które powodują obniżenie ciśnienia krwi [Saxelin 2003]. Peptydy te powstają z β -kazeiny w wyniku jej fermentacji przez bakterie z gatunku *L. helveticus*. W produkcie końcowym bakterie *L. helveticus* są inaktywowane podczas sterylizacji. Drugim produktem jest pochodzące z Finlandii mleko Evolus, w którym poza aktywnymi tripeptydami obecne są żywe kultury bakterii. Mleko dodatkowo wzbogacone jest minerałami: Ca, K i Mg [Post 2002].

Na obniżenie poziomu cholesterolu we krwi wpływ mają produkty zawierające stanole i sterole roślinne. Zadaniem tych substancji jest wiązanie cholesterolu. W krajach takich jak Wielka Brytania, w których zapotrzebowanie na tego rodzaju produkty jest szczególnie duże oferowanych jest kilka różnych produktów o podobnym działaniu (mleko, masło i tłuszcze do smarowania, jogurt).

Kolejnym przykładem składników prozdrowotnych w żywności są ufosforylowane peptydy (kazeinofosfopeptydy CPP) powstające w wyniku hydrolizy określonych frakcji kazeiny. Ich zdolność wiązania i transportu Ca pozwala na większą przyswajalność tego pierwiastka przez organizm człowieka oraz potencjalne wykorzystanie CPP jako składników funkcjonalnych w żywności prozdrowotnej.

Wśród żywności przeznaczonych dla osób zagrożonych lub leczących się na osteoporozę znajdują się przede wszystkim produkty mleczarskie wzbogacone w wapń i magnez. Często produkty te są dodatkowo wzbogacone w prebiotyki i soję. Uważa się, że zwiększają one absorpcję składników mineralnych w jelicie grubym [Krygier i Florowska 2008].

W przypadku, gdy produkty o zwiększonej zawartości wapnia są produktami niskotłuszczowymi lub beztłuszczowymi ważne jest również wzbogacanie ich witaminą D. Jest ona podstawową substancją zapewniającą absorpcję wapnia przez organizm człowieka. Przykładem produktów mleczarskich wzbogaconych w wapń są serki homogenizowane i desery mleczne przeznaczone dla dzieci [Saxelin 2003].

Popularne stają się innowacyjne mleczne produkty o właściwościach funkcjonalnych, które dotąd nie były powszechnie znane i spożywane. Przykładem jest mleko ułatwiające zasypianie czy jogurt korzystnie wpływający na wygląd skóry dzięki zawartym witaminom i minerałom. W roku 2002 w Wielkiej Brytanii zostało wprowadzone na rynek mleko ze zwiększonym poziomem melatoniny (hormon wydzielany przez szyszynkę), zwłaszcza w godzinach nocnych, powodujący przejściowe łagodne działanie nasenne. Właściwości nasenne umożliwiają zastosowanie jej jako składnika funkcjonalnego w produktach przeznaczonych dla konsumentów o indywidualnych potrzebach.

Kolejny przykład to sprzężony dien kwasu linolowego CLA, który ma wpływ na metabolizm lipidów w organizmie człowieka. CLA blokuje enzymy odpowiedzialne za odkładanie się tłuszczu oraz za metabolizm tkanki tłuszczowej w organizmie człowieka. Przypuszcza się, że pobudza on aktywność enzymu odpowiedzialnego za β -oksydację, proces spalania tkanki tłuszczowej [Waszkiewicz-Robak i wsp. 2007]. Poza efektem przeciwnowotworowym i wpływem na zawartość tłuszczu w organizmie stwierdzono również przeciwmiażdżycowe właściwości izomerów kwasu linolowego.

Biopeptydy

Liczne badania prowadzone przez grupy naukowe z całego świata potwierdzają biologiczną aktywność wielu składników mleka w zakresie zmniejszenia ryzyka rozwoju chorób cywilizacyjnych. W konsekwencji bioaktywne komponenty mleka stały się częścią nowego sektora branży mleczarskiej oraz przedmiotem badań nad możliwością jak największego ich wykorzystania [Chatterton i wsp. 2006].

Szczególnie wartościowa pod względem funkcjonalności może okazać się laktoferyna. Jest to glikoproteina występująca w mleku w połączeniu z żelazem. Badania prowadzone przez Kawaguchi w roku 1989 wykazały, że włączenie laktoferyny w dietę niemowląt o niskiej masie urodzeniowej stymuluje u nich wzrost prawidłowej mikroflory jelitowej (*Bifidobacterium*), jednocześnie obniżając poziom patogenów jelitowych takich jak *Clostridium* [Wakabayashi i wsp. 2006].

Mleko jest jednym z głównych źródeł otrzymywania bioaktywnych peptydów. Peptydy pochodzące z białek mleka wykazują w głównej mierze następujące aktywności: obniżają ciśnienie krwi, uczestniczą w kontroli masy ciała, skurczów mięśni gładkich, działają przeczyszczająco, immunomodulacyjne [Ziajka i wsp. 2008]. Największe znaczenie w kreowaniu żywności funkcjonalnej wydają się mieć peptydy o działaniu przeciwnadciśnieniowym, antyoksydacyjnym, i antymikrobiologicznym. Bioaktywne właściwości tych fragmentów białek pozwalają na ich wykorzystanie w produkcji żywności funkcjonalnej. Tego rodzaju bioaktywne peptydy są naturalnie obecne w „kwaśnym mleku” i napojach mlecznych fermentowanych z udziałem *Lb. helveticus*, *S. cerevisiae* [Iwaniak i Dziuba 2009]. Hydrolizaty białkowe w postaci peptydów przeciwnadciśnieniowych mogą służyć jako komponenty żywności funkcjonalnej zapobiegającej nadciśnieniu krwi. Wśród peptydów powstałych na skutek rozkładu kazeiny oraz β -laktoglobuliny znajdują się peptydy o właściwościach przeciwtleniających [Pihlanto 2006].

Do grupy najważniejszych kwasów tłuszczowych pod względem korzyści zdrowotnych należą kwasy omega 3: α -linolenowy, eikozapentaenowy (EPA) oraz dokozaheksaenowy (DHA). Powstają one na drodze wydłużenia i desaturacji łańcucha węglowego kwasu α -linolenowego [Marciniak-Łukasiak i Krygier 2004]. Kwasy te dostarczane do organizmu w odpowiednich ilościach zapobiegają powstawaniu zmian miażdżycowych, są też skuteczne w profilaktyce i terapii chorób układu sercowo-naczyniowego a także choroby wieńcowej. Wykazano też, że ich obecność w diecie zmniejsza

zapadalność na cukrzycę i łuszczycę oraz obniża ciśnienie krwi [Marciniak-Łukasiak i Krygier 2004].

Desery mleczne

Desery mleczne są stosunkowo młoda grupą produktów na polskim rynku artykułów mleczarskich. Kilkanaście lat temu były one w Polsce produktem nieznanym i mało dostępnym, w przeciwieństwie do krajów Europy Zachodniej [Mleko i Tomczyńska-Mleko 2008]. Obecnie desery stanowią ważną grupę produktów mleczarskich zarówno bogatych w składniki odżywcze jak i atrakcyjnych pod względem struktury i cech organoleptycznych [Nastaj i wsp. 2007]. Kilka lat temu podział deserów mlecznych obejmował produkty należące do takich grup jak: desery ubijane (np. koktajle, lody), desery nie ubijane (np. puddingi, desery jogurtowe), ubijane kremy oraz desery typu instant [Kołożyn- Krajewska i wsp. 1999]. Aktualny podział deserów obejmuje takie produkty jak puddingi, desery kremowe, desery z ryżem lub kaszą manną, desery z bitą śmietaną, a także inne m.in. typu pianka i sernik [Górska-Warsewicz 2008]. W ostatnich latach pojawiła się nowa linia serków homogenizowanych, które mają coraz więcej cech wspólnych z deserami mlecznymi, np. innowacyjne smaki zbieżne ze smakami deserów oraz opakowania dwukomorowe, charakterystyczne dotychczas dla deserów [Górska-Warsewicz 2007].

Głównymi surowcami stosowanymi w produkcji deserów są mleko, sacharoza, barwniki i aromaty, stabilizatory oraz substancje żelujące. Powszechnie stosowanymi w tym celu substancjami są skrobie modyfikowane, karageny, gumy, pektyny i żelatyna [Nastaj i wsp. 2007].

Zastosowanie dodatków funkcjonalnych w produkcji deserów mlecznych

Coraz większe zainteresowanie społeczeństwa zdrowym stylem życia powoduje kreowanie nowych produktów, wzbogaconych w składniki funkcjonalne i korzystnie oddziałujących na organizm. Znaczną część tego typu żywności stanowią produkty mleczarskie [Żulewska i Ziajka 2006]. Popularność deserów mlecznych wśród konsumentów może skłaniać do zastanowienia się nad możliwością wykreowania deseru posiadającego składniki korzystnie wpływające na organizm konsumenta.

Uzyskanie funkcjonalności deserów nie musi polegać wyłącznie na dodatku specyficznych składników. Korzyści zdrowotne przynieść mogą również składniki pierwotnie obecne w produkcie. Struktura deserów mlecznych opiera się na środkach żelujących. Środkami takimi są

hydrokoloidy, do których należą m.in. agar, guma arabska, pektyna, skrobie modyfikowane [Dłużewska i Florowska 2010]. Skrobie stosowane w deserach są rozpuszczalną formą błonnika pokarmowego. Błonnik ten spełnia w organizmie człowieka korzystne funkcje m.in. daje uczucie sytości i zmniejsza kaloryczność produktu, stabilizuje poziom glukozy we krwi, wiąże szkodliwe substancje obecne w jelitach, zmniejsza ryzyko wystąpienia raka jelita grubego oraz wpływa na zmniejszenie ryzyka wystąpienia chorób układu krążenia i cukrzycy [Dłużewska i Florowska 2010].

Korzyści zdrowotne może również przynieść zastosowanie preparatów teksturotwórczych uzyskanych z miąższu aloesu. Dzięki obecności takich substancji jak polimannozy, glukomannozy, czy mukopolisacharydy preparaty te pozwalają na uzyskanie struktury żelu. Jednocześnie są one źródłem biologicznie aktywnych substancji wpływających na zapobieganie m.in. bólom głowy, artretyzmowi oraz zwiększając odporność organizmu [Mleko i Tomczyńska-Mleko 2008].

Prowadzono badania nad możliwością wprowadzenia inuliny do deserów mlecznych powstających na bazie odtłuszczonego i pełnego mleka w proszku. Inulina jest substancją zaliczaną do grupy prebiotyków. Poza stymulacją rozwoju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* sp. posiada ona działanie antykancerogenne, hipoglikemiczne (reguluje poziom glukozy i insuliny we krwi), wpływa na zmniejszenie poziomu cholesterolu we krwi, oraz zwiększa biodostępność składników mineralnych takich jak Ca, Fe i Mg [Górecka i wsp. 2009].

Możliwe jest zastąpienie wykorzystywanych mieszanin żelujących na rzecz preparatów białek serwatkowych. Serwatka niegdyś uważana za kłopotliwy produkt uboczny okazała się źródłem bogatej i zróżnicowanej mieszaniny białek, posiadających szerokie możliwości w zakresie budowy struktury, funkcji odżywczych i biologicznych [Smithers i Ballard 1996]. Korzyści wynikające z ich wykorzystania to również mniejsze koszty wytwarzania produktu i ograniczenie zastosowania surowca niemleczarskiego. Białka serwatkowe mają właściwości teksturotwórcze, wpływają na zmianę lepkości oraz pozwalają na utrzymanie wody w produkcie, tworzenie piany i żeli [Glibowski 2004].

Aplikacja koncentratów białek serwatkowych (WPC) lub ich izolatów (WPI) do deserów mlecznych pozwala na otrzymanie lepszej struktury produktów w porównaniu z zastosowaniem wszystkich białek mleka [Nastaj i wsp. 2007]. Poza właściwościami tworzenia tekstury, białka serwatkowe są cennymi składnikami odżywczymi. Są źródłem ważnych

aminokwasów siarkowych, tryptofanu i lizyny. Ponadto w ich skład wchodzi wszystkie aminokwasy egzogenne, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Białka te są źródłem biologicznie aktywnych peptydów mających właściwości m.in.: obniżają ciśnienie krwi, regulują przepływ jonów oraz czynności błony śluzowej żołądka [Iwaniak i Dziuba 2009]. Wykorzystanie białek serwatkowych w roli nośnika bioaktywnych peptydów jest na chwilę obecną mało prawdopodobne. Przyczyną jest wrażliwość białek serwatkowych na ogrzewanie. W temperaturze 85-95°C w czasie 1-2 sekund denaturacji ulega około 50%, natomiast po zagotowaniu zostaje zmieniona struktura aż 75% białek serwatkowych [Gawęcki 2003].

Ze względu na problem zachorowań współczesnego społeczeństwa na choroby układu krążenia racjonalne wydaje się wzbogacenie deserów mlecznych peptydami o właściwościach przeciwnadciśnieniowych.

Przemysłowa produkcja bioaktywnych peptydów jest ograniczona możliwościami technologicznymi, oraz brakiem określonej technologii produkcji możliwej do przeprowadzenia na dużą skalę. Dotychczas najbardziej efektywną techniką otrzymywania peptydów jest hydroliza enzymatyczna białek prowadzona w sposób ciągły. Tak przeprowadzona hydroliza jest procesem tańszym i bardziej wydajnym w porównaniu z tradycyjnie przeprowadzonym rozkładem protein [Korhonen i Pihlanto 2006].

Możliwości oraz ograniczenia technologiczne

W celu zwiększenia atrakcyjności dla konsumenta desery mleczne są często produkowane w postaci spienionej. Aby zapobiec utlenianiu składników oraz degradacji dodatków funkcjonalnych w tego typu produktach w procesie pienienia zamiast powietrza zastosowanie mają gazy obojętne np. azot [Czapski i Kidoń 2009]. Skutkiem działania wysokiej temperatury i odczynu zasadowego jest powstawanie silnie reaktywnej dehydroalaniny z takich aminokwasów jak alanina, cystyna, cysteina, fosfoseryna. Powstała dehydroalanina może wchodzić w reakcje z innymi aminokwasami tworząc m.in lizynoalaninę [Lopez-Fandino i wsp. 2006]. Powstałe produkty obniżają przyswajalność jak i wartość odżywczą białek. Mogą również mieć szkodliwy wpływ na zdrowie człowieka.

Wrażliwość bioaktywnych składników na działanie czynników temperaturowych skłania do zastanowienia się nad technologicznymi możliwościami umieszczenia ich w deserach mlecznych, poddawanych, np. działaniu wysokich temperatur podczas tworzenia pożądanej tekstury.

Rozwiązaniem może okazać się mikrokapsułkowanie lub inna metoda chroniąca aktywne peptydy i zapewniająca ich dotarcie w niezmienionej aktywnej postaci do miejsca działania w organizmie człowieka.

Mikrokapsułkowanie jest metodą zamykania składników żywności w otoczki. Pozwala na wprowadzanie do produktu żywnościowego substancji wrażliwych na warunki środowiskowe podczas procesu produkcji, zwiększenie trwałości kapsułkowanego dodatku oraz na kontrolowane uwolnienie umieszczonego w kapsułkach składnika [Sikora i wsp. 1998]. Możliwe jest również wprowadzanie tym sposobem do żywności bioaktywnych składników prozdrowotnych, m.in. witamin i składników mineralnych oraz kwasów tłuszczowych z grupy omega-3 [Dłużewska 2008]. Możliwość wprowadzenia do produktu mleczarskiego bioaktywnych peptydów wiąże się ze znalezieniem odpowiedniej metody ich „zamykania” oraz dobraniem materiału powlekającego spełniającego szereg wymagań. W przemyśle spożywczym kapsułkowanie najczęściej opiera się na stosowaniu układów emulsyjnych, kapsulek żelowych, ekstruzji, oraz na wykorzystaniu suszenia rozpyłowego [Champagne i Fustier 2007].

W niniejszej pracy przedstawiono możliwości i przeszkody związane z wprowadzeniem do deseru mlecznego składnika o właściwościach funkcjonalnych. Przeprowadzono również badania ankietowe w celu poznania opinii konsumentów na temat mlecznych produktów funkcjonalnych. Ankieta służyła poznaniu preferencji konsumentów odnośnie różnego rodzaju produktów funkcjonalnych oraz częstotliwości ich spożycia. Badania umożliwiły uzyskanie informacji dotyczących konsumpcji deserów mlecznych.

Omówienie wyników ankiety

Badania ankietowe zostały przeprowadzone na grupie 52 osób w wieku od 20 do 26 lat, Ankietowanym zadano 8 pytań dotyczących znajomości mlecznych produktów funkcjonalnych oraz częstotliwości ich spożywania. Poniżej przedstawiono omówienie kilku pytań zadanych ankietowanym.

Na pytanie „Czy kiedykolwiek spotkał/a się Pan/Pani z pojęciem „żywność funkcjonalna” lub „żywność prozdrowotna”?, znacząca większość, bo aż 90,38% ankietowanych odpowiedziała twierdząco. Pozostali badani, stanowiący 9,62 % nigdy nie spotkali się z żadnym z przedstawionych pojęć.

Na pytanie „Jakiego rodzaju mleczne produkty funkcjonalne spożywa Pan/Pani?”, poddane badaniu osoby mogły udzielić kilku odpowiedzi spośród 7 przedstawionych propozycji. Największą popularnością wśród ankietowanych cieszyły się produkty regulujące pracę przewodu pokarmowego oraz wzmacniające odporność. Pierwsze stanowiły 33,80% wszystkich odpowiedzi, drugie natomiast 30,98%. Dużą część osób badanych, bo 21,12% spożywa produkty wzbogacone w składniki mineralne i witaminy. 11,26% spożywa produkty niskoenergetyczne, czyli o obniżonej zawartości tłuszczu i węglowodanów. Słabą popularnością wśród tej młodej grupy ankietowanych cieszą się produkty obniżające poziom cholesterolu we krwi oraz artykuły przeznaczone dla osób dbających o urodę. Ich udział stanowił zaledwie 1,40%. Wśród respondentów nie było osoby korzystającej z produktów przeznaczonych dla osób z nietolerancją laktozy.

Na pytanie o treści „Jak często spożywa Pan/Pani desery mleczne?”, znaczna część ankietowanych (53,85%) odpowiedziała że spożywa je okazjonalnie. Osoby spożywające desery mleczne kilka razy w tygodniu, oraz kilka razy w miesiącu mają taki sam udział w całości badanej grupy (w obu przypadkach 23,08%). Nikt spośród zapytanych nie zadeklarował ich spożywania każdego dnia.

Znaczna większość, bo 84,61% ankietowanych twierdzi, że byłyby zainteresowane artykułem spożywczym w postaci deseru mlecznego o właściwościach funkcjonalnych. Brak zainteresowania takim produktem przejawia jedynie 15,38% badanych osób.

69,23% respondentów uważa, że dostępna na rynku oferta mlecznych produktów funkcjonalnych jest całkowicie wystarczająca. Pozostałe 30,76% badanych, którzy nie są zadowoleni z dostępnych produktów tego typu zostało poproszonych o umieszczenie swoich spostrzeżeń oraz uwag. Znaczna część umieszczonych uwag dotyczyła niezrozumiałego oznaczenia produktów funkcjonalnych oraz braku jasnego przekazu na temat właściwości prozdrowotnych dodatkowego składnika zawartego w artykule spożywczym. Wynika z tego, że respondenci szukają produktu, którego potencjalne działanie prozdrowotne będzie opisane językiem zrozumiałym dla wszystkich. W ostatnim pytaniu ankietowani mieli przedstawić swoją opinię na temat produktów funkcjonalnych. Na pytanie „Jaki jest Pana/Pani stosunek do mlecznych produktów funkcjonalnych?”, 59,61% osób odpowiedziało, że mają one korzystny wpływ na zdrowie. 21,15% ankietowanych przyznało, że zbyt mało wie o tego typu produktach, natomiast 19,23% osób uważa, że ich prozdrowotne działanie to jedynie chwyt reklamowy.

Wnioski i podsumowanie

- W technologii produkcji deserów mlecznych są procesy mogące mieć negatywny wpływ na ewentualny dodatek składnika funkcjonalnego. Do procesów tych należą pasteryzacja, sterylizacja, homogenizacja i spienianie. Działanie wysokich temperatur, wysokiego ciśnienia, czy też czynników utleniających może powodować obniżenie aktywności składnika funkcjonalnego lub też całkowitą jego inaktywację.
- Dodatek składnika o właściwościach funkcjonalnych jest możliwy w końcowym etapie produkcji deseru (po obróbce cieplnej i przed zapakowaniem produktu), bądź też na początku procesu produkcyjnego, wraz z wszystkimi surowcami. Pierwsza możliwość pozwala na uniknięcie szkodliwego wpływu takich czynników jak wysoka temperatura na bioaktywny składnik. W drugim przypadku substancja bioaktywna narażona jest na niekorzystne działanie czynników temperaturowych oraz wysokiego ciśnienia.
- Obniżenie szkodliwego działania temperatury, ciśnienia oraz tlenu na substancję bioaktywną jest możliwe poprzez zmniejszenie wartości tych parametrów (niższa temperatura i ciśnienie) lub modyfikację niektórych procesów (użycie gazów obojętnych np. azotu). Dodatkową ochronę przed szkodliwym wpływem stanowi zastosowanie techniki mikrokapsułkowania w odniesieniu do substancji bioaktywnej.
- Większość ankietowanych spotkała się z pojęciem „żywność funkcjonalna” lub „żywność prozdrowotna”. Jest to najprawdopodobniej spowodowane coraz większym zainteresowaniem tego typu produktami wśród konsumentów.
- Znaczna część osób biorących udział w badaniu ankietowym spożywa desery mleczne okazjonalnie. Duża liczba (84,61%) badanej grupy byłaby zainteresowana produktem funkcjonalnym w postaci deseru mlecznego. Wprowadzenie na rynek tego typu produktu mogłoby wpłynąć na większe zainteresowanie deserami wśród konsumentów oraz spowodować wzrost ich spożycia.

Literatura

1. Champagne C.P., Fustier P., *Microencapsulation for delivery of probiotics and other ingredients in functional dairy products*, w: *Functional dairy products vol.2* (red. Saarela M.), Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 2007, 404-426.
2. Chatterton D., Smithers G., Roupas P., Brodkorb A., *Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – Technological implications for processing*, *International Dairy Journal* 2006, 16, 1229-1240.
3. Czapski J., Kidoń M., *Zastosowanie gazów w przemyśle spożywczym*, *Przemysł Spożywczy* 2009, 4, 12-15.

4. Dłużewska E., Florowska A., *Nowoczesne substancje strukturotwórcze*, Przemysł Spożywczy 2010, 5, 8-11.
5. Gawęcki J., *Białka pochodzenia zwierzęcego, ich charakterystyka i znaczenie w żywności*, Białka w żywności i żywieniu, wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, 2003, 31-36.
6. Glibowski P., *Zastosowanie białek serwatkowych w przemyśle spożywczym*, Przegląd Mleczarski 2004, 9, 10-13.
7. Górecka D., Konieczny P., Gramza-Michałowska A., *Inulina znaczenie żywieniowe i technologiczne*, Przemysł Spożywczy 2009, 10, 22-27.
8. Górecka D., *Nowe kierunki produkcji żywności funkcjonalnej i instrumenty jej promocji*, Przemysł Spożywczy 2007, 6, 20-22.
9. Górską- Warszewicz H., *Marki na rynku serków homogenizowanych*, Przegląd Mleczarski 2007, 11, 52-53.
10. Górską- Warszewicz H., *Pozycjonowanie marek deserów mlecznych*, Przegląd Mleczarski, 2008, 5, 38-39.
11. Iwaniak A., Dziuba J., *Bioaktywne sekwencje w białkach żywności*, (w:) Biologicznie aktywne peptydy i białka żywności pod red. J. Dziuby, Ł. Fornal, WNT, 2009, 176-182.
12. Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., Skrzypek M., *Mleko, Towaroznawstwo*, WSiP, Warszawa, 1999, 50-51.
13. Korhonen H., Pihlanto A., *Bioactive peptides: Production and functionality*, International Dairy Journal 2006, 16, 945-953.
14. Krajewska-Kamińska E., Śmietana Z., Bohdziewicz K., *Bakterie probiotyczne w produkcji żywności*, Przemysł Spożywczy 2007, 5, 36-41.
15. Krygier K., Florowska A., *Żywność funkcjonalna obecnie i w przyszłości*, Przemysł Spożywczy 2008, 5, 2-6.
16. Lopez-Fandino R., Ote J., van Camp J., *Physiological, chemical and technological aspects of milk- protein- derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity*, International Dairy Journal 2006, 16, 1278-1289.
17. Marciniak-Łukasiak K., Krygier K., *Charakterystyka kwasów omega 3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej*, Przemysł Spożywczy 2004, 12, 32-33.
18. Mleko S., Tomczyńska-Mleko M., *Desery mleczne składniki interakcje*. Agro Przemysł 2008, 3, 53-58.
19. Nastaj M., Gustaw W., Sołowiej B., *Właściwości reologiczne deserów otrzymanych z białek serwatkowych z dodatkiem różnych substancji słodzących* Żywność Nauka Technologia Jakość, 2007, 5, 283-289.
20. Pihlanto A., *Antioxidative peptides derived from milk proteins*, International Dairy Journal 2006, 16, 1306-1314.
21. Post G., *Żywność i napoje funkcjonalne- czy jest to ważna kategoria produktów?*, Przemysł fermentacyjny i owocowo-warzywny 2002, 5, 18-19.
22. Saxelin M., Korpela R., Mäyrä-Mäkinen A., *Introduction: classifying functional dairy products*, w: Functional dairy products. (red. T.M. Sandholm, M. Saarela), wyd. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 2003, 1-16.
23. Sikora M., Korus J., Achremowicz B., *Mikrokapsułkowanie metodą koacerwacji*, Żywność Nauka Technologia Jakość 1998, 4, 18-19.
24. Śliżewska K., Libudzisz Z., *Wykorzystanie oligosacharydów jako prebiotyków*, Przemysł Spożywczy 2002, 4, 10-12.
25. Smithers G., Ballard J., *New opportunities from the Isolation and Utilization of Whey Proteins*, Journal of Dairy Science 1996, 8, 1454-1458.
26. Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., *Składniki bioaktywne w żywności funkcjonalnej*, Przemysł Spożywczy 2005, 4, 20-22.
27. Wakabayashi H., Yamauchi K., Takase M., *Lactoferrin research, technology and applications*, International Dairy Journal 2006, 16, 1241-1251.
28. Wrześniewska-Wal I., *Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne aspekty prawne i naukowe*, Przemysł Spożywczy 2010, 1, 30-33.

29. Wrześniewska-Wal I., *Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne nowe obowiązki dla producentów*, Przemysł Spożywczy 2010, 7-8, 82-85.
30. Wrześniewska-Wal I., *Żywność funkcjonalna- aspekty prawne*, Przemysł Spożywczy 2009, 1, 30-33.
31. Zduńczyk Z., *Probiotyki i prebiotyki oddziaływania lokalne i systemowe*, Przemysł Spożywczy 2002, 4, 6-8.
32. Ziajka S., Kowalik J., Łobacz A., *Funkcjonalne produkty mleczne*, Przegląd Mleczarski 2008, 7, 4-8.
33. Ziarno M., *Alergia na białka mleka a procesy technologiczne*, Przemysł Spożywczy 2006, 7, 26-28.
34. Zulewska J., Ziajka S., *Koenzym Q10 w formie rozpuszczalnej w wodzie*, Przegląd Mleczarski 2006, 2, 4-5.

Abstract

This work aimed to explore the potential for production of milk desserts with functional properties. The technological possibilities, legal requirements and wide range of actions important to qualify product as a functional food were described. The information on biologically active compounds used (probiotic microflora, prebiotic substances, vegetable sterols and stanols, dien of conjugated linoleic acid) are presented as well as the mechanisms of their action and impact on human body. The milk bioactive components and their functional properties were also described.

The possibilities to enrich milk desserts with such the compounds as inulin, whey proteins, biologically active peptides, including peptides with antihypertensive, antimicrobial, antioxidative characteristics and caseinphosphopeptides were discussed. The technological factors which may present an obstacle for development of milk desserts enriched with one of the previously mentioned ingredients were discussed in this paper. The key factors were identified as: temperature, with its destructive character, pH and oxidative substances. To minimize unfavourable influence of these factors the microcapsulation of functional additives was proposed.

In order to check on the consumers' knowledge about functional food the survey was carried out. The results indicated on the frequent consumption of functional food (including dairy functional products) among young people aged 20 to 26. The trends in dairy desserts consumption and consumers' opinions on developing new product with functional properties were presented.

SERY OWCZO-KOZIE JAKO PROPOZYCJA NOWEGO PRODUKTU

Jolanta Baran¹, Władysław Pieczonka², Maciej Pompa-Roborzyński²

¹Zakład Towaroznawstwa, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie

²Katedra Ekonomii Politechnika Rzeszowska, e-mail: jola2mac@interia.pl

Streszczenie

Celem badań było określenie zawartości wybranych składników mineralnych oraz profilu kwasów tłuszczowych w kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych serach kozich, kozio-owczych i owczych, w kontekście zasadności wzbogacania walorów odżywczych mleka koziego dodatkiem mleka owczego. Badania obejmowały oznaczenie we wszystkich serach profilu kwasów tłuszczowych oraz zawartości ośmiu składników mineralnych: Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Cu. Uzyskane wyniki upoważniają do stwierdzenia, że dodatek mleka owczego do mleka koziego jest bardzo korzystnym zabiegiem przy produkcji serów kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Sery kozio-owcze są znacznie bogatsze – w porównaniu z serami kozimi - w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (w tym kwas CLA) oraz w kwas GLA. Korzystniejszy jest także profil mineralny serów kozio-owczych, które stanowią lepsze, niż sery kozie, źródło niektórych pierwiastków, szczególnie: jonów wapnia, magnezu, żelaza i miedzi

Słowa kluczowe: sery owcze, sery kozie, kwasy tłuszczowe, składniki mineralne

Wprowadzenie

Produkcja serów z mleka koziego z dużym powodzeniem prowadzona jest na południu Europy. Doprowadziło to do ogromnej różnorodności serów kozich, które kierowane są głównie do sprzedaży bezpośredniej lub do znajdującej się w pobliżu sieci handlowej. Przetwórstwo to ma zatem znaczenie i zasięg lokalny, chociaż eksport serów kozich, również na rynek polski, w ostatnich latach wykazuje tendencję wzrostową

[Baran i Pieczonka 2009]. W Polsce, pomimo wzrostu podaży kozich serów (importowanych i wytwarzanych w kraju), rynek tych produktów posiada nadal wyraźne cechy rynku „niszowego”. Konsumenci nabywają je, bowiem, pomimo wysokiej ceny, głównie ze względu na ich względy zdrowotne, odżywcze, dietetyczne.

Białka mleka koziego i jego przetworów nie tylko zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne w ilościach i proporcjach zbliżonych do zapotrzebowania organizmu dzieci i dorosłych [Kostyra i wsp. 1995, Kędzior 2005, Sikorski 2007], ale także są szybciej i łatwiej trawione oraz w wyższym stopniu przyswajane niż białka mleka krowiego. Współczesne badania nad właściwościami mleka koziego bezspornie potwierdzają pogląd, że dzieci, których przewód pokarmowy nie toleruje kazeiny mleka krowiego („skaza mleczna”), mogą być żywione mlekiem kozim [Cichocka i Pieczonka 2001].

Ponadto dietetycy podkreślają zalety produktów z mleka koziego wynikające z korzystnego profilu wartościowych kwasów tłuszczowych oraz z zawartości niektórych makro- i mikroelementów: sodu, magnezu, miedzi, żelaza, manganu.

Istnieją jednakże realne możliwości projektowania przetworów z mleka koziego o zwiększonej wartości odżywczej. Jedną z takich możliwości jest wzbogacanie wartości odżywczej serów wytwarzanych z mleka koziego przez dodatek mleka owczego i produkcję serów mieszanych. Mleko owcze charakteryzuje się bowiem znacznie wyższą, w porównaniu mlekiem kozim, ilością składników suchej masy, a zatem wyższą wartością odżywczą i biologiczną. Wynika to m.in. z wysokiej zawartości w tym mleku ważnych w żywieniu człowieka niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych i składników mineralnych.

Kwasy NNKT: kwas linolowy $C_{18:2}(n-6)$, linolenowy $C_{18:3}(n-3)$, arachidonowy $C_{20:4}(n-6)$, eikozapentaenowy $C_{20:5}(n-3)$, dekozaheksaenowy $C_{22:6}(n-3)$ biorą udział w wielu procesach biochemicznych ważnych dla zdrowia człowieka (są składnikiem fosfolipidów błon komórkowych, pełnią istotną rolę w transporcie kwasów tłuszczowych i cholesterolu, są też prekursorami prostaglandyn) [Jensen 2002, Reklewska i Bernatowicz 2002, Sikorski 2007].

Mleko owcze zalicza się do produktów o wysokiej zawartości składników mineralnych. Jest ono bogatym źródłem wapnia, magnezu i fosforu oraz niektórych pierwiastków śladowych: cynku, kobaltu, miedzi, żelaza, manganu [Juarez i Ramos 1986, Kędzior 2005, Anturac i wsp. 2007].

Jednym ze sposobów rozszerzenia oferty projektowanej żywności może być, więc podjęcie w Polsce produkcji serów mieszanych, z mleka koziego z dodatkiem mleka owczego. Przemawia za tym inna jeszcze okoliczność, a mianowicie coraz liczniejsza, szczególnie w rejonach górskich i na pogórzcu, liczba ferm zajmujących się równoczesną hodowlą owiec i kóz. W rejonach tych fermy koziarskie częstokroć sąsiadują też z fermami owczarskimi. Istnieją, więc, dogodne warunki do uruchomienia tego kierunku przetwórstwa.

Celem wykonanych badań było porównanie zawartości wybranych składników mineralnych oraz profilu kwasów tłuszczowych w serach wyprodukowanych z mleka koziego i z mleka owczego, w kontekście zasadności produkcji serów kozio-owczych.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym były sery wyprodukowane z mleka pozyskanego od owiec rasy Bergschaf i kóz rasy saaneńskiej, w okresie ich żywienia pastwiskowego (t.j. w 4., 5., 6. i 7. miesiącu laktacji). Ze zbiorczego, pasteryzowanego - w temp. 72°C przez 30 sekund - mleka przygotowano po 4 partie serów: kwasowych i kwasowo-podpuszczkowych. Każdy z nich sporządzano w trzech wariantach:

- sery kozie,
- sery kozio-owcze (mleko kozie i mleko owcze zmieszane w stosunku 1 : 1),
- sery owcze.

Sery kwasowe wytwarzano z mleka zaszczipionego liofilizowaną szczepionką (do bezpośredniego użycia) zawierającą bakterie mezofilne (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetilactis*, *Leuconstoc cremoris*). Koagulację prowadzono w temp. 20-25°C przez 12 godzin. Sery kwasowo-podpuszczkowe produkowano poprzez zaszczipienie bakteriami termofilnymi *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* i mezofilnymi *Lactococcus lactis* i zaprawienie płynną podpuszczką. Koagulację prowadzono w temp. +32-35°C przez 90 minut.

We wszystkich serach – bezpośrednio po ich wyprodukowaniu - oznaczano profil kwasów tłuszczowych oraz zawartość ośmiu składników mineralnych: Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe, Cu.

Zawartość kwasów tłuszczowych, jako procentowy udział w sumie wszystkich kwasów tłuszczowych, oznaczano metodą chromatografii

gazowej, sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS). Niniejsze opracowanie prezentuje część uzyskanych wyników, a mianowicie:

- udział sumy kwasów 1-nienasyconych,
- udział sumy kwasów wielonienasyconych,
- udział kwasu linolowego (C18:2 cis9,cis12),
- udział sprzężonego kwasu linolowego – CLA (C18:2 cis9,trans11),
- udział kwasu γ -linolenowego – GLA (C18:3 cis6,cis9,cis12).

Zawartość składników mineralnych oznaczano metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej. Mineralizację wykonywano metodą mikrofalową w podwyższonym ciśnieniu. Zawartość Ca, Na, K, Zn, Mg oznaczano metodą płomieniową, a zawartość Mn, Fe, Cu oznaczano metodą elektrotermiczną.

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

Wyniki oznaczeń interpretowano z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancyjnej, celem udzielenia odpowiedzi na pytanie, czy istnieje zróżnicowanie poziomu badanych składników w serach kozich, kozio-owczych i owczych [Dobosz 2001]. Hipotezy zerowe o braku różnic pomiędzy wartościami średnich w populacjach generalnych testowano testem F Fischera-Snedecora (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$). Analizę post-hoc wykonywano testem NIR. Do obliczeń wykorzystano pakiet Statistica 9.

Wyniki i dyskusja

Profil kwasów tłuszczonych w badanych serach przedstawiono w tabeli 1 i 2, a zawartość makro- i mikroelementów - w tabeli 3 i 4. Są to wartości średnie za cały badany okres (4-7 miesiąc laktacji). Tabele te prezentują ponadto wyniki przeprowadzonej analizy wariancyjnej (wartości obliczone testu F oraz wyniki testu NIR).

Tabela 1. Profil kwasów tłuszczowych serów kwasowych

Ser	Miara stat.	Suma kwasów 1-nienasyconych	Suma kwasów wielonienasyconych	Kwas linolowy	CLA	GLA
		%				
Kozi	\bar{x}	20,56 b	5,48 a	2,48	0,91 a	1,28 a
	SD	1,26	0,31	0,24	0,06	0,19
Kozio-owczy	\bar{x}	20,08 b	6,53 b	2,31	1,95 b	1,46 a
	SD	3,61	0,99	0,43	0,31	0,03
Owczy	\bar{x}	17,96 a	7,79 c	2,18	3,88 c	2,68 b
	SD	3,06	1,05	0,31	0,55	0,04
F						
		4,307*	4,500*	3,627	4,123*	8,867*

* oznacza statystycznie istotną wartość testu F przy poziomie $\alpha = 0,05$. Jednakowe symbole literowe oznaczają zakwalifikowanie średnich do jednorodnej grupy w teście NIR

Suma kwasów 1-nienasyconych, wielonienasyconych oraz zawartość sprzężonego kwasu linolowego i kwasu γ -linolenowego w tłuszczu serów kwasowych była istotnie zróżnicowana (tabela 1). Udział kwasów 1-nienasyconych był niższy w tłuszczu sera kwasowego owczego w porównaniu z tłuszczem sera kozio-owczego i koziego (odpowiednio: około 18% i ponad 20%) Suma kwasów wielonienasyconych wynosiła w tłuszczu sera owczego średnio około 8%, w tłuszczu sera kozio-owczego średnio 6,5%, natomiast poziom tych kwasów był najniższy w serze kozim (średnio około 5,5%). Zawartość CLA była najwyższa w tłuszczu sera owczego (średnio około 4%), a w pozostałych serach kształtowała się na znacznie niższym poziomie (w tłuszczu sera koziego - około 1% i w tłuszczu sera kozio-owczego - około 2%). Tłuszcz sera owczego był też bogatszy od tłuszczu sera koziego i kozio-owczego w GLA – różnica wynosiła ponad 1%. Udział kwasu linolowego w tłuszczu wszystkich serów kwasowych kształtował się na podobnym poziomie i wynosił średnio 2,2 – 2,5%).

Tabela 2. Profil kwasów tłuszczowych serów kwasowo-podpuszczkowych

Ser	Miara stat.	Suma kwasów 1-nienasyconych	Suma kwasów wielonienasyconych	Kwas linolowy	CLA	GLA
		%				
Kozi	\bar{x}	22,52 c	4,21 a	2,76 b	0,62 a	0,57 a
	SD	1,16	0,28	0,38	0,02	0,02
Kozio-owczy	\bar{x}	19,66 b	7,46 b	2,55 b	2,35 b	1,74 b
	SD	3,00	1,44	0,26	0,46	0,22
Owczy	\bar{x}	18,83 a	9,51 c	2,16 a	3,91 c	2,25 c
	SD	2,80	1,31	0,19	0,61	0,25
F						
		4,484*	9,352*	7,488*	6,941*	61,552*

* oznacza statystycznie istotną wartość testu F przy poziomie $\alpha = 0,05$. Jednakowe symbole literowe oznaczają zakwalifikowanie średnich do jednorodnej grupy w teście NIR

Suma kwasów 1-nienasyconych, wielonienasyconych, a także zawartość kwasu linolowego, CLA i kwasu γ -linolenowego w tłuszczu wytworzonych serów kwasowo-podpuszczkowych była istotnie zróżnicowana (tabela 2). Udział kwasów 1-nienasyconych był niższy w tłuszczu sera owczego w porównaniu z tłuszczem sera kozio-owczego i koziego (odpowiednio: 18,8% i 19,7-22,5%) Suma kwasów wielonienasyconych wynosiła w tłuszczu sera owczego średnio 9,5%, w tłuszczu sera kozio-owczego średnio około 7,5%, natomiast poziom tych kwasów był najniższy w serze kozim (średnio ponad 4%). Udział kwasu linolowego w tłuszczu sera owczego był istotnie niższy w porównaniu z tłuszczem sera kozio-owczego i koziego (odpowiednio 2,1% i 2,5-2,8%). Zawartość sprzężonego kwasu linolowego była najniższa w tłuszczu sera koziego (średnio 0,6%), natomiast w pozostałych typach serów kształtowała się na zdecydowanie wyższym poziomie (w tłuszczu sera kozio-owczego - ponad 2% i w tłuszczu sera owczego - około 4%). Tłuszcz sera owczego był także bogatszy (ponad 2,2%) od sera koziego i kozio-owczego w kwas γ -linolenowy – odpowiednio ponad 0,5% i ponad 1,7%.

Wyniki wykonanych badań w znacznym zakresie potwierdzają informacje w dostępnej literaturze.

Wg autorów włoskich w tłuszczu sera Pecorino znajduje się około 27% kwasów 1-nienasyconych i 5,5% kwasów wielonienasyconych, a w serach kozich – odpowiednio: 23,0% i 4,0% [Prandini i wsp. 2007]. Podobnie twierdzą inni autorzy, wg których zawartość kwasów nienasyconych (łącznie) wynosi prawie 30% wszystkich kwasów w mleku kozim i około 27% - w kozim serze Domiati [Soryal i wsp. 2003].

Autorzy informują, że kwas linolowy stanowi ponad 3,0% kwasów tłuszczowych owczych serów [Cabiddu i wsp. 2006]. Zarówno w serach owczych jak i kozich wskaźnik ten kształtuje się na poziomie 2,0 – 2,6% [Iverson i Sheppard 1989]. Hiszpański owczy ser Queso Manchego zawierał średnio 2,8% kwasu linolowego [Sinclair i wsp. 2007].

Biały ser produkowany w Bułgarii z mleka koziego zawierał tylko około 0,5% CLA [Michajlova 2007], a tłuszcz świeżego białego sera owczego – znacznie więcej, bo około 1,7% CLA [Nudda i wsp. 2005]. Wśród zbadanych wielu gatunków i typów serów włoskie owcze sery Pecorino należały do najbogatszych w kwas CLA – zawierały do 0,8 mg tego kwasu w 100 g tłuszczu [Prandini i wsp. 2007]. Inne sery włoskie z mleka owczego charakteryzowały się jeszcze wyższym poziomem kwasu CLA – od 1,0 do 2,5% wszystkich kwasów tłuszczowych [Cabiddu i wsp. 2006].

Nie wszystkie informacje na temat udziału kwasu γ -linolenowego w puli kwasów tłuszczowych mleka pokrywają się z wynikami uzyskanych badań, co prawdopodobnie wynika z różnego udziału tych kwasów w roślinach, wykorzystywanych w żywieniu owiec i kóz. Wg autorów greckich, tłuszcz mleka owczego zawiera 1,2 – 3,3% GLA, a mleka koziego – 0,4 – 1,2 % [Tsiplakou i wsp. 2006]. Inni autorzy podają natomiast, że w 100 g tłuszczu mleka owczego znajduje się tylko 0,6 – 0,9 g GLA [Kondli 2002, Pulina i wsp. 2006]. Natomiast w puli kwasów tłuszczu mleka koziego stwierdzono około 1% kwasu γ -linolenowego, znacznie więcej niż w badanym mleku [Avondo i wsp. 2008].

Tabela 3. Profil mineralny serów kwasowych

Ser	Miara stat.	Na	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
		[mg/kg]				μg/kg			
Kozio-	\bar{x}	490,2b	1281,9	1283,2	119,5a	4,9a	633,2	938,8 a	382,7 a
	SD	9,0	197,0	321,0	17,7	0,2	24,1	125,1	12,4
owczy	\bar{x}	414,9a	1257,3	1172,0	136,4ab	6,5b	6599,0	925,9a	416,3ab
	SD	109,3	102,42	114,59	18,31	0,8	31,46	146,23	15,22
Owczy	\bar{x}	400,6a	1266,9	1079,5	161,7b	7,2b	692,5	1227,4b	439,3 b
	SD	84,4	154,6	897,9	22,6	1,1	21,1	264,1	18,5
		F							
		6,395*	0,055	0,754	4,858*	5,906*	2,374	4,686*	7,539*

* oznacza statystycznie istotną wartość testu F przy poziomie $\alpha = 0,05$. Jednakowe symbole literowe oznaczają zakwalifikowanie średnich do jednorodnej grupy w teście NIR

Zawartość potasu, wapnia i manganu w badanych serach kwasowych: kozim, kozio-owczym i owczym była zbliżona, a istniejące różnice

okazały się statystycznie nieistotne (tabela 3). Ilość potasu w tych twarogach kształtowała się na podobnym poziomie i wynosiła ponad 1250 mg/kg. Zawartość wapnia we wszystkich serach wynosiła 1100 – 1300 mg/kg, a zawartość manganu kształtowała się na średnim poziomie 630 do 690 µg/kg. W odniesieniu do pozostałych pięciu pierwiastków hipotezę zerową odrzucono, zatem zawartość tych pierwiastków w poszczególnych twarogach należy uznać za istotnie zróżnicowaną. Kwasowy ser kozi był zdecydowanie bogatszy w jony sodu (średnio około 500 mg/kg) od sera mieszanego i owczego (średnio około 400 mg/kg). Zawartość magnezu, cynku, żelaza i miedzi kształtowała się na najwyższym poziomie w serze owczym, a na najniższym w twarogu kozim.

Tabela 4. Profil mineralny serów kwasowo-podpuszczkowych

Ser	Miara stat.	Na	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Cu
		[mg/kg]					µg/kg		
Kozy	\bar{x}	351,1a	1256,5 a	4586,6 a	192,9a	18,7	448,3a	1118,2a	381,8a
	SD	73,0	106,5	612,0	11,3	2,9	24,6	106,9	36,4
Kozio-owczy	\bar{x}	400,0b	1320,4 ab	5142,1 b	214,2a b	18,7	457,4a	1921,9 b	472,1b
	SD	76,6	178,9	436,7	29,0	3,6	31,8	216,1	44,6
Owczy	\bar{x}	453,6c	1368,4 b	5869,6 c	245,2b	19,2	514,0	2514,2c	523,9b
	SD	85,4	135,4	220,1	33,5	2,5	22,6	124,2	54,2
F									
		4,620*	3,811*	4,407*	5,633*	0,034	5,850*	27,30*	6,153*

* oznacza statystycznie istotną wartość testu F przy poziomie $\alpha = 0,05$. Jednakowe symbole literowe oznaczają zakwalifikowanie średnich do jednorodnej grupy w teście NIR

Badane sery kwasowo-podpuszczkowe nie różniły się pomiędzy sobą tylko pod względem zawartości jonów cynku (średnio około 19 µg/kg) (tabela 4). W odniesieniu do pozostałych siedmiu makro- i mikroelementów hipotezę zerową należało odrzucić, zawartość tych pierwiastków w poszczególnych serach uznano, więc za istotnie zróżnicowaną. Kwasowo-podpuszczkowy ser owczy był zdecydowanie najbogatszy w jony sodu (średnio około 450 mg/kg), a ser kozi – istotnie najuboższy (średnio około 350 mg/kg). Także ser owczy zawierał istotnie więcej, w porównaniu z serem kozim, pozostałych składników: potasu (średnio o ponad 100 mg/kg), wapnia (średnio o około 1300 mg/kg), magnezu (średnio o ponad 50 mg/kg), manganu (średnio o ponad 50 mg/kg), żelaza (średnio o ponad 1400 µg/kg), miedzi (średnio o ponad 140 µg/kg). Zmieszanie mleka koziego z mlekiem owczym w stosunku

1:1 istotnie podniosło zawartość w serze jonów sodu, wapnia, żelaza i miedzi.

Informacje na temat profilu mineralnego serów kozich i owczych, zawarte w literaturze przedmiotu są bardzo zróżnicowane i w znacznej części rozbieżne z wynikami przedstawionymi w poprzedniej części opracowania. Nie wskazują też na istotne różnice w zawartości poszczególnych pierwiastków pomiędzy serami kozimi i owczymi. Z pewnością wynika to z faktu, że najważniejszymi czynnikami determinującymi ilość składników mineralnych w mleku kozim i owczym są czynniki środowiskowe: rejon chowu i wypasu zwierząt i, przede wszystkim – pasza w okresie doju.

Na przykład kozie sery – twarogowy i podpuszczkowy twarde zawierają ponad 400 mg sodu oraz od około 1000 do 4000 mg wapnia w 1 kg [Gajewska i wsp. 1997]. Podobne wartości uzyskano dla sodu: 370 mg/kg w serach świeżych i 475 mg/kg w serach półtwardych [Martin-Hernandez i Juzarez 1989]. Wg różnych autorów zawartość magnezu w serach owczych i kozich kształtuje się w bardzo szerokich granicach: 150 – 600 mg/kg, także zawartość cynku – od 2,1 do 40 mg Zn/kg [Martin-Hernandez 1989, Gajewska i wsp. 1997, Samarzija i wsp. 2005, Isleten i wsp. 2007]. Znacznie zróżnicowana może też być zawartość miedzi – od 120 do 750 μg w 1 kg [Martin-Hernandez 1989, Gajewska i wsp. 1997, Isleten i wsp. 2007].

Wnioski

Dodatek mleka owczego do mleka koziego (w stosunku 1 : 1) jest bardzo korzystnym zabiegiem przy produkcji sera kwasowego, tłuszcz twarogu kozio-owczego jest bowiem znacznie bogatszy – w porównaniu z tłuszczem sera koziego - w wielonienasycone kwasy tłuszczowe. Nieco wyższy jest też w serach mieszanych udział kwasu γ -linolenowego – GLA (C18:3 cis6,cis9,cis12). Dodatek mleka owczego wzbogaca także ser twarogowy w jony magnezu, cynku, manganu i miedzi.

Domieszka mleka owczego do koziego mleka powoduje, że kwasowo-podpuszczkowe sery kozio-owcze odznaczają się korzystniejszym - w porównaniu z serami kozimi – profilem ważnych w żywieniu człowieka kwasów tłuszczowych. Tłuszcz serów mieszanych zawiera więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, sprzężonego kwasu linolowego i kwasu γ -linolenowego oraz NNKT. Korzystniejszy jest także profil mineralny serów kozio-owczych, które stanowią lepsze, niż sery kozie, źródło jonów sodu, potasu, wapnia, magnezu, żelaza i miedzi.

Z punktu widzenia wartości odżywczo-dietetycznej gotowego wyrobu należy preferować i podejmować produkcję serów kozio-owczych w miejsce serów kozich. Towarzyszyć temu powinna odpowiednia promocja, która umożliwi szerszy zbył tych przetworów na polskim rynku.

Literatura

1. Anturac A., Mioc B., Mikulec N., Kalit S., Pecina M., Havranek J., Pavic V., *The influence of some non-genetic factors on the production and quality of East Friesian sheep milk in Croatia*, *Mljekarstvo* 2007, 3, 195-208.
2. Avondo M., Bonanno A., Pagano R.I., Valenti B., Grigoli A., Alicata M.I., Galofaro V., Pennisi P., *Milk quality as affected by grazing time of day in Mediterranean goats*, *Journal of Dairy Research* 2008, 1, 48-54.
3. Baran J., Pieczonka W., *Czynniki kształtujące jakość sensoryczną serów z mleka małych przeżuwaczy*, *Przegląd Mleczarski* 2009, 10, 22-26.
4. Cabiddu A., Addis M., Pinna G., Decandia M., Sitzia M., Piredda G., Pirisi A., Molle G., *Effect of corn and beet pulp based concentrates on sheep milk and cheese fatty acid composition when fed Mediterranean fresh forages with particular reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11*, *Animal Feed Science and Technology* 2006, 2, 292-311.
5. Cichocka I., Pieczonka W., *Możliwości promocji produktów z mleka koziego wśród osób starszych*, *Przegląd Mleczarski* 2001, 10, 466-469.
6. Dobosz M., *Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.
7. Gajewska R., Ganowiak Z., Nabrzyski M., *Zawartość składników pokarmowych w niektórych przetworach mleka koziego*, *Roczniki PZH* 1997, 4, 409-414.
8. Isleten M., Uysal-Pala C., Karagul-Yuceer Y., *Mineral content of Ezine cheese*, *Gida* 2007, 4, 173-179.
9. Iverson J.L., Sheppard A.J., *Detection of adulteration in cow, goat, and sheep cheeses utilizing gas-liquid chromatographic fatty acid data*, *Journal of Dairy Science* 1989, 7, 1707-1712.
10. Jensen R.G., *The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000*, *Journal of Dairy Science* 2002, 85, 295-350.
11. Juarez M., Ramos M., *Physico-chemical characteristics of goat's milk in distinct from those of cow's milk*, *Bulletin of the International Dairy Federation* 1986, 202, 16-20.
12. Kędzior W., *Owce produkty spożywcze. Aspekty towaroznawcze*. PWE, Warszawa 2005.
13. Kondyli E., Katsiari M.C., *Fatty acid composition of raw ewes milk of Boutsiko breed during lactation*, *Milchwissenschaft* 2002, 2, 74-76.
14. Kostyra E., Kostyra H., Krawczuk S., Jarmołowska B., *Repetitorium z mleka koziego – część I*. *Przegląd Mleczarski* 1995, 7, 199-200.
15. Martin-Hernandez M.C., Juarez M., *Retention of main and trace elements in four types of goat cheese*, *Journal of Dairy Science* 1989, 5, 1092-1097.
16. Michajlova G., *Fatty acid profile, cis- and trans-isomers and conjugated linoleic acid in goat white brined cheese*, *Chranitelno-Vkusova Promyshlennost* 2007, 7, 52-56.
17. Nudda A., Mcguire M. A., Battacone G., Pulina G., *Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta*, *Journal of Dairy Science* 2005, 4, 1311-1319.
18. Prandini A., Sigolo S., Tansini G., Brogna S., Tansini G., Brogna N., Piva G., *Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy*, *Journal of Food Composition and Analysis* 2007, 6, 472-479.

19. Pulina G., Nudda A., Battacone G., Cannas A., *Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk*, Animal Feed Science and Technology 2006, 8, 255-291.
20. Reklewska B., Bernatowicz E., *Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka*, Przegląd Hodowlany 2002, 11, 1-3.
21. Richardson B.C., *The composition and properties of caprine caseins*, XIX International Dairy Congress 1974.
22. Samarzija D., Anturac N., Pecina M., Mioc B., Havranek D., Paclovic I., *Mineral value of Croatian artisanal hard sheep cheeses in terms of geographical indication*, Milchwissenschaft 2005, 2, 158-161.
23. Sikorski Z.E., *Chemia żywności - sacharydy, lipidy i białka*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
24. Sinclair L.A., Lock A.L., Early R., Bauman D.E., *Effects of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid on ovine milk fat synthesis and cheese properties*, Journal of Dairy Science 2007, 7, 3326-3335.
25. Soryal K.A., Zeng S.S., Min B.R., Hart S.P., Tesfai K., *Fatty acid profiles of goat milk and Domiati cheese as affected by pasture feeding and stage of lactation*, Journal of Food Lipids 2003, 3, 219-236.
26. Szczepanik A., Libudzisz Z., *Wartość odżywcza mleka koziego*, Przemysł Spożywczy 2000, 11, 25-27, 44.
27. Tsiplakou E., Mountzouris K.C., Zervas G., *Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat*, Livestock Science 2006, 1-3, 74-84.

Abstract

The aim of this study was an assessment of content of selected mineral components and fatty acid profiles in fresh and rennet goat, goat-ewe and ewe cheeses. The study was performed in order to verify the enrichment of nutritional value of goat milk by the addition of ewe milk as raw material for cheeses production.

The study included an estimation of fatty acid profiles and eight mineral components contents: Na, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe and Cu in all the cheeses.

The obtained results allow to ascertain that the addition of ewe milk to goat milk was highly valuable in the production of fresh and rennet cheese. In comparison to goat cheeses, goat - ewe cheeses were significantly richer in polyunsaturated fatty acids among other CLA and also in GLA acid. The mineral profile of goat - ewe cheeses was also more favorable than that of goat cheese, because it was a better source of some elements, especially ions of calcium, magnesium, iron and copper.

WPŁYW pH NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE PIAN UZYSKANYCH Z ALBUMINY WYSOKOPIENISTEJ

Maciej Nastaj

Zakład Technologii Mleka i Hydrokoloidów, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-950 Lublin, e-mail: mnasty@tlen.pl

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było przebadanie właściwości reologicznych pian otrzymanych ze sproszkowanej albuminy jaja kurzego w zależności od pH środowiska. W badaniach wykorzystano wysokopienistą albuminę o zawartości 83,5% białka (Ovopol, Nowa Sól). Do modyfikacji pH użyto NaOH i HCl (POCH, Gliwice).

Preparat białkowy rozpuszczono w wodzie destylowanej przy użyciu mieszadła magnetycznego Heidolph MR 3002S (Schwabach, Niemcy). W zależności od celów badawczych zmieniano pH roztworów do wartości 5, 7, 9 i 11 za pomocą 2M NaOH i 2M HCl. Tak przygotowane roztwory o stężeniu 2, 6 i 10% białka przechowywano w temperaturze 7°C przez około 15 h. Przed wytwarzaniem pian, roztwory doprowadzano do temperatury pokojowej i ponownie mieszano na mieszadłach magnetycznych. Piany wytwarzano w zlewkach wysokościennych o pojemności 600 ml przez ubijanie 50 ml roztworu z zastosowaniem miksera Philips Essence. Czas ubijania pian wynosił 2 minuty.

Właściwości reologiczne pian oceniono przy pomocy reometru oscylacyjnego HAAKE RS 300 (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy). Dla badanych próbek wyznaczono wartości granicy płynięcia, modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz wielkości kąta fazowego (E). Dokonano również wyznaczenia wydajności pienienia roztworów badanych preparatów oraz stabilności pian w czasie.

Właściwości reologiczne otrzymanych pian były zależne od stężenia zastosowanego preparatu i pH środowiska. Piany uzyskane w środowisku o pH 5 i 9 cechowały się najlepszymi właściwościami reologicznymi, czego odzwierciedleniem są wartości granicy płynięcia, modułów

zachowawczego i stratności oraz kąta fazowego. Z kolei piany uzyskane w pH 11 wykazywały najgorszą stabilność, co przełożyło się na spadek stabilności i badanych parametrów reologicznych.

Słowa kluczowe: albumina, piany, reologia

Wprowadzenie

Białka są dość powszechnie używanymi składnikami funkcjonalnymi i służą do produkcji całej gamy produktów spożywczych. Używa się ich ze względu na zdolności do żelowania, emulgowania, tworzenia oraz stabilizowania pian. Mówiąc o białkach należy również zwrócić uwagę na wyjątkowe właściwości odżywcze i fizjologiczne tych składników. Szczególnie zdolności do pienienia stanowiąc wybijają się spośród innych właściwości funkcjonalnych białek i zyskują coraz większe zainteresowanie ze strony badaczy [Yankov i Panchev 1996, Foegeding i wsp. 2000].

Piany w technologii żywności są obecne w wielu produktach spożywczych takich jak chleby, ciasta, ciastka, nugaty, bezy, lody oraz różne wyroby piekarnicze. W wielu przypadkach piana sama w sobie jest produktem, na przykład ta pełniąc rolę polewy ciast. Innym przykładem mogą być bezy i ciastka w formie stałej przy produkcji, których piana jest wytwarzana jako etap procesu i w kolejnych fazach produkcyjnych będzie poddawana dalszemu przetwarzaniu, zanim produkt finalny będzie gotowy do spożycia. Obecnie technolodzy oraz producenci żywności napowietrzanej chcieliby poznać zmienne mechanizmy rządzące procesem powstawania, stabilizacji oraz właściwości fizyczne pian. Jest to kluczowe dla przewidywania procesu oraz kontroli właściwości produktów spienionych. Po dziś dzień, mechanizmy rządzące pienieniem się białek nie są do końca poznane, zrozumiane i opisane [Pernell i wsp. 2002, Murray i Ettelaie 2004].

Poznanie chemicznych i fizycznych mechanizmów rządzących procesem pienia się białek spożywczych jest konieczne z wielu powodów. Pierwszym ważnym powodem z perspektywy przemysłu spożywczego jest produkowanie pian o stałej i wysokiej jakości [Foegeding i wsp. 2006].

Reologia pian służy do kontrolowania i określania ich stabilności oraz tekstury. Ma to szczególnie istotne znaczenie dla zachowania powtarzalności w procesie wytwarzania produktów napowietrzonych. Trwałość napowietrzonych produktów żywnościowych o charakterze pseudoplastycznym może być mierzona z zastosowaniem technik reologicznych w oparciu o badanie płynięcia materiałów lub testy

oscylacyjne z małą amplitudą drgań [Gardiner i wsp. 1998, Murray 2007, Thakur i wsp. 2008].

Material i metody badań

Do badań użyto wysokopienistej sproszkowanej albuminy jaja kurzego (ALB) o zawartości 83,5% białka (Ovopol, Nowa Sól)). Do modyfikacji pH zastosowano NaOH i HCl (POCH, Gliwice).

Z preparatów białkowych przygotowano roztwory o stężeniu białka: 2, 6 i 10% (m/v). Piany wytwarzano przez ubijanie 50 ml roztworu w zlewkach wysokościennych o pojemności 600 ml z zastosowaniem miksera Philips Essence. Każdą próbkę roztworu ubijano przez 2 minuty.

Właściwości reologiczne pian badano przy użyciu reometru oscylacyjnego HAAKE RS 300 (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy). Pomiarów granicy płynięcia dokonywano przy stałej prędkości ścinania wynoszącej $0,01 \text{ s}^{-1}$ z zastosowaniem modułu pomiarowego vane oraz układu płytek równoległych.

W teście oscylacyjnym określano liniowy zakres lepkości τ badanych pian przy częstotliwości 1 Hz i zakresie odkształcenia 0,002 - 0,05%. Określano również wartości modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz wielkości kąta fazowego (E) przy zakresie częstotliwości drgań 0,1-10,00 Hz i przy odkształceniu wynoszącym 0,003%. Każdą próbkę piany analizowano w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki rejestrowano komputerowo, wykorzystując program RheoWin Pro (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy).

Pomiarów wydajności pienienia (Φ) roztworów białek dokonano zgodnie z wcześniej stosowaną metodyką [Campbell i Mougeot 1999].

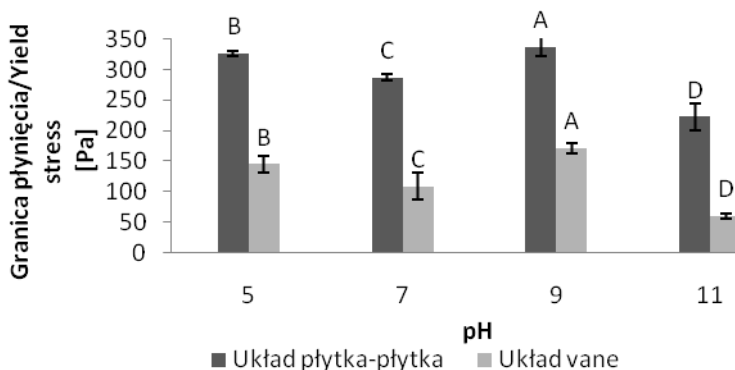
Stabilność pian białkowych w czasie określano poprzez pomiar zmiany wysokości słupa piany oraz tempa i wielkości odcieku grawitacyjnego.

Wyniki analizowane statystycznie przy użyciu oprogramowania Statistical Analysis System (SAS Enterprise Guide 3.0.3.414). Istotne różnice między średnimi zostały stwierdzone na podstawie metody ANOVA z zastosowaniem analizy wariancji i testu Studenta-Newmana-Keuls'a.

Wyniki badań i dyskusja

Na Rys. 1. przedstawiono wartości granicy płynięcia (τ) pian otrzymanych z 10% roztworów badanego preparatu. Największe wartości τ stwierdzono w przypadku najwyższych stężeń (10%), a przy stężeniach niższych wartości te ulegały systematycznemu zmniejszeniu (Rys. 2.). Wzrost τ wiąże się z faktem zwiększania ilości materiału

aktywnego powierzchniowo w układzie i większej ilości białkowych powłok międzyfazowych [Pernell i wsp. 2002].



Średnie oznaczone różnymi literami na wykresie różnią się istotnie statystycznie.

Rys. 1. Wpływ pH na wartości granicy płynięcia pian uzyskanych z 10 % roztworów białek, mierzonych przy pomocy układu vane oraz płytek równoległych

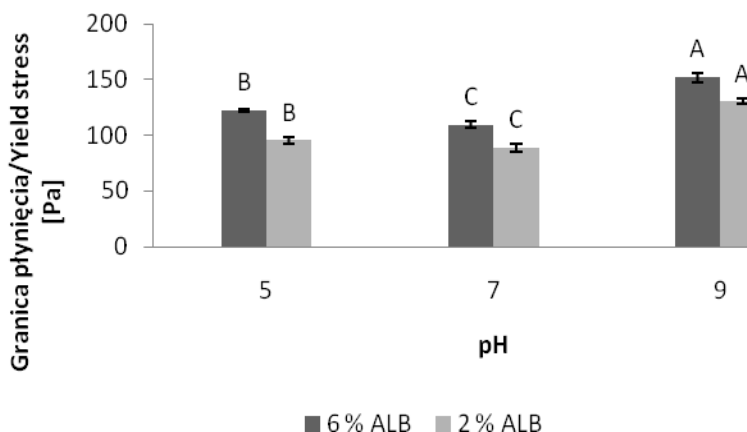
Dla wszystkich analizowanych próbek pian najwyższe wartości granicy płynięcia stwierdzono w pH 5 oraz w momencie podnoszenia pH w stronę wartości alkalicznych, tj. pH 9. W momencie, gdy pH roztworu białka jest podnoszone lub oddalane od wartości punktu izoelektrycznego białka, dochodzi do intensyfikacji zjawiska odpychania cząsteczek białkowych oraz rośnie reaktywność grup sulfhydrylowych, co powoduje rozfałdowanie się cząsteczek białek i ich gwałtowniejszą agregację oraz adsorpcję na granicy faz [Foegeding i wsp. 2002].

Mleko i wsp. [2007] analizując właściwości pianotwórcze albuminy jaja kurzego stwierdzili, że piany utworzone w pH 4,5 i 8,5 cechowały się zdecydowanie wyższymi wartościami granic płynięcia niż próby kontrolne pian uzyskane w pH natywnym. Ci sami autorzy badając właściwości pianotwórcze albuminy jaja kurzego zaobserwowali, że zmiana pH w stronę alkaliczną promuje powstawanie pian o mocniejszej strukturze, podczas gdy piany z albuminy powstałe w natywnym pH charakteryzują się słabszą strukturą. Uzyskane przez nich wyniki badań są zgodne z wynikami uzyskanymi przez Liang'a i Kristinson'a [2005], którzy stwierdzili, że albumina w pH 8,5 wykazuje lepsze właściwości pianotwórcze. Właściwości pianotwórcze albuminy jaja kurzego oraz struktura pian (granica płynięcia, twardość) mogą być poprawione w wyniku zmiany pH [Liang i Kristinson 2005, Mleko i wsp. 2007].

Zauważono na podstawie zmian w rozpuszczalności białek, że modyfikacja pH powoduje zmianę charakteru białek na bardziej hydrofobowy [Zhu i Damodaran 1994].

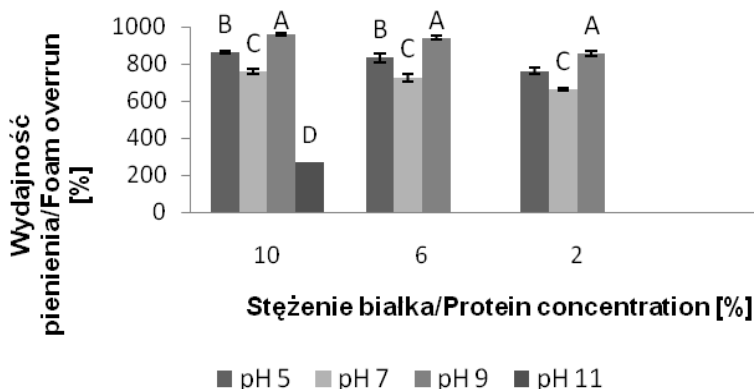
W pH 11 stwierdzono drastyczny spadek wartości granicy płynięcia. Przy zastosowaniu niższych stężeń białka albuminy w tych warunkach, pienie roztworu w ogóle nie następowało. Patino-Rodriguez i wsp. [1995] stwierdzili, że znaczny spadek pienistości i stabilności pian z albuminy jaja kurzego obserwowany w pH wysoce alkalicznym może być tłumaczony wzrostem elektrostatycznego odpychania się pomiędzy frakcjami wchodzącymi w skład białka jaja kurzego tj. albuminy, owatransferyny, owomukoidu i lizozymu. Powoduje to zanik zjawiska ich adhezji i ograniczenie agregacji białek, co dla tych układów jest zjawiskiem kluczowym dla zachowania stabilności.

W niniejszej pracy stwierdzono różnice w wartościach τ mierzonych metodą vane i płytek równoległych. Metoda płytek równoległych polega na tym, że piana jest intensywnie ściskana, prawdopodobnie niszczone jest jej struktura, wywołując większe upakowanie piany, które może mieć istotny wpływ na otrzymane wartości granicy płynięcia mierzonej tą metodą. W przypadku badania granicy płynięcia pian z użyciem modułu vane piana jest swobodnie ułożona w cylindrze, zatem ściskanie próbki podczas pomiaru nie następuje. Taką różnicę pomiaru podczas wyznaczania wartości granicy płynięcia pian pomiędzy tymi dwiema metodami opisał Pernell i wsp. [2000]. W przypadku metody płytek równoległych można zaobserwować znacznie wyższe wartości τ , niż przy użyciu modułu vane. Corradini i wsp. [2000] opisali wykonanie pomiarów reologicznych w reometrach tradycyjnych przy użyciu przystawki vane. Stwierdzono, że użycie jej wiąże się z problemami takimi jak trudność aplikacji piany do cylindra pomiarowego czy występowanie zakłóceń pomiarowych wywołanych przez zjawiska przyścienne. Dodatkowo, pozostawienie piany w naczyniu pomiarowym powoduje jej osuszenie, co w rezultacie prowadzi do załamania i zapadania się jej struktury. Takie zjawiska można wyeliminować jeśli właściwości mechaniczne badane są podczas testu ściskania próbki piany pomiędzy dwiema równoległymi płytkami [Corradini i wsp. 2000]. Użycie metody płytek równoległych eliminuje możliwość wystąpienia efektu ślizgania piany, co istotnie może wpływać na uzyskane wyniki.



Średnie oznaczone różnymi literami na wykresie różnią się istotnie statystycznie.

Rys. 2. Wpływ pH i stężenia białka na wartości granicy płynięcia pian uzyskanych z roztworów białek, mierzonych przy pomocy układu wane.



Średnie oznaczone różnymi literami na wykresie różnią się istotnie statystycznie.

Rys. 3. Wpływ pH i stężenia białka na wartości wydajności pienia roztworów otrzymanych z badanego preparatu białkowego

Zmiany właściwości reologicznych oraz wartości granicy płynięcia pian odzwierciedlają czułość metody na procesy wywołujące niestabilność piany (odciek grawitacyjny, dysproporcjonowanie), które mają charakter lokalny i nie zostają stwierdzone poprzez zmianę właściwości roztworu. Zjawiska te przyczyniają się do lokalnych zmian frakcji powietrznej i średniego rozmiaru pęcherzyków powietrza.

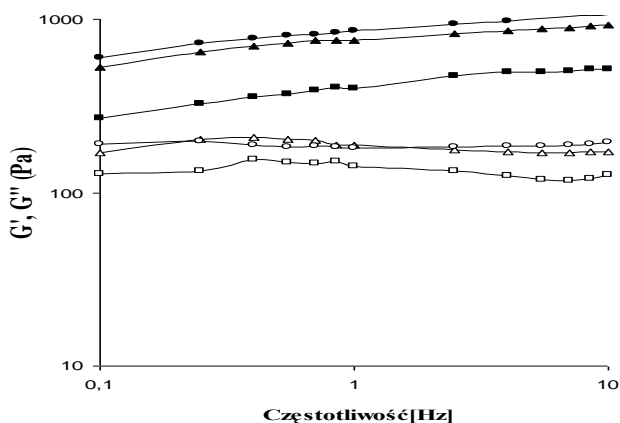
Dodatkowo, do spadku wartości granicy płynięcia przyczynia się obniżenie napięcia międzyfazowego wywołane przegrupowaniem się białek na granicy faz powietrze-woda [Pernell i wsp. 2002].

Rys. 3 obrazuje wpływ pH i stężenia białka w roztworach na wydajność pienienia otrzymanych pian (Φ). Najwyższe wartości Φ otrzymano dla największych stężeń białek (10%), a przy stężeniach niższych wartości te ulegały zmniejszeniu. Największe wartości Φ zaobserwowano w pH 5 i 9. Wzrost Φ w tych warunkach można tłumaczyć punktem izoelektrycznym albuminy, który ma miejsce w pH 4,7 [Mine 1995]. Stwierdza się, że zwiększona zdolność pienienia się albuminy w pH 4,7 następuje na skutek przejścia jej w stan pośredni oraz obniżonego elektrostatycznego odpychania się pomiędzy białkami, które zachodzi właśnie w punkcie izoelektrycznym [Zhang i wsp. 2004]. Luck i wsp. [2001] stwierdzają, że zmiana właściwości elektrostatycznych białek globularnych poprzez modyfikację pH również zmienia właściwości piany. Gdy białko jest rozpuszczalne w jego punkcie izoelektrycznym, to generalnie przyczyni się do powstania pian o maksymalnej wydajności pienienia i stabilności.

W przypadku wzrostu wartości pH z 9 na 11 dla wszystkich badanych roztworów notuje się spadek wartości wydajności pienienia. Najbardziej drastyczny spadek tych wartości stwierdzono dla 10% piany z roztworu albuminy, przy zastosowaniu niższych stężeń albuminy w roztworze w tych warunkach pH (6% i 2%), pienienie roztworów w ogóle nie następowało. Teoria spadku stabilności pian z albuminy w wysoce alkalicznym pH jest wyjaśniona wcześniej przy omawianiu granicy płynięcia.

Na podstawie przeprowadzonych testów oscylacyjnych można stwierdzić, że wartości modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz kąta fazowego (E) ($^\circ$) dla pian białkowych w istotnym stopniu zależą od stężenia białka i pH roztworu (Tab. 1). Spośród wszystkich badanych próbek pian otrzymanych z analizowanego preparatu o różnym stężeniu białka i w zmiennym pH, najwyższe wartości modułu zachowawczego (G') i stratności (G'') stwierdzono dla pian otrzymanych w pH 9. Dla tych próbek wartości modułów zachowawczych (G') były około 4 razy większe niż wartości modułów stratności (G''). Obniżenie stężenia białka w analizowanych układach z albuminy powoduje spadek wartości G' i G'' . W przypadku pian o stężeniu białka wynoszącym 10% i 6%, spadki tych wartości są nieznaczne, dopiero obniżenie stężenia białka w układzie do 2% powoduje wyraźny spadek obu modułów G' i G'' . Określając wpływ pH na wartości modułów zachowawczych (G') i

stratności (G'') dla otrzymanych pian stwierdzono dwa optima wartości pH, w których obie wartości pozostają największe. Piany otrzymane w pH 9 oraz 5 cechowały się najwyższymi wartościami modułów G' i G'' . Zmierzone wartości modułów zachowawczego i stratności w pH 9 i pH 5 były wartościami porównywalnymi. Piany uzyskane w pH 7 charakteryzowały się mniejszymi, a próbki otrzymane z natywnego roztworu albuminy bez modyfikacji pH najmniejszymi wartościami G' i G'' w porównaniu do próbek otrzymanych w pH 9 i 5. Mleko i wsp. [2007] analizując wpływ pH na zmianę modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') pian wytworzonych z albuminy jaja kurzego stwierdzili, że wartości te były niewrażliwe na zmiany częstotliwości. Wartości modułu zachowawczego G' były około ośmiokrotnie większe niż wartości modułu stratności G'' . Piany otrzymane w pH 4,5 i 8,5 w porównaniu do próbek pian uzyskanych w natywnym pH cechowały się większymi wartościami modułu zachowawczego G' . Próbki pian uzyskane w pH 4,5 i 8,5 cechowały się mocną i sztywną strukturą. Piany utworzone z albuminy jaja kurzego podczas przeprowadzenia testów oscylacyjnych wykazywały właściwości reologiczne podobne dla wysoce elastycznych materiałów jak żele [Mleko i wsp. 2007]. Gunasekaran i Ak [2000] dokonując analizy oscylacyjnej pian spożywczych, stwierdzili, że wartości G' zwiększały się powoli wraz ze wzrostem częstotliwości. Takie zachowanie jak w przypadku pian stwierdza się również w przypadku oscylacyjnej analizy żeli.



Rys. 4. Zmiany wartości modułu zachowawczego (G') i stratności (G'') dla pian o stężeniu 10 % białka otrzymanych z roztworów preparatu w warunkach zmiennego pH. Wartości G' : (■-9, ▲-5, ●-11) i G'' : (□-9, △-5, ○-11)

Tab. 1. Wpływ stężenia białka i pH środowiska na wartości modułu zachowawczego (G') (Pa) i stratności (G'') (Pa) oraz kąta fazowego E ($^\circ$) dla pian uzyskanych z badanych roztworów.

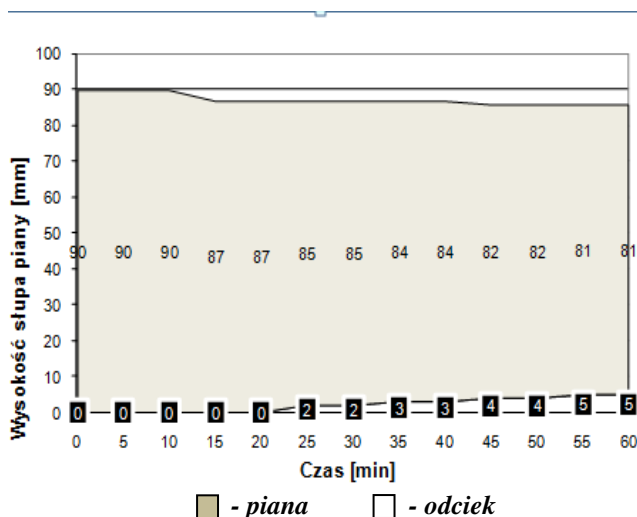
pH	Stężenie białka								
	10%			6%			2%		
	G'	G''	E°	G'	G''	E°	G'	G''	E°
5	1106,5 ^A ±26,87	255,7 ^A ±21,21	11,65 ^A ±0,13	1029 ^B ±23,33	219,9 ^B ±0,42	12,05 ^A ±0,28	619,15 ^C ±6,43	134,9 ^C ±3,11	12,29 ^A ±0,15
7	1049 ^A ±12,93	258,9 ^A ±14,07	12,05 ^A ±0,07	897,5 ^A ±144,3	222,5 ^A ±32,1	12,14 ^A ±0,02	676,75 ^B ±8,69	143,0 ^B ±1,76	11,93 ^A ±0,007
9	1165 ^A ±42,42	250,6 ^A ±2,79	11,91 ^A ±0,24	1076 ^A ±31,82	227 ^A ±1,97	12,29 ^A ±0,34	793,2 ^A ±27,15	157,0 ^A ±2,12	11,20 ^B ±0,22

Srednie oznaczone różnymi literami na wykresie różnią się istotnie statystycznie.

Dla próbek pian otrzymanych w pH 5 i 9 zaobserwowano spadek wartości kątów fazowych, co potwierdza poprawę właściwości reologicznych pian otrzymanych w tych warunkach. Spadek kąta fazowego, przy równoczesnym wzroście granicy płynięcia pian, oznacza wzrost elastycznego charakteru próbki [Tabilo-Munizaga i Barbosa-Canovas 2005, Nastaj 2009].

Im mniejszy jest kąt fazowy, tym układ jest bardziej elastyczny, wobec czego piana będzie bardziej podatna na elastyczne rozciąganie. Wzrost siły działającej na próbkę, wynikający z obrotu układu pomiarowego, powoduje rozciąganie się próbki piany i układ jest w zakresie linowej lepkosprężystości. Tak, więc w bardziej elastycznych pianach (mniejszy kąt fazowy) nastąpi zerwanie elastycznych połączeń przy większej wartości siły, czyli przy wyższej wartości τ .

Wzrost częstotliwości drgań powoduje wzrost ilości energii dostarczonej do badanego układu w jednostce czasu. W przypadku słabych żeli oraz innych układów o małej wartości granicy płynięcia, wyższa energia może spowodować zniszczenie układu, co doprowadzi do spadku wartości modułu zachowawczego. W przypadku mocnych żeli i innych układów o wysokiej wartości granicy płynięcia, wzrost częstotliwości powoduje, iż struktura, która nie uległa zniszczeniu zachowuje się jak coraz bardziej elastyczny materiał. Materiał charakteryzuje się coraz mniejszymi wartościami liczby Debory na skutek zmniejszania się czasu odkształcenia przy niezmiennym czasie relaksacji. Materiały o niskiej liczbie Debory należą do substancji elastycznych, dla których charakterystyczna jest również wysoka wartość modułu zachowawczego w stosunku do modułu stratności.



Rys. 5. Stabilność piany otrzymanej z 10% roztworu białka w pH 9

Rys. 5. obrazuje stabilność piany otrzymanej z 10% roztworu badanego preparatu w pH 9. Dla wszystkich analizowanych próbek największe stabilności stwierdzono dla pian zawierających najwyższe stężenia białka (10%). Dla tych próbek również tempo odcieku grawitacyjnego z objętości piany było najmniejsze. Przy zastosowaniu niższych stężeń białek stwierdzono znaczny spadek stabilności pian, który był proporcjonalny do zmniejszenia stężenia białka w układzie.

Lau i Dickinson [2005] dokonując wizualnej oceny stabilności pian uzyskanych z roztworów albuminy jaja kurzego stwierdzili, że wszystkie badane próbki cechowały się większą stabilnością po ubiciu, bez wystąpienia wyraźnego zjawiska podstawiania lub odcieku grawitacyjnego. Dodatkowo autorzy ci podkreślają, że o większej stabilności przygotowanych pian decydowało również zastosowanie wyższych stężeń białka oraz dłuższy czas ubijania próbek [Lau i Dickinson 2005]. Według Patino-Rodriguez'a i wsp. [1995] stabilność pian zmniejsza się wraz ze zmniejszaniem stężenia białka w układzie. Zjawisko to ma miejsce z uwagi na fakt, że białka są izolowane z roztworu podczas spieniania i angażowane w tworzenie międzyfazowych powłok, co w efekcie końcowym prowadzi do zmniejszenia się ich stężenia w roztworze rzutując na stabilność pian. Ci sami autorzy sugerowali, że stabilność pian rośnie wraz ze wzrostem stężenia białka, prawdopodobnie ze względu na zwiększoną gęstość i lepkość warstwy lamelarniej w powłokach międzyfazowych. Piany mają zdolność do zatrzymywania większej ilości roztworu w swojej strukturze

w przypadku zastosowania większych stężeń białek [Patino-Rodriguez i wsp. 1995]. Yankov i Panchev [1996] stwierdzili, że zwiększanie stężenia białka w roztworze prowadzi do powstania grubszej i sztywniejszej białkowej powłoki międzyfazowej. Według tych autorów wpływa to dodatkowo na wyraźny wzrost wartości lepkości roztworu przy zastosowaniu wyższych stężeń białka, co obniża współczynnik odcieku grawitacyjnego podczas procesu destabilizacji pian oraz zwiększa udział roztworu w tworzeniu się pian.

Największą stabilność pian uzyskano w pH 5 i pH 9, najmniejszą zaś w pH 11. Zhu i Damodaran [1994] stwierdzili, że agregacja białek, która ma miejsce w pH alkalicznym zwiększa grubość powłoki białkowej i obniża odciek roztworu z warstwy lamelarniej, co wpływa pozytywnie na stabilność pian otrzymanych z białek globularnych. W przypadku β -laktoglobuliny, jej formy monomeryczne przyczyniają się do efektywniejszego obniżania napięcia powierzchniowego roztworu, co wpływa na jej lepszą pienistość. Z kolei jej formy polimeryczne preparatu powodują wzrost lepkości i elastyczności powłok białkowych, co ma pozytywny wpływ na stabilność pian [Zhu i Damodaran 1994].

Proces agregacji białek zachodzi również w niskim pH, w okolicach punktów izoelektrycznych białek z uwagi na mniejsze elektrostatyczne odpychanie między nimi [Ibanoglu i Karatas 2001]. O potwierdzeniu tej teorii mogą świadczyć wysokie stabilności pian stwierdzone w tej pracy w pH 5. Zatem dość stara praktyka kulinarna polegająca na dodawaniu kwasu do białka jaja kurzego podczas jego ubijania jest uzasadniona naukowo. W wyniku tego zabiegu następuje poprawa właściwości pianotwórczych i stabilności pian poprzez obniżenie pH z wartości 7-8,5 dla jaj świeżych i 9,7 dla jaj przechowywanych dłużej, do wartości, która jest bliska punktom izoelektrycznym tego białka [Li-chan i Nakai 1989]. Również Patino-Rodriguez i wsp. [1995] stwierdzili maksymalną stabilność pian w wartościach pH równych lub większych od punktu izoelektrycznego cząsteczki albuminy.

Dodatkowo różnice w stabilnościach otrzymanych pian obrazują wielkości parametrów reologicznych tj.: granic płynięcia, modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') oraz kąta fazowego (E).

Wnioski

1. Stężenie zastosowanego preparatu i pH środowiska istotnie wpływały na parametry reologiczne otrzymanych pian białkowych.
2. W przypadku pian otrzymanych z wysokopienistej albuminy, modyfikacja pH do wartości 5 i 9 wzrost prowadziła do poprawy ich

właściwości reologicznych, zaś pH 11 pogarszało właściwości otrzymanych pian, co obrazuje spadek parametrów reologicznych oraz stabilności.

3. Badany preparat może być z powodzeniem stosowany w technologii żywności jako czynnik spieniający.

Literatura

1. Campbell G.M., Mougeot E., *Creation and characterization of aerated food products*, Trends in Food Science and Technology, 1999, 10, 283-296.
2. Corradini, M.G., Engel, R., Peleg, M., *Assessment of the extent of consistency loss in semi-liquid, foods by compression and shear*, Journal of Texture Studies 2000, 31, 363-378.
3. Foegeding E. A., Davis J. P., Doucet D., Mc Guffey M. K., *Advances in modifying and understanding whey protein functionality*, Trends in Food Science and Technology 2002, 13, 151-159.
4. Foegeding E. A., Luck P. J., Davis J.P., *Factors determining the physical properties of protein foams*, Food Hydrocolloids 2006, 20, 284-292.
5. Foegeding E.A., Li L.H., Pernell C.W., Mleko S., *A comparison of the gelling and foaming properties of whey and egg proteins*, Hydrocolloids – Part 1, Elsevier Science, B.V. 2000.
6. Gardiner B.S., Długogorski B.Z., Jameson G.J., Chhabra R.P., *Yield stress measurements of aqueous foams in the dry limit*, Journal of Rheology 1998, 42(6), 1437-1450.
7. Gunasekaran S., Ak M.M., *Dynamic oscillatory shear testing of foods-selected applications*, Food Science and Technology 2000, 11, 115-127.
8. Ibanoglu E., Karatas S., *High pressure on foaming behavior of whey protein isolate*, Journal of Food Engineering 2001, 47, 31-36.
9. Liang Y., Kristinsson H.G., *The influence of pH-induced unfolding and refolding of egg albumin on its foaming properties*, Journal of Food Science 2005, 70, C222-C230.
10. Li-Chan E., Nakai S., *Biochemical basis for the properties of egg white*. CRC Critical Reviews in Poultry Biology 1989, 2.
11. Luck P. J., Bray N., Foegeding E. A., *Factors determining yield stress and overrun of whey protein foams*, JFS: Food Chemistry and Toxicology 2001, 69(5), 1677-1681.
12. Mine Y., *Recent advances in understanding of egg white protein functionality*, Trends in Food Science and Technology 1995, 6, 225-232.
13. Mleko S., Kristinsson H.G., Liang Y., Gustaw W., *Rheological properties of foams generated from egg albumin after pH treatment*, LWT – Food Science and Technology 2007, 40, 908-914.
14. Murray B. S., *Stabilization of bubbles and foams*, Current Opinion in Colloid & Interface Science 2007, 12, 232-241.
15. Murray B.S., Ettelaie R., *Foam stability: proteins and nanoparticles*, Current Opinion in Colloid & Interface Science 2004, 9, 314-320.
16. Nastaj M., *Wpływ zmiennego czasu ubijania na właściwości reologiczne pian otrzymanych z różnych preparatów białek serwatkowych i sproszkowanej albuminy jaja*, ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość 2009, 6(67), 37-46.
17. Patino Rodriguez J.M., Naranjo Delgado M.D., Linares Fernandez J.A., *Stability and mechanical strength of aqueous foams containing food proteins*, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 1995, 99, 65-78.
18. Pernell C.W., Foegeding E. A., Luck P. J., Davis J.P., *Properties of whey and egg white protein foams*, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 2002, 204, 9-21.
19. Pernell C.W., Foegeding E.A., Daubert C.R., *Measurement of the yield stress of protein foams by vane rheometry*, Journal of Food Science 2000, 65(1), 110-115.
20. Tabilo-Munizaga G., Barbosa-Canovas G.V., *Rheology for the food industry*, Journal of Food Engineering 2005, 67, 147-156.

21. Thakur K. R., Vial Ch., Djelveh G., *Effect of composition and process parameters on elasticity and solidity of foamed food*, Chemical Engineering and Processing 2008, 47, 474-483.
22. Yankov S., Panchev I., *Foaming properties of sugar-egg mixtures with milk protein concentrates*, Food Research International 1996, 29, 521-525.
23. Zhang Z., Dalgleish D.G., Goff H.D.: *Effect of pH and ionic strength on competitive protein adsorption to air/water interfaces in aqueous foams made with mixed milk proteins*, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 2004, 34, 113-121.
24. Zhu H., Damodaran S., *Protease peptones and physical factors affect foaming properties of whey protein isolate*, Journal of Food Science 1994, 59(3), 554-560.

Abstract

The objective of this paper was to assess the effect of pH on rheological properties of foams produced from powdered albumin. The high foaming albumin (83.5 % protein) was utilized (Ovopol, Nowa Sól, Poland). For pH adjustments, NaOH and HCl (POCH, Gliwice, Poland) were used.

The protein preparation was dissolved in distilled water by using a magnetic stirrer Heidolph MR 3002S (Schwabach, Germany). For analytical purposes pHs of solutions were adjusted to: 5, 7, 9 and 11 by 2M NaOH and 2M HCl. The solutions containing 2, 6 and 10 % of protein were kept overnight at 7°C. Before actual whipping process, the solutions were allowed to reach room temperature with subsequent mixing on magnetic stirrers. The foams were produced by mixing of 50 ml of solutions in glass beakers by using a Philips Essence kitchen mixer for 2 minutes.

Rheological properties of the analyzed foams were assessed by using an oscillatory ThermoHaake RS 300 rheometer (ThermoHaake, Karlsruhe, Germany). The following rheological parameters of the samples studied were determined: yield stress (τ), storage (G') and loss (G'') moduli, and phase angle (E) values. For each protein solution of the preparations investigated, values of foam overrun (Φ) and stability of foams over time were also studied.

Rheological properties of the analyzed foams depended on the pH and protein concentration of preparation. The foams obtained at pH 5 and 9 exhibited better rheological properties, that is reflected by increased values of rheological parameters (yield stress, storage (G') and loss (G'') moduli, and phase angle (E)). pH alteration to 11 led to deterioration of stability and properties of obtained foams.

KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI I WARTOŚCI ODŻYWCZEJ PRODUKTÓW ZE ŚLEDZI BAŁTYCKICH O OBNIŻONEJ PRZYDATNOŚCI TECHNOLOGICZNEJ

Bogusław Pawlikowski, Olga Szulecka

*Zakład Technologii i Mechanizacji Przetwórstwa
Morski Instytut Rybacki - Państwowy Instytut Badawczy
ul. Kollątaja 1, 80-332 Gdynia, e-mail: Bogusław@mir.gdynia.pl*

Streszczenie

Do czynników obniżających przydatność technologiczną śledzi bałtyckich poławianych w ostatnich latach należą: słabe umięśnienie ryb, niska zawartość tłuszczu, duże zróżnicowanie wymiarów i masy osobniczej a także znaczny udział ryb uszkodzonych mechanicznie.

W pracy zbadano możliwości kształtowania jakości oraz wartości odżywczej wyrobów formowanych z farszu na bazie śledzi bałtyckich, o zawartości tłuszczu 1,8%. Wykazano, że dodatek 10÷30% mięsa łososi, o zawartości tłuszczu 22%, do farszu zawierającego 50% rozdrobnionych tusz śledziowych i 10÷30% warzyw, spowodował obniżenie wielkości wycieku termicznego, wzrost zawartości białka oraz tłuszczu w modelowych wyrobach formowanych. Dodatek mięsa łososi do farszu na bazie rozdrobnionych tusz śledziowych i warzyw korzystnie wpłynął na poprawę wszystkich ocenianych wyróżników jakości sensorycznej modelowych wyrobów formowanych, w tym na ich smak, zapach, barwę oraz teksturę.

Słowa kluczowe: śledź bałtycki, łosoś, farsz, wyciek termiczny, wartość odżywcza, jakość sensoryczna.

Wstęp

Śledzie bałtyckie (*Clupea harengus membras*) należą do podstawowych gatunków ryb stosowanych w krajowym przetwórstwie. Są one pełnowartościowym surowcem, zwłaszcza jako źródło naturalnych, niezbędnych w diecie ludzi, wielonienasyconych kwasów

tłuszczowych z rodziny n-3(PUFA-n3) [Sikorski 2004]. Przydatność technologiczna śledzi bałtyckich w dużym stopniu zależy od zawartości tłuszczu w mięsie, która ulega sezonowym zmianom w rocznym cyklu życiowym tych ryb. Z kompleksowej analizy segmentu pelagicznego polskiego rybołówstwa bałtyckiego, opracowanej przez Morski Instytut Rybacki w Gdyni [2009], wynika, że w ostatnim dwudziestolecu odnotowuje się drastyczny spadek zawartości tłuszczu w mięsie śledzi. W latach 90. XX wieku, w okresie połowowym wrzesień-grudzień, zawartość tłuszczu w śledziach bałtyckich często dochodziła do 15%, podczas gdy w obecnie poławianych rybach zawartość tłuszczu rzadko przekracza 5%.

Pod względem budowy ciała i cech morfometrycznych śledzie bałtyckie należą do ryb pelagicznych, o niewielkich rozmiarach i masie osobniczej, które charakteryzują się specyficzną, luźną strukturą tkanki mięśniowej. Wadą technologiczną drobnych ryb pelagicznych, w tym śledzi bałtyckich, poddawanych procesom cieplnego utrwalania, są duże ubytki masy wskutek wycieku tkankowego, związanego z denaturacją białek mięśniowych [Pawlikowski 2010a]. Wielkości ubytków masy ryb zależą głównie od ich specyficznych cech gatunkowych oraz metody (np. sterylizacji, pasteryzacji lub parowania) i temperatury obróbki cieplnej [Skipnes i wsp. 2007]. Wodny wyciek termiczny z tkanki rybnej powstały wskutek cieplnej denaturacji białek miofibrilarnych, zawiera pewne ilości cennych substancji odżywczych, jak białka, tłuszcze, węglowodany, makro- i mikroelementy [Kołakowski 2007].

Obecnie, do podstawowych czynników ograniczających możliwości wykorzystywania śledzi bałtyckich do produkcji popularnych przetworów, takich jak: konserwy, ryby wędzone, solone lub marynowane, należą: słabe umięśnienie ryb, niska zawartość tłuszczu (poniżej 2%), duże zróżnicowanie wymiarów i masy osobniczej w partiach ryb dostarczanych do zakładów przetwórczych, a także znaczny udział ryb mechanicznie uszkodzonych, wskutek stosowania niewłaściwych metod połowu, przechowywania i transportu.

Tradycyjne metody przetwarzania śledzi o niskiej przydatności technologicznej są w warunkach krajowego przetwórstwa nieefektywne i mało opłacalne ze względu na niską wydajność produkcyjną oraz nieodpowiednią jakość uzyskiwanych z nich wyrobów [Pawlikowski 2010b].

Jednym z rozwojowych kierunków racjonalnego i efektywnego wykorzystania na cele żywnościowe ryb małowartościowych, w tym śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej, jest produkcja

wyrobów formowanych z rozdrobnionego mięsa ryb, w których fizyczna integralność tkanki nie odgrywa istotnej roli [Kołakowski 1984]. Zaletą tej metody przetwarzania jest pełne wykorzystanie wszystkich składników odżywczych zawartych w mięsie ryb, jak białko, tłuszcz, makro- i mikroelementy. Wadą technologiczną farszów z ryb małowartościowych, o niskiej wodochłonności, jest znaczny wyciek tkankowy wskutek obróbki cieplnej, dochodzący w niektórych przypadkach do 50% ich masy. Największy wpływ na teksturę (wodochłonność) farszów rybnych mają zmiany denaturacyjne białek miofibrylarnych, które w przypadku niektórych gatunków ryb, o ograniczonej przydatności technologicznej, charakteryzują się niską zdolnością do żelowania [Tokarczyk 2007].

W przypadku wyrobów formowanych z farszu ze śledzi bałtyckich, o obniżonej przydatności technologicznej, podstawowym problemem jest zapewnienie ich wysokiej wartości odżywczej i jakości sensorycznej. Rozwiązanie tego problemu jest możliwe przez zastosowanie innowacyjnych rozwiązań technologiczno-technicznych w zakresie metod wytwarzania oraz udziału surowców pomocniczych i składników dodatkowych do żywności, w tym substancji wiążących (teksturotwórczych), wypełniających, wzmacniających smak i zapach i innych [Świdorski 1999].

Celem pracy było zbadanie i określenie możliwości kształtowania jakości i wartości odżywczej wyrobów formowanych z rozdrobnionego mięsa śledzi bałtyckich, o obniżonej przydatności technologicznej, poprzez zastosowanie dodatkowych substancji funkcjonalnych i surowców, w tym mięsa innych gatunków ryb (łososi hodowlanych).

Materialy i metody

Surowcem do produkcji wyrobów formowanych były śledzie bałtyckie, złowione w maju 2010 r. w polskiej strefie połowowej FAO.27IIIId/25. W ocenianej partii śledzi ($n=86$), średnia długość całkowita ryb wynosiła $18,6\pm 1,7$ cm, a średnia masa osobnicza - $38,0\pm 8,8$ g. Podstawowy skład chemiczny mięsa śledzi był następujący: białko ($N\times 6,25$) - $16,13\pm 0,25\%$; tłuszcz - $1,76\pm 0,08\%$; sucha masa - $19,59\pm 0,46\%$; popiół - $1,81\pm 0,08$; pH - 6,7. Ze względu na słabe umięśnienie, niską zawartość tłuszczu, znaczne zróżnicowanie między maksymalną oraz minimalną długością całkowitą ryb ($R=8,5$ cm) oraz masą osobniczą ryb ($R=42,8$ g), a także duży udział ryb mechanicznie uszkodzonych w ocenianej partii (ok. 43%), dostarczone do badań

śledzie bałtyckie charakteryzowały się obniżoną przydatnością technologiczną.

Śledzie bezpośrednio po złowieniu były przechowywane w pojemnikach z rozdrobnionym lodem, w temperaturze $+1\div+2^{\circ}\text{C}$. Po odgłowieniu i patroszeniu, śledzie bałtyckie w postaci tusz, zostały zamrożone i przechowywane w temperaturze -22°C przez 30 dni, do czasu wykonania prób technologicznych.

Dodatkowym surowcem rybnym było mięso odseparowane mechanicznie z kręgosłupów po filetowaniu łososi hodowlanych. Podstawowy skład chemiczny mięsa łososi był następujący: białko (Nx6,25) - $14,38\pm 0,25\%$; tłuszcz - $21,95\pm 0,05\%$; sucha masa - $36,85\pm 0,12\%$; popiół - $0,85\pm 0,05\%$; pH - 6,4. Do czasu wykonania prób technologicznych mięso łososi było przechowywane w temperaturze -22°C .

Surowcami roślinnymi zastosowanymi do wytwarzania prób farszu rybno-warzywnego były blanszowane warzywa: marchew, seler, pietruszka, które zostały użyte w stosunku wagowym, jak 2,5 : 1,5 : 1,0.

Istotnym składnikiem funkcjonalnym użytym do wytwarzania farszu rybno-warzywnego była skrobia pszenna modyfikowana typu M-5070, efektywnie wiążąca wyciek termiczny z tkanki rybnej i nadająca wyrobom formowanemu z farszu właściwą teksturę i konsystencję.

W wykonanych próbach farszu rybno-warzywnego udziały procentowe rozdrobnionych tusz śledziowych, skrobi modyfikowanej, chlorku sodu oraz dodatkowych składników, tj. proszku jajowego, mleka w proszku i przyprawy (pieprzu), były stałe (tabela 1). Zróżnicowane były natomiast udziały masy mięsa łososi i warzyw, w zakresach: $0\div 30\%$ (mięso łososi) oraz $40\div 10\%$ (warzywa).

Tabela 1. Składy surowcowe modelowych prób farszu rybno-warzywnego

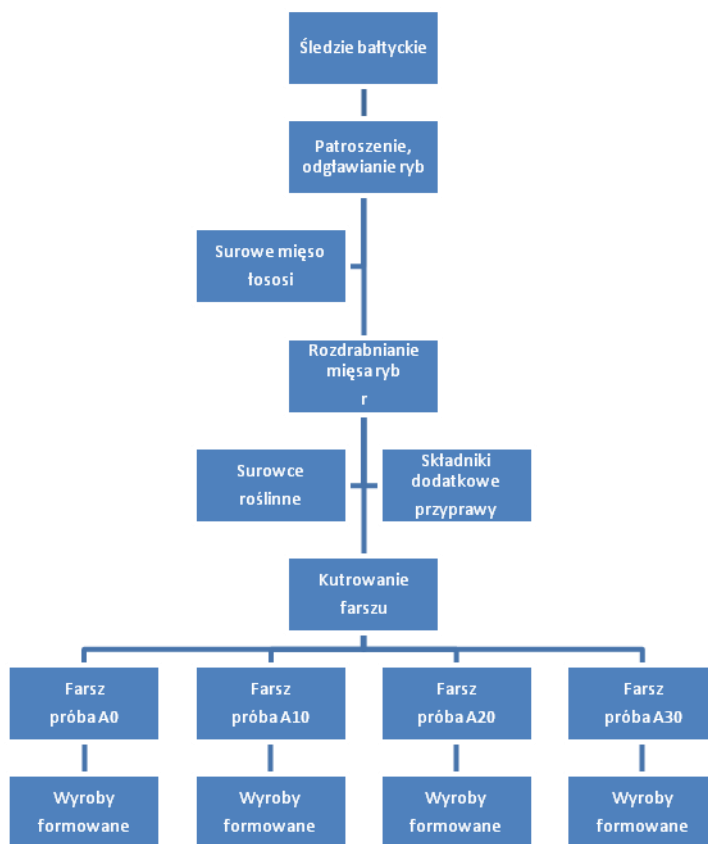
Składniki farszu (%)	Próba			
	A0	A10	A20	A30
Tusze śledziowe	50	50	50	50
Mięso łososi	0	10	20	30
Warzywa blanszowane	40	30	20	10
Skrobia modyfikowana	2	2	2	2
Chlorek sodu	1,5	1,5	1,5	1,5
Składniki dodatkowe (razem)	6,5	6,5	6,5	6,5
Razem	100	100	100	100

Na rys. 1 przedstawiono schemat technologiczny doświadczalnej produkcji wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego na bazie śledzi bałtyckich. Poszczególne składniki farszu były kolejno rozdrabniane i mieszane w kutrze masarskim typu EMS (Müller, Niemcy), o pojemności miski 2 dm^3 , w następujący sposób:

- etap I: rozdrabnianie tusz śledziowych przez 3 min,
- etap II: rozdrabnianie mięsa łososi przez 2 min,
- etap III: rozdrabnianie warzyw przez 3 min,
- etap IV: mieszanie składników dodatkowych, w tym skrobi i chlorku sodu przez 4 min,
- etap V: wymieszanie wszystkich składników farszu przez 2 min.

W etapie I, II, III i IV proces kutrowania odbywał się przy obrotach miski kutra 12 n^{-1} i obrotach wału nożowego 950 n^{-1} , natomiast w etapie V obroty miski kutra wynosiły 30 n^{-1} , a obroty wału nożowego 2400 n^{-1} .

Z modelowych prób farszu rybno-warzywnego były formowane ręcznie wyroby (burgery rybne), o masie 70 g każdy, które przechowywano przez 10 dni w temperaturze -22°C , do czasu wykonania ocen i analiz.



Rys. 1. Schemat technologiczny procesu produkcji wyrobów formowanych z farszu

W mięsie ryb, farszu oraz wyrobach formowanych z farszu oznaczano zawartości następujących wskaźników fizykochemicznych:

- białko ogółem - metodą Kjeldahla; destylację prowadzono w aparacie w aparacie Kjelttec System, a zawartość azotu ogólnego przeliczano na białko, stosując przelicznik $N \times 6,25$,
- tłuszcz - metodą Soxhleta za pomocą aparatu Soxtec,
- sucha masa - metodą suszarkową do stałej masy, w temperaturze $105 \pm 2^\circ\text{C}$,
- popiół całkowity - metodą wagową,
- wyciek termiczny - metodą wagową, przez oznaczenie masy próbki surowego mięsa (A) oraz masy próbki mięsa po parowaniu, w temperaturze 100°C przez 15 minut, i po oddzieleniu od niej wycieku termicznego, na sicie przez 20 min (B); wielkość wycieku termicznego próbki mięsa (WT) obliczano według wzoru: $WT = [(A - B):A] \times 100\%$.

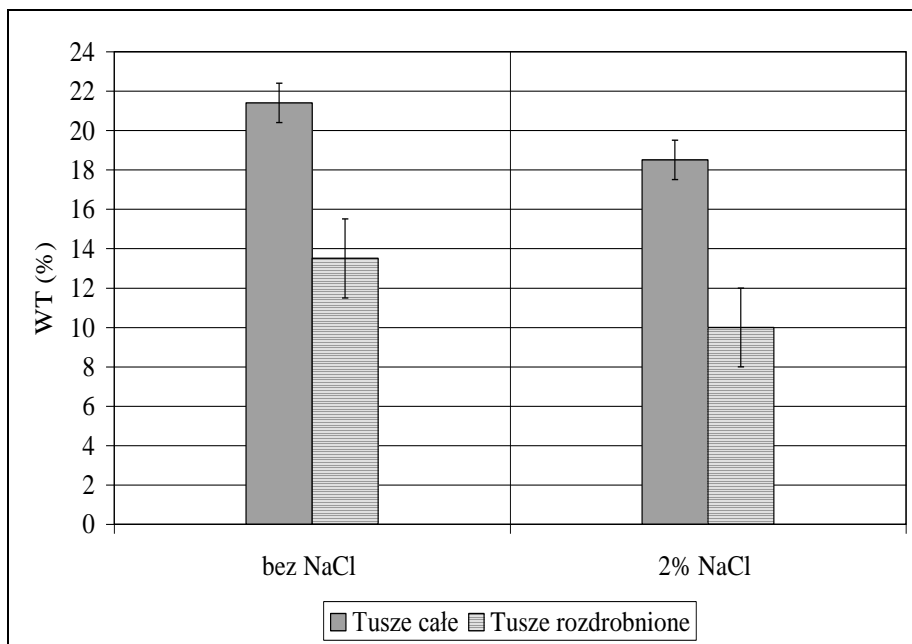
Ocenę jakości sensorycznej wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego przeprowadzono stosując zmodyfikowaną skalę ocen produktów żywnościowych [Baryłko-Pikielna 1975]. Oceny przeprowadzał 6-osobowy zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej. Wyróżniki jakości sensorycznej oceniano w skali 5-punktowej, z możliwością przyznawania ocen połówkowych. Pięć punktów oznaczało ocenę bardzo dobrą, a jeden punkt ocenę dyskwalifikującą produkt. Ogólną jakość sensoryczną obliczano mnożąc średnie wartości wyróżników przez ich współczynniki ważkości (smak – 0,45; zapach – 0,25; tekstura – 0,20; wygląd zewnętrzny – 0,05; barwa na przekroju wyrobu – 0,05). Analizę sensoryczną wyrobów (panierowane burgery) przeprowadzano po ich usmażeniu na oleju roślinnym, w temperaturze 140°C przez 4 min.

Wartości wskaźników fizykochemicznych oraz oceny punktowe wyróżników jakości sensorycznej przedstawiono jako średnią arytmetyczną z pomiarów wraz z odchyleniem standardowym, obliczonym z rozstępu uzyskanych wyników.

Wyniki i dyskusja

Do produkcji farszu rybno-warzywnego użyto mrożone tusze ze śledzi bałtyckich, o obniżonej przydatności technologicznej.

Wielkości wycieku termicznego (WT) z całych i rozdrobnionych tusz ze śledzi bałtyckich (z dodatkiem i bez dodatku 2% NaCl) przedstawiono na rys. 2.



Rys 2. Wyciek termiczny z całych i rozdrobnionych tusz śledziowych

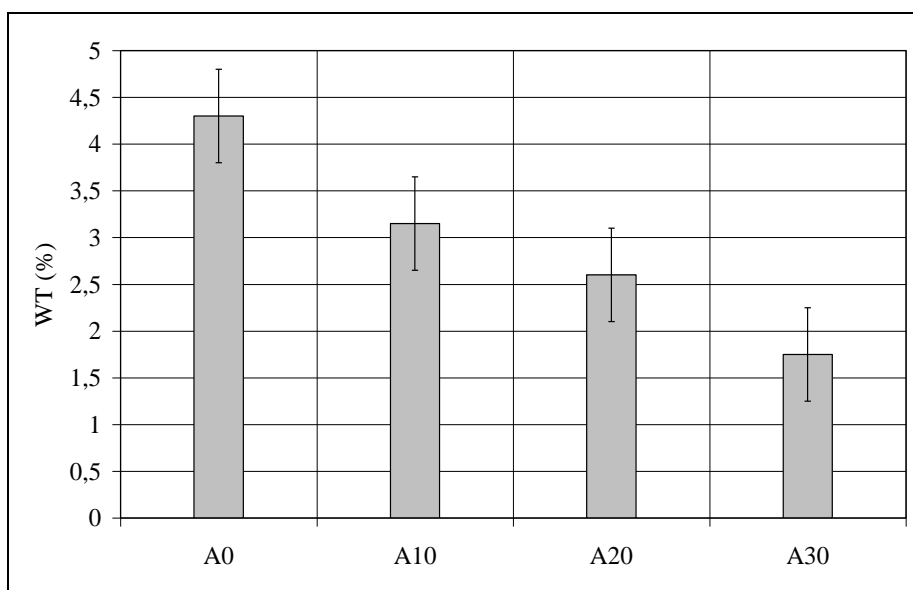
Wyciek termiczny z tusz śledziowych zależał od ich postaci; największy wyciek termiczny (WT=21,4%) stwierdzono w całych tuszach, podczas gdy w rozdrobnionych tuszach był on znacznie mniejszy i wynosił 13,5%. Przyczyną mniejszego wycieku termicznego z rozdrobnionych tusz śledziowych jest zjawisko mechanicznego, kapilarnego zatrzymania części wycieku w tkance rybnej, wskutek zmiany jej właściwości reologicznych, spowodowanych m.in. żelowaniem białek mięśniowych [Sikorski 1980]. Z technologicznego punktu widzenia, przetwarzanie tusz śledziowych, o obniżonej przydatności technologicznej, w postaci rozdrobnionej jest korzystniejsze niż w postaci tusz całych, ze względu na mniejsze ubytki masy spowodowane wyciekiem termicznym.

Dodatek 2% NaCl do tkanki śledzi bałtyckich korzystnie wpłynął na ograniczenie wielkości wycieku termicznego. W przypadku tusz całych, wielkość wycieku termicznego zmniejszyła się o 2,9%, natomiast w przypadku tusz rozdrobnionych – o 3,5%. Według Kołakowskiego [1986] dodatek 1,5÷3% NaCl do rozdrobnionego mięsa ryb powoduje częściowe rozpuszczenie białek miofibrylarnych, w rezultacie czego następuje wzrost lepkości oraz zmniejszenie o ok. 40% wycieku termicznego z farszu.

W modelowych próbach farszu oznaczono wielkość wycieku termicznego (rys. 3). Stwierdzono, że przy stałym udziale masy

rozdrobionych tusz śledziowych oraz składników dodatkowych, wyciek termiczny z farszu zmniejszał się wraz ze wzrostem zawartości mięsa łososi. Największy wyciek termiczny (4,3%) stwierdzono w farszu rybnym nie zawierającym mięsa łososi (próba A0). W farszu z dodatkiem 10% mięsa łososi (próba A10), wyciek termiczny zmniejszył się do wartości 3,15%, natomiast w farszu z udziałem 20% mięsa łososi (próba A20), wyciek termiczny wyniósł 2,6%. Najmniejszy wyciek termiczny (1,75%) stwierdzono w farszu, w którym udział mięsa łososi wynosił 30% (próba A30).

Uzyskane wyniki badań wskazują, że dodatek 10÷30% mięsa łososi o zawartości tłuszczu ponad 20%, do farszu zawierającego 50% rozdrobionych tusz śledziowych, o zawartości tłuszczu poniżej 2%, powoduje obniżenie wielkości wycieku termicznego o 27÷60%. Farsz wytworzony wyłącznie na bazie ryb chudych, o zawartości tłuszczu poniżej 2%, ze względu na szybko postępujące zmiany denaturacyjne białek, może wykazywać dużą ilość niezwiązanej frakcji ciekłej oraz włóknistą i twardą teksturę. Dlatego dodatek do takiego farszu mięsa ryb tłustych, charakteryzujących się powolnym spadkiem rozpuszczalności białek mięśniowych, może korzystnie wpłynąć na spowolnienie zmian denaturacyjnych białek, a tym samym na zmniejszenie wielkości wycieku tkankowego [Kołakowski 1986].



Rys. 3. Wyciek termiczny z modelowych prób farszu rybno-warzywnego

W tabeli 3 zamieszczono wartości wybranych wskaźników chemicznych oznaczonych w wyrobach formowanych z modelowych prób farszu rybno-warzywnego. Zawartości białka (Nx6,25) i tłuszczu w wyrobach formowanych zależały od składu surowcowego modelowych prób farszu rybno-warzywnego. Najniższe zawartości białka (13,56%) i tłuszczu (1,15%) stwierdzono w wyrobach formowanych z farszu bez dodatku mięsa łososi (próba A0). Wyższe zawartości białka (14,63%) i tłuszczu (3,10%) wystąpiły w wyrobach formowanych z farszu, zawierającego 10% mięsa łososi (próba A10). Najwyższe zawartości białka (16,10%) i tłuszczu (6,90%) stwierdzono w wyrobach formowanych wykonanych z farszu, zawierającego 30% mięsa łososi (próba A30).

Dodatek mięsa łososi do farszu na bazie śledzi bałtyckich o niskiej zawartości tłuszczu istotnie wpłynął na podwyższenie zawartości określonych składników odżywczych, w tym białka i tłuszczu, zawierającego cenne, ze zdrowotnego punktu widzenia, wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny n-3(PUFA-n3).

Tabela 3. Podstawowy skład chemiczny wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego

Próba	Oznaczenia			
	Białko (Nx6,25) %	Tłuszcz %	Sucha masa %	Popiół %
WA0	13,56±0,13	1,15±0,04	17,13±0,11	2,42±0,05
WA10	14,63±0,06	3,10±0,03	21,14±0,18	2,41±0,10
WA20	15,38±0,06	5,05±0,08	22,95±0,08	2,52±0,03
WA30	16,10±0,19	6,90±0,01	17,13±0,11	2,37±0,08

W przypadku wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego na bazie śledzi bałtyckich, zawierającego 30% mięsa łososi, ze względu na niewielki wyciek termiczny (poniżej 2%), istnieje możliwość dokładnego zaprojektowania ich składu oraz wartości odżywczej.

Zależności między zakładanymi (projektowanymi) zawartościami białka lub tłuszczu w wyrobie gotowym po obróbce cieplnej, a udziałem masowym składników, zawierających oznaczone analitycznie zawartości białka lub tłuszczu w surowym farszu rybno-warzywnym, można przedstawić za pomocą następującego równania:

$$b_c = \frac{m_1 \times b_1 + m_2 \times b_2 + \dots + m_n \times b_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \times 100 (\%)$$

gdzie:

b_c - zawartość białka (tłuszczu) w wyrobie gotowym po obróbce cieplnej (%)

m_1 - masa rozdrobnionych tusz śledziowych w farszu (g)

b_1 - zawartość białka (tłuszczu) w tuszach śledziowych (%)

m_2 - masa mięsa łososi w farszu (g)

b_2 - zawartość białka (tłuszczu) w mięsie łososi (%)

m_n - masa składnika dodatkowego w farszu (g)

b_n - zawartość białka (tłuszczu) w składniku dodatkowym (%).

Obliczone teoretycznie, na podstawie równania, zawartości białka i tłuszczu niewiele się różnią od rzeczywistych, oznaczonych analitycznie, zawartości tych składników w wyrobach formowanych z farszu rybno-warzywnego, ze względu nieznaczące ubytki masy tych składników w wyrobach gotowych poddanych obróbce cieplnej.

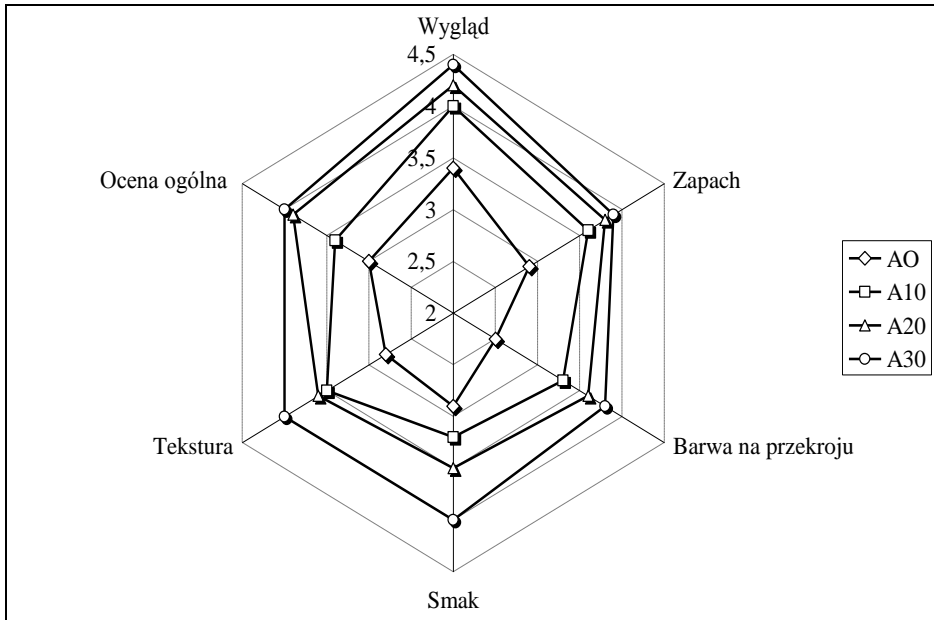
Na rys. 4 przedstawiono wyniki oceny jakości sensorycznej wyrobów gotowych (burgerów rybnych) wytworzonych z modelowych prób farszu rybno-warzywnego. Wszystkie cztery warianty asortymentowe wyrobów formowanych uzyskały ogólną ocenę jakości sensorycznej co najmniej na poziomie dostatecznym (3 pkt). Najniższą ogólną ocenę (3 pkt) uzyskały burgery rybne, formowane z farszu rybno-warzywnego bez dodatku mięsa łososi (próba A0), głównie ze względu niekorzystną barwę wyrobu na przekroju (2,5 pkt) oraz zbyt zwięzłą i włóknistą teksturę (2,8 pkt).

Dodatek mięsa łososi do farszu rybno-warzywnego ze śledzi korzystnie wpłynął na poprawę jakości sensorycznej formowanych z niego wyrobów. Oceniane wyróżniki jakości sensorycznej trzech wariantów asortymentowych burgerów formowanych z farszu z dodatkiem mięsa łososi uzyskały wyższe oceny punktowe w porównaniu z wyrobami formowanymi z farszu bez udziału mięsa łososi. Np. burgery z farszu, zawierającego 20% mięsa łososi (próba A20), uzyskały ogólną ocenę jakości sensorycznej (3,9 pkt), przy czym najwyżej oceniono wygląd ogólny (4,2 pkt), zapach (3,8 pkt), oraz barwę na przekroju i teksturę wyrobu, po (3,6 pkt).

Najwyżej ocenione zostały burgery formowane z farszu, zawierającego 30% mięsa łososi (próba A30), którym przyznano ogólną ocenę jakości na poziomie 4 pkt, głównie ze względu wygląd ogólny (4,4 pkt), oraz smak i teksturę wyrobu, po (4 pkt).

Największy wpływ na niskie oceny jakości sensorycznej wyrobów formowanych wyłącznie z rozdrobnionych tusz śledziowych miała

niekorzystna, ciemnoszara barwa mięsa oraz zwięzła i zwarta tekstura. Dodatek mięsa łososi do rozdrobnionego mięsa śledzi bałtyckich wpłynął na poprawę jakości sensorycznej wyrobów formowanych, zwłaszcza poprzez zmianę barwy mięsa na jasnobezową, akceptowaną przez konsumentów, oraz tekstury tkanki na bardziej soczystą i delikatną.



Rys 4. Ocena punktowa jakości sensorycznej wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego

Podsumowanie

Zaprezentowana w pracy nowatorska technologia w zakresie produkcji wyrobów formowanych z farszu na bazie śledzi bałtyckich o obniżonej przydatności technologicznej, jest rozwiązaniem możliwym do zastosowania w warunkach krajowego przetwórstwa, bez dodatkowych nakładów inwestycyjnych. Produkcja taka mogłaby obejmować różny asortyment wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego, jak burgery rybne, konserwy typu „pulpety w sosach” czy wieloskładnikowe dania rybno-warzywne, o zaprojektowanej wartości odżywczej i cechach sensorycznych, dostosowanych do preferencji określonych grup konsumentów.

Wnioski

Śledzie bałtyckie o ograniczonej przydatności technologicznej, zawierające poniżej 2% tłuszczu, mogą być wykorzystane jako surowiec do produkcji wyrobów formowanych na bazie farszu rybno-warzywnego.

Dodatek mięsa odseparowanego, po filetowaniu, z kręgosłupów łososi wpłynął znacząco na obniżenie wielkości wycieku termicznego i zmniejszenie ubytku masy wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego na bazie śledzi bałtyckich.

Zastosowanie mięsa łososi do farszu rybno-warzywnego z udziałem śledzi bałtyckich, istotnie wpłynęło na wzrost zawartości podstawowych składników odżywczych, w tym białka i tłuszczu, oraz na poprawę jakości sensorycznej wyrobów formowanych.

Wartość odżywcza i jakość sensoryczna wyrobów formowanych z farszu rybno-warzywnego na bazie śledzi bałtyckich, o obniżonej przydatności technologicznej, może być w szerokim zakresie kształtowana i projektowana poprzez dodatek określonych składników i surowców, w tym mięsa innych gatunków ryb, np. łososi hodowlanych.

Literatura:

1. Baryłko-Pikielna N., *Zarys analizy sensorycznej żywności*, WNT, Warszawa 1975.
2. Kołakowski E., *Wstępne obróbki cieplne w technologii konserw rybnych*, AR w Szczecinie, Szczecin 2007.
3. Kołakowski E., *Technologia farszów rybnych*, WNT, Warszawa 1986.
4. Kołakowski E., *Technologia mrożonych przetworów rybnych*, WM, Gdańsk 1984.
5. Pawlikowski B., *Influence of heat sterilization on the content of selected physicochemical indicators of canned sprat*. New trends of research in agricultural engineering [in:] *Technique and technologies in agricultural engineering (monograph)*. Published by Editorial House Wieś Jutra, Warsaw 2010a, 32-40.
6. Pawlikowski B., *Trends and possibilities within Baltic sprat processing*, Eurofish magazine 2010b, 4, 50-52.
7. Praca zbiorowa, *Kompleksowa ocena segmentu pelagicznego polskiego rybołówstwa bałtyckiego celem wskazania możliwości podniesienia jego efektywności poprzez wdrażanie Programu Operacyjnego "Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich 2007–2013"*, Morski Instytut Rybacki w Gdyni, Gdynia 2009.
8. Sikorski Z.E., *Ryby i bezkręgowce morskie. Pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie*, WNT, Warszawa 2004.
9. Sikorski Z.E., *Technologia żywności pochodzenia morskiego*, WNT, Warszawa 1980.
10. Skipnes D., Østby M.L., Hendrickx M. E. *A method for characterising cook loss and water holding capacity in heat treated cod (Gadus morhua) muscle*. *Journal of Food Engineering* 2007, 80(4), 1078-1085.
11. Świdorski F., *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*, WNT, Warszawa 1999.
12. Tokarczyk G., *Technologia konserw z farszów rybnych*. AR w Szczecinie, Szczecin 2007.

Abstract

The factors reducing the technological usage of Baltic herrings are: weak muscles of fish, low fat content, high diversity of individual dimensions and weight as well as a large contribution of the fish flesh mechanically damaged.

The study investigated the possibility of modelling the quality and nutritional value of products formed from the fish minced meat on the basis of Baltic herring with the fat content of 1.8%. It was shown that the addition of 10÷30% of the salmon meat, with fat content 22%, to minced stuffing, containing 50% minced herring carcasses and 10÷30% vegetables, caused a reduction of the thermal drip and also increased protein and fat content in model products formed from the fish-vegetable mince.

The addition of the salmon meat to the stuffing from minced herring carcasses and vegetables, positively influenced on the improvement of all evaluated parameters of sensory quality of formed products, especially their taste, smell, colour and texture.

ZMIANA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ ORAZ JAKOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ MIĘSA KARPIA, PSTRĄGA I JESIOTRA W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU I MIEJSCA HODOWLI

Joanna Tkaczewska, Władysław Migdał

*Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail:
w.migdal@ur.krakow.pl*

Streszczenie

Przedmiotem badań było mięso ryb pochodzących z hodowli różniących się miejscem oraz sposobem chowu. Hodowle zróżnicowane były pod względem stosowanych pasz, głębokości stawu, oraz położenia geograficznego (A, B, C, D). Mięso karpia było najbardziej zróżnicowane spośród badanych gatunków w zależności od miejsca hodowli. Zawartość wody w tuszce karpia była w granicach 66% w hodowli A do 81% w hodowli C. Również poziom tłuszczu w tkankach był bardzo zróżnicowany. Karp pochodzący z hodowli A zawierał 15% tłuszcz natomiast karp pochodzący z hodowli C zawierał dziesięciokrotnie mniej tego składnika jedynie 1,6%. Tuszki pstrąga jak i jesiotra były nieco mniej podatne na modyfikacje składu tkanek w zależności od sposobu chowu. Zawartość wody w mięsie pstrąga kształtowała się na poziomie 72-76% bez względu na miejsce hodowli. Również zawartość tłuszczu, białka i popiołu była stosunkowo stała i nie podlegała znacznym wahaniom w zależności od metody chowu. W przypadku mięsa jesiotra nieco większe zróżnicowanie pod względem składu chemicznego można zauważyć w przypadku zawartości wody, która w hodowli A wynosiła 75% a w hodowli B 69%. Pozostałe składniki odżywcze pozostawały na podobnym poziomie bez względu na miejsce hodowli. Kolejnym badanym parametrem było zanieczyszczenie mikrobiologiczne na powierzchni tuszy ryb. Ogólna ilość drobnoustrojów była zbliżona we wszystkich gatunkach ryb bez względu

na warunki w jakich zwierzęta były hodowane. Jedynym parametrem zróżnicowanym w zależności od miejsca hodowli była ilość *Staphylococcus aureus*. W przypadku karpia na 1 cm² powierzchni ryby pochodzącej z hodowli B wykryto obecność log 3,62 j.t.k. gronkowca złocistego natomiast na 1 cm² powierzchni skóry karpia pochodzącego z hodowli C oznaczono jedynie 39,9 j.t.k. *Staphylococcus aureus*. Na powierzchni żadnej z ryb nie wykryto zakażenia *Pseudomonas sp.* Na podstawie uzyskanych wyników wnioskuje się, iż można modyfikować skład mięsa karpia poprzez zastosowanie różnych sposobów hodowli. Skład tuszek pstrąga i jesiotra jest w mniejszym stopniu zależny od miejsca i rodzaju zastosowanego chowu niż w przypadku karpia

Słowa kluczowe: karp, pstrąg, jesiotr, warunki chowu, wartość odżywcza, jakość mikrobiologiczna

Wprowadzenie

Ogólna wielkość spożycia ryb w Polsce wzrosła jedynie o 2% na przestrzeni ostatnich 10 lat. Pomimo tendencji wzrostowej trudno mówić o optymistycznych prognozach dla producentów ryb. Według IERiGŻ w 2010 roku spożycie ryb słodkowodnych zmalało z 4 kg/os./rok do ok. 3 kg/os./rok, z czego spożycie karpia kształtuje się na poziomie 0,49 kg/os./rok, konsumpcja pstrąga wynosi 0,34 kg/os./rok, a spożycie jesiotra jest marginalne.

Krajowe ryby słodkowodne są niedoceniane przez konsumentów, przegrywają w konkurencji z rybami importowanymi np. pangą czy tilapią, które są tanie, łatwo dostępne i wygodne w przygotowaniu (spożycie pangi kształtuje się na poziomie 1,2 kg rocznie, co daje wartość ponad dwukrotnie większą niż konsumpcja pstrąga czy karpia) [Cieśla 2009]. Jest to jeden z powodów skłaniających do zajęcia się tematyką polskich ryb słodkowodnych.

Znaczną część produkcji ryb w Polsce stanowi akwakultura, a w przyszłości najprawdopodobniej będzie podstawą produkcji ryb słodkowodnych [Guziur 2006]. W Polsce i niektórych innych krajach środkowej Europy gospodarka karpiowa oraz hodowla fermowa pstrąga tęczowego, stanowi liczącą się gałąź produkcji zwierzęcej. Nasz kraj jest jednym z największych producentów karpia na świecie, z produkcją ponad 20 tys. t tej ryby rocznie oraz zajmuje piąte miejsce w Europie pod względem wielkości produkcji pstrąga tęczowego, wynoszącej 17 tys. t rocznie [Ligaszewski 2006]. Produkcja jesiotra staje się również coraz bardziej popularna ze względu na smaczne mięso i cenną ikrę.

O wartości odżywczej mięsa ryb decyduje zawarty w nim tłuszcz, białko, składniki mineralne, oraz profil kwasów tłuszczowych. W procesie rozwoju organizmów żyjących w środowisku lądowym jak i wodnym zasadniczą rolę odgrywają warunki, w jakich jest prowadzona hodowla [Borucka-Jastrzębska i wsp. 2008]. W zależności od sposobu i miejsca hodowli, intensywności żywienia, rodzaju i jakości skarmianych pasz, a także ilości spożytego przez ryby pokarmu naturalnego różnie kształtuje się skład chemiczny ciała ryb, wartość energetyczna oraz smak mięsa [Puchała 2007]. Aby produkcja rybacka dostarczała dobrej jakości surowca oraz była opłacalna konieczne jest dokarmianie ryb paszami przemysłowymi, które mogą pokrywać wszystkie potrzeby pokarmowe, lub tylko uzupełniać pokarm naturalny [Puchała 2007]. Sposób żywienia ryb jest jednym z podstawowych czynników wpływających na wartość odżywczą otrzymanego produktu.

Na jakość mięsa oprócz obecności składników bioaktywnych wpływa także szereg innych parametrów. Jednym z nich jest jakość zdrowotna produktu, która zależy od obecności składników wzbudzających zastrzeżenia zdrowotne [Sikorski 2004]. Czystość mikrobiologiczna świeżych ryb jest istotnym parametrem kształtującym jakość tuszki i w znacznej części zależna jest od jakości wody, w której ryby bytują. W ekosystemach wód śródlądowych zróżnicowane warunki abiotyczne stwarzają dużą różnorodność siedlisk, czego rezultatem jest wytworzenie zespołów mikroorganizmów charakterystycznych dla tych zbiorników [Traczewska 2005]. Mikroflora obecna na powierzchni tuszki ryb jest odpowiednikiem mikroflory wody, w jakiej ryby bytują.

Celem pracy była analiza zmiany wartości odżywczej, oraz jakości mikrobiologicznej karpia, pstrąga i jesiotra pochodzących z hodowli różniących się miejscem i sposobem chowu.

Material

Material do badań stanowiło surowe mięso ryb pochodzących z czterech hodowli różniących się sposobem i miejscem chowu.

Hodowla A: Jedyna w Polsce góraska hodowla ryb (1002 m n.p.m) łososiowatych, oraz karpia. Usytuowana jest na źródłach Dunajca. Pstrągi oraz jesiotry karmione były paszami granulowanymi o zawartości białka 42% - źródłem białka była mączka rybna. Karpie dokarmiane były pszenicą, jęczmieniem i kukurydzą. Głębokość stawów karpiowych jest większa w terenach górskich niż na nizinach i wynosiła 2 m.

Hodowla B: Hodowla ryb usytuowana na ujściu rzeki Rudawa w bliskiej okolicy Krakowa. Pstrągi oraz jesiotry karmione były paszami

granulowanymi o zawartości białka 45% - źródłem białka była mączka rybna, oraz hemoglobina suszona rozpyłowo. Karpie dokarmiane były pszenicą oraz jęczmieniem, a także przemysłowymi paszami granulowanymi o zawartości białka 30% - źródłem białka były: mączka rybna, produkty z nasion roślin strączkowych, oraz mączka z krwi wieprzowej. Głębokość stawów karpowych wynosiła 1,5 m.

Hodowla C: Karpie pochodzące z hodowli C były nabyte w dużej sieci handlowej tuż przed świętami Bożego Narodzenia w bardzo promocyjnej cenie (o ok. 50% niższej niż w innych jednostkach handlowych). Ryby zidentyfikowano jako produkt pochodzący z gospodarstwa położonego na terenach województwa podkarpackiego. Gospodarstwo usytuowane jest na ujściu rzeki Wschodnia. Niestety odmówiono udzielenia informacji na temat żywienia ryb i głębokości stawu.

Hodowla D: Gospodarstwo rybackie znajduje się na terenie małopolski w odległości ok. 50 km od Krakowa. Woda do stawów pstragowych pochodziła ze studni głębinowej. Ryby karmione były granulowaną paszą przemysłową o zawartości białka 42%. Granulat ten nie zawierał składników pochodzenia zwierząt lądowych.

Ryby odławiane były przez pracowników poszczególnych gospodarstw, a następnie ubite zgodnie z zasadami mającymi na celu zachowanie dobrostanu zwierząt.

Metody

Oznaczenia zawartości podstawowych składników pokarmowych wykonano według procedur podanych w AOAC.

Analiza mikrobiologiczna obejmowała określenie ogólnej liczby drobnoustrojów (PCA) liczby *Staphylococcus aureus* oraz *Pseudomonas aeruginosa* na 1 cm² powierzchni ciała ryb. Próbkę do badań mikrobiologicznych były pobrane bezpośrednio po ubiciu ryb. Wcześniej przygotowany szablon (kwadrat o długości boków 2,5 cm x 2,5 cm) przykładano w centralnej części ciała ryby i za pomocą sterylnego patyczka wymazowego pobrano wymaz i umieszczano go w próbówce z podłożem transportowym. Po przetransportowaniu do laboratorium mikrobiologicznego, sterylny patyczek z wymazem odcięto i włożono do 100 ml wody peptonowej a następnie intensywnie wytrząsano przez 15 minut. Tak otrzymany roztwór po wykonaniu odpowiednich rozcieńczeń posiano na selektywne podłoża (*Staphylococcus aureus* – podłoże Baird-Parkera; *Pseudomonas aeruginosa* - agar z cetrymidem). Wyniki

przedstawiono jako ilość drobnoustrojów przypadająca na 1 cm² powierzchni ciała ryby (PN-ISO 18593:2005).

Wyniki i dyskusja

Wartość odżywcza ryb była zróżnicowana w zależności o sposobu i miejsca hodowli. Zawartość podstawowych składników odżywczych w mięsie karpia, pstrąga i jesiotra przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Zawartość podstawowych składników odżywczych w mięsie karpia, pstrąga i jesiotra pochodzących z różnych hodowli

Hodowla	Woda [%]	Białko [%]	Tłuszcz [%]	Popiół [%]
Karp				
Hodowla A	66,08	17,16	15,07	0,97
Hodowla B	74,78	14,54	9,27	1,11
Hodowla C	81,79	15,57	1,6	0,67
Pstrąg				
Hodowla A	72,37	20,05	6,59	1,58
Hodowla B	72,01	20,25	6,67	1,35
Hodowla D	76,67	18,5	5,09	1,09
Jesiotr				
Hodowla A	75,55	17,05	5,01	1,49
Hodowla B	69,61	19,4	9,24	0,95

Analiza zawartości wody w tkankach ryb pochodzących z różnych hodowli wykazała znaczne jej zróżnicowanie w zależności od sposobu i miejsca hodowli. Największe wahania w ilości wody można zauważyć w tkankach karpia. Karpie pochodzące z hodowli A zawierały jedynie 66,08% wody, natomiast karpie pochodzące z hodowli C aż 81,79%. Woda zawarta w mięsie ryb występuje w postaci roztworu wielu organicznych i nieorganicznych składników tkanek, uczestniczy w procesach biochemicznych zachodzących w organizmie ryby, współdziała w tworzeniu charakterystycznych właściwości reologicznych mięsa, ale nie jest źródłem żadnych cennych składników odżywczych [Puchała 2007]. Dlatego zawartość wody w mięsie ryb jest ujemnie skorelowana z wartością odżywczą. Wysoki poziom wody w tkankach karpia pochodzącego z hodowli C, może być związany z wyjątkowo niską ceną, jaką producent oferował za swoje karpie (50% wartości rynkowej). Ryby te okazują się niskiej jakości żywieniowej. Należałoby przeprowadzić dalsze badania wyjaśniające w jaki sposób producent

modyfikuje warunki hodowli (wpływając na skład mięsa karpia), aby obniżyć koszty produkcji. Według Friderich [2001] zawartość wody w mięsie karpia hodowlanego kształtuje się na poziomie 73-72%, w innych publikacjach ten sam autor [1999] podaje 69-70%. Ilość wody w mięsie karpia z hodowli A jest jednak nieco mniejsza niż podawana przez literaturę. Niższa zawartość wody w karpniu z tej hodowli może wynikać głównie ze zróżnicowanej zawartości tłuszczu w mięsie. Tłuszcz podczas suszenia nie zmienia w istotny sposób swojej masy. Stąd też próbki zawierające większą ilość tłuszczu oprócz białka i innych substancji organicznych charakteryzują się wyższymi ilościami suchej masy [Puchała 2007].

Ilość wody w mięśniach pstrąga, oraz jesiotra pochodzących z różnych hodowli nie jest już aż tak zróżnicowana jak w przypadku karpia i wynosi odpowiednio pstrąg – 72-76%, jesiotr – 69-75%. Otrzymane wartości są porównywalne z danymi literaturowymi gdyż Usyodus i wsp. [2011] podaje, że zawartość wody w mięśniach pstrąga hodowlanego wynosi 73%. Natomiast według Kolmana [2005] zawartość wody w mięsie jesiotra hodowlanego kształtuje się na poziomie 68-3,5%. Z uzyskanych rezultatów można wnioskować, iż zawartość wody w mięsie pstrąga oraz jesiotra nie jest tak ściśle skorelowana z sposobem i warunkami chowu jak ma to miejsce w przypadku karpia.

Poziom białka w badanych próbkach ryb był nieco mniej zróżnicowany w zależności od miejsca chowu niż miało to miejsce w przypadku zawartości wody, choć i tu można zaobserwować różnice w przypadku mięśni karpia i jesiotra. Białka są materiałem budulcowym badanych mięśni, pełnią funkcje katalityczne w reakcjach biochemicznych zachodzących w organizmie ryb, stanowią o biologicznej i żywieniowej wartości produktów rybnych i uczestniczą w wytwarzaniu wielu sensorycznych cech tych produktów [Puchała 2007].

Poziom białka w mięsie pstrąga był stały bez względu na miejsce hodowli (20,05% - hodowla A, 20,25% - hodowla B, hodowla C - 18,5%). Choć występowała różnica w ilości białka obecnego w paszach przemysłowych podawanych rybom, a także w pochodzeniu tych białek (Hodowla A - 42% białka w paszy pochodzącego z mączki rybnej, Hodowla B - 45% białka w paszy pochodzącego z mączki rybnej i suszonej hemoglobiny), nie przełożyło się to na ilość białka w mięśniach pstrąga. W hodowli C stosowano paszę przemysłową, która nie zawierała białka pochodzącego od zwierząt lądowych (białko bardzo dobrze przyswajalne), co mogło spowodować nieco mniejszą zawartość białek w rybach pochodzących z tej hodowli - 18,5%. Dostępne dane literaturowe

mówią o zawartości białka w mięsie pstrąga na poziomie 16-19% [Dumas 2007, Usydus 2011].

Najwięcej białka znajdowała się w mięsie karpia pochodzącego z hodowli A - 17,16%, a najmniejsza jego ilość była w karpniu z hodowli B - 14,54%. Hodowle te różniły się przede wszystkim sposobem dokarmiania ryb, ale także głębokością stawu (hodowla A - zboża i kukurydza, głębokość stawu 2 m; hodowla B - zboża i przemysłowe granulaty paszowe, głębokość stawu 1,5 m). Dane literaturowe podają, iż zawartość białka w mięśniach karpia wynosi 18% [Czerwińska 2010], natomiast Friderich [2001] twierdzi iż poziom białka w tym mięsie to jedynie 12%.

Również w przypadku mięsa jesiotra można zauważyć różnice w poziomie białka w zależności od sposobu hodowli. Jesiotry były skarmiane takimi samymi paszami jak pstrągi, natomiast w przeciwieństwie do mięsa pstrągów, różnica w ilości białka jest zauważalna- jesiotry z hodowli A - 17,05% białka, jesiotry z hodowli B - 19,4% białka. Nieco niższe rezultaty otrzymali Kolman [2005] 16-17% białka oraz Jankowska i wsp. [2002] 14-15%. Z przeprowadzonych badań można wnioskować, iż wraz ze zwiększeniem się ilości białka w paszy, wzrasta poziom tego składnika w mięśniach jesiotrów. Również dodatek do paszy suszonej hemoglobiny (białka pochodzenia zwierzęcego), podnosi ilość tego składnika w mięśniach jesiotra.

Koncentracja tłuszczów w mięśniach ryb jest bardzo zmienna zależy ona nie tylko od gatunku, ale także od wieku, płci, warunków geograficznych (klimatu, temperatury wody) a przede wszystkim od dostępności i rodzaju pokarmu [Guler i wsp. 2008]. Zawartość tłuszczu w mięśniach pstrąga była na podobnym poziomie bez względu na miejsce hodowli i wynosiła od 5,09- 6,67%. Według danych dostępnych w literaturze [Usydus 2000, Staniek 2009] zawartość tłuszczu w mięśniach pstrąga kształtuje się na poziomie 7-14%, co jest wartością nieco wyższą od otrzymanych wyników.

Zawartość lipidów w mięśniach karpia była bardzo zróżnicowana w zależności od sposobu i miejsca chowu. Mięso karpia z hodowli A zawierało aż 15,07% tłuszczu, natomiast karp z hodowli C jedynie 1,6%. Tak duża różnica w zawartości tłuszczu wynika głównie ze zróżnicowanej zawartości wody w mięsie badanych ryb. Próbkę zawierającą większą ilość tłuszczu charakteryzują się wyższymi ilościami suchej masy [Puchała 2007]. Znacznie mniejszą zawartość tłuszczu w porównaniu z karpiami z hodowli A charakteryzują się

również ryby pochodzące z hodowli C - 9,27%. Różnica ta może być spowodowana zróżnicowanym sposobem dokarmiania ryb (hodowla A - zboża i kukurydza, hodowla C - zboża i pasze przemysłowe). Kukurydza zawiera znacznie więcej węglowodanów i dużo mniej białka niż inne pasze naturalne. Dlatego jest paszą bardziej energetyczną w przeliczeniu na jednostkę masy. Z tego powodu proces trawienia i metabolizm substancji pokarmowych pochodzących z kukurydzy może prowadzić do szybszego odkładania się tłuszczu w tkankach karpia, niż w przypadku stosowania innych bardziej białkowych pasz [Puchała 2007]. Friedrich [2001] oraz Czerwińska [2010] podają, iż zawartość tłuszczu w mięśniach karpia powinna kształtować się na poziomie - 4,2-17%. Są to wartości porównywalne z otrzymanymi wynikami.

Również w mięśniach jesiotra ilość lipidów jest zróżnicowana w zależności od sposobu i miejsca hodowli, choć nie tak znacząco jak ma to miejsce w przypadku mięsa karpia. Poziom tłuszczu w tkankach jesiotra kształtuje się na poziomie 5,01-9,24%. Dane literaturowe nie są jednoznaczne co do zawartości tłuszczu w ciele w jesiotrze. Jankowska [2002] podaje wartości od 6,2-9,5% tłuszczu, natomiast Kolman [2005], mówi o ilościach znacznie wyższych od 9 do 13%.

Poziom składników mineralnych w mięśniach był zróżnicowany we wszystkich badanych gatunkach ryb w zależności od miejsca i sposobu hodowli. Największą różnicę pomiędzy wartością minimalną i maksymalną można obserwować w ciele jesiotra (0,54%), nieco mniejszą w przypadku pstrąga (0,49%), a najmniej zróżnicowany pod względem zawartości popiołu okazał się być karp (0,3%).

Zawartość składników odżywczych w mięśniach karpia, pstrąga i jesiotra jest ściśle skorelowana z warunkami, oraz miejscem prowadzenia hodowli. Podobne wyniki uzyskał Geri [1995], który stwierdził istotny wpływ- temperatury wody, sposobu żywienia i innych warunków chowu na skład chemiczny mięsa ryb.

Jakość mikrobiologiczna

W tabeli 2 przedstawiono zanieczyszczenie mikrobiologiczne na powierzchni tusz karpia i pstrąga.

Tabela 2. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne na powierzchni tusz karpia i pstrąga

Hodowla	Gatunek	Ogólna liczba drobnoustrojów (j.t.k./1cm ² skóry)	<i>Staphylococcus aureus</i> (j.t.k./1cm ² skóry)	<i>Pseudomonas</i> (j.t.k./1cm ² skóry)
Hodowla B	Karp	2,42*10 ⁴	4,17*10 ³	Drobnoustroje obecne ale w ilości mniejszej niż 4 j.t.k na cm ²
	Pstrąg	3,66*10 ³	121	Nieobecne w żadnej próbie
Hodowla C	Karp	2,2*10 ⁴	39,9	14,5
Hodowla D	Pstrąg	4,26*10 ³	31,5	Drobnoustroje obecne ale w ilości mniejszej niż 4 j.t.k na cm ²

Ilość i rodzaj mikroorganizmów występujących na powierzchni ciała ryb odpowiada czystości i jakości mikrobiologicznej wód w jakich ryby bytują. Intensywny chów ryb prowadzi do zmian jakości wody w wyniku stosowania pasz, środków leczniczych, dezynfekcyjnych (formalina, nadmanganian potasu, wapno chlorowane i inne) czy ograniczających występowanie glonów (herbicydy, siarczan miedzi i inne) [Olszewska 2010].

W przeprowadzonych badaniach analizowano między innymi ogólną liczbą drobnoustrojów (PCA) na 1 cm² powierzchni ciała ryby. Oznaczenie to obejmuje zarówno bakterie saprofityczne (niechorobotwórcze), patogenne, jak i oportunistyczne patogeny, które mogą wywoływać choroby u ludzi i zwierząt, a zwłaszcza u osobników z upośledzonym systemem odpornościowym [Kręgiel i Rygała 2010]. Nie zaobserwowano istotnych różnic w ogólnej ilości drobnoustrojów pomiędzy poszczególnymi hodowlami (Karp: hodowla B - 2,42*10⁴ j.t.k./1 cm² skóry, hodowla C - 2,2*10⁴ j.t.k./1 cm² skóry, Pstrąg: hodowla B - 3,66*10³ j.t.k./1 cm² skóry, hodowla D - 4,26*10³ j.t.k./1 cm² skóry).

Kolejne analizy miały określić obecność potencjalnie chorobotwórczych drobnoustrojów, dlatego też zbadano liczbę *Staphylococcus aureus* oraz *Pseudomonas sp.*

Gronkowce to organizmy wszechobecne i powszechne. Można znaleźć je w wodzie, w powietrzu, w kurzu, wodach stojących, i we wszystkich artykułach, które znajdują się w kontakcie z człowiekiem. Poza tym potrafią przeżyć bardzo dobrze w otaczającym środowisku. Jednakże miejsce głównego bytowania gronkowców chorobotwórczych to organizm ludzi i zwierząt ciepłokrwistych. Mięso ryb skażone jest gronkowcem znacznie częściej przez pracowników hodowli i przetwórci aniżeli poprzez środowisko naturalne [AESA 2010]. Jednak za celowe przyjęto przeanalizowanie obecności i ilości *Staphylococcus aureus* na powierzchni ryb z badanych hodowli. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono iż jedynie na powierzchni karpia z hodowli B występuje znaczna ilość gronkowca złocistego ($4,17 \cdot 10^3$ j.t.k./1 cm² skóry), natomiast w pozostałych hodowlach zarówno na powierzchni karpia jak i pstrąga były to ilości marginalne (Pstrąg: hodowla B, D odpowiednio 121 i 31,5 j.t.k./1 cm², Karp hodowla C 39,9 j.t.k./1 cm²). Dodatkowo żaden z wyizolowanych gronkowców nie miał zdolności do koagulacji osocza króliczego (wyizolowany szczep *Staphylococcus aureus* nie był chorobotwórczy).

Bakterie z rodzaju *Pseudomonas sp.* nie były obecne na powierzchni pstrąga z hodowli B, natomiast u pozostałych ryb z innych hodowli, ilość szczepów tej bakterii była bardzo niska. Nie wykryto zagrożenia zakażeniem ryb bakteriami z grupy *Pseudomonas sp.*

Wnioski

- Zawartość podstawowych składników odżywczych w mięśniach karpia pochodzącego z hodowli różniących się miejscem i sposobem chowu była zróżnicowana. Wnioskuje się, iż można z łatwością modyfikować skład mięsa karpia poprzez zastosowanie różnych sposobów hodowli.
- Wartość odżywcza mięsa pstrąga oraz jesiotra była w mniejszym stopniu zależna od zastosowanych metod chowu niż ma to miejsce w przypadku karpia.
- Jakość mikrobiologiczna karpia i pstrąga była wysoka. W żadnej z badanych hodowli nie wykryto zagrożenia zakażeniem mikrobiologicznym. Brak było istotnych różnic w czystości mikrobiologicznej pomiędzy badanymi hodowlami.

Literatura

1. Borucka- Jastrzębska E., Kawczuga D., Rajkowska M., Kempster J., *Wpływ warunków hodowli na poziom wewnątrzustrojowych antyoksydantów i zawartość makro- i mikroelementów u pstrąga tęczowego (Oncorhynchus mykiss Rich.)*, Ekologia w Ochronie Środowiska 2008, 49-54.
2. Cieśla M., *Czy każda ryba dobrze wpływa na wszystko? Prozdrowotne walory najbardziej popularnych ryb pochodzących z akwakultury*, Magazyn Przemysłu Rybnego 2009, 3(69), 55-57.
3. Dumas A., Cornelis F.M de Lange, France J., Bureau D.P., *Quantitative description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*, Aquaculture 2007, 273, 165-181.
4. Czerwińska D., *Pora na karpia*, Przegląd Gastronomiczny 2010, 12.
5. Friedrich M., Stepankowska K., *Effect of diet composition on the levels of glucose, lipids, and lipoproteins of the blood and on the chemical composition of two-year-old carp (Cyprinus carpio L.) reared in cooling waters*, Acta Ichthyologica et Piscatoria 1999, 29, 13-23.
6. Friedrich M., Stepankowska K., *Effect of starvation on nutritive value of carp (Cyprinus Carpio L.) and selected biochemical components of its blood*, Acta Ichthyologica et Piscatoria 2001, 31(2), 29-36.
7. Geri G., Poli B.M., Gualtieri M., Lupi P., Parisi G., *Body traits and chemical composition of muscle in the common carp (Cyprinus carpio L.) as influenced by age and rearing environment*, Aquaculture. 1995. 125.
8. Giziur J., *Z dziejów hodowli ryb na świecie. Cz. I. W mroku dziejów*, Magazyn Przemysłu Rybnego 2006, 6(54), 17-19.
9. Hiszpańska Agencja Bezpieczeństwa Żywnienia (AES), *Bezpieczeństwo ryb pochodzących z hodowli*, Magazyn Przemysłu Rybnego 2006, 1(49), 1-4.
10. Jankowska B., Kwiatkowska A., Kolman R., Szczepkowska B., *A comparison of certain characteristics of meat of the siberian sturgeon (Acipenser baeri Brandt) and that of its hybrid with the green sturgeon (A. medirostris Ayres)*, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Fisheries 2002, 5(1).
11. Kolman R., Szczepkowski M., Jankowska B., Kwiatkowska A., Sidorov N., *The impact of Vitation on the rearing parameters and meat quality of sturgeon hybrids*, Archives of Polish fisheries 2005, 13(2), 259-266.
12. Kręgiel D., Rygała A., *Występowanie heterotroficznych bakterii z rodzaju Aeromonas w wybranym systemie dystrybucji wody*, Ochrona Środowiska 2010, 32(4), 47-50.
13. Ligaszewski M., *Zasady i planowana ochrona zasobów genetycznych polskich, rodzimych linii karpia (Cyprinus carpio Linnaeus, 1758) i szczepów pstrąga tęczowego (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792)*, Wiadomości Zootechniczne 2006, 44(4), 49-55.
14. Olszewska H., Skowron K., Uniejewska K., *Wpływ stawu karpiego na jakość mikrobiologiczną wód*, Ekologia Technika 2010, 18(5), 264-271.
15. PN-ISO 18593:2005 *Mikrobiologia żywności i pasz - Horyzontalne metody pobierania próbek z powierzchni z użyciem płytek kontaktowych i wymazów*.
16. Puchała R., Pilarczyk M., *Wpływ żywienia na skład chemiczny mięsa karpia*, Inżynieria Rolnicza 2007, 5(93), 363-368.
17. Sikorski Z.E., *Ryby i bezkręgowce morskie pozyskiwanie, właściwości i przetwarzanie*, WNT, Warszawa 2004.
18. Stanek M., Dąbrowski J., Roślewska A., Janicki B., *Ocena zawartości tłuszczu i cholesterolu w mięsie samic oraz samców okonia (Perca Fluviatilis L.) z jeziora Gopło*, Argicultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica 2009, 271(10), 5-10.
19. Traczewska T.M., *Wpływ bioróżnorodności środowiska wodnego na jakość mikrobiologiczną wody*, Ochrona Środowiska 2005, 4, 13-18.
20. Usydus Z., Szlinder-Richert J., Adamczyk M., Szatkowska U., *Marine and farmed fish in the Polish market: Comparison of the nutritional value*, Food Chemistry 2011, 126, 78-84.

Abstract

The purpose of this study was to assess the differences in the fish meat supplied from farms with various place and way of cultivation. The cultures differed in terms of the type of fodder used, the pond depth and the geographical location (A,B,C). The carp meat had been the most diversified from all the examined species (carp, trout, sturgeon). The amount of water in carp meat differed from 66% in farm A to 81% in farm C. The fat content in carp muscle was 15% in farm A and 1.6% in farm C. The carcasses of trout and sturgeon were less susceptible to modifications of muscle tissue. The water content in trout was respectively 72-76% despite the difference in the place of cultivation. Also the fat, protein and ash content were rather constant. The amount of water in sturgeon meat differed slightly from 75% in farm A to 69% in farm B. The other nutrients remained constant, regardless the place of cultivation.

The microbiological contamination of the surface of fish carcass had also been examined. The Total Viable Count was similar in all studied fish species, regardless the conditions of cultivation. The only parameter which differed depending on farm placement was the amount of *Staphylococcus aureus*. The amount of *S. aureus* on 1 cm² of skin surface was 3.62 log cfu/g in farm B and only 39.9 cfu in farm C. There had been no trace of *Pseudomonas sp.* on surface of any of the examined fish.

The acquired results suggest the the modification of carp meat content can be achieved with the usage of different cultivation methods. The content of carcasses of trout and sturgeon are less susceptible to modification by the place and methods of cultivation than in case of carp.

WPLYW SKROBI MODYFIKOWANYCH NA WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNE, REOLOGICZNE I TOPLIWOŚĆ ANALOGÓW SERÓW TOPIONYCH O OBNIŻONEJ ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU

Bartosz Sołowiej

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii,
Katedra Biotechnologii, Żywnienia Człowieka i Towaroznawstwa Żywności,
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, e-mail: bartosz.solowiej@up.lublin.pl*

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było otrzymanie oraz analiza właściwości teksturalnych, reologicznych i topliwości analogów serów topionych, w których tłuszcz mleczny został częściowo zastąpiony przez różne skrobie modyfikowane. Teksturę otrzymanych analogów serów topionych badano przy użyciu analizatora tekstury TA-XT2i próbnikiem cylindrycznym o średnicy 15 mm, przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano następujące cechy: twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serowych. Za pomocą reometru rotacyjnego Brookfield DV II+ przy użyciu przystawki Helipath (F) dokonywano badań lepkości analogów serów topionych. Badania właściwości lepkosprężystych analogów serów topionych wykonywano w układzie płytka - płytka w zmiennej temperaturze od 30 do 80°C, przy użyciu reometru oscylacyjnego RS 300, za pomocą którego określano zmiany wartości modułu zachowawczego (G'). Pomiarów topliwości dokonywano przy pomocy zmodyfikowanego testu Schreibera.

Obniżenie zawartości tłuszczu z 30 do 20% spowodowało wzrost twardości, przylegalności, lepkości i żujności analogów serów topionych, natomiast dalsza substytucja tłuszczu skrobią spowodowała spadek wartości tych parametrów. Sprężystość serów była niezależna od stężenia i rodzaju dodawanej skrobi oraz zawartości tłuszczu w produkcie. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi nr 1

(5-9%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-15%) obniżała się ich spójność, natomiast odnośnie dodatku skrobi nr 2 zaobserwowano odwrotną zależność. Redukcja zawartości tłuszczu z 30% do 15% nie spowodowała pogorszenia się topliwości analogów. Obecność i różna zawartość bezwodnego tłuszczu mlecznego miała wpływ na teksturę otrzymanych analogów. Obniżenie zawartości tłuszczu z 30% (przy dodatku skrobi 5%) do 15% (przy dodatku skrobi 9%) dało porównywalne wyniki. Zatem zastosowanie skrobi jako zamiennika tłuszczu wydaje się być zasadne przy produkcji niskokalorycznych analogów serów topionych.

Słowa kluczowe: analogi serów topionych, skrobia modyfikowana, tekstura, reologia, topliwość

Wstęp

Duże zainteresowanie serami topionymi jako składnikiem żywności wygodnej (poprawia smak, teksturę i wartość odżywczą) oraz wysokie koszty związane z produkcją sera naturalnego i jego przechowywaniem zmusiły przemysł spożywczy do szukania nowych rozwiązań. Powodem rozwoju produkcji analogów jest zainteresowanie produktami o wysokiej wartości odżywczej, zarazem niskiej zawartości tłuszczu, przy tańszych kosztach produkcji. Analogi serowe są mniej kaloryczne, zawierają mniej cholesterolu, przy zachowaniu dobrej tekstury, dzięki czemu mają ogromne znaczenie w żywieniu człowieka [Lobato-Calleros i wsp. 1999]. Produkcja analogów serów topionych opiera się na substytucji naturalnych serów preparatami białkowymi i tłuszczami pochodzącymi z mleka lub innych źródeł wraz z zachowaniem smaku produktu oryginalnego. Alternatywne źródła białka stanowią kazeiniany, kazeina kwasowa oraz podpuszczkowa, a także preparaty białek serwatkowych [Lee i wsp. 2004, Sołowiej 2009, 2010]. Dzisiaj koszt produkcji analogów serów twardych (dojrzewających) to maksymalnie 50% ceny serów uzyskiwanych tradycyjną metodą z tradycyjnego surowca [Górska-Warsewicz 2005]. W celu zaspokojenia stale rosnących wymagań konsumenta podnoszona jest jakość produktów poprzez udoskonalanie technologii, zmianę receptur, stosowanie nowych dodatków. Skrobie modyfikowane wiążą wodę, zagęszczają produkt, spełniają funkcje stabilizatorów i emulgatorów, tworzą kremową teksturę, stabilną w czasie przechowywania wyrobu, co daje możliwość zastosowania ich np. w produkcji analogów serów topionych.

Cel pracy

Celem niniejszej pracy było otrzymanie oraz analiza właściwości teksturalnych, reologicznych i topliwości analogów serów topionych, w których tłuszcz mleczny został częściowo zastąpiony przez różne skrobie modyfikowane.

Materiał i metody badań

Do badań użyto skrobi modyfikowanej z kukurydzy o dojrzałości woskowej C+TEX 06205 (1) (E1422 - acetylowany adypinian diskrobiowy) i C+TEX 06719 (2) (E1442 hydroksypropylowany fosforan diskrobiowy) (Cerestar Cargill, Indianapolis, IN, USA), kazeiny kwasowej (KK) (85,68%) (Polsero Sp. z o.o., Sokołów Podlaski), bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) (SM Mlekovita, Wysokie Mazowieckie), bezwodnego kwaśnego fosforanu dwusodowego i kwasu cytrynowego (P.P.H. POCH, Gliwice). Zawartość białka oznaczano metodą Kjeldahl'a [AOAC 1984].

Proces produkcji analogu sera topionego

Skrobie w ilości 5%, 7% lub 9% wymieszano z wodą destylowaną, przy użyciu mieszadła magnetycznego (MR 3002S Heidolph, Niemcy). Następnie dodawano roztopiony w temperaturze 45°C bezwodny tłuszcz mleczny w ilości odpowiednio 25%, 20% lub 15% i kazeinę kwasową w ilości 10%. Całą mieszaninę umieszczano w pojemniku homogenizatora (H 500 Pol-Eko Aparatura, Wodzisław Śląski). Mieszano przez 2 min. przy 10000 obr./min. Następnie dodawano roztworu topnika (2%), ustalano pH na poziomie 6,2 za pomocą kwasu cytrynowego przy użyciu pH-metru CP-315 firmy Elmetron i zanurzano w łaźni wodnej o temp. 80°C. Całość homogenizowano przez 10 min. przy 10000 obr./min. Gotowe analogi serowe wylewano do zlewek w ilości 40 ml. Produkt przechowywano w temperaturze pokojowej przez 30 min. celem ostygnięcia, a następnie magazynowano przez 24 godziny w temperaturze 5°C.

Profilowa analiza tekstury (TPA)

Pomiary były dokonywane wg modyfikacji Bonczar i wsp. [2002] za pomocą teksturometru TA XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Wielka Brytania). Próbkę sera (kształt cylindryczny, wymiary 40x40 mm) badano za pomocą próbnika cylindrycznego o śr. 15 mm (stopień zanurzenia próbnika 20 mm, okres przerw pomiędzy ruchami próbnika 5 s), przy prędkości przesuwu głowicy 1 mm/s. Uzyskane wyniki (z 6 pomiarów dla każdego z 3 powtórzeń) rejestrowane były przez program

Texture Expert version 1.22. W profilowej analizie tekstury (TPA) określano następujące cechy: twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serów topionych.

Reometria rotacyjna

Pomiarów dokonywano za pomocą reometru rotacyjnego Brookfield DV II+ (Stoughton, MA, USA) przy użyciu przystawki Helipath (F). Podczas pomiaru wrzeciono było zanurzone w badanej próbce. Próbkę sera badano w stałej temp. 20°C, przy stałej prędkości wrzeciona $V=0,5$ obr./min. Wyniki (z 3 pomiarów dla każdego z 3 powtórzeń) rejestrował komputer o oprogramowaniu Win Gather V1,0. W badaniach tych określano lepkość otrzymanych analogów serów topionych.

Reometria oscylacyjna

Badań lepkośćsprężystości analogów serów topionych dokonywano przy użyciu reometru oscylacyjnego RS 300 (ThermoHaake, Karlsruhe, Niemcy) w układzie płytka - płytka. Pomiarów wykonywano przy częstotliwości 0,1 Hz, przy odkształceniu $\gamma = 0,07$ w zmiennej temperaturze w zakresie od 30 do 80°C. W badaniu określano zmiany wartości modułu zachowawczego (G'). Wyniki (z 3 pomiarów dla każdego z 3 powtórzeń) rejestrowano komputerowo, wykorzystując program RheoWin Pro.

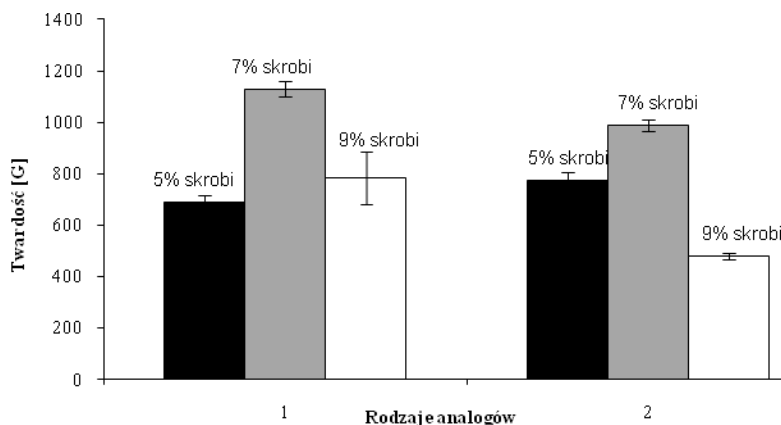
Pomiar topliwości (zmodyfikowany test Schreibera)

Metoda polega na roztopieniu próbki analogu sera topionego w postaci krążka o średnicy 41 mm i wysokości 4,8 mm na płytce Petriego w kuchence mikrofalowej poprzez 30 sekundowe ogrzewanie przy mocy 300 W. Roztopioną próbkę przykładano do wzorca, zliczano punkty w 6 miejscach, sumowano je i dzieląc na 6 otrzymywano średnią topliwości [Mleko i Foegeding 2001]. Dokonano 3 pomiarów dla każdego z 3 powtórzeń. Zakres skali dla testu Schreibera wynosi od 0 do 10 jednostek, gdzie powyżej 4 to dobra topliwość; natomiast poniżej 4 to zła topliwość.

Wyniki i dyskusja

Pierwszy etap badań miał na celu określenie właściwości teksturalnych analogów serów topionych za pomocą analizy profilowej tekstury (TPA), przy pomocy której określano twardość, przylegalność, spójność, sprężystość i żujność analogów serów topionych, natomiast lepkość analogów serowych określano przy pomocy reometrii rotacyjnej. Twardość jest to siła niezbędna do osiągnięcia określonej deformacji produktu [Surówka 2002]. Według kryterium twardości produkty

żywnościowe można podzielić na miękkie, zwężłe i twarde [Szcześniak 2002]. Na rysunku 1 zobrazowano wpływ stężenia skrobi modyfikowanych (1 lub 2) oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na twardość analogów serów topionych. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi (5-7%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-20%) wzrastała ich twardość, natomiast wyższa zawartość skrobi i zarazem niższa zawartość tłuszczu w produkcie spowodowała obniżenie jego twardości. Najwyższą twardością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 7% 1 + 20% BTM (1129,1 G), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 9% 2 + 15% BTM (477,8 G).



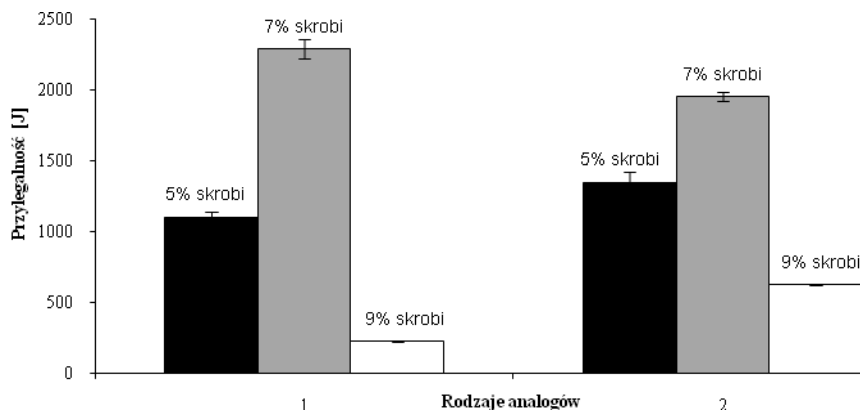
Rys. 1. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na twardość analogów serów topionych

Kiziloz i wsp. [2009] w swojej pracy dotyczącej wpływu skrobi kukurydzianej oraz κ -karagenu na strukturę niskobiałkowych analogów serowych na bazie kazeiny podpuszczkowej stwierdzili wzrost ich twardości w miarę wzrostu zawartości skrobi w produkcie. Również w pracy Lee i Brummel'a [1990] zastosowanie błonnika jako zamiennika tłuszczu w przypadku serów topionych spowodowało wzrost ich twardości. Potwierdzają to także badania Montesinos-Herrero i wsp. [2006], którzy stwierdzili wzrost twardości imitacji serowych, stosując błonnik pokarmowy w postaci skrobi natywnej jako zamiennik oleju palmowego. Lobato-Calleros i wsp. [1999] w swoich badaniach dotyczących zastosowania pektyny niskometylowanej jako zamiennika tłuszczu sojowego w analogach serowych zanotowali wzrost twardości badanych próbek po zastosowaniu w nich substytutu tłuszczu, jednakże

wyższa zawartość pektyny powodowała w konsekwencji spadek twardości końcowego produktu.

W przypadku serów topionych i ich analogów cechą niepożądaną jest przylegalność (adhezyjność), zarówno na etapie produkcyjnym, jak i w gotowym wyrobie. Powoduje ona przyczepianie się masy serowej do powierzchni maszyn, a w konsekwencji wzrost kosztów wynikających z czyszczenia i eksploatacji linii produkcyjnych. W odczuciu konsumentów wyroby serowe charakteryzujące się wysoką przylegalnością do opakowania są dyskwalifikowane [Sołowiej 2007], ponadto uniemożliwiają prawidłowe i całkowite „odklejenie się” od noża w trakcie smarowania lub krojenia. Przylegalność jest cechą, która również wpływa na plasterkowanie serów topionych [Awad 2010]. Z punktu widzenia tekstury przylegalność jest pracą potrzebną do pokonania sił przyciągania pomiędzy powierzchnią produktu żywnościowego a innymi ciałami, z którymi wchodzi w kontakt (język, zęby, nóż, podniebienie) [Surówka 2002]. Według kryterium przylegalności produkty żywnościowe można podzielić na kleiste, klejące oraz zlepiające [Szcześniak 2002].

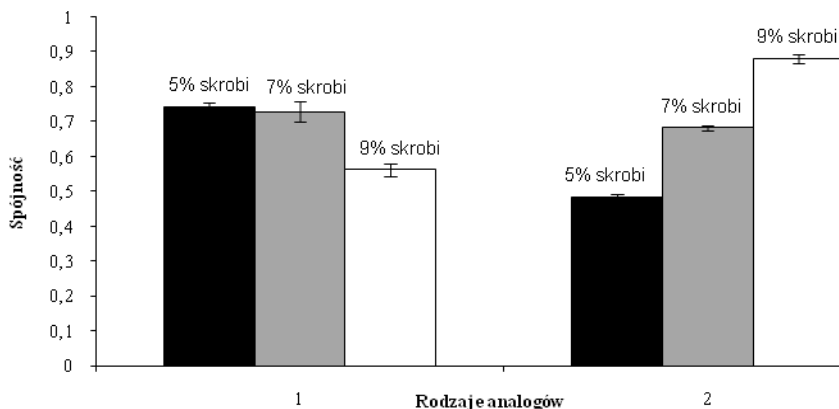
Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych (1 lub 2) oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na przylegalność analogów serów topionych przedstawiono na rysunku 2. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi (5-7%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-20%) wzrastała ich przylegalność, natomiast wyższa zawartość skrobi i zarazem niższa zawartość tłuszczu w produkcie spowodowała znaczne obniżenie przylegalności analogów serowych. Najwyższą przylegalnością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 7% 1 + 20% BTM (2288,7 J) oraz z 10% KK + 7% 2 + 20% BTM (1952,6 J), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 9% 1 + 15% BTM (225,3 J) oraz 10% KK + 9% 2 + 15% BTM (621,8 J).



Rys. 2. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na przylegalność analogów serów topionych

W badaniach własnych dotyczących otrzymywania wysokobiałkowych analogów serów topionych o obniżonej zawartości tłuszczu stwierdzono wzrost przylegalności badanych próbek po zastosowaniu w nich kazeiny kwasowej jako zamiennika tłuszczu, jednakże wyższa zawartość kazeiny (22%) powodowała w konsekwencji spadek przylegalności końcowego produktu [Sołowiej 2011]. W pracy Gustawa i Mleko [2007] dodatek mączki chleba świętojańskiego powodował spadek przylegalności analogów serów topionych na bazie kazeiny i izolatu białek serwatkowych.

Spójność reprezentuje siły wiązań wewnętrznych utrzymujących produkt jako całość [Surówka 2002]. Produkty żywnościowe według kryterium spójności dzielą się na: chrupkie, kruszące lub kruche [Szcześniak 2002]. Na rysunku 3 zobrazowano wpływ stężenia skrobi modyfikowanych (1 lub 2) oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na spójność analogów serów topionych. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi nr 1 (5-9%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-15%) obniżała się ich spójność, natomiast odnośnie dodatku skrobi nr 2 zaobserwowano odwrotną zależność. Najwyższą spójnością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 9% 2 + 15% BTM (0,88), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 5% 2 + 25% BTM (0,48).

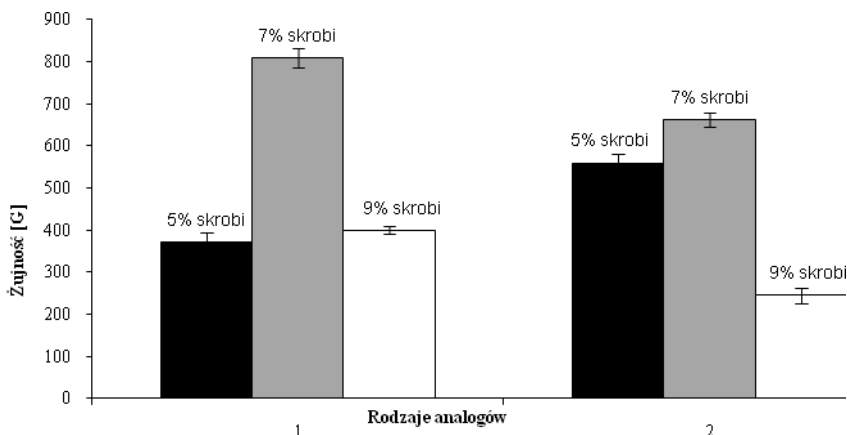


Rys. 3. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na spójność analogów serów topionych

Montesinos-Herrero i wsp. [2006] zanotowali wzrost spójności imitacji (analogów) serowych, stosując błonnik pokarmowy w postaci skrobi natywnej jako zamiennik oleju palmowego. Z kolei Bryant i wsp. [1995] stwierdzili spadek spójności sera Cheddar w przypadku obniżenia w nich zawartości tłuszczu, natomiast Rudan i wsp. [1999] w swoich badaniach dotyczących sera Mozzarella zanotowali odwrotną zależność. We wcześniejszych badaniach własnych dotyczących zastosowania koncentratów białek serwatkowych do otrzymywania analogów serów topionych na bazie kazeiny kwasowej zaobserwowano, że próbki z dodatkiem w/w koncentratów były bardziej spójne niż próbki otrzymane wyłącznie z kazeiny kwasowej, jednakże ich spójność malała w miarę wzrostu stężenia białek serwatkowych [Sołowiej i wsp. 2010].

Sprężystość jest miarą powrotu do pierwotnego stanu po tym jak pierwsza siła zostaje usunięta. W ujęciu sensorycznym jest to stan, do którego powraca produkt po procesie ściskania między zębami. [Surówka 2002]. Według kryterium sprężystości produkty żywnościowe możemy podzielić na: sprężyste, elastyczne [Szcześniak 2002]. Wszystkie badane analogi osiągnęły bardzo podobne wartości (0,94-0,99), co świadczyło o bardzo wysokiej sprężystości próbek (dane nie zamieszczone). Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych dotyczących zastosowania preparatów serwatkowych w produkcji analogów serów topionych na bazie kazeiny kwasowej, gdzie stwierdzono, że sprężystość nie zależy od stężenia białka i jest cechą niezależną od twardości czy innych cech tekstury [Sołowiej 2007].

Żujność reprezentuje energię wymaganą podczas żucia do takiego rozdrobnienia produktów stałych, aby nadawały się do połknięcia [Surówka 2002]. Według kryterium żujności produkty żywnościowe możemy podzielić na: kruche, ciągliwe, twarde [Szcześniak 2002]. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi (5-7%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-20%) wzrastała ich żujność, natomiast wyższa zawartość skrobi i zarazem niższa zawartość tłuszczu w produkcji spowodowała obniżenie żujności analogów serowych (rys. 4). Najwyższą żujnością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 7% 1 + 20% BTM (809,4 G), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 9% 2 + 15% BTM (245,3 G).

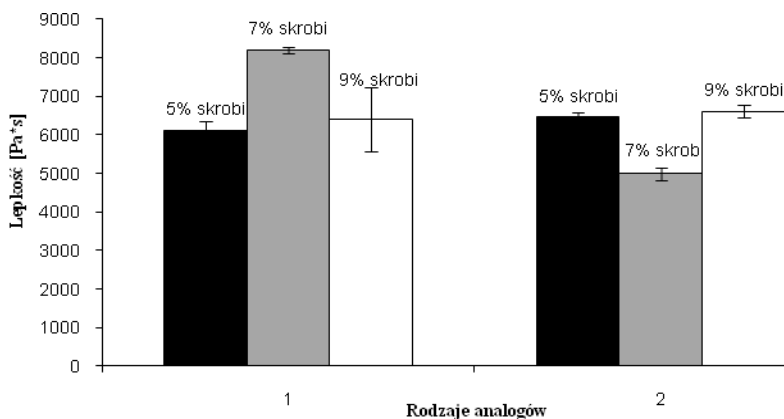


Rys. 4. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na żujność analogów serów topionych

W pracy Lobato-Calleros i wsp. [1999], dotyczącej zastosowania pektyny niskometylowanej jako zamiennika tłuszczu sojowego w analogach serowych stwierdzono, że żujność produktu obniżała się w miarę wzrostu w nim zawartości substytutu tłuszczu. Natomiast w pracy Gupty i Reutera [1992] żujność analogów serów topionych wzrastała w miarę dodatku koncentratów białek serwatkowych. Potwierdzają to również badania własne dotyczące wpływu preparatów serwatkowych na teksturę analogów serów topionych otrzymywanych na bazie kazeiny kwasowej, gdzie wraz ze wzrostem stężenia białka w produkcie zanotowano wzrost żujności [Sołowiej 2007].

Na rysunku 5 zobrazowano wpływ stężenia skrobi modyfikowanych (1 lub 2) oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na lepkość analogów serów topionych. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi nr 1 (5-7%) i spadkiem zawartości tłuszczu

(30-20%) wzrastała ich lepkość, natomiast wyższa zawartość skrobi i zarazem niższa zawartość tłuszczu w produkcie spowodowała obniżenie lepkości analogów serowych. W przypadku zastosowania skrobi nr 2 zaobserwowano odwrotną zależność. Najwyższą lepkością charakteryzowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 7% 1 + 20% BTM (8200 Pa*s), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 7% 2 + 20% BTM (4986 Pa*s).



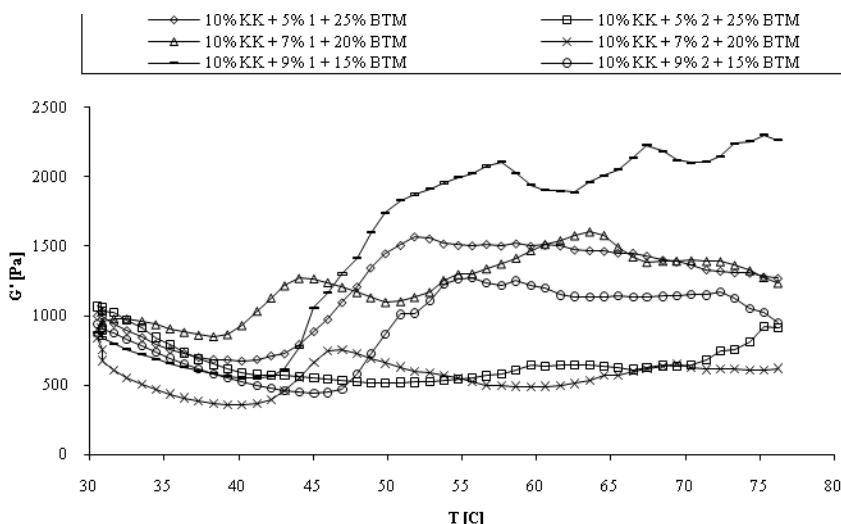
Rys. 5. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na lepkość analogów serów topionych

W badaniach własnych dotyczących otrzymywania wysokobiałkowych analogów serów topionych o obniżonej zawartości tłuszczu stwierdzono spadek lepkości badanych próbek po zastosowaniu w nich kazeiny kwasowej (12-22%) jako zamiennika tłuszczu mlecznego (30-5%) [Sołowiej 2011]. Pluta i wsp. [2000] w swojej pracy odnośnie serów topionych z dodatkiem hydrokoloidów, stwierdzili, że dodatek mączki chleba świętojańskiego powodował zwiększenie lepkości serów topionych.

Drugi etap badań miał na celu określenie właściwości lepkością oraz topliwości analogów serów topionych przy pomocy reometrii oscylacyjnej oraz zmodyfikowanego testu Schreibera, z uwagi na fakt, że topliwość jest cechą funkcjonalną, mającą szczególny wpływ podczas opracowywania nowych środków spożywczych.

Ogrzewanie produktów żywnościowych powoduje zmianę proporcji między sprężystością a lepkością. Moduł zachowawczy (G') obrazuje jaką część energii zostaje zachowana przez układ w wyniku odkształcenia sprężystego [Mounsey i O'Riordan 2001].

Zmiany modułu zachowawczego (G') analogów serów topionych wraz ze wzrostem temperatury od 30 do 80°C przedstawiono na rysunku 6. W pierwszej fazie ogrzewania wartość modułu zachowawczego malała, co wskazywało na osłabienie struktury żelowej badanych analogów i w konsekwencji powstanie układu lepkiego. W temp. powyżej 40°C nastąpił nagły wzrost wartości modułu zachowawczego G' w przypadku większości badanych próbek, co spowodowało powstanie silnej struktury żelowej. Analogi z dodatkiem skrobi nr 1 charakteryzowały się większymi wartościami modułu zachowawczego (G') w porównaniu do próbek z dodatkiem skrobi nr 2.

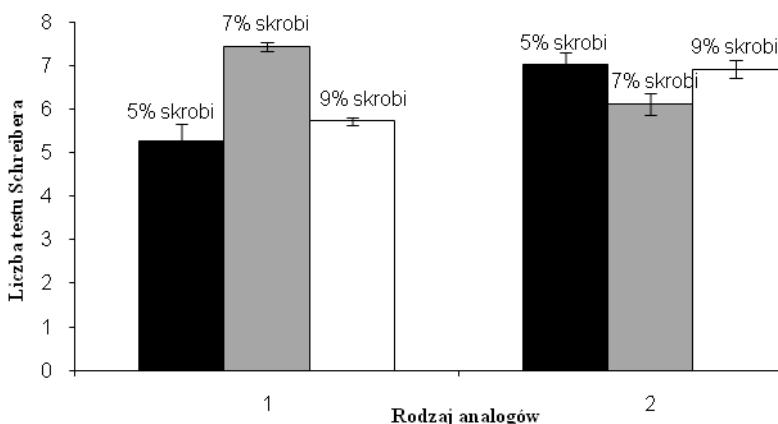


Rys. 6. Zmiany modułu zachowawczego (G') analogów serów topionych przy stałej częstotliwości (0,1 Hz) w zależności od temperatury

Lopez i wsp. [2001] dowiedli, że bezwodny tłuszcz mleczny zawarty w analogach serowych topi się w temp. 40-41°C. Z tego względu roztopiony tłuszcz częściowo wypełnia przestrzenie międzybiałkowe, zaś pozostała jego część zwiększa objętość próbki sera, powodując wzrost wartości modułu G' , co potwierdzają również badania własne [Sołowiej i wsp. 2008a, 2008b]. W wyniku przeprowadzonych pomiarów można stwierdzić, że wraz ze wzrostem zawartości skrobi w produkcie zwiększała się wartość modułu G' , a co za tym idzie wzrastała sprężystość badanych próbek. Prawdopodobnie działa się tak dlatego, że wraz ze wzrostem stężenia skrobi w analogach serów topionych ich struktura stawała się bardziej upakowana (rys. 6). Ye i wsp. [2009] w

swojej pracy dotyczącej otrzymywania modelowych serów topionych na bazie kazeiny podpuszczkowej z dodatkiem skrobi kukurydzianej stwierdzili, że nawet niskie stężenie skrobi w produkcji powodowało wzrost modułu zachowawczego (G') w temp. powyżej 60°C, co potwierdzają również wyniki uzyskane przez Montesinos-Herrero i wsp. [2006] w przypadku analogów serowych, w których zastosowano skrobię natywną jako zamiennik oleju palmowego. Wzrost modułu zachowawczego (G') mógł być spowodowany prawdopodobnie wzrostem poziomu uwodnienia lub żelowania skrobi w tych temperaturach. Ponadto na właściwości lepko-sprężyste analogów serowych wpływa wielkość kuleczek tłuszczu, które wypełniają sieć białkową [Rosenthal 1999].

Na rysunku 7 przedstawiono wpływ stężenia skrobi modyfikowanych (1 lub 2) oraz bezwodnego tłuszczu mlecznego (BTM) na topliwość analogów serów topionych. W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi nr 1 (5-7%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-20%) wzrastała ich topliwość, natomiast wyższa zawartość skrobi i zarazem niższa zawartość tłuszczu w produkcie spowodowała obniżenie topliwości analogów serowych. W przypadku zastosowania skrobi nr 2 zaobserwowano odwrotną zależność. Jednakże w obu przypadkach wszystkie badane próbki charakteryzowały się dobrą topliwością. Najwyższą topliwością cechowały się analogi serów topionych otrzymane z 10% KK + 7% 1 + 20% BTM (7,44), natomiast najniższą analogi uzyskane z 10% KK + 5% 1 + 25% BTM (5,27).



Rys. 7. Wpływ stężenia skrobi modyfikowanych i bezwodnego tłuszczu mlecznego na topliwość analogów serów topionych

Mounsey i O’Riordan [2001, 2008] badając imitacje (analogi) serowe na bazie kazeiny podpuszczkowej z dodatkiem skrobi natywnej oraz modyfikowanej z ryżu, stwierdzili, że topliwość spadała wraz ze wzrostem stężenia skrobi w produkcji. W badaniach Kiziloz’a i wsp. [2009], dotyczących wpływu skrobi kukurydzianej oraz κ -karagenu na strukturę niskobiałkowych analogów serowych na bazie kazeiny podpuszczkowej zanotowano spadek topliwości gotowego produktu. W przypadku tradycyjnych serów topionych również obserwowano spadek topliwości po dodaniu hydrokoloidów [Swenson i wsp. 2000].

Wnioski

- Obniżenie zawartości tłuszczu z 30 do 20% spowodowało wzrost twardości, przylegalności, lepkości i żujności analogów serów topionych, natomiast dalsza substytucja tłuszczu skrobią spowodowała spadek wartości tych parametrów.
- Sprężystość serów była niezależna od stężenia i rodzaju dodawanej skrobi oraz zawartości tłuszczu w produkcji.
- W przypadku badanych analogów wraz ze wzrostem zawartości skrobi nr 1 (5-9%) i spadkiem zawartości tłuszczu (30-15%) obniżała się ich spójność, natomiast odnośnie dodatku skrobi nr 2 zaobserwowano odwrotną zależność.
- Redukcja zawartości tłuszczu z 30% do 15% nie spowodowała pogorszenia się topliwości analogów.
- Obecność i różna zawartość bezwodnego tłuszczu mlecznego miała wpływ na teksturę otrzymanych analogów.
- Obniżenie zawartości tłuszczu z 30% (przy dodatku skrobi 5%) do 15% (przy dodatku skrobi 9%) dało porównywalne wyniki. Zatem zastosowanie skrobi jako zamiennika tłuszczu wydaje się być zasadne przy produkcji niskokalorycznych analogów serów topionych.

Literatura

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis (14th Ed.)*. 1984, Arlington, VA.
2. Awad S., Hassan A., Mistry V., *Impact of exopolysaccharide-containing base Cheddar cheese on reduced fat process cheese*, *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2010, 65(2), 173-176.
3. Bonczar G., Wszolek M., Siuta A., *The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe’s milk*, *Food Chemistry* 2002, 79, 85-91.
4. Bryant A., Ustunol Z., Steffe J., *Texture of Cheddar cheeses as influenced by fat reduction*, *Journal of Food Science* 1995, 60, 1216-1219.
5. Górską-Warsewicz H., *Rozwój rynku mleczarskiego*, *Przemysł Spożywczy* 2005, 10, 20-23.
6. Gupta V.K., Reuter H., *Processed cheese foods with added whey protein concentrates*, *Lait* 1992, 72, 201-212.

7. Gustaw W., Mleko S., *The effect of polysaccharides and sodium chloride on physical properties of processed cheese analogs containing whey proteins*, *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2007, 62(1), 59-62.
8. Kiziloz M.B., Cumhur O., Kilic M., *Development of the structure of an imitation cheese with low protein content*, *Food Hydrocolloid* 2009, 23, 1596-1601.
9. Lee S.K., Anema S., Klostermeyer H., *The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads*, *International Journal of Food Science and Technology* 2004, 39, 763-771.
10. Lee K., Brummel S.E., *Fat reduction in processed cheese by added hydrocolloids (soluble fiber)*. XXIII International Dairy Congress, Montreal, Canada, 1990, October 8-12, Vol. II. p. 402(762).
11. Lobato-Calleros C., Vernon-Carter E.J., Sanchez-Garcia J., Garcia-Galindo H.S., *Textural characteristics of cheese analogs incorporating fat replacers*, *Journal of Texture Studies* 1999, 30, 533-548.
12. Lopez C., Lavigne F., Lesieur P., Keller G., Ollivon M., *Thermal and structural behavior of anhydrous milk fat. 2. Crystalline forms obtained by slow cooling*, *Journal of Dairy Science* 2001, 84, 2402-2412.
13. Mleko S., Foegeding E.A., *Incorporation of polymerized whey proteins into processed cheese analogs*, *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2001, 56, 612-615.
14. Montesinos-Herrero C., Cottel D.C., O'Riordan E.D., O'Sullivan M., *Partial replacement of fat by functional fibre in imitation cheese: Effects on rheology and microstructure*, *International Dairy Journal* 2006, 16, 910-919.
15. Mounsey J.S., O'Riordan E.D., *Characteristics of imitation cheese containing native or modified starches*, *Food Hydrocolloids* 2008, 22, 1160-1169.
16. Mounsey J.S., O'Riordan E.D., *Characteristics of imitation cheese containing native starches*, *Journal of Food Science* 2001, 66(4), 586-591.
17. Pluta A., Ziarno M., Smolińska A., *Możliwości zastosowania hydrokoloidów w produkcji serów topionych*, *Przemysł Spożywczy* 2000, 5, 42-44.
18. Rosenthal A.J., *Food texture measurement and perception*. An Aspen Publication, Gaithersburg, 1999, 7, 21-16.
19. Rudan M.A., Barbano D.M., Yun J.J., Kindstedt P.S., *Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese*, *Journal of Dairy Science* 1999, 82(4) 661-672.
20. Sołowiej B., *Textural, rheological and melting properties of acid casein reduced-fat processed cheese analogues*, *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2011 (praca przyjęta do druku).
21. Sołowiej B., Mleko S., Gustaw W., Udeh K.O., *Effect of whey protein concentrates on texture, meltability and microstructure of acid casein processed cheese analogs*. *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2010, 65(2), 169-173.
22. Sołowiej B. *Właściwości reologiczne i topliwość analogów serów topionych z dodatkiem izolatu białek serwatkowych*, *Nauka. Przyroda. Technologie* 2009, 3(4), 123.
23. Sołowiej B., Gustaw W., Nastaj M., *Wpływ dodatku koncentratów białek serwatkowych na właściwości reologiczne analogów serów topionych*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2008a, 5(60), 226-234.
24. Sołowiej B., Mleko S., Gustaw W., *Physicochemical properties of acid casein processed cheese analogs obtained with different whey products*, *Milchwissenschaft - Milk Science International* 2008b, 63, 299-302.
25. Sołowiej B., *Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2007, 5(54), 292-300.
26. Surówka K., *Tekstura żywności i metody jej badania*, *Przemysł Spożywczy* 2002, 10, 12-17.
27. Swenson B.J., Wendorff W.L., Lindsay R.C., *Effects of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads*, *Journal of Food Science* 2000, 65, 822-825.
28. Szczesniak A.S., *Texture is a sensory property*, *Food Quality and Preference* 2002, 13, 215-225.

29. Ye A., Hewitt S., Taylor S., *Characteristics of rennet-casein-based model processed cheese containing maize starch: Rheological properties, meltabilities and microstructures*, Food Hydrocolloids 2009, 23, 1220-1227.

Abstract

The objective of this study was to obtain and evaluate the textural, rheological properties and meltability of processed cheese analogues. Modified starches were added in direct replacement of anhydrous milk fat. The textural properties such as hardness, adhesiveness, cohesiveness, springiness and chewiness of processed cheese analogues were examined using the TA-XT2i Texture Analyser. The cheese samples were penetrated to 20 mm by a testing set (15 mm diameter). The penetration rate was 1 mm/s. The viscosity of processed cheese analogues was measured using the Brookfield DV II+ rotational viscometer with the Helipath Stand (F). The viscoelastic properties of processed cheese analogues were measured using a RS 300 oscillatory rheometer with a parallel plate geometry (in the configuration: plate - plate), at a temperature varying from 30 to 80°C. The changes in the storage modulus (G') were determined. The meltability of processed cheese analogues was examined using a modified Schreiber test. The increase in modified starch content (5-7%) and decrease in anhydrous milk fat content (30-20%) caused significant increase of hardness, adhesiveness, viscosity and chewiness of processed cheese analogues. However, higher modified starch content (9%) and lower content of anhydrous milk fat (15%) in cheese analogues caused a significant decrease of these parameters. The springiness was a feature independent of the starch and anhydrous milk fat content in the product. The increase in modified starch No.1 concentration (5-9%) and decrease in anhydrous milk fat content (30-15%) caused decrease of cohesiveness of processed cheese analogues, while on addition of modified starch No.2 inverse relationship was observed. Fat reduction from 30% to 15% did not cause deterioration of the processed cheese analogues meltability. The presence and different content of anhydrous milk fat affected the texture of obtained analogues. Reducing the fat content of 30% (at 5% addition of starch) to 15% (at 9% addition of starch) gave comparable results. Thus, the use of starch as a fat substitute seems to be appropriate in the production of low-calorie processed cheese analogues.

CHARAKTERYSTYKA REOLOGICZNA CIASTA NA BAZIE SKŁADNIKÓW POZBAWIONYCH GLUTENU

Mariusz Witczak

Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Balicka 122, 30-149 Kraków, e-mail: m.witczak@ur.krakow.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badania wpływu składu recepturowego ciasta na jego charakterystykę reologiczną. Badania oparto na planie doświadczeń dla mieszanin z ograniczeniami. Jako zmienne przyjęto zawartość skrobi, wody oraz gumy ksantanowej i pektyny. Wyznaczono spektra mechaniczne, krzywe lepkości i krzywe pełzania. Wyniki opisano z wykorzystaniem metody powierzchni odpowiedzi, stosując model liniowy i kwadratowy. Umożliwiło to określenie wpływu poszczególnych składników na wartości wybranych parametrów reologicznych.

Porównanie zastosowanych modeli pokazało, że model liniowy jest niewystarczający do opisu właściwości reologicznych badanych układów. Model kwadratowy dla mieszanin daje akceptowalne wyniki w przypadku większości parametrów. Wyjątek stanowił czas retardacji i lepkość modelu Burgera.

Słowa kluczowe: reologia, ciasto bezglutenowe, powierzchnia odpowiedzi.

Wstęp

Zastąpienie glutenu przez inne składniki jest głównym problemem technologicznym, z jakim borykają się producenci piekarskich wyrobów bezglutenowych. Podejmowanych jest wiele prób uzyskania glutenopodobnej struktury w wyrobach na bazie skrobi, poprzez zastosowanie różnych dodatków. Ich celem jest poprawienie jakości, akceptowalność i trwałość tych produktów. W celu oceny wpływu tych składników na właściwości ciasta i chleba stosowana jest szeroka gama metod:

reologiczne (badania oscylacyjne, relaksacja naprężeń, pełzanie i powrót, krzywe płynięcia w trybie CR i CS, TPA), cieplne (DSC) i wiele innych. Jak do tej pory wyniki analiz reologicznych nie są ściśle skorelowane z jakością produktu końcowego. Chociaż uważa się, że odgrywają one istotną rolę w ocenie funkcjonalności składników, wydajności wypiekowej i jakości produktów. Podczas mieszania, fermentacji, kształtowania i wzrostu, ciasto poddawane jest działaniu naprężenia i deformacji, dlatego właściwości reologiczne dotyczą bezpośrednio funkcjonalnego zachowania się ciasta podczas tych etapów produkcji pieczywa. Powiązanie to nie jest jednak wyjaśnione i prawdopodobnie również nie jest bezpośrednie. Nie zmienia to jednak faktu, że charakterystyka reologiczna ciasta odgrywa ważną rolę z punktu widzenia jakości produktu końcowego. Z drugiej strony, reologiczne zachowanie ciasta, jak i innych substancji, jest mechanicznym wyrażeniem struktury materiału (np. przestrzennego uporządkowania elementów struktury i ich interakcji). Dlatego, badanie tych właściwości dostarcza informacji o wewnętrznej strukturze w skali przestrzennej, dzięki czemu staje się narzędziem do badania związku struktury ze składem i do zrozumienia wpływu procesów biochemicznych i technologicznych na charakterystykę ciasta i produktu finalnego.

Opracowywanie składów mieszanin do wypieku chleba opiera się głównie na właściwościach sensorycznych i teksturze pieczywa. Niewiele jest prób wykorzystania badań reologicznych do opracowania receptur produktów piekarskich, pomimo tego, że analizy te znajdują szerokie zastosowanie w charakterystyce poszczególnych składników i półproduktów. Uzasadnione zatem wydaje się podjęcie prac mających na celu wyjaśnienie związków pomiędzy właściwościami reologicznymi i jakością produktu finalnego.

Materiały i metody

W badaniach wykorzystano skrobię kukurydzianą (Roquette, Francja), skrobię ziemniaczaną (Pepees S.A., Polska), gumę ksantanową (Regis, Polska), pektynę (Pektowin, Polska), sól i cukier. Eksperyment oparto o plan dla mieszanin z ograniczeniami. Granice udziału poszczególnych składników przedstawiono w tabeli 1. W celu ograniczenia liczby zmiennych przyjęto stały stosunek skrobi kukurydzianej do ziemniaczanej, wynoszący 4. Dodatkowe ograniczenia dotyczyły minimalnego i maksymalnego stosunku wody do suchych składników (w zakresie od 0,8 do 1,2) oraz minimalnej, sumarycznej zawartości hydrokoloidów (0,0025). W sumie składniki zmienne stanowiły 94,7%

mieszaniny, na pozostałą część składały się: sól, cukier, olej i drożdże. W prowadzonych badaniach reologicznych pominięto dodatek oleju i drożdży. Wygenerowano plan uwzględniający punkty wierzchołkowe i środki ciężkości powstałego obszaru. Następnie na podstawie badania zakresu liniowej lepkości wyeliminowano układy, dla których nie udało się takiego zakresu określić, bądź zakres ten mocno odbiegał od pozostałych próbek i nie można było określić wspólnej amplitudy odkształcenia dla testów reologicznych. Składy układów wykorzystanych w badaniach przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Kody i typy wielkości analizowanej mieszaniny.

Lp.	Składnik	Kod	Dolna granica	Górna granica	Typ wielkości
1.	Skrobia	S	0,4	0,6	Zmienna
2.	Woda	W	0,4	0,6	Zmienna
3.	Guma ksantanowa	GK	0	0,02	Zmienna
4.	Pektyna	P	0	0,02	Zmienna
5.	Sól	S		0,0075	Stała
6.	Cukier	C		0,009	Stała

W planowaniu eksperymentu wykorzystano moduł Planowanie doświadczeń (DOE) programu Statistica 9.0 (Stat Soft, Inc., USA). Parametry równań reologicznych poddano analizie z użyciem metody powierzchni odpowiedzi. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem następujących modułów: Ogólne modele liniowe (GLM) i Planowanie doświadczeń (DOE) programu Statistica 9.0 (Stat Soft, Inc., USA).

Właściwości reologiczne ciasta scharakteryzowano w temperaturze 25°C z użyciem reometru MARS II (Thermo-Haake, Niemcy) w układzie płytek równoległych (średnica 35 mm, szczelina 1 mm). Przygotowywane próbki ciasta umieszczano w układzie pomiarowym reometru, nadmiar ciasta usuwano, a brzegi zalewano olejem parafinowym. Próbki pozostawiano na 15 minut w celu zrelaksowania naprężeń i stabilizacji temperatury, a następnie wykonywano pomiary.

Krzywe lepkości wyznaczono w dwóch trybach: CS (kontrolowane naprężenie) i CR (kontrolowana szybkość ścinania). W pierwszym etapie CS, wartość naprężenia narastała do wartości 1000 Pa lub szybkości ścinania $1s^{-1}$, po czym reometr był przełączany w tryb CR i test był kontynuowany do wartości szybkości ścinania wynoszącej $10s^{-1}$. Dane

eksperymentalne w zakresie 0,1 do 10 s⁻¹ opisano równaniem potęgowym [Pruska-Kędzior i wsp. 2008]:

$$\eta_p = k \cdot \dot{\gamma}^{n-1} \quad (1)$$

gdzie η_p jest lepkością pozorną (Pas), $\dot{\gamma}$ jest szybkością ścinania (s⁻¹), k jest współczynnikiem konsystencji (Pasⁿ), a n wskaźnikiem płynięcia.

Tabela 2. Udział zmiennych składników w badanych układach.

Układ	Woda	Skrobia kukurydziana	Skrobia ziemniaczana	Guma Ksantanowa	Pektyna
U1	0,5070	0,3200	0,0800	0,0200	0,0200
U2	0,5165	0,3284	0,0821	0,0200	0,0000
U3	0,5165	0,3200	0,0800	0,0200	0,0105
U4	0,5165	0,3200	0,0800	0,0105	0,0200
U5	0,4209	0,4049	0,1012	0,0200	0,0000
U6	0,4209	0,3889	0,0972	0,0200	0,0200
U7	0,4687	0,3666	0,0917	0,0200	0,0000
U8	0,5165	0,3354	0,0838	0,0113	0,0000
U9	0,4209	0,4119	0,1030	0,0113	0,0000
U10	0,5118	0,3200	0,0800	0,0200	0,0152
U11	0,5118	0,3200	0,0800	0,0152	0,0200
U12	0,5165	0,3200	0,0800	0,0152	0,0152
U13	0,4639	0,3544	0,0886	0,0200	0,0200
U14	0,5165	0,3242	0,0810	0,0200	0,0052
U15	0,4209	0,3969	0,0992	0,0200	0,0100
U16	0,5165	0,3242	0,0810	0,0052	0,0200
U17	0,4209	0,3969	0,0992	0,0100	0,0200
U18	0,4759	0,3615	0,0904	0,0096	0,0096

Zakres liniowej lepkości określono wyznaczając zależność modułów zachowawczego G' i strat G'' od odkształcenia w zakresie 0,0001÷0,1 przy stałej częstotliwości wynoszącej 1 Hz [Khatkar i wsp. 1995, Pitera i wsp. 2006].

Spektra mechaniczne wyznaczono w zakresie liniowej lepkości przy stałej amplitudzie odkształcenia 0,05% w zakresie prędkości kątowej 0,1-100 rad·s⁻¹. Dane eksperymentalne opisano równaniami potęgowymi [Steffe 1996, Georgopoulos i wsp. 2004, Siveramakrishnan i wsp. 2004]:

$$G'(\omega) = K' \cdot \omega^{n'} \quad (2)$$

$$G''(\omega) = K'' \cdot \omega^{n''} \quad (3)$$

gdzie G' jest modułem zachowawczym (Pa), G'' - modułem strat (Pa), ω - prędkością kątową ($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$), a K' , K'' , n' , n'' - stałymi wyznaczonymi eksperymentalnie.

Test pełzania, trwający 150 s, wykonano przy stałym naprężeniu $\sigma_0 = 1\text{Pa}$ w zakresie proporcjonalności odkształcenia do naprężenia. W wyniku pomiarów uzyskano wartości odkształcenia w funkcji czasu. Dane eksperymentalne opisano modelem Burgera [Steffe 1996, Lazaridou i wsp. 2007, Korus i wsp. 2009, Witczak i wsp. 2010]. Model ten opisuje równanie [Osaniye i Adewale 2001]:

$$\gamma(t) = \frac{\sigma_0}{G_0} + \frac{\sigma_0}{\eta_0} \cdot t + \frac{\sigma_0}{G_1} \cdot (1 - \exp^{-t/\lambda_{\text{ret}}}) \quad (4)$$

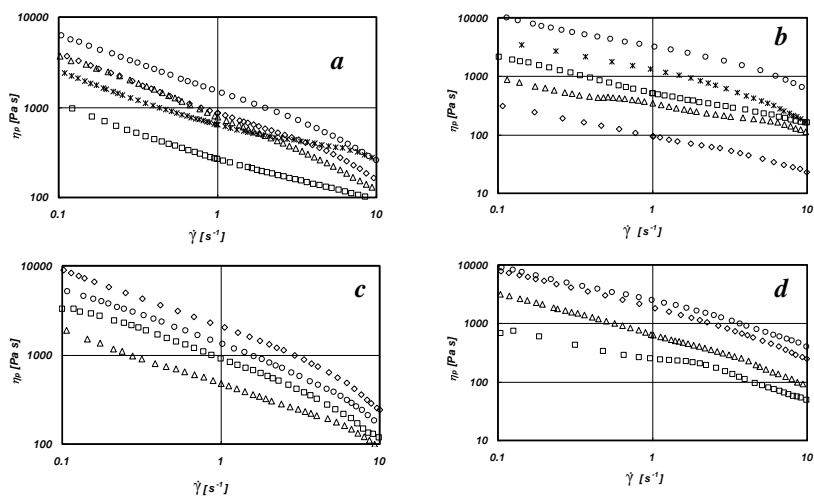
gdzie G_0 i G_1 są modułami sprężystości (Pa), η_0 i η_1 są lepkościami ($\text{Pa} \cdot \text{s}$), $\lambda_{\text{ret}} = \eta_1/G_1$ jest czasem retardacji (s). Dzieląc równania przez stałą wartość naprężenia otrzymujemy:

$$J(t) = J_0 + \frac{t}{\eta_0} + J_1 \cdot (1 - \exp^{-t/\lambda_{\text{ret}}}) \quad (5)$$

gdzie J_0 jest podatnością natychmiastowa, a J_1 podatnością retardacji. Obliczenia wykonano metodą Marquardta-Levenberga z użyciem programu Statistica 9.0 (StatSoft Inc., USA).

Wyniki i dyskusja

Rysunek 1 przedstawia krzywe lepkości badanych ciast. Kształt krzywych płynięcia odpowiada substancjom rozrzedzanym ścinaniem. Wystarczająco dobry opis uzyskano z użyciem równania potęgowego. Wartości wskaźnika płynięcia wahały się w zakresie 0,236-0,586 (Tabela 3). Zbliżone wartości n (0,344 do 0,459) dla ciast bezglutenowych uzyskano wcześniej [Pruska-Kędzior i wsp. 2008, Korus i wsp. 2011]. Wartości współczynnik konsystencji zmieniały się od 95,0 do 2959,5 $\text{Pa} \cdot \text{s}^n$. Szeroki zakres zmian wynikał z charakteru badań, wymuszających dużą zmienność układów. Pośrednie wartości zbliżone były do wartości uzyskanych przez Pruska-Kędzior i wsp. [2008] oraz Korus i wsp. [2011].

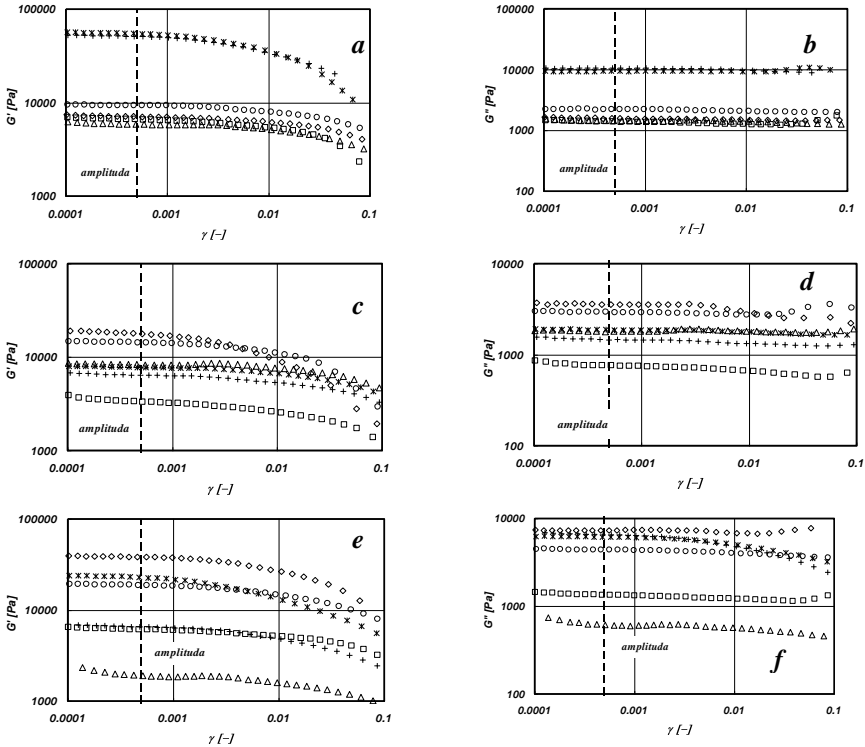


Rysunek 1. Krzywe lepkości badanych próbek: a - ○ U1, □ U2, ◇ U3, △ U4, * U5; b - ○ U6, □ U7, ◇ U8, △ U9; * U10; c - ○ U11, □ U12, ◇ U13, △ U14; d - ○ U15, □ U16, ◇ U17, △ U18.

Tabela 3. Parametry modelu potęgowego.

Układ	k	n	R ²
	Pa·s ⁿ	-	-
U1	1439,2	0,331	0,995
U2	280,6	0,495	0,992
U3	877,9	0,346	0,996
U4	775,4	0,259	0,997
U5	712,0	0,540	0,976
U6	2959,5	0,428	0,989
U7	577,5	0,438	0,995
U8	95,0	0,445	0,995
U9	332,8	0,586	0,990
U10	1171,7	0,273	0,967
U11	1219,0	0,278	0,990
U12	825,9	0,273	0,983
U13	1872,8	0,257	0,983
U14	467,9	0,380	0,995
U15	2237,5	0,338	0,990
U16	239,0	0,405	0,957
U17	1694,7	0,260	0,991
U18	633,0	0,236	0,994

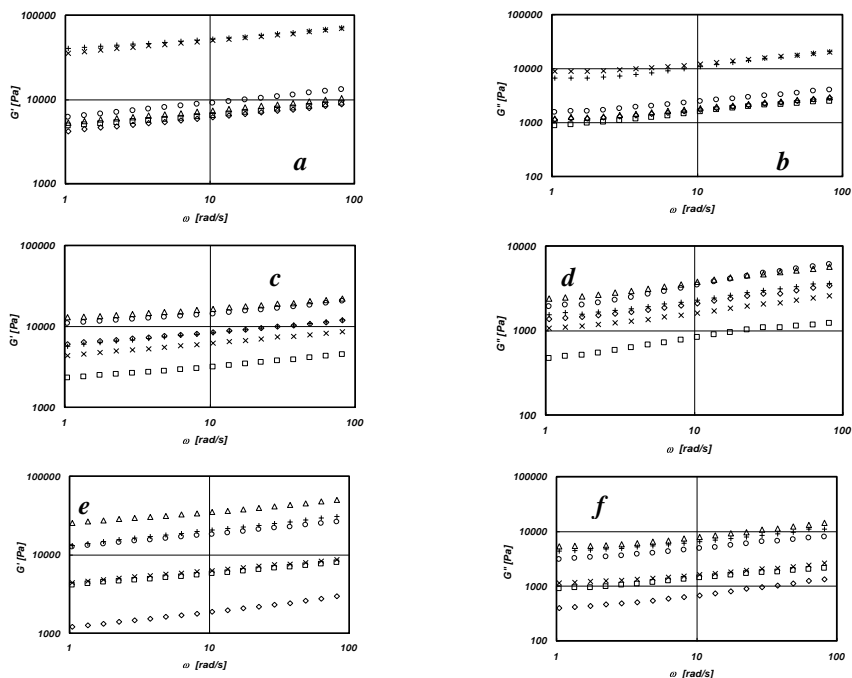
Na rysunku 2 przedstawiono krzywe obrazujące zmianę wartości modułu zachowawczego (rys. 2 a, c, e) i modułu strat (rys. 2 b, d, f) w funkcji odkształcenia dla analizowanych próbek. Widać wyraźnie zmienność obszaru liniowości w zależności od składu, jednak w zakresie od 0,0001 do 0,001 można przyjąć występowanie zakresu liniowej lepkości dla wszystkich przedstawionych układów.



Rysunek 2. Zależność modułu zachowawczego i strat od odkształcenia: a, b - \circ U1, \square U2, \diamond U3, \triangle U4, $*$ U5, $+$ U6; c, d - \circ U7, \square U8, \diamond U9, \triangle U10, $*$ U11, $+$ U12; e, f - \circ U13, \square U14, \diamond U15, \triangle U16, $*$ U17, $+$ U18.

Ciasto jest materiałem lepkości sprężystym, rozrzedzanym ścinaniem o nieliniowych właściwościach. Jednak w zakresie bardzo małych odkształceń jego właściwości reologiczne mogą zostać przedstawione za pomocą liniowej kombinacji właściwości lepkich i sprężystych. Na rysunku 3 przedstawiono spektra mechaniczne analizowanych ciast wyznaczone w zakresie liniowej lepkości, przy amplitudzie odkształcenia 0,05 %. Wartości modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') wzrastały wraz ze wzrostem prędkości kątowej.

We wszystkich przypadkach wartości G' były wyższe od G'' , co wskazuje na przewagę własności sprężystych nad lepkiemi. Podobne wyniki uzyskano wcześniej stosując dodatki różnych hydrokoloidów (Lazaridou i in., 2007), skrobi opornych [Korus i wsp. 2009] oraz maltodekstryn [Witczak i wsp. 2010] do ciast bezglutenowych.

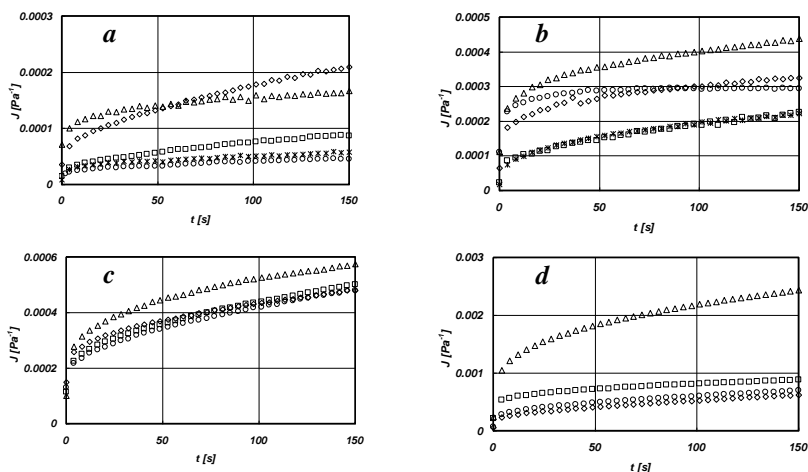


Rysunek 3. Spekttra mechaniczne analizowanych próbek: a, b - \circ U1, \square U2, \triangle U3, \diamond U4, $+$ U5, \times U6; c, d - \circ U7, \square U8, \triangle U9, \diamond U10, $+$ U11, \times U12; e, f - \circ U13, \square U14, \triangle U15, \diamond U16, $+$ U17, \times U18.

W tabeli 4 zestawiono parametry równań potęgowych opisujących zależność modułów od prędkości kątowej. Wielkości te zmieniły się w szerokim zakresie, podobnie jak w przypadku współczynników konsystencji. Najniższe wartości współczynników K' i K'' stwierdzono dla próbki zawierającej najwyższy poziom wody i najniższą zawartość gumy ksantanowej. Najwyższe dla układu z najniższą ilością wody i wysokim udziałem tego hydrokoloidu. Większość próbek charakteryzowała się podobnymi wartościami współczynników n' i n'' zmieniającymi się w zakresie odpowiednio od 0,128 do 0,207 i 0,199 do 0,295. Wartości te zbliżone były do podawanych w literaturze [Georgopoulos i wsp. 2004, Korus i wsp. 2009, Witczak i wsp. 2010, Korus i wsp. 2011].

Tabela 4. Parametry modelu potęgowego opisującego zależność modułu strat i zachowawczego od prędkości kątowej.

Układ	K'	n'	R^2	K''	n''	R^2
	$\text{Pa}\cdot\text{s}^{n'}$	-	-	$\text{Pa}\cdot\text{s}^{n''}$	-	-
U1	6110,7	0,174	0,999	1454,0	0,229	0,996
U2	4691,3	0,147	0,992	863,1	0,247	0,987
U3	5226,9	0,155	0,998	1125,2	0,218	0,995
U4	4183,2	0,169	0,998	1041,6	0,232	0,998
U5	39139,4	0,133	0,986	5673,4	0,292	0,987
U6	35156,1	0,155	0,998	7797,4	0,213	0,975
U7	10425,2	0,147	0,986	1782,2	0,279	0,993
U8	2245,9	0,154	0,996	470,8	0,225	0,983
U9	12447,4	0,128	0,994	2298,4	0,207	0,997
U10	5996,3	0,154	0,997	1281,7	0,219	0,995
U11	5694,9	0,168	0,999	1413,5	0,219	0,989
U12	4330,2	0,158	0,999	996,1	0,216	0,994
U13	12403,8	0,170	0,998	2904,1	0,229	0,995
U14	4046,1	0,153	0,997	860,4	0,209	0,994
U15	24727,4	0,157	0,994	4638,6	0,248	0,980
U16	1173,5	0,207	0,996	359,6	0,295	0,989
U17	13180,9	0,194	0,999	3938,7	0,232	0,985
U18	4431,3	0,153	0,999	1058,6	0,199	0,984



Rysunek 4. Krzywe pełzania analizowanych próbek: a - \circ U5, \square U6, \diamond U9, Δ U13, $*$ U15; b - \circ U2, \square U7, \diamond U10, Δ U12, $*$ U17; c - \circ U1, \square U3, \diamond U14, Δ U18; d - \circ U4, \square U8, \diamond U11, Δ U16.

Tabela 5. Parametry modelu Burgersa

Układ	J_0	η_0	J_1	λ_{ret}	R^2
	Pa^{-1}	$Pa \cdot s$	Pa^{-1}	s	-
U1	0,0001980	789304,8	0,0000956	25,1	0,999
U2	0,0002110	63030627,9	0,0000813	17,7	0,984
U3	0,0002000	742820,0	0,0001020	19,3	0,999
U4	0,0002430	514866,4	0,0001640	21,5	0,999
U5	0,0000197	8266034,2	0,0000091	16,4	0,986
U6	0,0000286	4688402,6	0,0000303	56,0	0,997
U7	0,0000799	1445021,0	0,0000418	29,2	0,993
U8	0,0004920	660277,5	0,0001680	19,8	0,998
U9	0,0000609	1557761,1	0,0000533	31,7	0,999
U10	0,0001610	1830282,5	0,0000853	17,8	0,994
U11	0,0001980	493000,8	0,0001240	20,4	0,999
U12	0,0002070	1313617,7	0,0001170	16,0	0,998
U13	0,0000884	3971723,8	0,0000413	12,9	0,984
U14	0,0002320	953449,0	0,0000949	17,5	0,999
U15	0,0000203	6777833,8	0,0000156	8,7	0,985
U16	0,0009030	182061,0	0,0007260	20,6	0,999
U17	0,0000614	1822756,7	0,0000781	23,9	0,997
U18	0,0002500	951991,5	0,0001690	24,2	0,998

Na rysunku 4 przedstawiono porównanie krzywych pełzania analizowanych próbek. Wszystkie krzywe mają przebieg charakterystyczny dla właściwości lepkosprężystych. Zjawisko pełzania powiązane jest z reorientacją wiązań w materiale lepkosprężystym [Onyango i wsp. 2010]. Podatność natychmiastowa związana jest z energią sprężystego rozciągania wiązań, gdy przyłożone zostaje naprężenie, i odkształcenie to natychmiast zanika, gdy naprężenie zaniknie. Natomiast podatność lepkosprężysta koresponduje ze zniszczeniem i przekształceniem wiązań [Onyango i wsp. 2009]. Analizowane układy wykazywały dużą zmienność wszystkich wartości i charakteru zmiany odkształcenia pod wpływem stałego naprężenia.

W tabeli 5 przedstawiono wartości parametrów modelu Burgersa. Wielkości te zawierały się w podobnych zakresach jak uzyskane wcześniej dla ciast bezglutenowych z dodatkiem różnych hydrokoloidów [Lazaridou i wsp. 2007] i z dodatkiem skrobi opornych [Korus i wsp. 2009].

Parametry równań reologicznych opisano z użyciem metody powierzchni odpowiedzi. W analizie zastosowano model liniowy i kwadratowy dla mieszanin, które można przedstawić w postaci:

$$Z = a_1 \cdot W + a_3 \cdot S + a_5 \cdot GK + a_7 \cdot P \quad (6)$$

$$Z = a_1 \cdot W + a_3 \cdot S + a_5 \cdot GK + a_7 \cdot P + a_9 \cdot W \cdot S + a_{10} \cdot W \cdot GK + a_{11} \cdot S \cdot GK + a_{12} \cdot W \cdot P + a_{13} \cdot S \cdot P + a_{14} \cdot GK \cdot P \quad (7)$$

gdzie Z jest analizowanym parametrem, natomiast a_i są współczynnikami odpowiednich efektów.

Tabela 6. Współczynniki modelu liniowego dla mieszanin.

Z	K'		n'		K''		n''	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	-10551,3	0,039	0,160	0,000	-2292,2	0,007	0,240	0,000
a ₃	14715,6	0,006	0,153	0,000	2649,4	0,003	0,249	0,000
a ₅	103052,7	0,005	0,002	0,973	17686,4	0,003	0,206	0,228
a ₇	23694,2	0,224	0,333	0,000	9935,7	0,004	0,178	0,090
R ²	0,721		0,626		0,802		0,050	

Tabela 7. Współczynniki modelu liniowego dla mieszanin.

Z	J ₀		J ₁		η ₀		λ _{ret}	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	0,00064	0,000	0,00039	0,001	8442450	0,472	15,8	0,075
a ₃	0,00031	0,010	0,00023	0,020	1970522	0,866	26,1	0,007
a ₅	-0,0026	0,002	-0,0022	0,003	79181662	0,321	16,0	0,780
a ₇	0,00021	0,630	0,00051	0,168	-67060017	0,166	48,3	0,163
R ²	0,613		0,516		0,023		0,141	

Tabela 8. Współczynniki modelu liniowego dla mieszanin.

Z	k		n	
	wartość	P	wartość	P
a ₁	-1126,7	0,000	0,438990	0,000
a ₃	114,9	0,611	0,506453	0,000
a ₅	8848,9	0,000	0,415997	0,327
a ₇	8011,8	0,000	-0,550917	0,041
R ²	0,867		0,516	

Tabela 9. Współczynniki modelu kwadratowego dla mieszanin.

Z	K'		n'		K''		n''	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	5223	0,608	0,166	0,000	1292,9	0,421	0,223	0,000
a ₃	-892	0,927	0,155	0,000	199,5	0,896	0,204	0,000
a ₅	-175218	0,835	3,544	0,088	-39566,8	0,763	6,468	0,049
a ₇	167490	0,586	1,039	0,154	47948,0	0,327	2,873	0,021
a ₉	-36549	0,069	0,009	0,825	-6583,6	0,041	0,028	0,652
a ₁₀	200539	0,841	-3,954	0,106	43778,5	0,779	-6,907	0,070
a ₁₁	-207413	0,576	-0,772	0,361	-60854,0	0,304	-2,657	0,061
a ₁₂	515402	0,616	-4,058	0,104	90215,3	0,574	-6,350	0,097
a ₁₃	-183117	0,618	-0,617	0,458	-42343,9	0,463	-2,888	0,044
a ₁₄	146071	0,881	-6,049	0,021	43429,6	0,776	-14,320	0,002
R ²	0,863		0,765		0,802		0,757	

Tabela 10. Współczynniki modelu kwadratowego dla mieszanin.

Z	J₀		J₁		η₀		λ_{ret}	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	0,0013	0,000	0,0008	0,000	1,0E+07	0,789	41,4	0,184
a ₃	0,0006	0,001	0,0005	0,001	-6,8E+06	0,854	39,9	0,184
a ₅	0,0692	0,000	0,0595	0,000	7,4E+08	0,817	883,7	0,718
a ₇	0,0024	0,566	0,0008	0,808	1,2E+09	0,309	918,5	0,315
a ₉	-0,0003	0,198	-0,0002	0,372	-3,2E+07	0,647	-10,5	0,840
a ₁₀	-0,0871	0,000	-0,0730	0,000	-5,8E+08	0,878	-1147,4	0,694
a ₁₁	-0,0044	0,389	-0,0004	0,918	-1,5E+09	0,295	-1200,8	0,279
a ₁₂	-0,0840	0,000	-0,0716	0,000	-6,9E+08	0,859	-1141,3	0,702
a ₁₃	-0,0035	0,481	-0,0006	0,873	-1,3E+09	0,360	-1106,2	0,312
a ₁₄	-0,0753	0,000	-0,0706	0,000	-3,4E+09	0,375	-1119,4	0,695
R ²	0,930		0,921		0,469		0,343	

Tabela 11. Współczynniki modelu kwadratowego dla mieszanin.

Z	k		n	
	wartość	p	wartość	p
a ₁	23,8	0,950	0,78	0,000
a ₃	-389,1	0,304	0,76	0,000
a ₅	-25860,5	0,421	27,17	0,006
a ₇	-10160,9	0,384	11,14	0,003
a ₉	-656,3	0,344	-0,64	0,004
a ₁₀	30826,6	0,420	-32,50	0,006
a ₁₁	13659,4	0,335	-15,08	0,002
a ₁₂	41130,1	0,299	-31,94	0,008
a ₁₃	21629,4	0,141	-15,06	0,002
a ₁₄	94153,9	0,029	-38,19	0,002
R ²	0,960		0,877	

Wartości parametrów analizowanych modeli dla poszczególnych zmiennych zależnych przedstawiono w tabelach 6-11. Wartości R² wskazują, że model liniowy jest niewystarczający do opisanie właściwości reologicznych badanych układów. Natomiast model kwadratowy dla mieszanin daje akceptowalne wyniki w przypadku większości parametrów. Wyjątek stanowił czas retardacji i lepkość modelu Burgersa, dla których uzyskano niskie wskaźniki R². Wskazuje to na konieczność zastosowania bardziej rozbudowanych modeli, takich jak specjalny lub pełny model kubiczny.

Wnioski

Wszystkie składniki ciasta istotnie wpływają na jego charakterystykę reologiczną. Kształt uzyskanych krzywych płynięcia odpowiada substancjom rozrzedzanym ścinaniem. We wszystkich przypadkach wartości modułów zachowawczego (G') i stratności (G'') wzrastały wraz ze wzrostem prędkości kątowej. Wartości G' były wyższe od G'', co wskazuje na przewagę własności sprężystych nad lepkiemi. Analizowane układy wykazywały dużą zmienność charakteru krzywych pełzania. Zastosowanie metody odpowiedzi powierzchni umożliwiło określenie wpływu poszczególnych składników na wartości wybranych parametrów reologicznych. Porównanie modeli pokazało, że model liniowy jest niewystarczający do opisu właściwości reologicznych ciasta.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr N N312 330940.

Literatura

1. Georgopoulos T., Larsson H., Eliasson A. C. H., *A comparison of the rheological properties of wheat flour dough and its gluten prepared by ultracentrifugation*, Food Hydrocolloids 2004, 18, 143-151.
2. Khatkar B.S., Bell A.E., Schofield J.D., *The dynamic rheological properties of glutens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality*, Journal of Cereal Science 1995, 22, 29-44.
3. Korus J., Juszcak L., Ziobro R., Witczak M., Grzelak K., Sójka M., *Defatted strawberry and blackcurrant seeds as functional ingredients of gluten-free bread*, Journal of Texture Studies 2011, 42: no. doi: 10.1111/j.1745-4603.2011.00314.x.
4. Korus J., Witczak M., Ziobro R., Juszcak L., *The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free bread and dough*, Food Hydrocolloids 2009, 23, 3, 988-995.
5. Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N., Biliaderis, C.G., *Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations*, Journal of Food Engineering 2007, 79, 1033-1047.
6. Onyango C., Mutungi C., Unbehend G., Lindhauer M.G., *Creep-recovery parameters of gluten-free batter and crumb properties of bread prepared from pregelatinised cassava starch, sorghum and selected proteins*, International Journal of Food Science & Technology 2009, 44, 2493-2499.
7. Onyango C., Mutungi C., Unbehend G., Lindhauer M.G., *Rheological and baking characteristics of batter and bread prepared from pregelatinised cassava starch and sorghum and modified using microbial transglutaminase*, Journal of Food Engineering 2010, 97, 465-470.
8. Piteira M.F., Maia J.M., Raymundo A., Sousa I., *Extensional flow behaviour of natural fibre-filled dough and its relationship with structure and properties*, Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics 2006, 137, 72-80.
9. Pruska-Kędzior A., Kędzior Z., Gorący M., Pietrowska K., Przybylska A., Sychalska K., *Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations*, European Food Research and Technology 2008, 227, 1523-1536.
10. Osanaiye G.J., Adewale K.P., *Creep and recovery of EPDM elastomer using a modified sandwich rheometer*, Polymer Testing 2001, 20, 363-370.
11. Sivaramakrishnan H. P., Senge B., Chattopadhyay P.K., *Rheological properties of rice dough for making rice bread*, Journal of Food Engineering 2004, 62, 37-45.
12. Steffe J.F., *Rheological methods in food process engineering*. East Lansing, Michigan, USA: Freeman Press, 1996.
13. Witczak M., Korus J., Ziobro R., Juszcak L., *The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread*, Journal of Food Engineering 2010, 96, 258-265.

Abstract

The results of the impact of composition on the rheological characteristics of gluten-free dough were presented. The study was based on the set of mixture experiments with restrictions. Content of starch, water, xanthan gum and pectin as the variables were adopted. Mechanical spectra, viscosity curves and creep curves were determined. The results are described using the response surface method, using linear and square model. This allowed to determine the effect of individual components on the values of selected rheological parameters. Comparison of the models showed that the linear model is insufficient to describe the rheological properties of investigated systems. Square model for mixtures gives acceptable results for most parameters. The exception was the retardation time and the viscosity of Burgers model.

WPLYW SKŁADU CIASTA BEZGLUTENOWEGO NA CHARAKTERYSTYKĘ KLEIKOWANIA I RETROGRADACJI KOMPONENTÓW SKROBIOWYCH

Mariusz Witczak

Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Balicka 122, 30-149 Kraków, e-mail: m.witczak@ur.krakow.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badania wpływu składników ciasta bezglutenowego na charakterystykę termiczną kleikowania skrobi i rekrytalizacji amylopektyny. Badania oparto na planie doświadczeń dla mieszanin z ograniczeniami. Wyniki opisano z wykorzystaniem metody powierzchni odpowiedzi, stosując model liniowy i kwadratowy. Na wszystkich krzywych DSC zaobserwowano dwa piki odpowiadające kleikowaniu skrobi. Temperatura początku przemiany i pierwszego piku nie zależała od składu ciasta. Z kolei temperatura drugiego piku i końca przemiany, jak również entalpii kleikowania zależała od udziału poszczególnych składników. W przypadku rekrytalizacji amylopektyny, analizowane składniki wpływały istotnie tylko na wartość entalpii przemiany.

Słowa kluczowe: DSC, retrogradacja, kleikowanie, ciasto bezglutenowe, powierzchnia odpowiedzi.

Wprowadzenie

Chleb jest tradycyjnym pożywieniem, najczęściej wytwarzanym na bazie mąki z pszenicy, w mniejszym stopniu z użyciem mąki z innych zbóż. Jednym z ich głównych składników, odpowiedzialnym za tworzenie struktury, a więc również za jakość chleba, jest gluten. Interakcje glutenu ze skrobią są ściśle związane z powstawaniem, zatrzymywaniem i stabilizacją gazów podczas procesów fermentacji i wypiekania. Białka glutenowe odpowiedzialne są również za wiele cech funkcjonalnych ciasta i chleba, jak na przykład właściwości reologiczne,

teksturę oraz za atrakcyjność i akceptację sensoryczną. Obecność glutenu wpływa również na szybkość retrogradacji skrobi, a zatem proces starzenia się pieczywa w trakcie jego przechowywania. Ta niezwykle istotna rola tego składnika w wyrobach na bazie mąki różnego pochodzenia związana jest niestety z jego niekorzystnym oddziaływaniem na układ trawienny osób cierpiących na celiakię. Choroba ta jest związana z nietolerancją gliadyny i niektórych innych prolamin. Jak na razie jedyną skuteczną metodą walki ze skutkami tej choroby jest przestrzeganie restrykcyjnej diety, pozbawionej glutenu [Fasano i Katassi 2001, Holtmeier i Caspary 2006]. Opracowanie takiej diety nie jest jednak proste, ponieważ większość produktów piekarskich zawiera gluten. Jego eliminacja z produktów powoduje natomiast wiele problemów technologicznych, dlatego większość produktów pozbawianych glutenu jest raczej niskiej jakości, o gorszych właściwościach sensorycznych w stosunku do żywności konwencjonalnej.

Od lat problem wypieku chleba na bazie składników pozbawionych glutenu znajduje się w kręgu zainteresowania naukowców i technologów. Szczególnie w ostatnich latach, ze względu na wzrost liczby zachorowań na różne formy nietolerancji glutenu, jak również poprawiającej się skuteczności ich wykrywania, zainteresowanie to przybiera na sile. Badania zorientowane są wielokierunkowo. Z jednej strony próbuje się modyfikować gluten, czego efektem ma być zmniejszenie jego alergienności dla osób z różnymi formami nietolerancji glutenu. Jak na razie ich wyniki nie przyniosły jednak efektów w postaci zastosowań technologicznych. Z drugiej strony poszukuje się dodatków, których zastosowanie może poprawić teksturę, jakość i trwałość chleba bezglutenowego. Stosowano tu emulgatory, maltodekstryny, skrobie odporne [Korus i wsp. 2009, Nunes i wsp. 2009, Witczak i wsp. 2010]. Próbowano również wykorzystać transglutaminazę, jako czynnik tworzący strukturę w tego typu pieczywie [Renzetti i wsp. 2008]. Wiele badań poświęca się też wpływowi hydrokoloidów i białek niezbożowych, zarówno pod kątem wielkości i rodzaju dodatków, jak również interakcji pomiędzy składnikami mieszaniny [Ribotta i wsp. 2004, Sivaramakrishnan i wsp. 2004, Ahlborn i wsp. 2005, Pruska-Kędzior i wsp. 2008, Korus i wsp. 2009]. Innym zagadnieniem jest z kolei zwiększenie wartości odżywczej takiego chleba, poprzez stosowanie różnych dodatków wzbogacających tego typu pieczywo w błonnik, witaminy, sole mineralne, itp. Stosowano tutaj różne preparaty błonnikowe, pochodne celulozy, dodatki białek mleka, laktozy, mąki

sojowej [Gallagher i wsp. 2003, Korus i wsp. 2006, Korus i wsp. 2009]. Jednak ich wprowadzenie do pieczywa jest utrudnione, ze względu na jego delikatną strukturę, co wpływa na ograniczenie asortymentu tego rodzaju produktów.

Analiza termiczna jest jedną z podstawowych metod badania kleikowania i retrogradacji skrobi. Jest wykorzystywana zarówno w charakterystyce skrobi jako składnika ciasta, jak również do oceny retrogradacji komponentów skrobiowych w przechowywanym pieczywie. Kleikowanie i retrogradacja samej skrobi jest procesem stosunkowo dobrze poznanym. Nie dotyczy to jednak tych procesów w układach wieloskładnikowych, takich jak ciasto. Związane jest to z ich złożonością i interakcjami pomiędzy skrobią i pozostałymi składnikami mieszaniny. Brak jest w literaturze informacji na ile szybkość retrogradacji skrobi, jako głównego czynnika decydującego o szybkości starzenia się chleba bezglutenowego, jest modyfikowana w trakcie produkcji, głównie w takich etapach jak fermentacja i wypiek. Nie da się więc określić na ile kinetyka retrogradacji skrobi w cieście przekłada się na retrogradację komponentów skrobiowych w trakcie przechowywania chleba. Wydaje się zatem, że podjęcie tematu, wyjaśniającego wpływ poszczególnych składników i interakcji pomiędzy nimi, na charakterystykę kleikowania i retrogradacji komponentów skrobiowych w cieście jest uzasadnione.

Materialy i metody

W badaniach wykorzystano skrobię kukurydzianą (Roquette, Francja), skrobię ziemniaczaną (Pepees S.A., Polska), gumę ksantanową (Regis, Polska), pektynę (Pektowin, Polska), sól i cukier.

Tabela 1. Kody i typy wielkości analizowanej mieszaniny

Lp.	Składnik	Kod	Dolna granica	Górna granica	Typ wielkości
1.	Skrobia	S	0,4	0,6	Zmienna
2.	Woda	W	0,4	0,6	Zmienna
3.	Guma ksantanowa	GK	0	0,02	Zmienna
4.	Pektyna	P	0	0,02	Zmienna
5.	Sól	S		0,0075	Stała
6.	Cukier	C		0,009	Stała

Badając mieszaniny mamy do czynienia z doświadczeniami, w których czynniki są składnikami mieszaniny. Poszczególne

komponenty występują w odpowiednich proporcjach, a zmiana tych proporcji powoduje zmianę właściwości mieszaniny. Zmian w zawartości poszczególnych składników nie można dokonywać niezależnie od siebie, ponieważ suma ich udziałów musi wynosić jeden dla każdego doświadczenia. Projektując eksperyment dla takiego układu mamy do wyboru kilka metod takich, jak: plany sympleksowo-centroidalne, sympleksowo-kratowe, plany dla mieszanin z ograniczeniami. Ograniczenia mogą mieć formę limitów górnych i dolnych, narzucających minimalne i maksymalne wartości poszczególnych składników oraz dowolnych liniowych ograniczeń nierównościowych, pozwalających narzucić stosunki poszczególnych składników lub sumy wybranych składników. Ostatnią metodę zastosowano w niniejszej pracy. Pozwoliło to na ograniczenie zawartości poszczególnych składników, określenie minimalnego i maksymalnego stosunku wody do suchych składników oraz określenie minimalnej i maksymalnej, sumarycznej zawartości hydrokoloidów. Skład badanej mieszaniny, ograniczenia górne i dolne oraz charakter poszczególnych składników badanej mieszaniny zestawiono w tabeli 1. W celu ograniczenia liczby zmiennych przyjęto stały stosunek skrobi kukurydzianej do ziemniaczanej, wynoszący 4. W efekcie otrzymano mniejszą liczbę układów eksperymentalnych, uzyskując jednocześnie zmienność zawartości obu skrobi. Dodatkowe ograniczenia dotyczyły minimalnego i maksymalnego stosunku wody do suchych składników (w zakresie od 0.8 do 1.2) oraz minimalnej, sumarycznej zawartości hydrokoloidów (0.0025). W sumie składniki zmienne stanowiły 94.7 % mieszaniny, na pozostałą część składały się: sól, cukier, olej i drożdże. W prowadzonych badaniach termicznych pominięto olej i drożdże. Uzyskane układy eksperymentalne przedstawiono w tabeli 2. Przedstawione składy reprezentują punkty wierzchołkowe i ogólny środek ciężkości ograniczonego obszaru. W planowaniu eksperymentu wykorzystano moduł Planowanie doświadczeń (DOE) programu Statistica 9.0 (Stat Soft, Inc., USA). W celu określenia, które parametry analizowanych układów różnią się między sobą, wyniki przeanalizowano z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji i testu Duncana. Wielkości, dla których analiza wariancji wykazała istotne różnice poddano analizie z użyciem metody powierzchni odpowiedzi. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem modułów Ogólne modele liniowe (GLM) i Planowanie doświadczeń (DOE) programu Statistica 9.0 (Stat Soft, Inc., USA).

Właściwości termiczne scharakteryzowano z wykorzystaniem skaningowego kalorymetru różnicowego DSC 204F1 Phoenix (Netzsch, Niemcy). Kalorymetr skalibrowano za pomocą indu. Próbkę ciasta ($15 \pm 1 \text{ mg}$) zamykano hermetycznie w aluminiowych naczynkach i ogrzewano w kalorymetrze od 25 do 110°C z szybkością $10^\circ\text{C}/\text{min}$, przetrzymywano 5 minut w temperaturze 110°C , a następnie chłodzono do temperatury 25°C z szybkością $10^\circ\text{C}/\text{min}$. Jako próbkę referencyjną stosowano puste naczynko aluminiowe. Tak otrzymane próbki przechowywano w temperaturze 23°C przez 48 h, a następnie ogrzewano w kalorymetrze od 15 do 110°C z szybkością $10^\circ\text{C}/\text{min}$.

Charakterystyczne temperatury przemian oraz entalpię przemian wyznaczono z wykorzystaniem programu Proteus Analysis (Netzsch, Niemcy). Entalpie przemian przeliczono na gram skrobi.

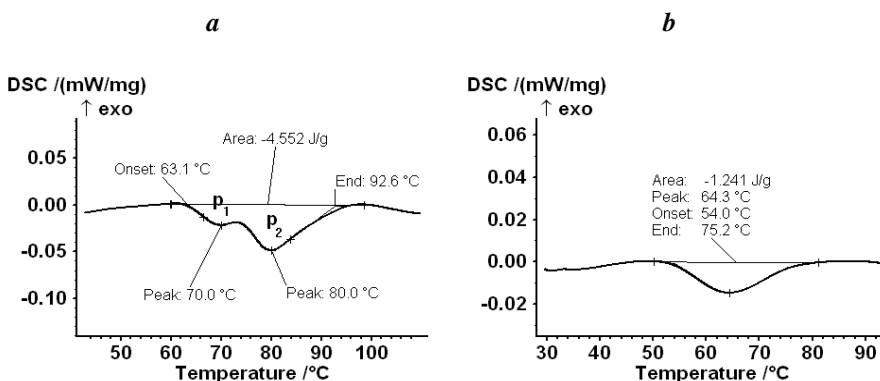
Tabela 2. Udział zmiennych składników w badanych układach

Układ	Woda	Skrobia kukurydziana	Skrobia ziemniaczana	Guma Ksantanowa	Pektyna
U1	0,5070	0,3200	0,0800	0,0200	0,0200
U2	0,5165	0,3284	0,0821	0,0200	0,0000
U3	0,5165	0,3200	0,0800	0,0200	0,0105
U4	0,5165	0,3284	0,0821	0,0000	0,0200
U5	0,5165	0,3200	0,0800	0,0105	0,0200
U6	0,4209	0,4049	0,1012	0,0200	0,0000
U7	0,4209	0,4049	0,1012	0,0000	0,0200
U8	0,4209	0,3889	0,0972	0,0200	0,0200
U9	0,5165	0,3424	0,0856	0,0025	0,0000
U10	0,5165	0,3424	0,0856	0,0000	0,0025
U11	0,4209	0,4189	0,1047	0,0025	0,0000
U12	0,4209	0,4189	0,1047	0,0000	0,0025
U13	0,4759	0,3615	0,0904	0,0096	0,0096

Wyniki i dyskusja

Na rysunku 1a przedstawiono typową krzywą DSC dla kleikowania ciasta bezglutenowego. We wszystkich przypadkach uzyskano podobne krzywe z dwoma charakterystycznymi pikami. Obecność dwóch pików wynika najprawdopodobniej z faktu stosowania w recepturze ciasta dwóch skrobi o różnej charakterystyce termicznej. Skrobia ziemniaczana w porównaniu do kukurydzianej charakteryzuje się nieco niższymi temperaturami charakterystycznymi dla tego typu przemiany fazowej.

Według Singh i wsp. [2003] skrobia ziemniaczana kleikuje w zakresie temperatur 57 - 78°C, natomiast kukurydziana 62 - 84°C. Również skrobia ziemniaczana wykazuje istotnie niższą temperaturę piku. Dla badanych ciast bezglutenowych wartości temperatury początku przemiany (T_{onset}) były zbliżone do 64°C (Tabela 3), co odpowiada zakresowi charakterystycznemu dla skrobi ziemniaczanej. Nie stwierdzono istotnego wpływu składu mieszaniny na ten parametr. Wartości charakterystycznej temperatury końca przemiany (T_{end}) wahały się w granicach od 92.1 do 105.3°C, co jest istotnie więcej niż podają dane literaturowe dla skrobi kukurydzianej. Wpływ na to może mieć ograniczona dostępność wody niezbędnej do kleikowania. Skrobia ziemniaczana obecna w układzie łatwiej pęcznieje i szybciej kleikuje, co powoduje mniejszą dostępność wody dla skrobi kukurydzianej. Dodatkowym czynnikiem jest obecność w układzie hydrokoloidów stosowanych jako substancje strukturotwórcze takiego ciasta, w tym przypadku pektyny i gumy ksantanowej, które same hydratuja ograniczając dostępność wody dla skrobi. Jak stwierdzili Tester i Sommerville [2003] hydrokoloidy nieskrobiowe istotnie modyfikują kleikowanie skrobi poprzez ograniczanie hydratacji amorficznych regionów ziarna skrobiowego. Analiza wariancji wykazała istotny wpływ składu na ten parametr. Na podstawie analizy wariancji stwierdzono, iż temperatura pierwszego piku nie zależała od składu, natomiast temperatura drugiego zależała od układu. W przypadku entalpii kleikowania (Tabela 3) zaobserwowano zmienność wartości entalpii kleikowania w zależności od zawartości składników.



Rysunek 1. Przykładowe krzywe DSC dla kleikowania skrobi i rekrytalizacji amylopektyny: a – kleikowanie, b- rekrytalizacja amylopektyny

Na rysunku 1b przedstawiono typową krzywą DSC dla rekrytalizacji amylopektyny. Podobne krzywe uzyskano dla pozostałych przypadków. Krzywe charakteryzowały się pikiem występującym w zakresie temperatur 64,1 do 66,6°C. Analiza wariancji nie wykazała istotnego wpływu składu na wartości charakterystycznych temperatur przemiany (Tabel 4). Wartość entalpii rekrytalizacji zmieniała się w zakresie 2,47 do 3,74 J/g skrobi i istotnie zależała od składu badanych układów.

Tabela 3. Entalpia kleikowania oraz temperatury charakterystyczne przemiany

Układ	T _{onset} [°C]	T _{p1} [°C]	T _{p2} [°C]	T _{end} [°C]	-ΔH [J/g skrobi]
U1	63,7±1,1	70,6±0,6	80,3±0,3 ^a	93,5±1,8 ^a	10,89±0,13 ^{ab}
U2	64,3±0,4	70,4±0,5	79,8±0,3 ^{ab}	93,7±0,4 ^a	11,25±0,04 ^{ab}
U3	64,2±0,9	70,6±0,5	80,1±0,6 ^{ab}	93,4±1,6 ^a	11,00±0,22 ^{ab}
U4	64,4±1,0	70,7±0,6	79,7±0,1 ^{ab}	92,2±0,9 ^a	10,92±0,21 ^{ab}
U5	64,5±0,7	71,0±0,7	80,3±0,4 ^a	93,7±2,3 ^a	10,69±0,14 ^{ab}
U6	63,7±0,0	70,3±0,1	81,3±0,5 ^c	105,3±0,2 ^b	8,10±0,82 ^c
U7	64,8±0,6	70,8±0,8	81,4±0,2 ^c	104,6±0,2 ^b	8,26±0,55 ^c
U8	64,7±0,6	71,2±0,3	82,5±0,2 ^d	104,9±0,5 ^b	8,61±0,33 ^c
U9	64,2±0,1	70,4±0,1	79,4±0,3 ^b	92,1±0,6 ^a	10,70±0,40 ^{ab}
U10	64,0±0,2	70,6±0,1	79,4±0,1 ^b	92,2±0,3 ^a	11,60±1,28 ^a
U11	63,8±0,4	70,5±0,1	80,4±0,2 ^a	104,3±0,1 ^b	9,05±0,06 ^c
U12	64,3±0,1	70,7±0,1	80,3±0,1 ^a	104,8±1,1 ^b	8,58±0,31 ^c
U13	64,3±0,1	70,5±0,1	80,4±0,3 ^a	96,9±1,6 ^c	10,34±0,32 ^b
F	0,76*	0,75*	15,1	50,2	13,6

Przedstawione wyniki są średnimi z dwóch powtórzeń ± odchylenie standardowe.

* - nieistotne na poziomie istotności równym 0,05.

Średnie oznaczone tymi samymi literami tworzą grupy jednorodne (test Duncana, α=0,05).

Parametry kleikowania skrobi i rekrytalizacji amylopektyny, dla których stwierdzono istotną zależność od składu, opisano z użyciem metody powierzchni odpowiedzi. W analizie zastosowano model liniowy i kwadratowy dla mieszanin oraz model kwadratowy z wyrazem wolnym, które można przedstawić w postaci:

$$Z = a_1 \cdot W + a_3 \cdot S + a_5 \cdot GK + a_7 \cdot P \tag{1}$$

$$Z = a_1 \cdot W + a_3 \cdot S + a_5 \cdot GK + a_7 \cdot P + a_9 \cdot W \cdot S + a_{10} \cdot W \cdot GK + a_{11} \cdot S \cdot GK + a_{12} \cdot W \cdot P + a_{13} \cdot S \cdot P + a_{14} \cdot GK \cdot P \tag{2}$$

$$Z = a_0 + a_1 \cdot W + a_2 \cdot W^2 + a_3 \cdot S + a_4 \cdot S^2 + a_5 \cdot GK + a_6 \cdot GK^2 + a_7 \cdot P + a_8 \cdot P^2 + a_9 \cdot W \cdot S + a_{10} \cdot W \cdot GK + a_{11} \cdot S \cdot GK + a_{12} \cdot W \cdot P + a_{13} \cdot S \cdot P + a_{14} \cdot GK \cdot P \quad (3)$$

gdzie Z jest analizowanym parametrem, a_0 składnikiem stałym, natomiast a_i są współczynnikami odpowiednich efektów głównych, kwadratowych i interakcyjnych.

Tabela 4. Entalpia rekrytalizacji oraz temperatury charakterystyczne przemiany

Układ	T _{onset} [°C]	T _p [°C]	T _{end} [°C]	-ΔH [J/g skrobi]
U1	55,7±2,3	64,5±4,5	76,1±1,9	2,67±0,29 ^{ab}
U2	53,6±2,3	64,5±3,5	76,4±3,2	3,49±0,22 ^{ef}
U3	54,7±4,3	64,1±4,7	77,5±4,4	2,79±0,14 ^{abc}
U4	53,7±0,6	65,8±0,6	77,0±0,5	3,29±0,03 ^{de}
U5	54,6±3,0	65,1±0,4	76,0±0,8	2,72±0,22 ^{ab}
U6	53,9±2,3	64,6±0,6	76,9±0,4	2,55±0,08 ^{ab}
U7	55,7±3,5	66,6±2,0	77,5±1,8	3,10±0,13 ^{cd}
U8	55,3±2,8	66,5±1,5	77,9±0,1	2,47±0,12 ^a
U9	54,9±1,6	65,3±2,5	76,8±2,5	2,89±0,11 ^{bc}
U10	55,1±1,5	65,9±1,9	77,5±3,3	2,58±0,30 ^{ab}
U11	55,1±1,7	65,2±2,3	77,9±2,0	3,74±0,05 ^f
U12	55,1±1,3	66,6±0,9	79,2±0,7	2,50±0,12 ^{ab}
U13	54,3±0,7	65,3±1,2	77,4±1,3	3,74±0,11 ^f
F	0,18*	0,25*	0,35*	15,5

Przedstawione wyniki są średnimi z dwóch powtórzeń ± odchylenie standardowe.

* - nieistotne na poziomie istotności równym 0.05.

Średnie oznaczone tymi samymi literami tworzą grupy jednorodne (test Duncana, $\alpha=0.05$).

Rysunek 2 przedstawia przykładową zależność wartości przewidywanych na podstawie modelu w funkcji wartości obserwowanych dla zastosowanego modelu (równanie 3) i analizowanych parametrów. Wysoką zgodność uzyskano dla temperatury piku i końca kleikowania, nieco niższą dla entalpii kleikowania (EK) i najniższą dla entalpii rekrytalizacji amylopektyny (ER). Wartości parametrów analizowanych modeli dla poszczególnych zmiennych zależnych przedstawiono w tabelach 5, 6 i 7. Wartości R^2 świadczą o stosunkowo dobrym odzwierciedleniu wartości eksperymentalnych zastosowanymi równaniami. Wyjątek stanowi ER dla którego wartość R^2 jest bardzo niska. Porównanie modeli wskazuje, że dla EK, T_{p2} i T_{end} zastosowanie modeli kwadratowych nie poprawia znacząco dopasowań, a dodatkowe człony interakcyjne przestają być

istotne. Model liniowy wskazuje na istotny wpływ wszystkich składników na wartości analizowanych parametrów. Wyjątek stanowi ER, dla którego uzyskano niską wartość R^2 dla modelu liniowego, jak również dla zastosowanych modeli kwadratowych. Wskazuje to na konieczność zastosowania bardziej rozbudowanych modeli, takich jak specjalny lub pełny model kubiczny.

Tabela 5. Wartości parametrów modelu kwadratowego z wyrazem wolnym

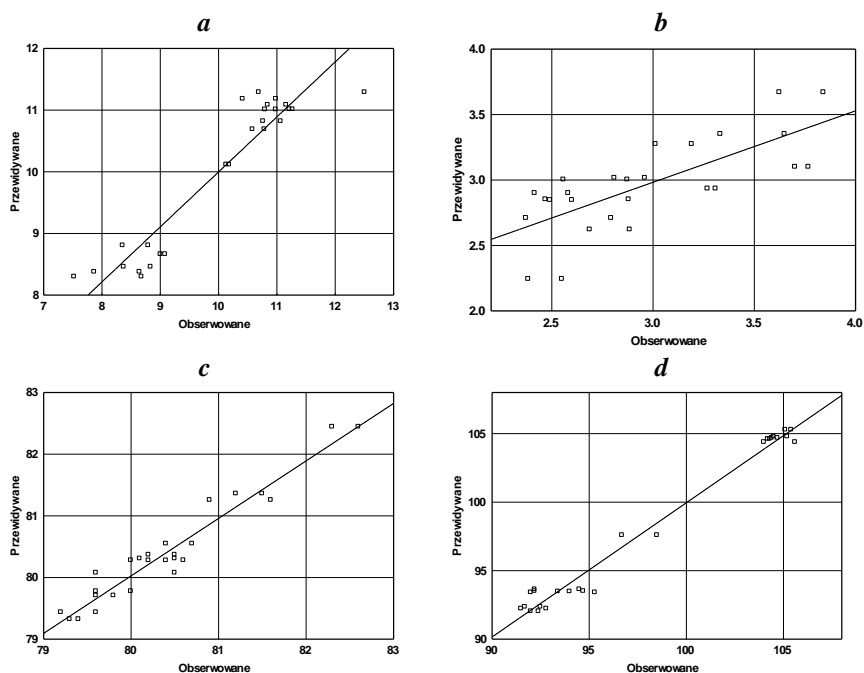
Zmienna zależna	EK		T_{p2}		T_{end}		ER	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₀	669,8	0,27	240,7	0,46	-764,6	0,52	-1064,5	0,03
a ₁	-1340,9	0,32	-527,0	0,47	1598,5	0,54	2334,9	0,03
a ₂	648,2	0,39	398,5	0,34	-629,1	0,67	-1371,0	0,03
a ₃	-1513,8	0,24	-23,8	0,97	2404,1	0,34	2069,8	0,04
a ₄	805,2	0,24	-124,5	0,73	-1350,3	0,32	-1085,4	0,04
a ₅	-124,5	0,50	3,8	0,97	-38,1	0,92	-90,9	0,52
a ₆	2109,8	0,56	-3214,1	0,12	-7178,4	0,32	-1476,9	0,59
a ₇	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
a ₈	-927,8	0,80	-830,5	0,68	-3497,5	0,63	4334,8	0,13
a ₉	1635,5	0,24	169,5	0,82	-2636,2	0,33	-2081,3	0,06
a ₁₀	142,1	0,71	91,7	0,66	336,9	0,66	441,4	0,14
a ₁₁	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
a ₁₂	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
a ₁₃	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
a ₁₄	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
R^2	0,831		0,894		0,968		0,289	

Tabela 6. Wartości parametrów modelu liniowego dla mieszanin

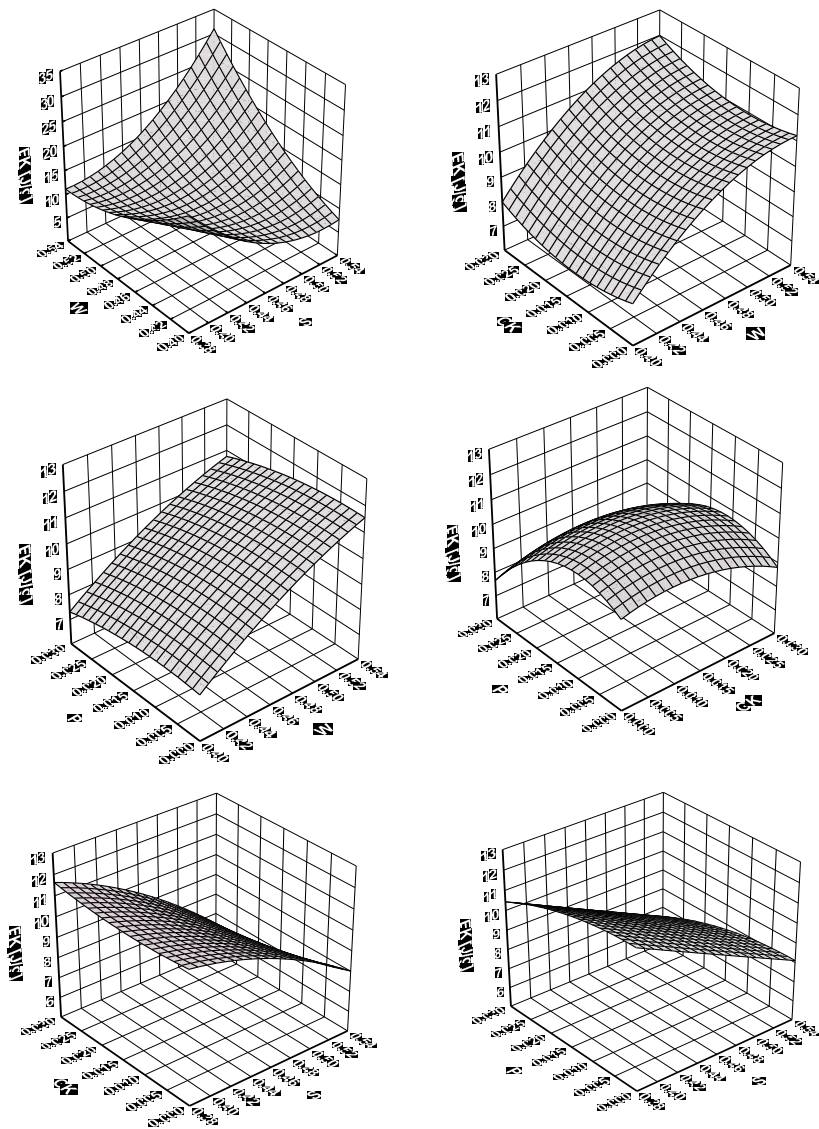
Zmienna zależna	EK		T_{p2}		T_{end}		ER	
	wartość	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	12,0	0,00	78,6	0,00	88,6	0,00	3,2	0,00
a ₃	8,6	0,00	80,5	0,00	104,4	0,00	3,1	0,00
a ₅	8,2	0,00	85,2	0,00	109,3	0,00	1,8	0,17
a ₇	7,5	0,00	85,5	0,00	103,7	0,00	2,2	0,11
R^2	0,856		0,842		0,972		0,062	

Tabela 7. Wartości parametrów modelu kwadratowego dla mieszanin

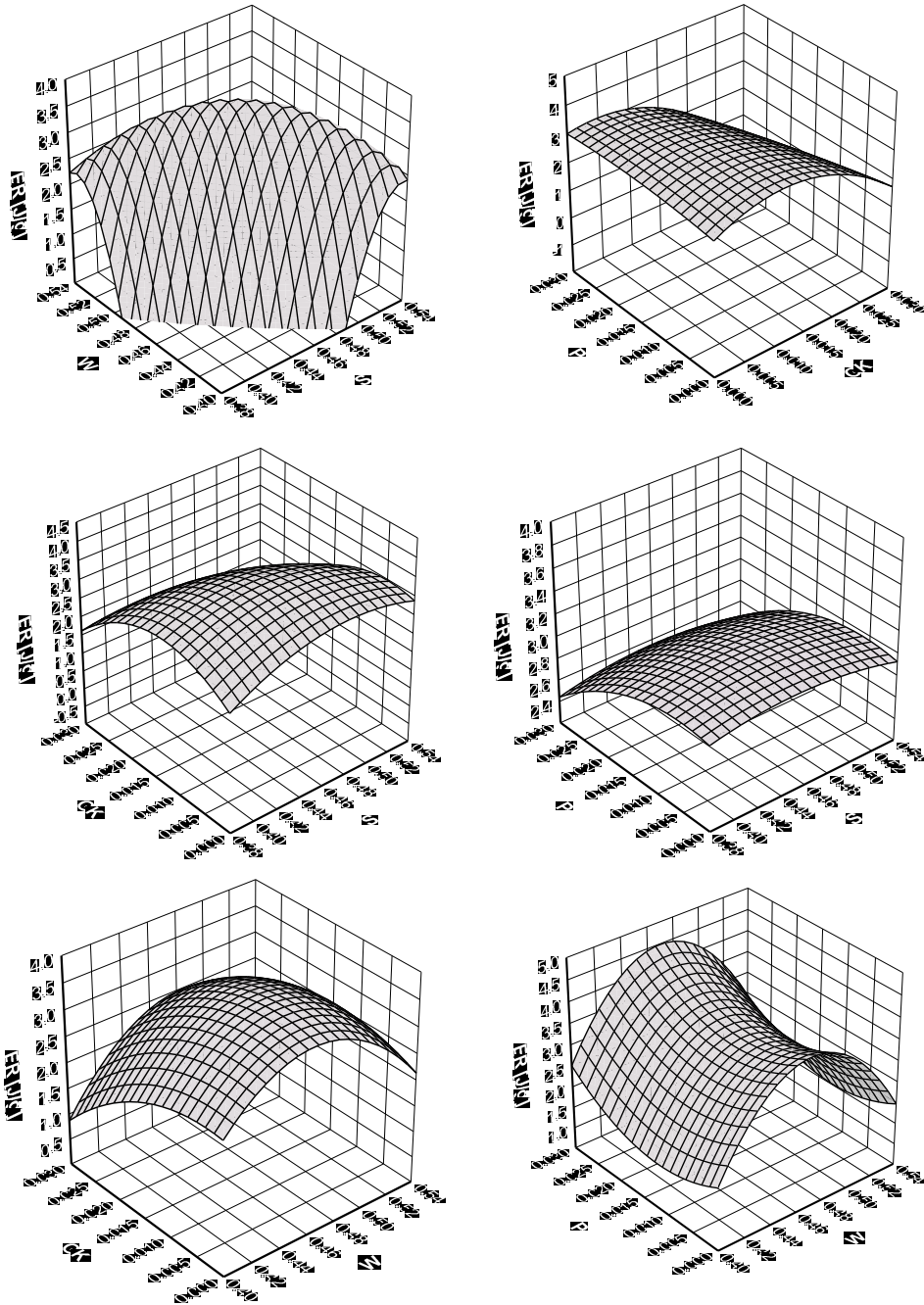
Zmienna zależna	EK		T_{p2}		T_{end}		ER	
	wartość ć	P	wartość	P	wartość	P	wartość	P
a ₁	11,4	0,00	79,4	0,00	90,4	0,00	1,3	0,07
a ₃	8,9	0,00	80,1	0,00	104,1	0,00	3,0	0,00
a ₅	44,3	0,37	42,8	0,12	-2,5	0,98	-32,3	0,38
a ₇	4,2	0,93	75,4	0,01	42,9	0,65	48,2	0,20
a ₉	2,9	0,46	-1,7	0,44	-10,4	0,19	6,0	0,06
a ₁₀	-41,6	0,47	46,2	0,15	129,5	0,25	52,3	0,23
a ₁₁	-46,4	0,43	53,1	0,11	135,6	0,25	40,8	0,36
a ₁₂	4,4	0,94	0,82	0,11	65,6	0,56	-47,1	0,28
a ₁₃	2,0	0,97	15,2	0,63	77,1	0,50	-51,7	0,25
a ₁₄	-18,8	0,83	64,3	0,19	169,8	0,33	-45,5	0,49
R ²	0,8315		0,894		0,968		0,290	

Rysunek 2. Wartości przewidywane względem obserwowanych dla analizowanych parametrów (model 3): a – EK, b – ER, c – T_{p2} , d – T_{end}

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wykresy powierzchniowe zależności wartości entalpii kleikowania (EK, rysunek 3) i entalpii rekrystalizacji (ER, rysunek 4) od analizowanych składników. Zależności te pokazują, że głównym czynnikiem determinującym wartości EK i ER jest stosunek wody do skrobi.



Rysunek 3. Wykresy powierzchniowe zależności EK od analizowanych składników



Rysunek 4. Wykresy powierzchniowe zależności ER od analizowanych składników

Wnioski

Skład ciasta istotnie wpływa na charakterystykę termiczną procesu kleikowania skrobi i rekrystalizacji amylopektyny. Krzywa kleikowania wykazuje dwa charakterystyczne piki, wynikające z występowania dwóch różnych skrobi w recepturze ciasta. Temperatura początku przemiany i pierwszego piku nie zależała od składu. Z kolei temperatura drugiego piku i końca przemiany, jak również entalpii kleikowania zależała od udziału poszczególnych składników. W przypadku rekrystalizacji amylopektyny, analizowane składniki wpływały istotnie tylko na wartość entalpii przemiany.

Zastosowanie metody odpowiedzi powierzchni umożliwiło określenie wpływu poszczególnych składników na wartości wybranych parametrów kleikowania i rekrystalizacji amylopektyny. Stwierdzono istotny wpływ wszystkich badanych składników na wartości analizowanych parametrów, przy czym głównym czynnikiem determinującym wartości EK i ER jest stosunek wody do skrobi. Porównanie zastosowanych modeli pokazało, że w przypadku entalpii kleikowania, temperatury drugiego piku i temperatury końca przemiany wystarczający jest model liniowy, natomiast dla entalpii retrogradacji należy zastosować bardziej rozbudowane modele.

Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego nr N N312 330940.

Literatura

1. Ahlborn G.J., Pike O.A., Hendrix S.B., Hess W.M., Huber C.S., *Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads*, Cereal Chemistry 2005, 82, 328-335.
2. Fasano A., Catassi C., *Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum*, Gastroenterology 2001, 120, 636-651.
3. Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K., *Crust and crumb characteristics of gluten free Breads*, Journal of Food Engineering 2003, 56, 153-161.
4. Holtmeier W., Caspary W.F., *Celiac disease*, Orphanet Journal of Rare Diseases 2006, 1, 3.
5. Korus J., Grzelak K., Achremowicz B., Sabat R., *Influence of prebiotic additions on the quality of gluten-free bread and on the content of inulin and fructooligosaccharides*, Food Science and Technology International 2006, 12, 6, 489-495.
6. Korus J., Witczak M., Ziobro R., Juszczak L., *The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free bread and dough*, Food Hydrocolloids 2009, 23, 3, 988-995.
7. Nunes M.H.B., Moore M.M., Ryan L.A.M., Arendt E.K., *Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters*, European Food Research and Technology 2009, 228, 633-642.

8. Pruska-Kedzior A, Kedzior Z., Gorący M., Pietrowska K., Przybylska A., Spychalska K., *Comparison of rheological, fermentative and banking properties of gluten-free dough formulations*, European Food research and Technology 2008, 227, 1523-1536.
9. Ribotta P.D., Ausar S.F., Morcillo M.H., Pérez G.T., Beltramo D.M., León A.E., *Production of gluten-free bread using soybean flour*, Journal of the Science of Food and Agriculture 2004, 84, 1969-1974.
10. Renzetti S., Dal Bello F., Arendt E.K., *Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours traded with a microbial transglutaminase*, Journal of Cereal Science 2008, 48, 33-45.
11. Singh N., Singh J., Kaur L., Singh Sodhi N., Singh Gill B., *Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources*, Food Chemistry 2003, 81 219-231.
12. Sivaramakrishnan H. P., Senge B., Chattopadhyay P.K., *Rheological properties of rice dough for making rice bread*, Journal of Food Engineering 2004, 62, 37-45.
13. Tester R.F., Somerville M.D., *The effects of non-starch polysaccharides on the extent of gelatinization, swelling and α -amylase hydrolysis of maize and wheat starches*, Food Hydrocolloids 2003, 17, 41-54.
14. Witczak M., Korus J., Ziobro R., Juszczak L., *The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread*, Journal of Food Engineering 2010, 96, 258-265.

Abstract

The results of analysis of the impact of dough composition on the thermal characteristics of starch gelatinization and recrystallization of amylopectin in gluten-free dough were presented. The study was based on the set of mixture experiments with restrictions. The results were described using the response surface method, with linear and quadratic models. Two peaks were observed in the DSC curve for starch gelatinization. The temperature of onset and the first peak did not depend on the composition. The temperature of the second peak and the end of the transformation, as well as the enthalpy of gelatinization depended on the presence of the individual components. In the case of recrystallization of amylopectin the analyzed components significantly affected only the value of the enthalpy change.

WPŁYW WYBRANYCH SUBSTANCJI SŁODZĄCYCH NA WŁAŚCIWOŚCI NEKTARÓW Z ARONII

Katarzyna Ratusz, Małgorzata Wroniak

*Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych,
Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
e-mail: malgorzata_wroniak@sggw.pl*

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wybranych substancji słodzących (sacharozy, syropu glukozowo – fruktozowego oraz sukralozy) na właściwości nektarów z aronii podczas 3 miesięcznego przechowywania. Ponadto określono zmiany wybranych wyróżników podczas pasteryzacji badanych nektarów. Na podstawie uzyskanych wyników nie stwierdzono wpływu rodzaju badanej substancji słodzącej na tempo zmian ekstraktu refraktometrycznego oraz kwasowości czynnej i miareczkowej podczas pasteryzacji i przechowywania. W nektarach słodzonych syropem glukozowo-fruktozowym i sukralozą stwierdzono najmniejszy spadek zawartości antocyjanów (53%) i witaminy C (47%) podczas przechowywania. Rodzaj zastosowanej substancji słodzącej miał też wpływ na zmianę parametrów barwy podczas pasteryzacji. Najmniejszy spadek parametru L* (najmniejsze pociemnienie barwy) stwierdzono w nektarze z dodatkiem sukralozy. Natomiast nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian tego parametru podczas 3 miesięcznego przechowywania.

Słowa kluczowe: antocyjany, aronia, substancje słodzące, sukraloza

Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się wyraźny wzrost zainteresowania konsumentów zdrowym stylem życia, w tym jakością odżywiania się. Konsument poszukuje produktów spożywczych, które oprócz walorów organoleptycznych charakteryzują się wysokimi wartościami dietetycznymi i odżywczymi. Szczególnie owoce i warzywa oraz ich

przetwory, wśród których największy udział stanowią soki, nektary i napoje, budzą duże zainteresowanie. Ważne miejsce zajmują produkty bogate w substancje bioaktywne, wśród nich aronia, zalecana w przypadku choroby nadciśnieniowej, nadczynności gruczołu tarczycowego, infekcji dróg moczowych, a także w chorobach siatkówki oka [Borowska i Szajdek 2005, Oszmiański i Wojdyło 2005, Oszmiański 2007].

Dodatkowym atutem produktów z aronii może być ograniczenie w nich zawartości sacharozy. Wiąże się to z zastosowaniem zamienników cukru. Jednym z nich jest sukraloza (1,6-dichloro-1,6-deoksy-beta-D-fruktofuranozydo-4-chloro-4-deoksy-alfa-D-galaktopiranozyden) [McCourt i wsp. 2005]. Jest to syntetyczna substancja intensywnie słodząca, 600 razy słodsza od cukru, dostępna na rynku pod nazwą Splenda. W przewodzie pokarmowym bardzo słabo się absorbuje i nie ulega rozkładowi, dlatego w całości wydalana jest z organizmu, nie ma też żadnego wpływu na metabolizm węglowodanów, na poziom glukozy we krwi lub wydzielanie insuliny [Aurora i Saulo 2005, Kroger i wsp. 2006, Bogacz 2009].

W Unii Europejskiej sukraloza uzyskała dopuszczenie do stosowania w produkcji żywności w 2004 r. Jako zamiennik cukru znalazła zastosowanie w wielu kategoriach produktów żywnościowych. Dzięki wysokiej stabilności termicznej może być stosowana w produktach poddawanych pasteryzacji, pieczonych a także mrożonkach. Jej smak jest łudząco podobny do sacharozy, z przyjemną nutą, bez goryczki sacharyny, czy innych nieprzyjemnych posmaków charakterystycznych dla niektórych słodzików [Kroger i wsp. 2006, Kibalczyk i Bogacz 2008, Bogacz 2009]. Te zalety sukralozy pozwalają widzieć w niej potencjalną substancję słodzącą w napojach i nektarach, w których pożądane jest ograniczenie zawartości sacharozy.

Celem pracy było określenie wpływu wybranych substancji słodzących (sacharozy, syropu glukozowo – fruktozowego oraz sukralozy) na właściwości nektarów z aronii podczas 3 miesięcznego przechowywania. Ponadto określono zmiany wybranych wyróżników podczas pasteryzacji badanych nektarów.

Material i metodyka pracy

Material do badań stanowił nektar przygotowany z zagęszczonego soku z aronii o ekstrakcie 70%, pochodzącego z firmy Alpex. W oparciu o wymagania dotyczące minimalnego udziału soku w nektarze przyjęto, że ekstrakt nektaru ma wynosić ok. 14,5%, a kwasowość 6,5-7 g/l. Na

podstawie tych założeń obliczono receptury nektarów. Ponadto do przygotowania nektarów użyto:

- Sacharozę (cukier biały kryształ) firmy Diamant
- Syrop fruktozowo-glukozowy (AMYLUM SLOVAKIA o ekstrakcie 71,1%)
- Sukralozę (firmy TATE & LYLE)
- Kwas cytrynowy jednowodny [$C_6H_8O_7 \cdot xH_2O$]

W pracy badano trzy warianty nektarów z aronii:

- Nektar z aronii słodzony sacharozą – oznaczony „nektar 1C”;
- Nektar z aronii słodzony syropem glukozowo- fruktozowym – oznaczony „nektar 2 G-F”;
- Nektar z aronii słodzony syropem glukozowo- fruktozowym, w którym zastąpiono 30% syropu sukralozą – oznaczony „nektar 3S”.

Otrzymane nektary rozlano na gorąco do słoików o pojemności 200 ml, a następnie pasteryzowano w temperaturze 85°C przez 20 minut. Po obróbce termicznej opakowania szybko schładzano i przechowywano w warunkach pokojowych (temp. 20±1°C) z dostępem światła.

Badania nektarów przeprowadzono bezpośrednio przed pasteryzacją, po pasteryzacji oraz po 1 i 3 miesiącach przechowywania. Analizy przeprowadzono na 3 próbkach pobranych z odrębnych opakowań z tej samej partii.

Część analityczna obejmowała oznaczenie:

- Ekstraktu refraktometrycznego – wg PN-EN 12143:2000, wynik podano w %,
- Kwasowości miareczkowej - wg PN-EN 12147:2000, wynik podano w g kwasu jabłkowego/100 cm³,
- Kwasowości czynnej - wg PN-EN 1139:1999,
- Zawartości antocyjanów ogółem - przeprowadzono metodą Fuleki i Francisca [Fuleki i Francis 1968]. Zawartość antocyjanów obliczono ze wzoru:

$$A = \frac{E_1 \cdot r_1 - E_{4,5} \cdot r_{4,5}}{77,5} \cdot 100$$

A – zawartość antocyjanów ogółem [mg/100 cm³]

E₁ - wartość absorbancji przy pH 1,0

r₁ - rozcieńczenie przy pH 1,0

E_{4,5} - wartość absorbancji przy pH 4,5

r_{4,5} - rozcieńczenie przy pH 4,5

77,5 - różnica absorbancji dla 1% wzorca roztworu chlorku cyjanidyny jako wzorca,

- Indeksu degradacji antocyjanów - określa udział zdegradowanych antocyjanów w badanej próbce. Wartość tę obliczono metodą Fuleki i Francisa [Fuleki i Francis 1968] korzystając ze wzoru:

$$DI = \frac{E_1 \cdot r_1}{E_1 \cdot r_1 - E_{4,5} \cdot r_{4,5}}$$

E_1 - wartość absorbancji przy pH 1,0

r_1 - rozcieńczenie przy pH 1,0

$E_{4,5}$ - wartość absorbancji przy pH 4,5

$r_{4,5}$ - rozcieńczenie przy pH 4,5

- Zawartości witaminy C - oznaczono metodą ksylenową wg PN-A-04019:1998, wynik wyrażono w mg/100 cm³ nektaru

Oznaczenie parametrów barwy nektarów metodą kolorymetryczną przeprowadzono za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-3600d. Pomiar wykonano przy użyciu kuwety o grubości 10 mm w świetle przechodzącym. Parametry barwy określono w skali Huntera tj.:

L^* - jasność, wartości zmieniają się od 100 dla bieli do 0 dla czerni;

a^* i b^* - udział barw składowych, mogą przyjmować wartości dodatnie i ujemne;

Wartości $+a^*$ odpowiada barwie czerwonej, $-a^*$ – zielonej, $+b^*$ - żółtej, $-b^*$ - niebieskiej [Klepacka 2005].

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Istotność różnic określono za pomocą testu Tukey'a przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zmianę podstawowych parametrów fizykochemicznych nektarów podczas pasteryzacji przedstawiono w tabeli 1.

Ekstrakt refraktometryczny nektarów 1C i 2G-F był zgodny z założeniami, jakie przyjęto podczas produkcji i wynosił ok. 14,6% (tabela 1), a nektaru 3S, na skutek zastąpienia 30% syropu glukozowo-fruktozowego sukralozą, był niższy i wynosił 11,6%. Obróbka termiczna nektarów podczas pasteryzacji nie spowodowała zmiany ekstraktu refraktometrycznego oraz kwasowości. Pasteryzacja spowodowała jednak wyraźny spadek zawartości antocyjanów (od 17% w nektarze 3S do 15% w nektarze 1C). Trwałość tych barwników w przetworach z owoców jest niewielka i na ich zawartość bardzo duży wpływ ma proces technologiczny i warunki przechowywania oraz stężenie i rodzaj związków towarzyszących [Kalisz i Wolniak 2007]. Szczególnie niekorzystne jest oddziaływanie wysokich temperatur [Wang i Xu 2007].

Tabela 1. Zmiana składu chemicznego nektarów z aronii w trakcie przechowywania.

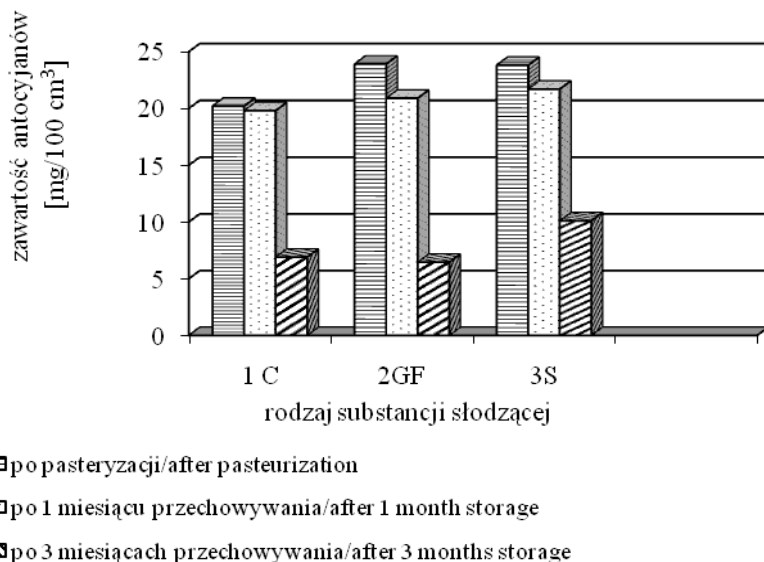
Parametr	przed pasteryzacją			po pasteryzacji			po 1 miesiącu przechowywania			po 3 miesiącach przechowywania		
	1C	G-F	3S	1C	2G-F	3S	1C	2G-F	3S	1C	2G-F	3S
Ekstrakt refraktom. [%]	14,55	14,57	11,6	14,58	14,55	11,57	14,55	14,57	11,59	14,55	14,55	11,56
pH	3,09	3,06	3,07	3,04	3,04	3,07	3,08	3,06	3,07	3,08	3,06	3,07
Kwasowość miareczkowa [g kw.jabłk /l]	6,42	6,45	6,44	6,42	6,45	6,45	6,42	6,45	6,44	6,42	6,45	6,44
Zawartość antocyjanów [mg/100 g]	23,8	28,6	28,8	20,19	23,91	23,8	19,8	20,9	21,7	6,9	6,45	10,1
Indeks degradacji	1,17	1,15	1,15	1,18	1,18	1,18	1,21	1,23	1,24	1,6	1,62	1,41
Witamina C [mg/100 ml]	6,7	7,2	6,5	3,4	4,1	3,2	2,8	3,6	2,9	1,6	2,0	1,7

W czasie pasteryzacji we wszystkich nektarach odnotowano niewielki wzrost indeksu degradacji antocyjanów (tabela 1), najmniejszy w przypadku nektaru 1C. Godek [1981] badając antocyjany soku

zagęszczonego z czarnej porzeczki w czasie pasteryzacji uzyskał także wzrost indeksu z 1,3 do 1,42. Obróbka termiczna spowodowała też znaczący spadek zawartości witaminy C (od 44% w nektarze 2G-F do 51% w nektarze 3S – tabela 1).

Podczas przechowywania nektarów przez okres 3 miesięcy nie stwierdzono istotnych zmian ekstraktu refraktometrycznego ani kwasowości bez względu na zastosowaną substancję słodzącą (tabela 1).

Jednak obserwując zmiany zawartości antocyjanów, przedstawione graficznie na wykresie 1, zauważono różnice związane z rodzajem substancji słodzącej. Po okresie 3 miesięcy przechowywania stwierdzono znaczny spadek zawartości antocyjanów, największy w nektarze słodzonym syropem glukozowo-fruktozowym (o ok. 70%). W nektarze słodzonym sacharozą spadek zawartości tych związków był na poziomie 65%, natomiast w nektarze słodzonym syropem i sukralozą (3S) spadek ten był najmniejszy (o 53%) (rysunek 1).



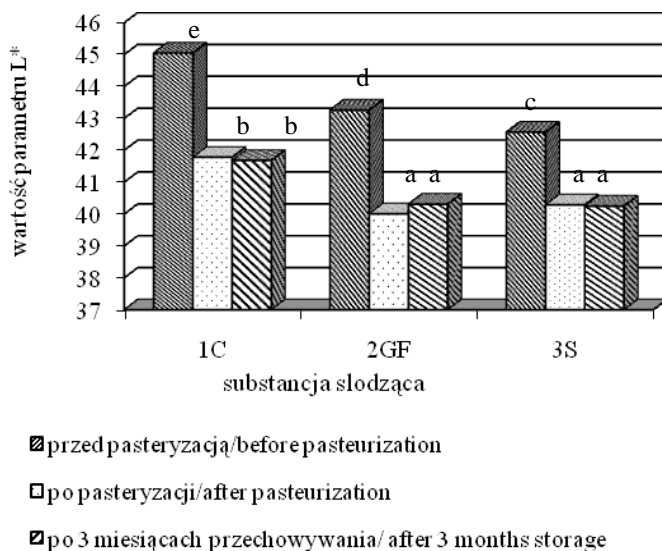
Rys. 1. Zmiany zawartości antocyjanów w nektarach w czasie przechowywania

Wpływ warunków przechowywania na zmianę zawartości barwników antocyjanowych w nasionach berberysa badali Lalech i wsp. [2006]. Po 10 tygodniach przechowywania soku w nasłonecznionym miejscu, w temperaturze 20°C stwierdzili spadek zawartości barwników antocyjanowych o 50%. Wzrost indeksu degradacji antocyjanów w nektarach słodzonych sacharozą (1C) i syropem glukozowo –

fruktozowym (2G-F) po 3 miesiącach przechowywania wyniósł ponad 35%, natomiast w nektarach słodzonych syropem i sukralozą około 20% (tabela 1). Spadek zawartości witaminy C wyniósł po pierwszym miesiącu przechowywania od 11 do 13%, ale po 3 miesiącach różnice były większe i ubytki wyniosły od 47% w nektarze 3S do 53% w nektarze 1C (tabela 1). Jednak dopiero kontynuacja badań pozwoli na wyciągnięcie ostatecznych wniosków co do wpływu badanych substancji słodzących na zawartość antocyjanów i witaminy C w badanych nektarach.

Barwa produktów owocowych zależy głównie od barwników występujących naturalnie w żywności, ale także od przemian bezbarwnych i barwnych składników żywności w trakcie procesu technologicznego i przechowywania. Barwa przetworów z aronii jest jednym z najważniejszych wskaźników ich jakości, jest ona zazwyczaj jako pierwsza oceniana przez konsumenta. Barwniki antocyjanowe łatwo ulegają degradacji, co w znacznym stopniu wpływa na pogorszenie barwy. W celu jednoznacznego opisu barwy stosuje się system przedstawiający trzy podstawowe cechy: nasycenie, ton, jasność. W pracy zbadano podstawowe parametry barwy w nektarach z aronii przed pasteryzacją, bezpośrednio po niej oraz po 3 miesiącach przechowywania w temperaturze 20°C w miejscu naświetlonym.

Parametr L^* określa jasność próbki i przyjmuje wartość od 0 (czern) do 100 (biel). Zmiany parametru L^* przed i po procesie pasteryzacji oraz po 3 miesiącach przechowywania przedstawiono na rysunku 2.

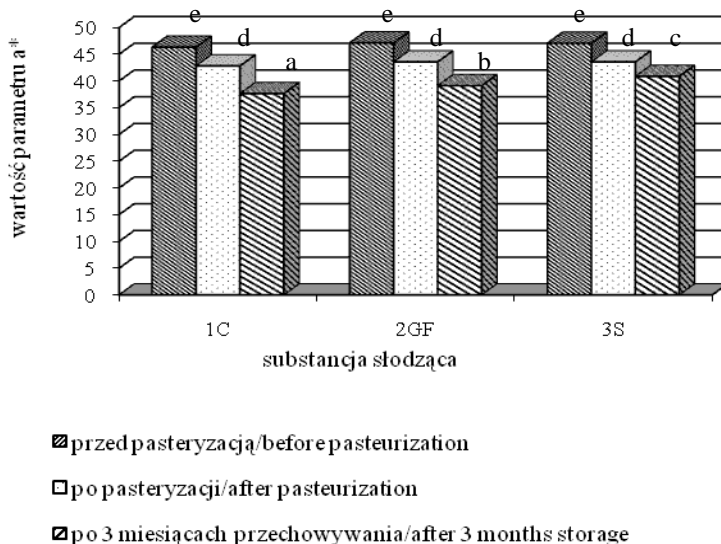


Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Rys. 2. Zmiany parametru L^* w nektarach w czasie przechowywania

Obróbka termiczna nektarów podczas pasteryzacji spowodowała spadek wartości parametru L^* - wskazując na pociemnienie barwy. Najmniejsze zmiany tego parametru były widoczne w nektarze 3S (rysunek 2). W nektarze tym stwierdzono też najmniejsze zmiany jasności barwy w czasie przechowywania, choć statystycznie były one nieistotne. Przechowywanie wszystkich badanych nektarów przez okres 3 miesięcy w opisanych warunkach nie spowodowało istotnych statystycznie zmian parametru L^* .

Zmiany parametru a^* podczas pasteryzacji i przechowywania przedstawiono na rysunku 3.

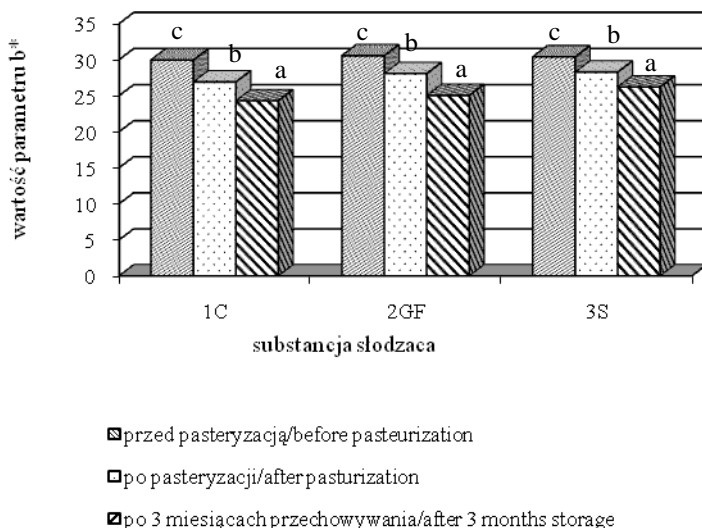


Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Rys. 3. Zmiany parametru a^* w nektarach w czasie przechowywania

We wszystkich badanych nektarach spadek udziału barwy czerwonej (spadek wartości parametru a^*) wywołany pasteryzacją był na podobnym poziomie i wyniósł około 3,5 jednostki. Zaobserwowano także różnice w stopniu zmian parametru a^* barwy badanych nektarów podczas przechowywania. Najmniejsze zmiany stwierdzono w nektarze 3S (2,67 jednostki), największe natomiast w nektarze słodzonym sacharozą (5,16 jednostki) (rysunek 3). Różnice te były statystycznie istotne .

Pasteryzacja spowodowała spadek wartości parametru b^* we wszystkich nektarach, największy – wynoszący 3,04 jednostki w nektarze 1C, a najmniejszy (o 2,12 jednostki) w nektarze 3S (rysunek 4). Przechowywanie nektarów spowodowało dalszy spadek wartości tego parametru, najmniejszy – wynoszący 2,06 jednostki w nektarze 3S.



Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Rys. 4. Zmiany parametru b^* w nektarach w czasie przechowywania

Zarówno pasteryzacja, jak i dalsze przechowywanie nektarów spowodowało zwiększenie udziału barwy niebieskiej w badanych próbach, najmniejsze w nektarze 3S. Należy jednak stwierdzić, iż w przypadku soków ciemno zabarwionych, w tym aronii, różnice barwy są stosunkowo trudne do uchwycenia. Stabilizacja barwy dodatkiem substancji słodzącej, stwarza dość duże problemy. Potwierdzają to również wcześniejsze badania nad stabilizacją antocyjanów i trwałością czerwonej barwy soków z owoców aronii, czarnego bzu, czarnej porzeczki [Kalisz i Wolniak 2007].

Wnioski i stwierdzenia

1. Rodzaj zastosowanej substancji słodzącej nie wpłynął na stopień zmian ekstraktu refraktometrycznego oraz kwasowości czynnej i miareczkowej podczas pasteryzacji i 3 miesięcznego przechowywania.
2. Pasteryzacja spowodowała wyraźny spadek zawartości antocyjanów we wszystkich badanych nektarach (od 15% w nektarze słodzonym sacharozą do 17% w nektarze słodzonym syropem glukozowo-fruktozowym i sukralozą) i wzrost indeksu degradacji. Obróbka termiczna spowodowała też znaczący spadek zawartości witaminy C (od 44% w nektarze słodzonym syropem glukozowo-fruktozowym do 51% w nektarze z sukralozą).

3. Stwierdzono wpływ substancji słodzącej na zmianę zawartości antocyjanów w badanych nektarach podczas przechowywania. Największy spadek zawartości tych związków odnotowano w nektarze słodzonym syropem glukozowo-fruktozowym (o ok. 70%), najmniejszy (o 53%) w nektarze słodzonym syropem i sukralozą. Także najmniejsze straty witaminy C odnotowano w nektarze z dodatkiem sukralozy (o 47%).
4. Rodzaj zastosowanej substancji słodzącej miał też wpływ na zmianę parametrów barwy podczas pasteryzacji. Najmniejszy spadek parametru L^* (najmniejsze pociemnienie barwy) stwierdzono w nektarze z dodatkiem sukralozy. Natomiast nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian tego parametru podczas 3 miesięcznego przechowywania.

Literatura:

1. Bogacz A., *Z sukralozą coraz bardziej słodko i klarownie od strony prawnej*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2009, 2, 34.
2. Borowska E.J., Szajdek A., *Składniki dietetyczne i substancje bioaktywne w owocach aronii, borówki czernicy i porzeczki czarnej*, Bromatologia, Chemia, Toksykologia 2005, 2, 181-184.
3. Godek S., *Zastosowanie indeksu degradacji antocyjanów jako wskaźnika określającego barwę i jakość zagęszczonych soków z owoców kolorowych*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 1981, 5-6, 27-30.
4. Kalisz S., Wolniak M., *Zmiany wybranych wyróżników jakościowych podczas przechowywania soków odtwarzanych z koncentratów*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2007, 54(5), 203-212.
5. Kibalczyk Ł., Bogacz A., *Sukraloza – Nowa szansa dla konsumentów i producentów*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2008, 7-8, 13-14.
6. Klepacka M., *Analiza Żywności*. Fundacja i Rozwój SGGW, Warszawa 2005, 147-156.
7. Kroger M., Meister K., Kava R., *Low-calorie Sweeteners and Other Sugar Substitutes: A Review of the Safety Issues*, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 2006, 5, 35-46.
8. Laleh G.H., Frydoonfar H., Heidary R., Jameei R., Zare S., *The effect of light, temperature, pH and speciesmon stability of anthocyanin pigments in four Berberies Species*, Pakistan Journal of Nutrition 2006, 5(1), 90-92.
9. McCourt J., Stroka J., Anklam E., *Experimental design-based development and single laboratory validation of a capillary zone electrophoresis method for the determination of the artificial sweetener sucralose in food matrices*, Analytical and Bioanalytical Chemistry 2005, 382, 1269-1278.
10. Oszmiański J., Wojdyło A., *Aronia melanocarpa phenolics and their antioxidant activity*, European Food Research and Technology 2005, 221, 809-813.
11. Oszmiański J., *Prozdrowotne polifenole w chorobach serca i naczyń krwionośnych*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2007, 7-8, 42-43.
12. Wang W. D., Xu S.Y., *Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate*, Journal of Food Engineering 2007, 82, 271-275.
13. Saulo A.A., *Sugars and sweeteners in foods*, Food Safety and Technology 2005, 16(3), 1-7.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of selected sweeteners (sucrose, glucose - fructose syrup and sucralose) on the properties of chokeberry nectars during the 3-month storage.

Furthermore the changes in selected parameters during pasteurization were tested. There were no influence of the tested sweetener type on changes of soluble solids and titratable acidity during pasteurization and storage. The nectar-sweetened with glucose-fructose syrup and sucralose showed the lowest decrease of anthocyanins (53%) and vitamin C (47%) during storage. The type of sweetener used also had an impact on color parameters during pasteurization. The smallest decrease in the parameter L* (the smallest color darkening) was found in the nectar with sucralose. However, no statistically significant changes in this parameter during the 3-months storage were observed.

WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE NIEMODYFIKOWANYCH I ACYLOWANYCH KONCENTRATÓW BIAŁEK CIECIERZYCY

Małgorzata Stryjecka

Instytut Nauk Rolniczych, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie,
e-mail: malgorzatazs@interia.pl

Streszczenie

Ciecierzycza pospolita (*Cicer arietinum* L.) bardzo popularna w Azji, Europie Zachodniej i USA, również w naszym kraju ma coraz więcej zwolenników, zwłaszcza wśród osób stosujących diety wegetariańskie. Stanowi ona cenne źródło białka, o wysokiej wartości biologicznej, co pozwala wykorzystać nasiona ciecierzycy do otrzymywania koncentratów białkowych. Zastosowanie preparatów białkowych w procesie żywienia determinowane jest między innymi ich właściwościami funkcjonalnymi. Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie właściwości funkcjonalnych niemodyfikowanych i acylowanych (bezwodnikiem kwasu maleinowego i bursztynowego) koncentratów białek nasion ciecierzycy, otrzymanych metodą koagulacji kwasowej. Materiał do badań stanowiły nasiona ciecierzycy zakupione w handlu. Modyfikacja spowodowała zmianę właściwości funkcjonalnych białek. Koncentrat białek niemodyfikowanych wykazały zdolność absorpcji wody na poziomie 186%. Zastosowanie czynników modyfikujących białko ciecierzycy, zwiększyło w sposób istotny wodochłonność analizowanych koncentratów. W przypadku bezwodnika kwasu maleinowego, wodochłonność wynosiła 271%, zaś w przypadku bezwodnika kwasu bursztynowego 263%. Absorpcja tłuszczu była wyższa w przypadku zastosowania bezwodnika kwasu bursztynowego, niż maleinowego i wynosiła odpowiednio: 73% i 68%. Aktywność emulgowania i trwałość emulsji, wzrosła o około 11% w przypadku bezwodnika kwasu maleinowego, zaś o 16% przy zastosowaniu bezwodnika kwasu bursztynowego. Modyfikacja chemiczna

spowodowała wzrost właściwości pianotwórczych białek ciecierzycy. Wydajność pienienia była wyższa w przypadku białek modyfikowanych bezwodnikiem kwasu maleinowego i wynosiła ona 12 ml. W wyniku modyfikacji białek ciecierzycy nastąpił wzrost rozpuszczalności w pH powyżej punktu izoelektrycznego. Natomiast w środowisku silnie kwaśnym zanotowano zmniejszenie rozpuszczalności białek, w przypadku obu czynników modyfikujących.

Słowa kluczowe: ciecierzycza, koncentrat białkowy, acylacja.

Wprowadzenie

Białko to integralny składnik żywności, który w organizmie odgrywa ważną rolę: budulcową, uczestniczy w licznych procesach fizjologicznych, jest źródłem energii, oraz czynnikiem modelującym właściwości funkcjonalne żywności. Na szczególną uwagę zasługują nasiona roślin strączkowych, które od dawna były wykorzystywane w żywieniu ludzi i zwierząt [Dostálová 2000, Lemaine 2002]. Przyczyną zwiększonego zainteresowania nasionami strączkowymi jest przede wszystkim zmiana modelu żywienia ludzi, w którym to dąży się do zmniejszenia spożycia mięsa, a zwiększenia wysoko jakościowej żywności pochodzenia roślinnego. Zaletami takiej diety są min. niższa zachorowalność na choroby nowotworowe, otyłość, choroby krążenia itp. W gronie tym należy uwzględnić ciecierzycę pospolitą (*Cicer arietinum* L.), której wartości żywieniowe i smakowe są coraz częściej dostrzegalne. Nasiona ciecierzycy są cennym źródłem białka, co pozwala wykorzystać ją do otrzymywania preparatów białkowych. Podstawowym celem modyfikacji białek jest uzyskanie produktu o projektowych właściwościach funkcjonalnych, oraz zbilansowanym składzie chemicznym. Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie wybranych właściwości funkcjonalnych koncentratów białkowych otrzymanych z nasion ciecierzycy, oraz koncentratów w którym białko zostało poddane modyfikacji chemicznej, przy użyciu bezwodnika kwasu bursztynowego, oraz bezwodnika kwasu maleinowego.

Materiały i metody badań

Materiał wyjściowy stanowiły rozdrobnione na mąkę nasiona ciecierzycy zakupione w handlu, typu kabuli. Nasiona zostały zmielone przy użyciu młynka laboratoryjnego WŻ-1. Z mąki wyekstrahowano białko 0,02 M roztworu NaOH (pH=9,2; czas 1 godz.), przy użyciu mieszadła magnetycznego. Następnie zawiesinę odwirowano 4000 x g, 20 minut i wydzielono białko poprzez koagulację ekstraktu 2 M HCl. Po

upływie około 12 godzin wytrącone osady ponownie wirowano (4000 x g., 20 minut), dwukrotnie przemywano wodą destylowaną, suszono i mielono. Preparaty białkowe modyfikowane chemicznie otrzymywano poprzez acylację w trakcie ekstrakcji białka. Proces prowadzono poprzez użycie:

1. 0,2 g bezwodnika kwasu bursztynowego na 1 g białka zawartego w mące wyjściowej,
2. 0,2 g bezwodnika kwasu maleinowego na 1 g białka zawartego w mące wyjściowej.

W koncentraty białkowych oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla ($N \times 6,25$) oraz właściwości funkcjonalne.

Rozpuszczalność białka oznaczono metodą podaną przez Betschart [Betschart 1974]: do 100 mg koncentratu białkowego dodawano 50 ml buforu o pH od 2,5 do 9,5, wytrząsano 1 godzinę. W przesączu oznaczano białko metodą Lowry'ego [Lowry i wsp. 1951].

Absorpcje wody, absorpcje tłuszczu, aktywność emulgowania, trwałość emulsji, wydajność pienienia i trwałość piany została oznaczona zgodnie z procedurą podaną przez Rutkowskiego i Kozłowską [Rutkowski i Kozłowska 1981].

Oznaczenie absorpcji wody

Badaną próbkę koncentratu białkowego o masie 1 g, mieszano (1000 obr/min., 1 minuta) z 30 cm³ wody destylowanej, a następnie 15 minut wirowano (9000xg). Niezwiązaną wodę zlewano z nad osadu, a probówkę do góry dnem pozostawiano na 10 minut.

Absorpcja wody została wyliczona z poniższego wzoru:

$$WA = m/W * 100\%$$

oznaczenia: WA – absorpcja wody [%], m-masa mokrego osadu [g],

W - naważka [g].

Oznaczenie absorpcji tłuszczu

Badaną próbkę o masie 5 g mieszano z 25cm³ oleju (w oznaczeniu użyto olej słonecznikowy) (1000 obr/min., 1 minuta), następnie przez 15 minut wirowano (9000 x g). Próbkę odstawiono na 5 minut, mieszano i ponownie wirowano (280 x g, 5 minut). Niezwiązany olej zlano do cylindra miarowego.

Absorpcje tłuszczu wyliczono z następującego wzoru:

$$FA = (25 - b)/W*100\%$$

oznaczenia: FA – absorpcja tłuszczu [%], 25 cm³ – objętość oleju zużyta do oznaczenia, b – objętość zdekantowanego oleju [cm³], W – naważka [g].

Oznaczenie aktywności emulgowania i trwałości emulsji

Próbkę koncentratu białkowego o masie 2,5 g rozpuszczono w 50 cm³ wody destylowanej, następnie dodano 50 cm³ oleju (w oznaczeniu użyto olej słonecznikowy) i wszystko homogenizowano (homogenizator laboratoryjny H500) 1 minutę przy 2000 obr/min. Wytworzoną emulsję przelano do czterech probówek miarowych po 10 cm³ każda i wirowano (3000 x g) przez 5 minut. Po wirowaniu odczytano objętość poszczególnych warstw.

Obliczenia wyniku dokonuje się na podstawie poniższego wzoru:

$$EA = (e*100)/f$$

oznaczenia: EA – aktywność emulgowania [%], e – objętość warstwy zemulgowanej [cm³], f – objętość całkowita [cm³].

W celu oznaczenia trwałości powstałej emulsji została ona ogrzewana w łaźni wodnej w temp. 80°C, przez 30 minut. Próbkę następnie schłodzono przez 15 minut, w naczyniu z lodem. Później rozdzielono do probówek miarowych i postępowano jak przy oznaczeniu aktywności emulgowania.

Wydajność pienienia i trwałość piany

Badaną próbkę o masie 1g zmieszano z 99 cm³ wody destylowanej, wszystko homogenizowano jak w poprzednich oznaczeniach. Spienioną ciecz bardzo szybko przenoszono do cylindra miarowego i odczytywano objętość piany w cm³, która stanowi wydajność pienienia. Trwałość piany stanowi jej objętość po upływie 30 minut.

Wszystkie oznaczenia analityczne zostały wykonane w trzech powtórzeniach.

Obliczenia statystyczne wykonano stosując program Statistica 6.1. Wyniki poddano analizie wariancji w układzie jednoczynnikowym. W celu zbadania istotności różnic pomiędzy efektami wykorzystano test Tuckey'a przyjmując poziom istotności $\alpha=0,05$.

Wyniki i dyskusja

Wszystkie otrzymane w niniejszej pracy preparaty białkowe można zakwalifikować jako koncentraty białkowe, ponieważ zawartość w nich białka ogółem wynosi od 80,7 do 86,32% (Tabela 1). Modyfikacja chemiczna spowodowała istotny statystycznie wzrost zawartości białka ogółem w analizowanych koncentratkach białkowych. Zawartość białka w koncentracie niemodyfikowanym wynosiła 80,7%, zaś po modyfikacji białka bezwodnikiem kwasu bursztynowego zawartość ta wynosi 84,29%, natomiast w przypadku zastosowania bezwodnika kwasu maleinowego 86,32%. Odwrotne zależności uzyskały w swoich badaniach Klepacka i Porzucek [Klepacka i Porzucek 1994, Klepacka i wsp. 1997] analizując wpływ bezwodnika kwasu octowego i bursztynowego na białka fasoli odmiany Went dwóch odmian łubinu (Hetman, Wat) oraz trzech odmian grochu (Koral, Poa, Ramir).

Tabela 1. Zawartość białka ogółem w koncentratkach białkowych z ciecierzycy

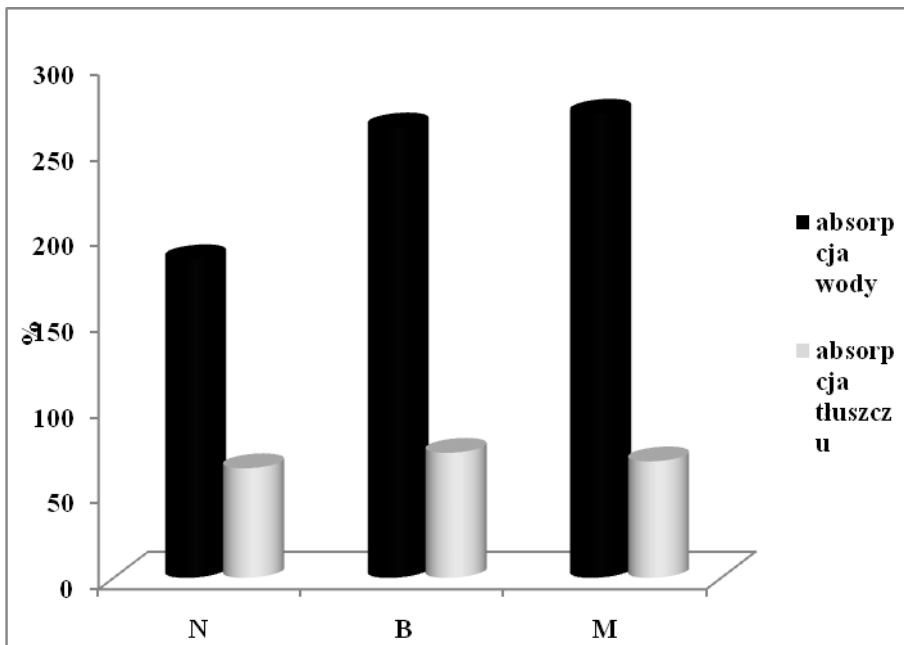
Preparaty białkowe	Zawartość białka (N x 6,25) [% s.m.]
N	80,7 ^a
B	84,29 ^b
M	86,32 ^c

Objaśnienia: N -niemodyfikowany koncentrat białkowy, B -modyfikacja bezwodnikiem kwasu bursztynowego, M -modyfikacja bezwodnikiem kwasu maleinowego, a-c -wartości średnich oznaczone tą samą literą, nie różnią się między sobą statystycznie istotnie na poziomie $\alpha=0,05$

Wykorzystanie preparatów białkowych w przemyśle spożywczym, jest uzależnione od ich właściwości funkcjonalnych, a te zaś zależne są od surowca, procesu ich otrzymywania, oraz zastosowanej metody modyfikacji [Adebowale i wsp. 2005]. Modyfikacja chemiczna z zastosowaniem bezwodnika kwasu bursztynowego, oraz bezwodnika kwasu maleinowego, spowodowała istotne statystycznie zmiany analizowanych właściwości funkcjonalnych. Wyjątek stanowiła absorpcja tłuszczu w przypadku koncentratu modyfikowanego bezwodnikiem kwasu maleinowego, gdzie nie wykazano statystycznie istotnych zmian. Użycie w procesie otrzymywania koncentratów białkowych bezwodników kwasowych przyczyniło się, w sposób znaczący do poprawy wodochłonności białek. Najwyższy wzrost zanotowano po zastosowaniu bezwodnika kwasu maleinowego i wynosił on 45,5% (Rysunek1). W badaniach El-Adawy [2000] gdzie białka z

fasoli poddano acylowaniu i sukcyńlowaniu zanotowano zwiększenie zdolność wiązania wody.

Zdolność pochłaniania tłuszczu dla koncentratów białkowych niemodyfikowanych wynosiła 64%, po modyfikacji bezwodnikiem kwasu bursztynowego wzrosła do wartości 73%, zaś w przypadku bezwodnika kwasu maleinowego do 68% (Rysunek 1). W przypadku modyfikacji bezwodnikiem kwasu maleinowego wzrost absorpcji tłuszczu, nie był istotny statystycznie. Uzyskane wyniki były jednak niższe od tych jakie zaobserwowali inni autorzy, jednakże należy podkreślić, że stosowali oni mąkę odtłuszczoną [Almanou i Daxastakis 1997, Lampart-Szczapa 1998]. W badaniach przeprowadzonych w niniejszej pracy nie odtłuszczano mąki i preparaty zawierały już w swoim składzie tłuszcz. Na skalę przemysłową zdolność absorpcji tłuszczu jest bardzo istotne w przypadku produkcji, min. Majonezów [Escamilla-Silva 2003] ze względu na jego wpływ na zdolność emulgowania. W niniejszej pracy zanotowano wyniki niższe niż te zgłaszane przez Kaur [2007] Te różnice wynikają z: rodzaju użytego oleju (w badaniach Kaur użyto olej kukurydziany), warunków wirowania, oraz zastosowania mąki odtłuszczonej.

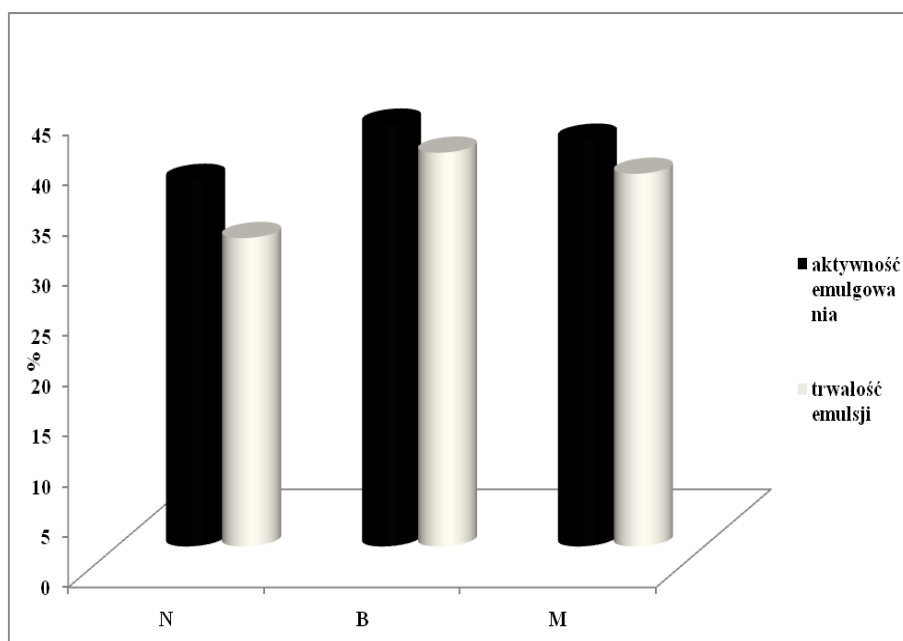


Rysunek 1. Absorpcja wody i tłuszczu koncentratów białkowych N -niemodyfikowany koncentrat białkowy, B -modyfikacja bezwodnikiem kwasu bursztynowego, M -modyfikacja bezwodnikiem kwasu maleinowego

Zdolność białek do tworzenia stabilnych emulsji zależy od wielkości cząstek, ładunku, powierzchni hydrofobowych i elastyczności czasteczek białka [Turgeon i wsp. 1992]. Aktywność emulgowania koncentratu niemodyfikowanego wynosiła 36,5%, zaś w wyniku modyfikacji bezwodnikiem kwasu bursztynowego wartość ta wynosiła 42%, a w przypadku bezwodnika kwasu maleinowego 40,5%.

Trwałość emulsji również po zastosowaniu czynników modyfikujących uległa podwyższeniu z poziomu 30,7% (koncentrat niemodyfikowany) do wartości 39,2% (koncentrat modyfikowany bezwodnikiem kwasu bursztynowego) oraz 37,1% (koncentrat modyfikowany bezwodnikiem kwasu maleinowego) (Rysunek 2).

Podobne rezultaty uzyskał Lawal [2005], który po zastosowaniu procesu sukcyńlowania białek fasoli Lablab zaobserwował wzrost aktywności i trwałości emulsji.



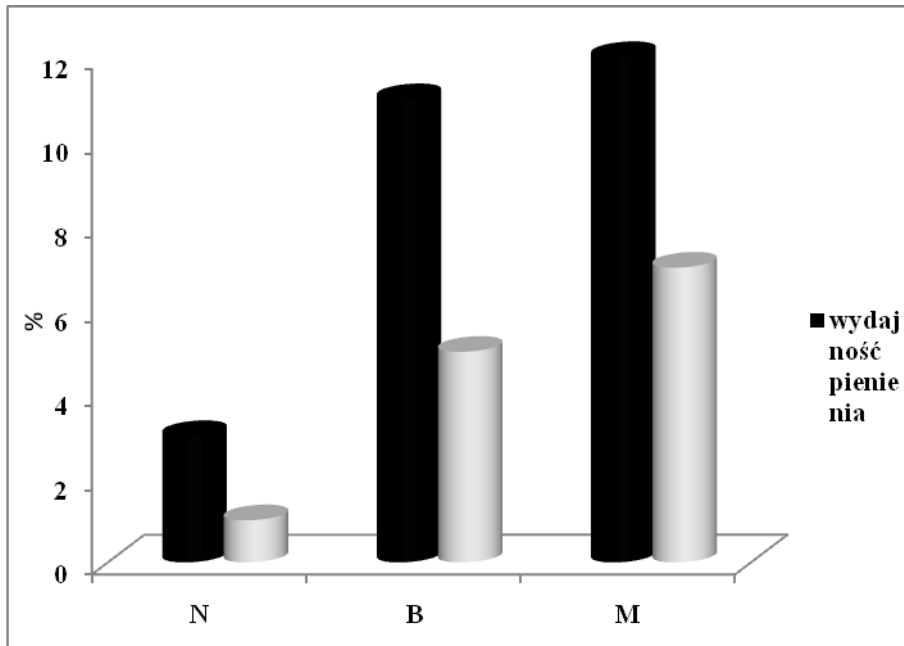
Rysunek 2. Aktywność emulgowania i trwałość emulsji analizowanych koncentratów białkowych

N -niemodyfikowany koncentrat białkowy, **B** -modyfikacja bezwodnikiem kwasu bursztynowego, **M** -modyfikacja bezwodnikiem kwasu maleinowego.

Na wydajność i trwałość piany ma wpływ wielkość cząsteczek białek – im cząsteczka większa, tym lepsza zdolność tworzenia piany (przy założeniu, że białko jest silnie zdyspergowane). Powyższe założenie zostało potwierdzone badaniami przeprowadzonymi przez Alamanou i

Doxastaksisa [1997], którzy to badali izolaty otrzymane z nasion łubinu w wyniku koagulacji polimerem N-izopropylu akrylamidu z biakrylamidem metylu, otrzymali wyższą wydajność i trwałość piany niż dla izolatów wytrąconych w punkcie izoelektrycznym.

Wyniki uzyskane w niniejszej pracy wykazują istotny statystycznie wzrost wydajności pienienia, oraz trwałości piany w przypadku wszystkich analizowanych koncentratów białkowych (Rysunek 3). Podobne rezultaty uzyskali Gruener i Ismond [1997] badając, min. wpływ bezwodnika kwasu burszynowego i octowego na białka rzepaku.

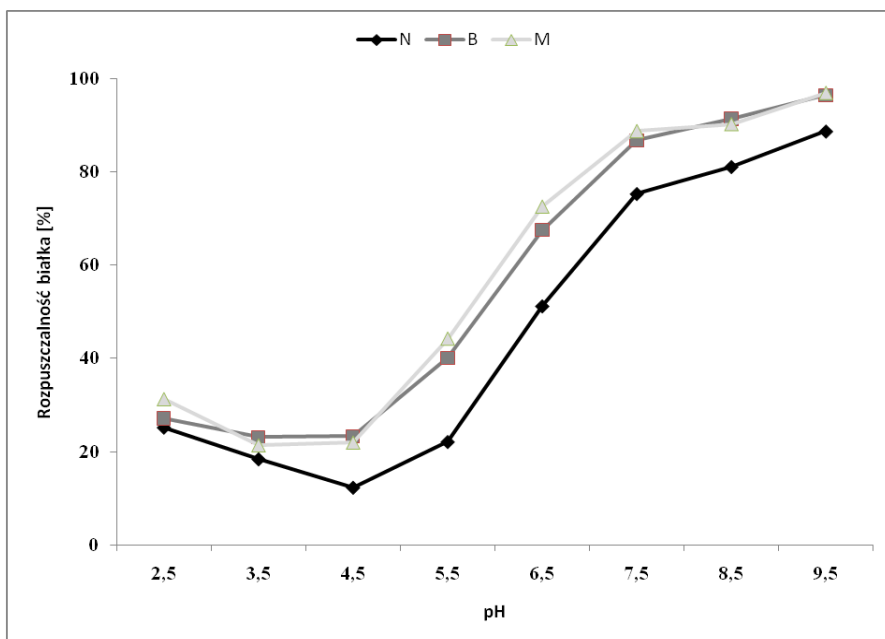


Rysunek 3. Wydajność pienienia i trwałość piany analizowanych koncentratów białkowych

N -niemodyfikowany koncentrat białkowy, **B** -modyfikacja bezwodnikiem kwasu burszynowego, **M** -modyfikacja bezwodnikiem kwasu maleinowego.

Przebieg krzywych rozpuszczalności białek zależy od pH roztworu i jest zawsze bardzo podobny, osiąga swoje minimum w punkcie izoelektrycznym, a następnie wzrasta wraz ze wzrostem pH. Uzyskane wartości rozpuszczalności są ściśle związane z poziomem białka w preparacie, metodą jego koagulacji, oraz od zastosowanego czynnika modyfikującego. Różnorodną podatnością na rozpuszczalność wykazują nie tylko białka preparatów białkowych z różnych roślin [Mwasaru i wsp. 1999 a,b], ale również koncentraty uzyskane z różnych odmian tej samej

rośliny [Kim i wsp. 1992]. Przebieg krzywych rozpuszczalności białek są podobne do tych jakie uzyskali dla soi [Achouri i wsp. 1998], soczewicy [Bora 2002], ciecierzycy [Sanchez-Viogue i wsp. 1999, Kaur i Singh 2007]. Zaproponowane czynniki modyfikujące zwiększyły rozpuszczalność białek analizowanych koncentratów białkowych. Przebieg otrzymanych krzywych rozpuszczalności białek był podobny dla wszystkich analizowanych koncentratów białkowych (Rysunek 4). Punkt izoelektryczny dla koncentratu niemodyfikowanego wynosił 4,5. W wyniku modyfikacji chemicznej białka został on przesunięty w przypadku bezwodnika kwasu bursztynowego do wartości 4,3, a przy użyciu bezwodnika kwasu maleinowego do pH 4,0. Podobne rezultaty zaobserwował w swoich badaniach Lawal [2005], który w wyniku modyfikacji białka fasoli Lablab bezwodnikiem kwasu bursztynowego, uzyskał przesunięcie punktu izoelektrycznego z pH 4,5 dla białek niemodyfikowanych do wartości 3,5 po modyfikacji. Modyfikacja zwiększa również rozpuszczalność białek w środowisku zasadowym, lepsze rezultaty uzyskano w przypadku białka modyfikowanego bezwodnikiem kwasu maleinowego.



Rysunek 4. Aktywność emulgowania i trwałość emulsji analizowanych koncentratów białkowych, niemodyfikowanych (N) i modyfikowanych bezwodnikiem kwasu bursztynowego (B) oraz bezwodnikiem kwasu maleinowego (M)

Wnioski

1. Modyfikacja chemiczna przyczyniła się do zwiększenia zawartości białka ogółem w analizowanych koncentratkach białkowych.
2. Modyfikacja białek ciecierzycy bezwodnikiem kwasu bursztynowego i bezwodnikiem kwasu maleinowego spowodowała statystycznie istotne zmiany następujących właściwości funkcjonalnych: absorpcji wody, absorpcji tłuszczu (w przypadku modyfikacji bezwodnikiem kwasu bursztynowego), aktywności emulgowania i trwałości emulsji, oraz wydajności pienienia i trwałości piany. Jedynie w przypadku absorpcji tłuszczu koncentratu modyfikowanego bezwodnikiem kwasu maleinowego, nie zanotowano istotnych statystycznie zmian.
3. Modyfikacja chemiczna bezwodnikiem kwasu bursztynowego, oraz bezwodnikiem kwasu maleinowego zwiększyła rozpuszczalność białek w zakresie pH powyżej punktu izoelektrycznego.

Literatura

1. Achouri A., Zhang W., Shying X.U., *Enzymatic hydrolysis of soy protein isolate and effect of succinylation on functional properties of resulting protein hydrolysates*, Food Research International 1998, 31, 617-623.
2. Adebawale Y.A., Adeyemi I.A., Oshodi A.A., *Functional physicochemical properties of flours of six Mucuna species*, African Journal of Biotechnology 2005, 4(12), 1461-1468.
3. Alamanou S., Doxastakis G., *Termoreversible size selective swelling polymeres as a means of purification and concentration of lupin seeds proteins (Lupinus albus ssp. Graecus)*, Food Hydrocolloids 1995a, 9(2), 103-109.
4. Alamanou S. Doxastakis G., *Physico-chemical properties of lupin seed proteins (Lupinus albus ssp. Graecus)*, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 1995b, 28, 641-643.
5. Betschart A.A., *Nitrogen solubility of alfalfa protein concentrate as influenced by various factors*, Journal of Food Science 1974, 39, 1110-1115.
6. Biel W., Krum P., *Ocena wartości pokarmowej nowych odmian grochu jadalnego na podstawie zawartości makroelementów*, Żywnienie Człowieka i Metabolizm 2003, 3-4 (30), 1008-1011.
7. Bora P.S., *Functional properties of native and succinylated lentil (Lens culinaris L.) globulins*, Food Chemistry 2002, 77(2), 171-176.
8. Dostálová J., *Strączkowe, żywność znana od dawna*, Przemysł Spożywczy 2000, 12(54), 42-43.
9. El-Adawy T.A., *Functional properties and nutritional quality of acetylated and succinylated mung bean protein isolate*, Food Chemistry 2002, 70, 83-90.
10. Escamilla-Silva E.M., Guzman-Maldonado S.H., Cano-Medinal A., Gonzalez-Allatore G., *Simplified process for the production of sesame protein concentrate. Differential scanning calorimetry and nutritional physicochemical and functional properties*, Journal of the Science of Food Agriculture 2003, 83, 972-979.
11. Gruener L., Ismond MAH., *Effects of acetylation and succinylation on the functional properties of the canola 12 S globulin*, Food Chemistry 1977, 60(4), 513-520.
12. Kaur M., Singh N., *Characterization of protein isolates from different Indian chickpeas (Cicer arietinum L.) cultivars*, Food Chemistry 2007, 102, 366-374.
13. Kim N., Kim Y.J., Nam Y.J., *Characteristics and functional properties of protein isolates from various peanut (Arachis hypogaea L.) cultivates*, Journal of Food Science 1992, 57(2), 406-410.

14. Klepacka M., Porzucek H., Kluczyńska M., *Effect of heat treatment on chemically modified proteins of legume seeds*, Food Chemistry 1977, 58(3), 219-222.
15. Klepacka M., Porzucek H., *Some properties of chemically modified bean, lupin, and pea proteins*, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 1994, 3/34(3), 45-56.
16. Lampart-Szczapa E., *Rośliny strączkowe w żywieniu człowieka, wartość biologiczna i technologiczna*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 1997, 446, 61-81.
17. Lawal Olayide S., *Functionality of native and succinylated Lablab Bean (Lablab purpureus) protein concentrate*, Food Hydrocolloids 2005, 19, 63-72.
18. Lemaine E. Gemüse., *Knacking, frisch und gesund*, Neuer Honos, Köln 2002.
19. Lowry O., Rosebriought N., Farr A., Randal R.J., *Protein measurement with Folin-phenol reagent*, The Journal of Biological Chemistry 1951, 193, 265-268.
20. Marquard R., *Nutritive und antinutritive Inhaltsstoffe der Leguminosen*, <http://www.genres.de/leguminosen/nutritiv.htm>.
21. Mwasaru M.A., Muhammad K., Bakar J., Che Man Y.B., *Effects of isolation technique and conditions on the extractability, physicochemical and functional properties of pigeonpea (Cajanus cajan) and cowpea (Vigna unguiculata) ptoein isolates*, Food Chemistry 1999a, 67, 435-443.
22. Mwasaru M.A., Muhammad K., Bakar J., Che Man Y.B., *Effects of isolation technique and conditions on the extractability, physicochemical and functional properties of pigeonpea (Cajanus cajan) and cowpea (Vigna unguiculata) ptoein isolates*, Food Chemistry 1999b, 67, 445-452.
23. Ohr L.M., *The latest scoop on soy*, Food Technology 2003, 8/57, 87-91.
24. Rutkowski A., Kozłowska H., *Preparaty żywnościowe z białka roślinnego*, WNT, Warszawa 1981.
25. Sanchez- Vioque R. Clemente A., Vioque J., , Bautista J., Millan F., *Protein isolates from chickpea (Cicer arietinum L.): chemical, composition, functional properties and protein characterization*, Food Chemistry 1999, 64, 237-243.
26. Turgeon S.L., Gauthier S.F., Mollé D., Léonil J., *Interfacial properties of tryptic peptides of α -lactoglobulin*, Journal Agricultural and Food Chemistry 1992, 40, 669-675.

Abstract

Common Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is very popular in Asia, Western Europe and the USA, also, in our country, it is becoming more popular, especially among people taking vegetarian diets. It is a valuable source of protein of high biological value, which can be used to receive the seeds of chickpea protein concentrates. The use of proteins in the diet is determined, inter alia, through their functional properties. The purpose of this study was to characterize the functional properties of unmodified and acylated (maleic anhydride and succinic acids), chickpea seed protein concentrates obtained by acid coagulation. The study material chickpea seeds were purchased in the eco-labeled store. The modification caused a change in the functional properties of proteins. Unmodified protein concentrate showed water absorption capacity at 186%. Application of chickpea protein modifying agents, have increased significantly water absorption concentrates analyzed. In the case of maleic anhydride, an increase of 45.5%, while in the case of succinic anhydride by 41.2% was found. Fat absorption was higher when using succinic anhydride, maleic anhydride than and was respectively 73% and 68%. Emulsifying activity and emulsion stability, increased by about 11% in the case of maleic anhydride, and 16% using succinic anhydride. Chemical modification increased the foaming properties of chickpea proteins. Foaming efficiency was higher in the case of proteins modified with maleic anhydride and it amounted to 12 ml. As a result of chickpea protein modification increased solubility at pH above the isoelectric point was observed. However, in strongly acidic conditions was observed to reduce the solubility of proteins for both modifying agents.

WPŁYW BLANSZOWANIA MIKROFALAMI NA ZMIANY POZIOMU WYBRANYCH PARAMETRÓW JAKOŚCI MROŻONYCH OWOCNIKÓW PIECZARKI

Emilia Bernaś

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Technologii Żywności,
Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, ul. Balicka 122, 30-149
Kraków, e-mail: e.bernas@ur.krakow.pl

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu blanszowania mikrofalowego na zmiany poziomu wybranych parametrów jakości w mrożonych owocnikach pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.). Grzyby przed mrożeniem poddano blanszowaniu w wodzie, blanszowaniu w roztworze wodnym pirosiarczynu sodu (0,2%) i kwasu cytrynowego (0,5%), blanszowaniu mikrofalowemu przez 5 minut oraz blanszowaniu kombinowanemu (w wodzie + mikrofalowo). Mrożonki składowano przez 4 miesiące w temperaturze -25°C . Ocena jakości obejmowała oznaczenie zawartości suchej masy, witaminy B₁ i B₂ metodą HPLC, polifenoli ogółem, aktywności przeciwutleniającej wobec rodnika DPPH oraz aktywności polifenolooksydazy, perkooksydazy i katalazy. Ponadto pieczarki po wcześniejszym rozmrożeniu poddano ocenie barwy metodą instrumentalną i metodą profilowania sensorycznego oraz ocenie sensorycznej metodą 5-punktową.

Na skutek procesu technologicznego mrożenia i 4-miesięcznego składowania mrożonek zanotowano, w stosunku do świeżych grzybów, istotne zwiększenie zawartości suchej masy o 5-20%, natomiast zmniejszenie poziomu pozostałych analizowanych wyróżników o 10-45%. Aktywność przeciwutleniająca obniżyła się o 50-65%, zaś enzymów 87-100% w przypadku polifenolooksydazy i peroksydazy oraz w odniesieniu do katalazy o 16-100%, za wyjątkiem produktu z owocników blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu. Poziom parametrów barwy L*, a* i b* zmniejszył się, o 12-52%, w stosunku do

świeżych grzybów. Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała istotny wpływ na jakość mrożonych pieczarek. Produkty z owocników poddanych blanszowaniu mikrofalowemu, cechowały się z reguły wyższą zawartością suchej masy i witamin z grupy B, natomiast niższym poziomem związków o charakterze przeciwutleniaczy i niższą aktywnością enzymatyczną, niż mrożonki z pieczarek blanszowanych w wodzie lub roztworze zawierającym pirosiarczyn sodu. Spośród ocenianych wyrobów najwyższe noty za ocenę ogólną uzyskała mrożonka z pieczarek poddanych blanszowaniu w wodzie, natomiast najniższą z pieczarek blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu lub blanszowanych metodą kombinowaną. Mrożonka z owocników blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu charakteryzowała się najlepszą, najjaśniejszą barwą.

Słowa kluczowe: pieczarki, blanszowanie mikrofalowe, zamrażalnicze składowanie, jakość

Wprowadzenie

Owocniki grzybów jadalnych, w tym szczególnie pieczarki dwuzarodnikowej, zaliczane są do surowców wyjątkowo nietrwałych i nie nadających się do dłuższego przechowywania, nawet w warunkach chłodniczych. W temperaturze 0-1°C pieczarki można składować przez 7-9 dni, w temperaturze 15°C przez 2-3 dni [Gormley 1975], a w temperaturze pokojowej tylko przez 18 godzin [Woźniak i Gapiński 1995]. Zaledwie w ciągu kilku dni po zbiorze następuje szybkie brunatnie tkanki, za co odpowiedzialne są głównie enzymy, w tym szczególnie polifenolooksydaza. Reakcje enzymatycznego brązowienia związane są głównie z mechanicznym uszkodzeniem owocników podczas zbioru, mycia i przetwarzania, z ich naturalnym procesem starzenia się oraz z obecnością bakterii [Burton i Noble 1993, Burton i wsp. 1995, Czapski 2000].

Badania Espin i Wichers [1999] nad pieczarką dwuzarodnikową wykazały, że polifenolooksydaza (tyrozynaza) jest syntetyzowana głównie w formie utajonej (67 kDa), która stopniowo przekształca się w aktywną formę (43 kDa) przez endogenne proteazy. Tyrozynaza katalizuje hydroksylację monofenoli do o-difenoli (monofenolaza lub krezolaza) i utlenianie o-difenoli do o-chinonów (difenolaza lub katecholaza). Oksydaza katecholowa katalizuje utlenianie o-difenoli do o-chinonów, podczas, gdy laktaza katalizuje utlenianie zarówno o- i p-difenoli do odpowiednich chinonów [Vamos-Vigyazo 1981]. Następnie powstałe chinony mogą przechodzić w ciemno zabarwione melaniny, na drodze

nienenzymatycznej reakcji polimeryzacji [Vamos-Vigyazo 1981, Seo 2003].

W związku z tym, aby zapobiec powyższym reakcjom podczas przetwarzania żywności zostały opracowane różne metody chemicznej lub cieplnej inaktywacji PPO. Współcześnie stosowane techniki zapobiegania brązowieniu obejmują różne sposoby blanszowania, podczas których grzyby zanurza się w wodzie lub roztworach wodnych w temp. 80-98°C w czasie od 20 s [Czapski 1995] do 15 minut [Czapski 1994, Coşkuner i Özdemir 1997, 2000, Jaworska i wsp. 2008]. Tradycyjne blanszowanie powoduje jednak ubytki masy owocników oraz obniża ich wartość odżywczą oraz dodatkowo w przypadku zastosowania późniejszego mrożenia jako metody utrwalania przyczynia się do pogorszenia ich struktury [Jaworska i wsp. 2008]. Alternatywą dla tradycyjnego blanszowania może być blanszowanie mikrofalowe, niemniej jednak badania wskazują na potrzebę dopracowania jego parametrów do rodzaju surowca i metody konserwowania. Wnioskiem płynącym z większości prac naukowych dotyczących poruszanego tematu jest to, iż zastosowanie blanszowania kombinowanego, będącego połączeniem blanszowania tradycyjnego (w środowisku wodnym) z blanszowaniem mikrofalowym przynosi lepsze efekty niż zastosowanie każdej z metod oddzielnie [Ponne i wsp. 1994]. Taki sposób postępowania, w porównaniu do metody tradycyjnej podwyższa końcową jakość produktu oraz znacznie obniża degradację tekstury i straty masy wywołane tym zabiegiem. Ponadto blanszowanie kombinowane powoduje w krótkim czasie całkowitą inaktywację polifenolooksydazy, a przez to przeciwdziała brązowieniu tkanki [Devece i wsp. 1999].

Celem pracy było określenie wpływu blanszowania mikrofalowego na zmiany poziomu wybranych parametrów jakości w mrożonych owocnikach pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.).

Material i metody badań

Materiałem badawczym były świeże oraz zamrażalniczo składowane przez 4 miesiące owocniki pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) uzyskane z grzybów poddanych przed mrożeniem różnym metodom blanszowania.

Do przerobu na mrożonki przeznaczono owocniki barwy białej, których trzony były połączone z kapeluszami błoną. Według Polskiej

Normy [PN-75/R-75078 1975] pieczarki wykorzystywane w badaniach zostały zaliczone do pierwszej klasy jakości.

Na proces technologiczny produkcji mrożonek składały się etapy związane z oceną jakości i przydatności świeżych owocników do mrożenia, obróbką wstępną, zamrażaniem i zamrażalniczym składowaniem. Obróbka wstępna obejmowała następujące czynności:

a) przebieranie i sortowanie,

b) mycie pod bieżącą wodą wodociągową,

c) blanszowanie:

- w wodzie przez 3 minuty w temperaturze 96-98°C,
- w roztworze wodnym pirosiarczynu sodu (0,2%) i kwasu cytrynowego (0,5%)
- mikrofalowe przez 5 minut (300 kJ),
- kombinowane: w wodzie przez 1 minutę w temperaturze 96-98°C oraz mikrofalowe przez 3 minuty (180 kJ).

Blanszowanie w wodzie lub roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego wykonano w kotłach ze stali nierdzewnej o pojemności 10 dm³, z zachowaniem proporcji masy grzybów do wody lub roztworu, jak 1:5. Blanszowanie mikrofalowe przeprowadzono w kuchni mikrofalowej firmy Panasonic, typu NIN-F621MB EPG o mocy mikrofal 1000 W.

d) chłodzenie po blanszowaniu.

Bezpośrednio po blanszowaniu w wodzie lub w roztworze wodnym pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego grzyby schłodzono pod bieżącą wodą wodociągową. Po blanszowaniu mikrofalowym grzyby rozłożono na tacach i w celu obniżenia temperatury owocników do około 20°C poddano je działaniu strumienia powietrza.

e) ewentualne odsączanie na sitach (w przypadku blanszowania w wodzie)

f) krojenie w paski grubości około 5 mm.

Pokrojone pieczarki umieszczano w jednostkowych opakowaniach z folii polistyrenowej o pojemności 0,5 dm³. Mrożenie przeprowadzono w komorze klimatyzacyjnej Feutron typ 3626-51 z wymuszonym obiegiem powietrza, w temperaturze -35°C. Zamrażanie produktu trwało 120 minut, do momentu uzyskania w środku termicznym temperatury -25°C. Mrożonki do czasu analiz przechowywano przez 4 miesiące w temperaturze -25°C.

Ocena jakości obejmowała ocenę wybranych parametrów składu chemicznego, aktywności przeciwutleniającej i aktywności enzymatycznej, barwy metodą instrumentalną i metodą profilowania sensorycznego oraz oceny sensorycznej.

W ocenie składu chemicznego uwzględniono oznaczenie poziomu suchej masy AOAC [1995], polifenoli ogółem z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteau [Singleton i wsp. 1999] oraz witaminy B₁ i B₂ metodą HPLC [PN-EN 14122:2004/AC:2006, PN-EN 14152:2004/AC:2006]. Aktywność przeciwutleniającą oznaczono względem rodnika DPPH [Pekkarinen i wsp. 1999], aktywność polifenolooksydazy wg metody podanej przez Cano i wsp. [1997], zaś perkoksydazy i katalazy wg Bergmayer [1974]. Wymienione wyróżniki analizowano w 4 powtórzeniach dla każdego rodzaju badanego obiektu.

Instrumentalnego pomiaru barwy owocników wraz z blaszkami, dokonano w systemie CIE (1976) za pomocą aparatu MINOLTA CM-3500d. Na podstawie pomiaru wyznaczono następujące parametry: L* - jasność barwy (L*=0 czerń, L*=100 biel), a* - udział barwy zielonej (a*<0) lub czerwonej (a*>0), b* - udział barwy niebieskiej (b*<0) lub żółtej (b*>0). Pomiar wykonano w 6 powtórzeniach.

Jakość sensoryczną mrożonek określono w oparciu o metodę 5-punktową [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009], którą uzupełniono ilościową analizą opisową barwy (QDA) [ISO 13299 2003]. Mrożonki do oceny rozmrażano w temperaturze 2-4°C przez około 12 godzin.

Ocenę sensoryczną według skali 5-punktowej (5- bardzo dobra, 4- dobra, 3- dostateczna, 2- zła, 1- bardzo zła), w warunkach zgodnych z PN-ISO 6658 [1998], wykonał zespół składający się z 5 osób, spełniających podstawowe wymagania w zakresie wrażliwości sensorycznej [PN-ISO 3972 1998]. W ocenie tej uwzględniono podstawowe wyróżniki jakości, takie jak: wygląd ogólny, wyciek soku komórkowego, barwa, konsystencja, smak i zapach. Stosując współczynniki ważkości dla poszczególnych wyróżników jakości produktu obliczono wyróżnik sensorycznej jakości ogólnej. Jako wynik oceny ogólnej przyjęto liczbę punktów otrzymanych po podzieleniu sumy punktów uzyskanych dla danego obiektu badawczego (iloczyn not przyznawanych za poszczególne cechy i ich mnożników ważkości) przez sumę mnożników ważkości.

Charakterystykę barwy metodą profilowania sensorycznego dokonał zespół składający się z 8 osób, posiadających kwalifikacje ekspertów zgodne z ISO 8586/2 [1994], na drodze dyskusji pod przewodnictwem moderatora, którym była osoba o dużym doświadczeniu w zastosowaniu

tej metody do oceny jakości żywności oraz charakteryzująca się dobrą znajomością produktów z grzybów. W analizie tej uwzględniono następujące deskryptory barwy: biała, kremowa, żółta, brązowa i szara.

W celu określenia wpływu obróbki wstępnej mrożenia i zamrażalniczego składowania na jakość pieczarek wykonano jednoczynnikową analizę wariancji wykorzystując test F Snedecora i test t-Studenta oraz obliczono najmniejszą istotną różnicę (NIR), przy poziomie prawdopodobieństwa $\alpha=0,05$.

Skład chemiczny

W świeżych owocnikach pieczarki dwuzarodnikowej w przeliczeniu na 100 g świeżą masę oznaczono 7,44 g/100 g suchej masy, 0,078 mg witaminy B₁, 0,267 mg witaminy B₂, 57 mg polifenoli ogółem w przeliczeniu na (+)katechinę oraz aktywność przeciwutleniającą względem rodnika DPPH na poziomie 15,8 mikromola Troloxu/1 g świeżej masy. Aktywność polifenolooksydazy była na poziomie 12,07 $\Delta A_{420}/\text{min}/\text{g}$ świeżej masy, peroksydazy na poziomie 0,15 $\Delta A_{420}/\text{min}/\text{g}$ świeżej masy, zaś katalazy wyrażona jako ilość enzymu, która uwalnia połowę tlenu z H₂O₂ przez 100 s w temp. 25°C/ 1 g świeżych grzybów na poziomie 0,80 (Tabela 1). Zbliżoną do oznaczonej w pracy ilość suchej masy w świeżych pieczarkach oznaczyli Manzi i wsp. [2001] oraz Mattila i wsp. [2001], natomiast większą (9,4-9,6 g) Vetter [2003]. Według Furlani i Godoy [2008] w świeżych pieczarkach jest zdecydowanie mniej tiaminy, natomiast porównywalny jest poziom ryboflawiny. Z kolei Czapski [2002] poziom polifenoli ogółem w świeżych pieczarkach określił na 44 mg/100 g świeżej masy.

Na skutek procesu technologicznego mrożenia i 4 miesięcznego składowania mrożonek zanotowano, w stosunku do świeżych grzybów, istotne zwiększenie zawartości suchej masy o 5-20%. W przypadku pozostałych analizowanych wyróżników stwierdzono z reguły zmniejszenie ich poziomu, a mianowicie o 31-39% tiaminy, o 10-22%, ryboflawiny, o 28-45% polifenoli ogółem i o 50-65% aktywności przeciwutleniającej. W przypadku aktywności enzymatycznej zaobserwowano inaktywację polifenolooksydazy o 87-96%, peroksydazy o 94-100% i za wyjątkiem mrożonki z owocników blanszowanych w roztworze zawierającym pirosiarczyn sodu katalazy o 16-100%. W przypadku katalazy w produkcie z owocników blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu wykazano regenerację tego enzymu o 165%, w stosunku do surowca. Wykazana ilość tiaminy jest porównywalna do zawartości, jaką po 4 miesiącach zamrażalniczego

składowania blanszowanych w wodzie pieczarek oznaczyli Jaworska i wsp. [2007]. Zmniejszenie aktywności przeciwutleniającej względem rodnika DPPH o 26-62% na skutek zamrożenia pieczarek poddanych przed mrożeniem różnym metodom blanszowania stwierdzili Jaworska i wsp. [2006].

Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała istotny wpływ na zawartość analizowanych wyróżników składu chemicznego. Spośród ocenianych mrozonek największy wzrost poziomu suchej masy i jednocześnie najmniejsze straty witaminy B₁ i B₂ zanotowano w przypadku produktu z owocników blanszowanych mikrofalowo przez 5 minut, zaś z reguły największe w mrożonce z pieczarek blanszowanych w wodzie.

Tabela 1. Skład chemiczny świeżych i mrożonych pieczarek

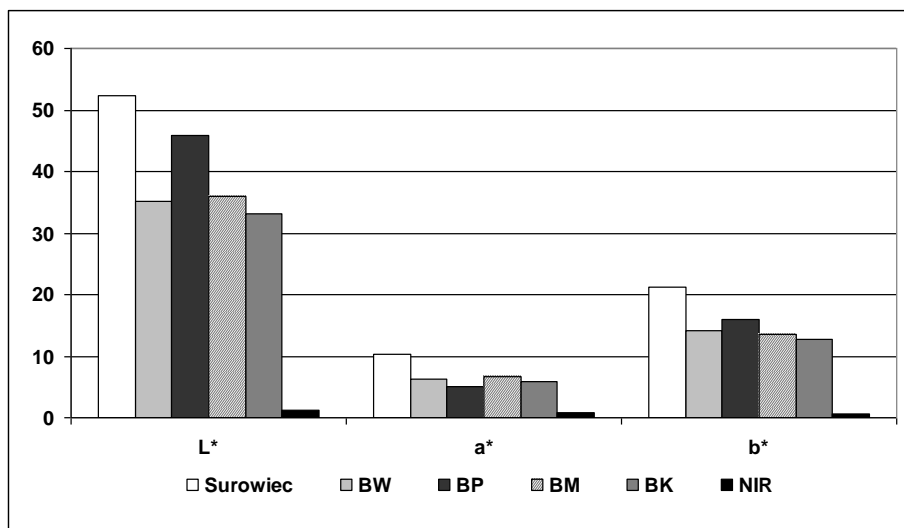
Wyróżnik składu chemicznego	Świeże owocniki	Mrożonki				NIR, $\alpha=0,05$
		BW	BP	BM	BK	
Sucha masa [g/100 g śm]	7,44	7,84	8,13	8,92	8,21	0,23
Witamina B₁ [mg/100 g śm]	0,078	0,050	0,048	0,054	0,052	0,006
Witamina B₂ [mg/100 g śm]	0,267	0,209	0,222	0,240	0,216	0,013
Polifenole ogółem [mg (+)katechiny/ 100 g śm]	57	32	41	36	33	6
Aktywność przeciwutleniająca względem DPPH [μM Troloxu/1 g śm]	15,8	7,3	7,9	7,6	5,6	1,1
Aktywność polifenolookasydazy [ΔA ₄₂₀ /min/g śm]	12,07	1,50	0,72	0,53	1,59	0,59
Aktywność peroksydazy [ΔA ₄₈₅ /min/g śm]	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Aktywność katalazy [ilość enzymu, która uwalnia połowę tlenu z H ₂ O ₂ przez 100 s w temp. 25°C/1 g śm]	0,80	0,32	2,12	0,00	0,67	0,06

Legenda: Rodzaj obróbki wstępnej przed mrożeniem: BW blanszowanie w wodzie – BP – blanszowanie w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego, BM – blanszowanie mikrofalowe przez 5 minut, BK – blanszowanie kombinowane, NIR – najmniejsza istotna różnica, śm – świeża masa

W przypadku polifenoli i aktywności przeciwutleniającej wykazano, że po zakończeniu magazynowania największym poziomem obu wyróżników cechował się produkt z grzybów blanszowanych w roztworze zawierającym pirosiarczyn sodu. Najwyższą aktywnością polifenolooksydazy charakteryzowała się mrożonka z pieczarek blanszowanych metodą kombinowaną. Z kolei najniższą aktywność zarówno polifenolooksydazy, jak i katalazy stwierdzono w produkcie z grzybów blanszowanych mikrofalowo przez 5 minut (Tabela 1).

Analiza barwy metodą instrumentalną

W świeżych owocnikach pieczarki parametry barwy L^* , a^* i b^* były na poziomie odpowiednio 62,32, 10,34 i 21,15 (Rycina 1). Jaworska i wsp. [2008] parametry barwy L^* i b^* w świeżych pieczarkach oznaczyli na poziomie zbliżonym, natomiast parametr a^* na poziomie około 10-krotnie niższym.



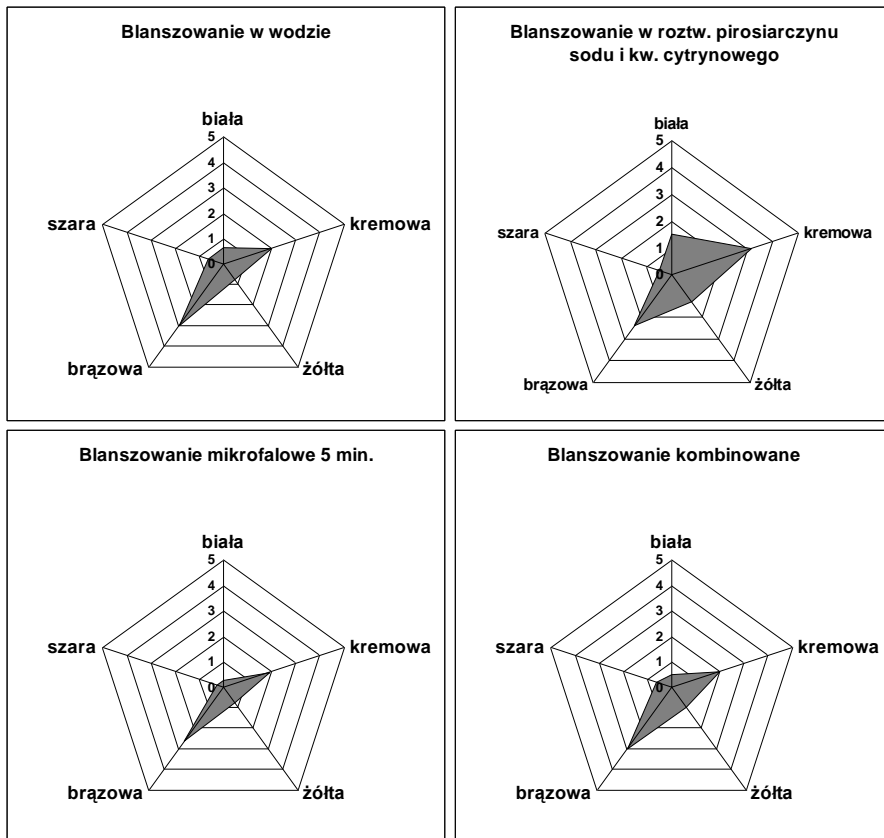
Legenda: patrz Tabela 1

Rycina 1. Wyniki oceny barwy pieczarek metodą instrumentalną

Na skutek procesu technologicznego mrożenia i 4 miesięcznego składowania mrożonek zanotowano, w stosunku do świeżych grzybów, obniżenie poziomu wszystkich analizowanych parametrów, a mianowicie parametru L^* o 12-37%, parametru a^* o 39-52% i parametru b^* o 24-39% (Rycina 1). Obniżenie poziomu wymienionych parametrów barwy na skutek zamrażalniczego składowania pieczarek zanotowali także Jaworska i wsp. [2008]. Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna

miała istotny wpływ na barwę pieczarek. Spośród ocenianych produktów największą jasnością (L^*) i największym poziomem parametru b^* cechowała się mrożonka z owocników blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego. Z kolei najmniejszą jasność (L^*) i najmniejszy poziom parametru b^* stwierdzono w wyrobie z pieczarek poddanych blanszowaniu kombinowanemu. W przypadku parametru a^* największy jego poziom wykazano w mrożonce z owocników blanszowanych mikrofalowo przez 5 minut.

Ocena barwy metodą profilowania sensorycznego



Rycina 2. Wyniki oceny barwy mrożonych pieczarek metodą profilowania sensorycznego

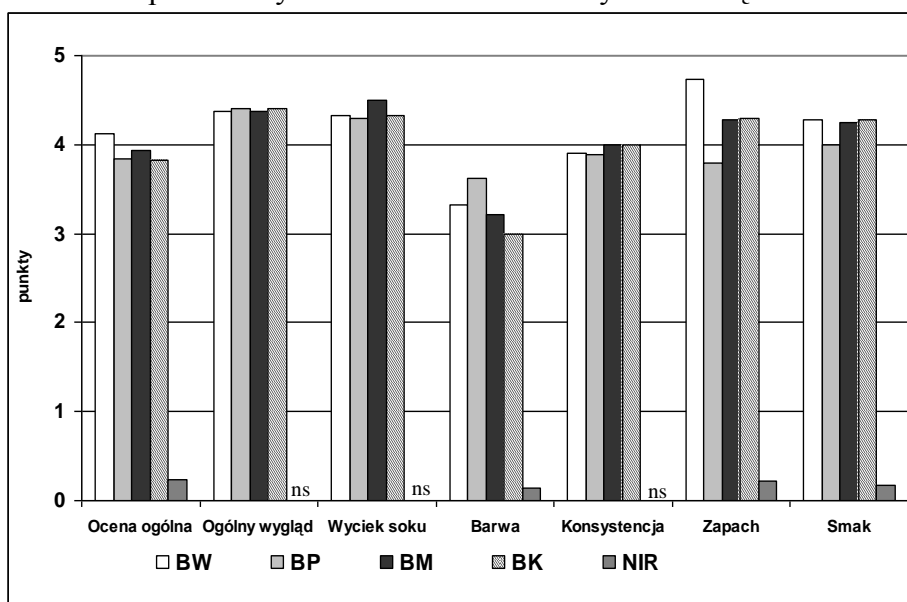
W mrożonych pieczarkach dominowała barwa brązowa (2,4-3,0 pkt) i kremowa (1,9-3,1 pkt), natomiast typowa dla świeżych owocników barwa biała była słabo zauważalna (0,3-1,5 pkt). W mrożonych

owocnikach wykazano obecność barwy żółtej i szarej na poziomie odpowiednio 0,8-1,3 pkt i 0,3-0,6 pkt (Rycina 2).

Zastosowana przed mrożeniem obróbka wstępna miała istotny wpływ na barwę owocników, przy czym istotne różnice wykazano jedynie w zakresie barwy białej i kremowej. Największą intensywność obu wymienionych barw wykazano w mrożonce z pieczarek blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego, natomiast najmniejszą w produkcie z pieczarek blanszowanych mikrofalowo przez 5 minut. Uzyskane wyniki mają potwierdzenie w omówionej powyżej instrumentalnej analizie barwy oraz w ocenie 5-punktowej.

Ocena sensoryczna metodą 5-punktową

Mrożone owocniki piezarki po 4-miesiącach zamrażalniczego składowania charakteryzowały się dość dobrą jakością sensoryczną, bowiem noty za ocenę ogólną wynosiły 3,8-4,1 pkt (Rycina 3). Najwyższą ocenę uzyskała mrożonka z pieczarek poddanych blanszowaniu w wodzie, natomiast najniższą z pieczarek blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu lub blanszowanych metodą kombinowaną.



Legenda: patrz Tabela 1, ns - nieistotnie statystycznie

Rycina 3. Wyniki oceny barwy pieczarek metodą instrumentalną

Oceniane produkty, niezależnie od metody obróbki wstępnej, cechowały się dobrym wyglądem ogólnym (4,4 pkt), niewielkim wyciekaniem soku komórkowego (4,3-4,5 pkt) i dość dobrą konsystencją

(3,9-4,0 pkt). Różnice pomiędzy mrożonkami wykazano jedynie w przypadku analizy barwy, zapachu i smaku, które oceniono odpowiednio na 3,0-3,6 pkt, 3,8-4,7 pkt i 3,8-4,1 pkt. Najlepszą, bowiem najjaśniejszą barwę zanotowano w wyrobie z pieczarek blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego, zaś najgorszą, najbardziej brunatną w grzybach blanszowanych metodą kombinowaną. W przypadku oceny zapachu wykazano, że najbardziej intensywnym typowym, grzybowym zapachem charakteryzowała się mrożonka z pieczarek blanszowanych w wodzie, zaś najmniej typowym z pieczarek blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu. W przypadku oceny smaku wykazano, że analizowane produkty, za wyjątkiem mrożonki z pieczarek blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego, charakteryzowały się dobrym smakiem, który we wszystkich wyrobach oceniono na 4,3 pkt (Rycina 3).

Wnioski

1. Produkty z owocników poddanych blanszowaniu mikrofalowemu, cechowały się z reguły wyższą zawartością suchej masy i witamin z grupy B, natomiast niższym poziomem związków o charakterze przeciwutleniaczy i niższą aktywnością enzymatyczną, niż mrożonki z pieczarek blanszowanych w wodzie lub w roztworze zawierającym pirosiarczynu sodu.
2. Spośród ocenianych produktów największą jasnością (L^*) oraz udziałem barwy białej i kremowej charakteryzowała się mrożonka z owocników blanszowanych w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego. Najmniejszą jasność (L^*) zanotowano w wyrobie z pieczarek poddanych blanszowaniu kombinowanemu, zaś udział barwy białej i kremowej w mrożonce z pieczarek blanszowanych mikrofalowo przez 5 minut.
3. Mrożone pieczarki charakteryzowały się dość dobrą jakością sensoryczną. Najwyższe noty za ocenę ogólną uzyskała mrożonka z pieczarek poddanych blanszowaniu w wodzie, natomiast najniższą z pieczarek blanszowanych z udziałem pirosiarczynu sodu lub blanszowanych metodą kombinowaną.

Wniosek dla praktyki

Blanszowanie mikrofalowe może być dobrą metodą obróbki wstępnej pieczarek przez mrożeniem, jednak ze względu barwę owocników parametry tego zabiegu wymagają dopracowania.

Literatura

1. AOAC, *Association of Official Analytical Chemistry, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 16th ed., Arlington, Virginia, USA, 1995.
2. Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków 2009.
3. Bergmeyer H.U., *Methods of enzymatic analysis*, Weinheim, Verlag Chemie. Academic Press, New York 1974.
4. Burton K.S., Noble R., *The influence of flush number, bruising and storage temperature on mushroom quality*, *Postharvest Biology and Technology* 1993, 3(1), 39-47.
5. Burton K.S., Sreenivasaprasad S., Rama T., Evered C.E., Mc Garry A.L., *Mushroom quality and senescence*, *Mushroom Science*, 1995, 14(2), 687-693.
6. Coşkuner Y., Özdemir Y., *Effects of canning processes on the elements content of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*)*, *Food Chemistry* 1997, 60(4), 559-562.
7. Coşkuner Y., Özdemir Y., *Acid and EDTA blanching effects on the essential element content of mushrooms (*Agaricus bisporus*)*, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2000, 80(14), 2074-2076.
8. Czapski J., *Wpływ niektórych operacji technologicznych na wydajność i jakość pieczarek blanszowanych i składowanych w zalewie*, *Biuletyn warzywniczy* 1994, 42, 101-119.
9. Czapski J., *Badania jakości mrożonych pieczarek i metod ograniczających ich ciemnienie oraz pozostałości dwutlenku siarki. Cz. II. Wpływ krótkotrwałego blanszowania na jakość mrożonych pieczarek w odniesieniu do jakości grzybów bez obróbki termicznej*, *Biuletyn warzywniczy* 1995, 43, 109-119.
10. Czapski J., *Stored mushrooms quality as affected by specificity of film packaging*, *Vegetable Crops Research Bulletin* 2000, 53, 111-124.
11. Czapski J., *Mushrooms quality as affected by washing and storage conditions*, *Vegetable Crops Research Bulletin* 2002, 56, 121-128.
12. Devece C., Rodríguez-López J.N., Fenoll L.G., Tudela J., Catalá J.M., de los Reyes E., García-Cánovas F., *Enzyme inactivation analysis for industrial blanching applications: comparison of microwave, conventional, and combination heat treatments on mushroom polyphenoloxidase activity*, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 1999, 47(11), 4506-4511.
13. Espín J.C., Wichers H.J., *Kinetics of activation of latent mushroom (*Agaricus bisporus*) tyrosinase by benzyl alcohol*, *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 1999, 47, 3503-3508.
14. Furlani R.P.Z., Godoy H.T., *Vitamins B1 and B2 contents in cultivated mushrooms*, *Food Chemistry* 2008, 106, 816-819.
15. Gormley R., *Chill storage of mushrooms*, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1975, 26(4), 401-411.
16. ISO 8586/2, *Sensory analysis. General guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 2: Experts*, International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland 1994.
17. ISO 13299, *Sensory analysis. Methodology. General guidance for establishing a sensory profile*, International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland 2003.
18. Jaworska G., Bernaś E., Cichoń Z., Possinger P., *Establishing the optimal period of storage for frozen *Agaricus bisporus*, depending on the preliminary processing applied*, *International Journal of Refrigeration* 2008, 31, 1042-1050.
19. Jaworska G., Biernacka A., Wybraniec S., Bernaś E., *Porównanie zawartości witamin B₁ i B₂ w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z bocznika, borowika i pieczarki*, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2007, 6(55), 177-185.
20. Jaworska G., Lisiewska Z., Korus A., Biernacka A., *Porównanie aktywności przeciwdrobnoustrojowej mrożonek i konserw sterylizowanych z wybranych gatunków grzybów jadalnych*, XXXVII Sesja naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia 2006.

21. Mattila P., Könkö K., Eurola M., Pihlava J-M., Astola J., Vahteristo L., Hietaniemi V., Kumpulainen J., Valtonen M., Piironen V., *Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms*, Journal of Agricultural and Food Chemistry 2001, 49(5), 2343-2348.
22. Manzi P., Aguzzi A., Pizzoferrato L., *Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy*, Food Chemistry 2001, 73(3), 321-325.
23. Pekkarinen S.S., Heinonen I.M., Hopia A.I., *Flavonoids quercetin, myricetin, kaemferol and (+) catechin and antioxidants in methyl linoleate*, Journal of the Science of Food and Agriculture 1999, 79(4), 499-506.
24. PN-ISO 3972, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej*. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1998.
25. PN-ISO 6658, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne*. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1998.
26. PN-EN 14122:2004/AC:2006, *Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy B₁ metodą HPLC*. Europejski Komitet Normalizacyjny, Bruksela, Belgia 2006.
27. PN-EN 14152:2004/AC:2006, *Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy B₂ metodą HPLC*. Europejski Komitet Normalizacyjny, Bruksela, Belgia 2006.
28. PN-ISO 3972, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej*. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1998.
29. PN-75/R-75078, *Grzyby świeże. Pieczarki uprawne*. Polski Komitet Normalizacji, Miary i Jakości, Warszawa 1975.
30. Ponne C.T., Baysal T., Yuksel D., *Blanching leafy vegetables with electromagnetic energy*, Journal of Food Science 1994, 59(5), 1037-1047.
31. Seo S., Sharma V.K., Sharma N., *Mushroom tyrosinase: recent prospects*, Journal of Agriculture and Food Chemistry 2003, 51, 2837-53.
32. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós, *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent*. *Methods in enzymology*, Oxidants and antioxidants 1999, 299, 152-178.
33. Vamos-Vigyazo L., *Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables*, Critical Reviews of Food Science 1981, 15, 49-127.
34. Vetter J., *Chemical composition of fresh and conserved Agaricus bisporus mushroom*, European Food Research and Technology 2003, 217(1), 10-12.
35. Woźniak W., Gapiński M., *Brązowienie pieczarki świeżej w czasie przechowywania, w zależności od stopnia dojrzałości*, XI Krajowy Zjazd Mikologiczny, "Mikologia stosowana w ochronie środowiska naturalnego" Olsztyn 1995.

Praca wykonana w ramach BM-4701/KSiPOW/2011

Abstract

The aim of the work was to evaluate the effect of the microwave blanching on the quality of frozen *Agaricus bisporus* pilei. Mushrooms, prior to freezing, were blanched in water; in a sodium metabisulfite (0,2%) and a citric acid (0.5%) water solution; microwave blanched for 5 min; or blanched using combination of two methods: blanching in water and microwave blanching. Frozen products were stored at -25°C for 4 months. Quality assessment included determination of: dry matter content, vitamin B₁ and B₂ contents by a HPLC method; total polyphenols content, antioxidant activity against DPPH free radical; and polyphenoloxidase, peroxidase and catalase activities. Moreover, after defrosting, colour of mushrooms was evaluated by means of instrumental measurement, profile analysis and sensory evaluation conducted on a 5-point scale. Technological process of freezing together with 4-month storage of the frozen products resulted in a significant increase in dry matter content (by 5-20%), accompanied by decrease (by 10-65%) in the level of the remaining indicators examined. Enzyme activity fell by 87-100% for polyphenoloxidase and peroxidase, whereas for catalase declined of 16-100%. In the case of catalase there was exception for the product obtained from the pilei blanched in sodium

metabisulfite and citric acid. The L*, a* and b* colour indicators decreased by 12-52%, compared to fresh mushrooms. Preliminary processing applied prior to freezing, remarkably affected the quality of frozen mushrooms. In general, products obtained from the mushrooms subjected to the microwave blanching had higher contents of dry matter and B-group vitamins but lower levels of the substances showing antioxidant character as well as enzyme activity, than product blanched in water or in a solution containing sodium metabisulfite. Of all the products evaluated, the frozen products from mushrooms blanched in water scored the highest values for general appearance, while those obtained from pilei blanched in a solution containing sodium metabisulfite or by means of combined methods scored the lowest. The frozen product obtained from the pilei blanched in the solution with sodium metabisulfite showed better colour.

ZAWARTOŚĆ PRODUKTÓW UBOCZNYCH W ZACIERACH ŻYTNICH FERMENTOWANYCH PRZEZ WYBRANE PREPARATY DROŹDŹY GORZELNICZYCH

Marta Pietruszka, Katarzyna Pielech-Przybylska, Józef St.Szopa

Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Zakład Technologii Spirytusu i Drożdży, 90-924 Łódź, ul. Wólczańska 171/173, e-mail: marta.pietruszka@dokt.p.lodz.pl

Streszczenie

Jakość spirytusu surowego, a szczególnie ilości zawartych w nim produktów ubocznych fermentacji alkoholowej, takich jak aldehydy, kwasy organiczne, czy wyższe alkohole, od dawna stanowiły przedmiot zainteresowania placówek badawczych, zajmujących się zagadnieniami związanymi z procesem fermentacji alkoholowej. Wykazano m.in., że na skład jakościowy i ilościowy destylatów rolniczych wpływają przede wszystkim: temperatura, szczep i dawka drożdży, rodzaj i ilość dodawanych pożywek, rodzaj użytych enzymów i ich dawka. W pracy badano wpływ wybranych drożdży z gatunku *Saccharomyces cerevisiae* na dynamikę i wskaźniki fermentacji.

Materiały i metody. Fermentacje zacierów prowadzono z wykorzystaniem pięciu preparatów suszonych drożdży gorzelniczych: As-4, D-2, I-7-43 (Madra, Maszewo Lęborskie, Polska), Fermiol (DSM, Holandia) i Ethanol Red (Lesaffre, Francja). Zaciery sporządzono z odmiany żyta Dańkowskie Diament z zastosowaniem technologii ciśnieniowo-termicznej. Fermentacje prowadzono w systemie trzydobowym, w temperaturze 28-30°C. Dynamikę powstawania produktów ubocznych w czasie fermentacji monitorowano metodą chromatografii gazowej z wykorzystaniem techniki headspace (HS-GC).

Wyniki. W toku przeprowadzonych badań wykazano istotny wpływ zastosowanych drożdży na dynamikę prowadzonych fermentacji, oraz zawartość produktów ubocznych. Drożdże I-7-43 i D-2 charakteryzowały się dłuższym, w odniesieniu do szczepu As-4, czasem zafermentowania. Najdynamiczniej fermentowały drożdże Ethanol Red – maksymalny czas

fermentacji z ich udziałem wyniósł 41 godzin. W próbach, w których zastosowano drożdże I-7-43 i D-2 odnotowano niższe stężenie aldehydu octowego, o odpowiednio 27% i 23%, w porównaniu z zacierem fermentowanym przez drożdże As4.

Słowa kluczowe: produkty uboczne fermentacji, fermentacja etanolowa, *Saccharomyces cerevisiae*.

Wprowadzenie

Wysoka pozycja polskich wódek w strukturze światowego rynku jest wynikiem połączenia wielowiekowych tradycji, oryginalności receptur i stosowania alkoholu etylowego produkowanego ze starannie wyselekcjonowanych zbóż i ziemniaków. W krajach Unii Europejskiej Polska jest czołowym producentem wódek żytnich o bardzo wysokiej jakości. Uzyskiwanie destylatów rolniczych charakteryzujących się wysoką jakością i spełniających wymagania stawiane przez Polskie Normy, jest możliwe dzięki optymalizacji parametrów technologicznych.

Podczas fermentacji alkoholowej, oprócz głównego produktu, jakim jest alkohol etylowy, powstaje szereg związków chemicznych, nazywanych ubocznymi produktami fermentacji, które stanowią zaledwie 1% gotowego produktu [Zielińska i Miecznikowska 1995]. Znajomość składu jakościowego i ilościowego produktów ubocznych fermentacji oraz mechanizm ich powstawania, pozwala właściwie dobrać parametry procesu fermentacji [Kłosowski i wsp. 2003]. Liczni autorzy podają wiele przyczyn obecności nadmiernych stężeń niektórych zanieczyszczeń [Jarociński 1994, Gogulski 1988, Arrizon i Gschaedler 2007]. Mechanizm ich powstawania to proces bardzo złożony, na który wpływ ma wiele czynników, m.in. jakość i rodzaj przerabianego surowca, metoda przygotowania zacierów słodkich, ich gęstość, pH, rodzaj i ilość stosowanych w fermentacji drożdży, pożywek, występowanie zanieczyszczeń mikrobiologicznych, a także temperatura prowadzonej fermentacji [Czupryński i Kłosowski 1994, Kotarska i wsp. 2006]

Fermentacja alkoholowa, będąca przemianą cukrów do alkoholu i dwutlenku węgla zachodzi na drodze procesów metabolicznych drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Dobór właściwych drożdży jest więc podstawowym czynnikiem, decydującym o dynamice i wydajności procesu fermentacji. Poszukiwane są więc drożdże szybko fermentujące cukry, niewrażliwe na stężenie alkoholu do 10% obj. i na wysoką temperaturę, nawet powyżej 35°C [Zielińska i Miecznikowska 1994, Goj 2005].

Cel i zakres badań

Celem badań była ocena wpływu zastosowanych preparatów suszonych drożdży gorzelnicznych (*Saccharomyces cerevisiae*) na dynamikę fermentacji oraz ilość i skład produktów ubocznych.

Materialy i metody

Surowce

- Ziarno żyta odmiany Dańkowskie Diament, pochodzące z Zakładu Hodowli Roślin „Danko” Sp. z o.o.
- Preparaty enzymatyczne pochodzenia mikrobiologicznego firmy Novozymes (Dania): Termamyl S.C. (α -amylaza), SAN Extra (glukoamylaza).
- Do upłynniania skrobi zastosowano termostabilną, bakteryjną α -amylazę w preparacie Termamyl S.C., w dawkach zalecanych przez producenta. Aktywacja tego enzymu przebiega w wysokich temperaturach, tj. 85-90°C. Zalecane pH zacieru dla tego preparatu enzymatycznego wynosiło 6-6,5.
- Do scukrzenia dekstryn powstałych w procesie upłynniania wykorzystano preparat SAN Extra. Podstawowym składnikiem preparatu jest amyloglukozydaza, hydrolizująca wiązania 1,4- α oraz 1,6- α w skleikowanej skrobi i dekstrynach oraz kwaśna α -amylaza hydrolizująca wiązania typu α -1,4 w amylozie i amylopektynie [Kotarska i wsp. 2005].
- Suszone drożdże gorzelniczne *Saccharomyces cerevisiae*.

Do badań użyto pięciu handlowych preparatów suszonych drożdży gorzelnicznych: As-4, D-2, I-7-43, Fermiol i Ethanol Red. Drożdże As-4 i D-2, charakteryzują się odpornością na podwyższoną temperaturę fermentacji (38-39°C) oraz ciśnienie osmotyczne, wykazując aktywność fermentacyjną przy stężeniu etanolu w zacierze do 12% obj. Nową, pożądaną w gorzelnictwie cechą drożdży fermentujących zacieru z surowców skrobiowych jest ich zdolność do biosyntezy enzymów amylolytycznych [Czupryński i Kłosowski 1994]. Szczep I-7-43 charakteryzuje się jednocześnie dużą aktywnością fermentacyjną i amylolytyczną, co wpływa na poprawę ekonomiki produkcji spirytusu surowego, dzięki ograniczeniu stosowania zewnętrznych źródeł enzymów scukrzających skrobię i dekstryny [Kłosowki i wsp. 2006]. Drożdże Ethanol Red odznaczają się odpornością na wysokie stężenia alkoholu etylowego i długą żywotnością komórek, przede wszystkim w

technologii fermentacji gęstych zacierów. Charakteryzują się odpornością na wysokie stężenia etanolu w zacierze, nawet do 18% obj.

Przebieg doświadczeń

Przygotowanie podłoży fermentacyjnych

Zacieri przygotowano z żyta odmiany Dańkowskie Diament. Zniszczenie struktury komórkowej ziarna żyta, umożliwiającej uwolnienie skrobi odbywało się w parniku (metodą Henzego), przy ciśnieniu stosowanej pary wodnej 0,4 MPa (150°C). Uparowaną masę poddano działaniu enzymów amylolitycznych firmy Novozymes. Do upłynnienia skrobi użyto α -amylazę Termamyl 120 L w temp. 90°C, następnie zacier schłodzono do temperatury 55°C i dodano enzym scukrzający glukoamylazę SAN Extra (dawka zalecana przez producenta). Zacieri następnie zakwaszono 25% roztworem kwasu siarkowego do pH ok. 4,8 oraz wzbogacano pożywką mineralną $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ w ilości 0,2 g/l zacieru.

Przygotowanie drożdży

Suszone drożdże poddano rehydratacji i odkażaniu. Z odważonej porcji drożdży przygotowana została zawiesina w niewielkiej porcji wody, a następnie otrzymane mleczko ukwaszono 25% kwasem siarkowym do $\text{pH} \approx 2.5$. Warunki te utrzymano przez 15 ÷ 20 minut.

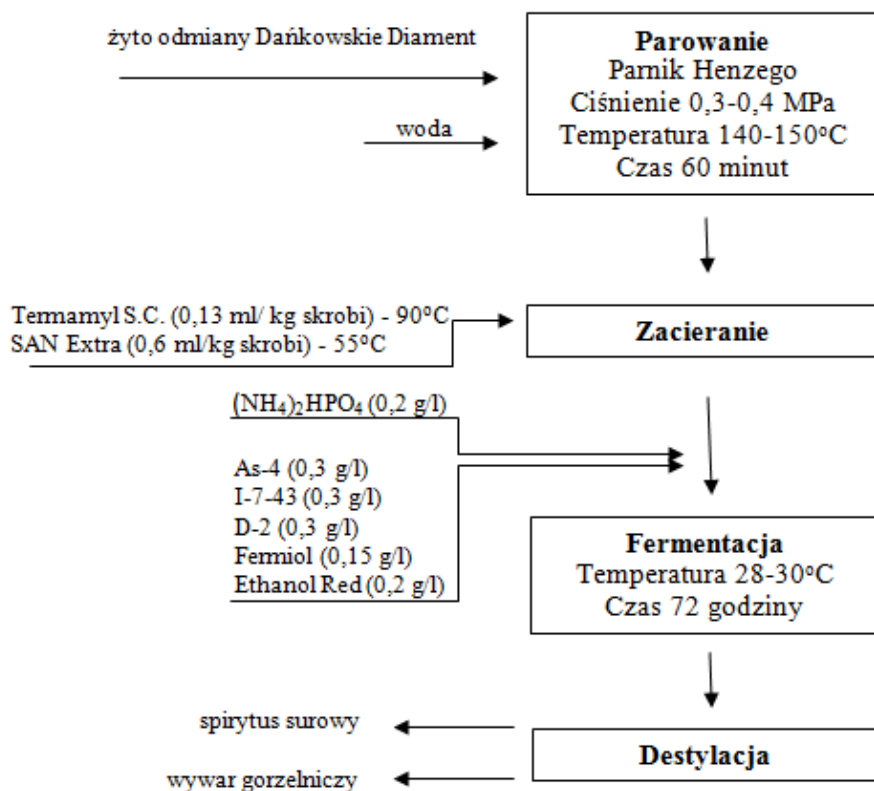
Przebieg fermentacji

Badania przeprowadzono w skali laboratoryjnej z wykorzystaniem naczyń fermentacyjnych o pojemności 25 litrów, wprowadzając do każdego 17 l przygotowanej brzeczki fermentacyjnej. Po zaszczepieniu drożdżami, naczynia zamykano, w sposób umożliwiający pobieranie prób do analizy i umieszczono w pokoju termostatowym w temp. 28-30°C. Fermentacje zacierów żytnich prowadzono w systemie trzydobowym. W trakcie procesu monitorowana była zawartość cukrów, dekstryn, alkoholu etylowego, azotu amonowego i aminokwasowego. Na Rys. 1. Przedstawiono schemat przygotowania zacierów i ich fermentacje.

Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu STATISTICA 7.0 PL. W celu określenia różnic zawartości produktów ubocznych (estrów, aldehydów, fuzli, metanolu) w zacierach żytnich, fermentowanych przez wybrane preparaty drożdży gorzelniczych w poszczególnych godzinach fermentacji, zastosowano

jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), wykorzystując test *post-hoc* Tukey'a na poziomie istotności $p \leq 0,05$.



Rys.1. Schemat technologiczny procesu

Metody analityczne

W trakcie fermentacji - w godzinie 0, 17, 21, 25, 41, 45, 49, 65 i 72, pobierano próbki zacierów oznaczając w nich:

- gęstość pozorną i rzeczywistą (metoda areometryczna z wykorzystaniem termocukromierza) [°Blg],
- zawartość alkoholu etylowego (PN-A-79528-3:2007) [% obj.],
- zawartość azotu amonowego (metoda Nesslera+) i aminowego (PN-A-79093-11) [mg/100 ml zacieru],
- zawartość cukrów redukujących w zacierach słodkich i odfermentowanych (metoda Schoorla-Regenbogena) [g/100ml zacieru].

Wyniki analiz posłużyły do oceny prawidłowości przebiegu fermentacji oraz obliczenia wskaźników biotechnologicznych procesu fermentacji takich jak:

- wydajność etanolu (wyrażona jako % wydajności teoretycznej, obliczonej z cukrów ogółem dostępnych w zacierze słodkim),
- stopień odfermentowania (wykorzystanie cukrów w czasie fermentacji) [%].

Analiza zacierów poszerzona została o oznaczenie metodą chromatografii gazowej z wykorzystaniem techniki headspace, produktów ubocznych fermentacji. Ocenie poddano zawartość metanolu oraz związków z grupy estrów, aldehydów i alkoholi wyższych.

Omówienie wyników

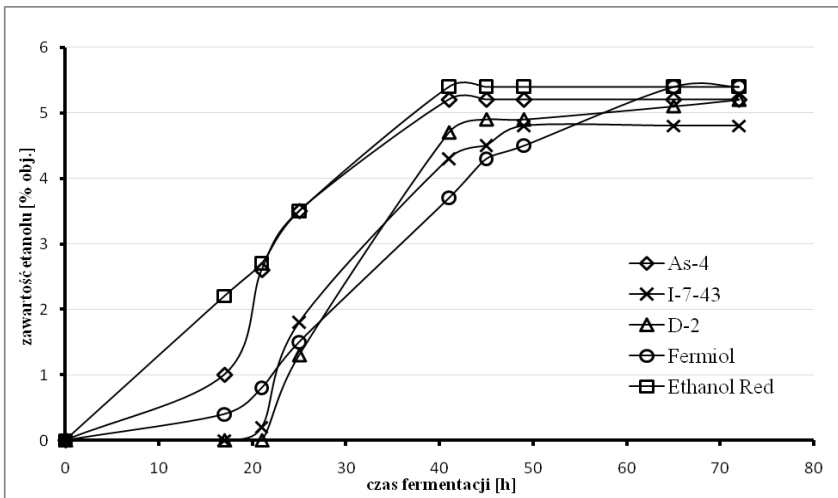
Wpływ drożdży na dynamikę wyników fermentacji

W badaniach wykorzystano ziarno żyta ozimego odmiany Dańkowskie Diament. W celu oceny jakości surowca, przeprowadzono podstawową analizę, oznaczając zawartość: skrobi, cukrów redukujących, białka, popiołu oraz wilgotność. Wyniki analizy przedstawiono w tabeli 1.

Tab.1. Charakterystyka stosowanej odmiany żyta

Analiza	Dańkowskie Diament
Wilgotność [%]	10,50±0,06
Białko [% s.s.]	9,30±0,07
Cukry redukujące [g/100ml]	3,50±0,02
Skrobia [%]	66,50±0,21
Popiół [% s.s.]	1,67±0,05

Badane ziarno charakteryzowało się wysoką skrobiowością, ponad 66% oraz wysoką zawartością białka, porównywalną z danymi literaturowymi.



Rys. 2. Wpływ ras drożdży gorzelniczych na dynamikę fermentacji zacierów żytnich

W ramach zaplanowanych badań przeprowadzono fermentacje z wykorzystaniem pięciu handlowych preparatów suszonych drożdży gorzelniczych. Na podstawie wyników pomiaru zawartości etanolu w kolejnych godzinach fermentacji, sporządzono krzywe dynamiki (Rys.2.); wartości wskaźników procesu zestawiono w tabeli 2. W wariacie gdzie zastosowano drożdże Fermiol i Ethanol Red uzyskano najwyższą zawartość alkoholu w 72. godzinie procesu- 5,4% obj. oraz wysoką wydajność fermentacji, wynoszącą odpowiednio 88,7 i 91,1% wydajności teoretycznej. Drożdże Ethanol Red fermentowały bardzo dynamicznie, z krótkim okresem zafermentowania. Już w 17 godzinie fermentacji odnotowano stężenie etanolu powyżej 2% obj., co odpowiadało 36,6% wydajności teoretycznej. Natomiast w 41. godzinie uzyskano maksymalne stężenie etanolu (5,4% obj.). Równie dynamicznie fermentowały drożdże As-4, jednak otrzymana wydajność etanolu była niższa, w porównaniu z drożdżami Ethanol Red, o ponad 10%.

W przypadku zacierów gdzie zastosowano drożdże D-2 i I-7-43 obserwowano najdłuższy okres zafermentowania, trwający ok. 21 h. Drożdże wymagały ponadto znacznie dłuższego czasu, w porównaniu z drożdżami Ethanol Red, na pełne odfermentowanie cukrów – optymalny czas fermentacji wyniósł 72 h. Najniższe stężenie etanolu w 72 godzinie fermentacji odnotowano dla drożdży I-7-43.

Tab.2. Wyniki fermentacji z udziałem zastosowanych ras drożdży

Drożdże	Zacier odfermentowany						
	Ekstrakt [°Bilg]		Sacharoza [g/100 ml]	Zawartość etanolu [%]	Stopień odfermentowania [%]	Wydajność etanolu [%w.t.]	
	pozorny	rzeczywisty					
As-4	1,0 ^a ±0,08	2,3 ^b ±0,04	1,1 ^a ±0,04	5,2 ^a ±0,04	89,0 ^a ±1,18	81,9 ^c ±1,27	
I-7-43	1,1 ^a ±0,04	2,8 ^a ±0,12	1,1 ^a ±0,08	4,8 ^b ±0,08	90,0 ^a ±1,65	69,9 ^a ±1,97	
D-2	1,0 ^a ±0,08	3,0 ^a ±0,04	1,2 ^a ±0,12	5,2 ^{ab} ±0,04	89,0 ^a ±0,94	75,1 ^a ±1,39	
Fermiol	0,9 ^a ±0,08	3,0 ^a ±0,08	1,1 ^a ±0,08	5,4 ^a ±0,08	87,9 ^a ±1,79	88,7 ^b ±2,20	
Ethanol Red	1,0 ^a ±0,08	2,9 ^a ±0,16	1,1 ^a ±0,04	5,4 ^a ±0,12	87,8 ^a ±0,98	91,1 ^b ±1,25	

a-c- różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne (p < 0,05)

Zawartość metanolu oraz lotnych produktów ubocznych fermentacji w zacierach

Analiza chromatograficzna zacierów w czasie fermentacji pozwoliła ustalić udział ilościowy najbardziej reprezentatywnych, tj. występujących w największej ilości, związków poszczególnych grup produktów ubocznych fermentacji: alkoholi wyższych (n-propanolu, 2-metylo-1-propanolu, n-butanolu, 2-metylo-1-butanolu oraz 3-metylo-1-butanolu), związków karbonylowych (aldehydu octowego, aldehydu propionowego, aldehydu izobutyloвого, aldehydu 2-metylomasłowego, aldehydu izowalerianowego), estrów (octanu etylu, octanu izoamylu, maślanu etylu). W tabelach 3-5 przedstawiono wyniki analiz, podając sumę ww. związków. Na podstawie otrzymanych wyników wykazano duże różnice w zawartości produktów ubocznych fermentacji w zacierach, w zależności od zastosowanych drożdży.

Na skład ilościowy i jakościowy fuzli w środowisku fermentacyjnym ma wpływ szereg czynników, takich jak: rodzaj surowca użytego do przygotowania zacieru, rasa i wielkość inokulum drożdży oraz rodzaj pożywek, jak również sposób prowadzenia fermentacji i destylacji. Wyższe alkohole występują w ilości od 0,1 do 0,7% w stosunku do wytworzonego etanolu. Badania wykazały, że wśród związków należących do tej grupy produktów ubocznych fermentacji, największy udział mają alkohole izoamylowe (2-metylo-1-butanol i 3-metylo-1-butanol) – w zacierze fermentowanym przez drożdże D-2 stanowiły aż 75%. Znacznie niższe stężenia stwierdzono w przypadku pozostałych oznaczanych związków, tj. izobutanolu - od 16% (drożdże I-7-43) do 25% (drożdże Fermiol) i n-propanolu - od 5% (drożdże I-7-43) do 9% (drożdże Ethanol Red) łącznej zawartości fuzli. W najniższych stężeniach odnotowano n-butanol, którego udział w sumie oznaczanych alkoholi wyższych, wyniósł 0,04%-0,08%. Wyniki badań potwierdziły, że rasa drożdży wpływa na ilość powstających olei fuzlowych. Największą zawartość fuzli w 72 godzinie procesu uzyskano dla fermentacji, gdzie zastosowano drożdże Fermiol (234,8 mg/l zacieru) oraz Ethanol Red (247,0 mg/l zacieru). Niższe, o odpowiednio 48,3 i 50,8%, stężenie tej grupy związków odnotowano dla zacierów fermentowanych przez drożdże I-7-43. Drożdże Ethanol Red charakteryzowały się dużą dynamiką fermentacji, co miało również wpływ na wysoką koncentrację fuzli już w pierwszych godzinach procesu (tab. 3).

Tab. 3. Zawartość wyższych alkoholi w zacierach żytnich fermentowanych przez wybrane drożdże w kolejnych godzinach fermentacji

Drożdże	Stężenie [mg/l zacieru]									
	0 h	17 h	21 h	25 h	41 h	45 h	49 h	65 h	72 h	
As-4	0	49,9 ^c ±0,09	74,3 ^d ±1,55	102,2 ^d ±1,60	170,4 ^c ±2,72	177,8 ^b ±1,24	183,9 ^b ±1,80	195,5 ^b ±2,35	195,9 ^b ±3,66	
I-7-43	0	6,1 ^a ±0,10	12,5 ^a ±0,26	27,3 ^a ±0,20	97,9 ^a ±1,47	120,1 ^b ±2,04	119,8 ^b ±1,44	120,9 ^b ±1,12	121,5 ^b ±1,76	
D-2	0	4,7 ^a ±0,10	15,6 ^b ±0,26	49,6 ^b ±0,72	193,9 ^b ±0,70	211,1 ^c ±4,51	215,8 ^b ±1,68	223,1 ^c ±3,55	223,2 ^c ±3,27	
Fermiol	0	28,8 ^b ±0,30	48,5 ^c ±0,70	64,0 ^c ±0,95	162,9 ^b ±2,61	177,0 ^b ±2,11	195,8 ^b ±3,93	230,9 ^b ±1,92	234,8 ^b ±4,91	
Ethanol Red	0	97,9 ^d ±1,57	125,1 ^e ±1,75	147,2 ^c ±1,99	219,5 ^d ±1,57	224,8 ^d ±0,96	232,4 ^d ±2,10	244,5 ^d ±3,41	247,0 ^d ±4,50	

a-e – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne (p < 0,05)

Tab. 4. Zawartość aldehydów w zacierach żytnich fermentowanych przez wybrane drożdże w kolejnych godzinach fermentacji

Drożdże	Stężenie [mg/l zacieru]									
	0 h	17 h	21 h	25 h	41 h	45 h	49 h	65 h	72 h	
As-4	0,7 ^a ±0,04	36,8 ^c ±0,36	25,1 ^a ±0,26	29,2 ^b ±0,28	13,7 ^b ±0,10	17,9 ^a ±0,20	20,4 ^c ±0,45	37,3 ^d ±0,51	30,5 ^c ±0,62	
I-7-43	1,1 ^a ±0,04	12,9 ^a ±0,20	19,3 ^b ±0,36	32,2 ^c ±0,36	36,4 ^c ±0,43	27,8 ^c ±0,36	15,3 ^b ±0,17	19,4 ^a ±0,36	22,2 ^{ab} ±0,45	
D-2	3,6 ^b ±0,17	19,6 ^b ±0,17	25,1 ^a ±0,60	43,8 ^a ±1,76	29,3 ^a ±0,69	17,8 ^a ±0,26	10,1 ^a ±0,36	19,4 ^a ±0,81	23,5 ^b ±0,52	
Fermiol	3,6 ^b ±0,10	87,4 ^e ±0,26	82,9 ^d ±0,52	58,4 ^d ±0,70	40,2 ^d ±0,43	38,4 ^d ±0,45	36,5 ^c ±0,87	32,1 ^c ±0,60	30,9 ^c ±0,62	
Ethanol Red	7,5 ^c ±0,26	55,7 ^d ±0,45	50,3 ^c ±1,40	41,8 ^a ±0,36	30,5 ^a ±0,81	24,9 ^b ±0,70	23,2 ^d ±0,26	26,5 ^b ±0,40	20,8 ^a ±0,55	

a-e – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne (p < 0,05)

Zawartość aldehydów jest istotną cechą spirytusów, gdyż pozwala wstępnie ocenić jakość surowca i procesu technologicznego, oraz warunki sanitarno-higieniczne produkcji. Według doniesień literaturowych, na obecność ponadnormatywnych stężeń produktów ubocznych podczas fermentacji (w tym aldehydów) może wpływać niewłaściwe prowadzenie procesu obróbki ciśnieniowo – termicznej. Przyczyną wzrostu stężenia aldehydów w fermentujących zacierach jest przekroczenie dopuszczalnej dla surowca temperatury parowania lub wydłużenie czasu parowania. Stwierdzono bowiem powstawanie w tych warunkach inhibitorów dehydrogenazy alkoholowej, co w efekcie hamuje proces redukcji aldehydu octowego do etanolu. Zawartość aldehydów w spirytusach podawana jest w przeliczeniu na aldehyd octowy, który jest dominującym związkiem karbonylowym, ale charakteryzuje się stosunkowo wysokim progiem wyczuwalności sensorycznej [Kłosowski 1997]. W badanych zacierach zawartość tego związku stanowiła ok. 99% łącznej ilości tej grupy produktów ubocznych. Obecność aldehydu octowego obserwuje się przez cały okres fermentacji. W pierwszym etapie jego stężenie w fermentującym zacierze gwałtownie wzrasta, aby później wrócić do normalnej dla procesu koncentracji, obserwowanej w spirytusie surowym. W próbach, w których zastosowano drożdże rasy I-7-43 i Ethanol Red odnotowano niższe stężenie aldehydów, o odpowiednio 27% i 32%, w porównaniu z zacierem, fermentowanym przez drożdże As4 (tab. 4). Najwyższe stężenie aldehydów zarejestrowano dla fermentacji, w której zastosowano drożdże Fermiol - stężenie było wyższe o 48%, w odniesieniu do próby z wykorzystaniem drożdży Ethanol Red. Dominującym związkiem w grupie produktów ubocznych jakimi są estry, jest octan etylu, bezbarwna ciecz o estrowokwiatowym zapachu. W badanych próbach jego udział w łącznej zawartości estrów wynosił od 48,7% (drożdże D-2) do 92,0% (drożdże Fermiol) (tab. 5). Większość estrów tworzy się podczas fermentacji burzliwej, po czym ich synteza ulega zmniejszeniu. Estry powstałe podczas fermentacji alkoholowej są przeważnie związkami kwasów organicznych i etanolu. W procesie tworzenia tej grupy związków zasadniczą rolę odgrywa rodzaj zastosowanego surowca, szczepu drożdży, pH zacierów oraz ich czystość mikrobiologiczna. Analogicznie, jak w przypadku innych omawianych produktów ubocznych najwyższe stężenie estrów zarejestrowano w zacierach fermentowanych przez drożdże Fermiol i Ethanol Red. W odniesieniu do tych wariantów, niższe o odpowiednio 55 i 44% stężenie tej grupy produktów, odnotowano w zacierach fermentowanych przez drożdże D-2.

Tab. 5. Zawartość estrów w zacierach żytnich fermentowanych przez wybrane drożdże w kolejnych godzinach fermentacji

Drożdże	Stężenie [mg/l zacieru]										
	0 h	17 h	21 h	25 h	41 h	45 h	49 h	65 h	72 h		
As-4	0	0,48 ^b ± 0,02	0,73 ^c ± 0,02	2,31 ^d ± 0,02	6,12 ^c ± 0,02	6,19 ^a ± 0,05	6,46 ^c ± 0,07	6,79 ^a ± 0,08	6,85 ^b ± 0,06		
I-7-43	0	0 ^a	0,09 ^b ± 0,01	0,67 ^b ± 0,02	4,97 ^a ± 0,05	5,47 ^c ± 0,14	6,27 ^b ± 0,04	6,89 ^a ± 0,17	7,10 ^c ± 0,08		
D-2	0	0 ^a	0,01 ^a ± 0,01	0,12 ^a ± 0,01	4,42 ^b ± 0,02	5,14 ^b ± 0,19	5,78 ^a ± 0,04	5,85 ^b ± 0,08	5,87 ^a ± 0,15		
Fermiol	0	0,61 ^c ± 0,02	0,81 ^d ± 0,02	1,01 ^c ± 0,02	4,81 ^a ± 0,19	5,91 ^a ± 0,02	7,21 ^d ± 0,05	11,93 ^d ± 0,06	13,15 ^c ± 0,02		
Ethanol Red	0	1,35 ^d ± 0,01	2,35 ^e ± 0,03	3,55 ^e ± 0,07	8,73 ^d ± 0,06	9,15 ^d ± 0,05	9,62 ^c ± 0,07	10,48 ^c ± 0,02	10,51 ^d ± 0,04		

a-e – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne (p < 0,05)

Tab. 6. Zawartość metanolu w zacierach żytnich fermentowanych przez wybrane drożdże w kolejnych godzinach fermentacji

Drożdże	Stężenie [mg/l zacieru]										
	0 h	17 h	21 h	25 h	41 h	45 h	49 h	65 h	72 h		
As-4	2,37 ^e ± 0,02	2,61 ^c ± 0,03	2,74 ^c ± 0,05	2,84 ^c ± 0,05	3,37 ^c ± 0,06	3,57 ^c ± 0,05	3,63 ^c ± 0,04	4,35 ^c ± 0,03	4,36 ^c ± 0,05		
I-7-43	2,24 ^b ± 0,02	2,26 ^b ± 0,02	2,31 ^b ± 0,02	2,51 ^b ± 0,03	2,71 ^b ± 0,02	2,72 ^b ± 0,03	2,73 ^b ± 0,06	2,75 ^b ± 0,03	2,76 ^b ± 0,03		
D-2	2,89 ^d ± 0,02	3,15 ^d ± 0,03	3,51 ^d ± 0,04	3,59 ^d ± 0,03	3,89 ^d ± 0,07	3,91 ^d ± 0,03	3,95 ^d ± 0,03	4,59 ^d ± 0,03	4,97 ^d ± 0,05		
Fermiol	0,17 ^a ± 0,01	0,19 ^a ± 0,01	0,24 ^a ± 0,01	0,19 ^a ± 0,01	0,21 ^a ± 0,01	0,21 ^a ± 0,01	0,22 ^a ± 0,01	0,23 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01		
Ethanol Red	0,19 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01	0,24 ^a ± 0,01	0,24 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01	0,25 ^a ± 0,01		

a-e – różnice pomiędzy wartościami średnimi oznaczonymi różnymi literami są statystycznie istotne (p < 0,05)

W procesie fermentacji produktów rolnych (zboża, owoce) przy udziale drożdży oprócz głównego produktu - etanolu, tworzą się różnego rodzaju substancje chemiczne. Niektóre z nich działają szkodliwie na organizm ludzki, m.in. alkohol metylowy, cyjanowodór. Problem zanieczyszczenia wyrobów alkoholowych metanolem wymaga szczególnej uwagi, ze względu na bardzo dużą toksyczność tego związku. Występowanie metanolu w wyrobach alkoholowych jest nieuniknione. Może on powstawać podczas fermentacji alkoholowej oraz na skutek hydrolizy pektyn zawartych w stosowanych surowcach [Dzięcioł 2003]. Dla wariantów fermentacji zacierów przy udziale drożdży Fermiol i Ethanol Red odnotowano stężenie tego związku na bardzo niskim poziomie (tab. 6). Zastosowanie procesu parowania jest czynnikiem wpływającym na zwiększenie zawartości metanolu, gdyż wysoka temperatura panująca w parniku wpływa na rozluźnienie struktury ziarna oraz rozkład pektyn, co wiąże się z uwolnieniem cząsteczek metanolu.

Podsumowanie wyników

W toku przeprowadzonych badań wykazano istotny wpływ zastosowanych drożdży na dynamikę prowadzonych fermentacji, oraz zawartość produktów ubocznych. Szczepy drożdży I-7-43 i D-2 charakteryzowały się dłuższym, w odniesieniu do szczepu As-4, zafermentowaniem.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że dynamiczny przebieg oraz wysoką wydajność fermentacji zacierów żytnich zapewniły drożdże Ethanol Red. Wydajność alkoholu wyniosła 91,1% wydajności teoretycznej, przy stężeniu alkoholu etylowego w odfermentowanym zacierze 5,4% obj. Dla zacierów fermentowanych przez te drożdże odnotowano jednak wysokie stężenia badanych produktów ubocznych. Zastosowanie drożdży Fermiol również wpłynęło na wysoką koncentrację lotnych produktów ubocznych fermentacji.

Literatura

1. Arrizon J., Gschaedler A., *Effects of the addition of different nitrogen sources in the tequila fermentation process at high sugar concentration*, Journal of Applied Microbiology 2007, 102, 1123-113.
2. Czupryński B., Kłosowski G., *Wpływ rasy drożdży i enzymów na jakość żytniego spirytusu surowego i wywaru*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1994, 10, 16-20.
3. Dzięcioł M., *Badania zawartości metanolu w wyrobach alkoholowych*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 2003, 11, 28-29.
4. Gogulski W., *Badanie procesu fermentacji alkoholowej, destylacji i rektyfikacji spirytusu w celu poprawy jakości spirytusu rektyfikowanego*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1988, 5-6, 15-17.

5. Gój T., *Metody oznaczania związków karbonylowych występujących w spirytusach i wyrobach alkoholowych w świetle najnowszych badań. Cz.*, P Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1996, 5, 14-16.
6. Jarociński J., Jarosz K., *Gorzelnictwo i drożdźownictwo*. WSiP, Warszawa 1994.
7. Kłosowski G., Czupryński B., Kotarska K., Wolska M., *Charakterystyka zanieczyszczeń chemicznych obniżających jakość spirytusu surowego*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 2003, 6, 20-22.
8. Kłosowski G., Czupryński B., Kotarska K., *Związki karboksylowe w spirytusie surowym*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1997, 4, 14.
9. Kłosowski G., Czupryński B., Wolska M., *Characteristics of alcoholic fermentation with the application of *Saccharomyces cerevisiae* yeast: As-4 strain and I-7-43 fusant with amylolytic properties*, Journal of Food Engineering 2006, 76, 500-505.
10. Kotarska K., Czupryński B., Kłosowski G., *Effect of various activators on the course of alcoholic fermentation*, Journal of Food Engineering 2006, 77, 965-971.
11. Kotarska K., Czupryński B., Wolska M., *Wpływ pantotenianu wapnia z tiaminą oraz wybranych związków mineralnych na przebieg fermentacji alkoholowej żytnich zacierów gorzelnicznych*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 2005, 4, 35-36.
12. Miecznikowski A., Zielińska K., *Wpływ wybranych etapów procesu technologicznego na zawartość ubocznych produktów fermentacji w spirytusie surowym*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1994, 8, 9-12.
13. Zielińska K., Miecznikowska A., *Wpływ wybranych etapów procesu technologicznego na zawartość ubocznych produktów fermentacji w spirytusie surowym. Cz. I Wpływ szczepów drożdży na zawartość ubocznych produktów fermentacji w spirytusie surowym – badania modelowe*, Przemysł Fermentacyjny i Owocow-Warzywny 1995, 7, 7-10.

Abstract

The quality of raw spirits and in particular quantities of alcoholic fermentation byproducts such as aldehydes, organic acids and higher alcohols have always attracted attention of researchers involved in improvement of alcoholic fermentation processes. Many factors affect the quality of raw spirits in terms of byproducts level: the sort and quality of raw materials; conditions of mashing process, of starch liquefaction and saccharification, of alcoholic fermentation of mashes (temperature, strain and quantity of yeasts, sort and quantity of supplements added to mashes, type and activity of enzymes).

The study was carried out by using winter rye variety Dańkowskie Diament. Mashes were prepared by pressure cooking method of starch liberation. Fermentations (72 h, 28-30°C) were conducted by using commercial preparations of dried distillery yeast: As-4, D-2, I-7-43 (Madra, Maszewo Lęborskie, Poland), Fermiol (DSM, Netherlands) and Ethanol Red (Lesaffre, France). The dynamic of the formation of by-products of fermentation was monitored using headspace gas chromatography.

The results of studies have shown a significant impact of applied yeasts on dynamic of fermentation, and the content of by-products in fermented mashes. The initial phase of fermentation of mashes carried out by yeasts D-2 and I-7-43 was longer (over 20 h) in comparison with As-4. The time of fermentation observed for Ethanol Red yeast did not exceed 41 hours - concentration of ethanol in that sample was the highest. The results of GC analysis of mashes during fermentation showed significant differences in the concentrations of by-products of fermentation. The lower concentrations of acetaldehyde were observed in mashes fermented by yeasts I-7-43 and D-2.

ENZYMATYCZNE UWALNIANIE FOSFORU I *MIO*-INOZYTOŁU Z FITYNIANÓW PRZEZ FITAZĘ B

Lukasz Byczyński, Krzysztof Żyła

Katedra Biotechnologii Żywności, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, e-mail: kzyła@ar.krakow.pl

Streszczenie

Fitazy, enzymy degradujące fityniany stosowane w hodowli, piekarnictwie i browarnictwie, nie przeprowadzają reakcji hydrolizy do końca. Pełna hydroliza cząsteczki kwasu fitynowego zapewniałaby dodatkową ilość jonów fosforanowych oraz wolny *mio*-inozytol, który traktowany jest, jako związek o działaniu zbliżonym do witamin. Problem ten może rozwiązać zastosowanie fitazy B, która jest w stanie degradować niższe fosforany *mio*-inozytolu. W niniejszej pracy sprawdzono, czy fitaza B hydrolizuje fityniany, przeprowadzając hydrolizę próbki soli sodowej kwasu fitynowego z dodatkiem fitazy B. W celach porównawczych analizie poddano także hydrolizaty 3- i 6-fitazy A oraz hydrolizat kwasowy. Hydrolizaty rozdzielono z wykorzystaniem techniki HPLC z postkolumnową derywatyzacją i detekcją UV. Fitaza B hydrolizowała fitynian sodu z efektywnością znacznie mniejszą niż fitazy A, natomiast fitazy A nie przeprowadzały pełnej hydrolizy. Zastosowanie obu enzymów jednocześnie zapewniało pełną hydrolizę – w próbkach obserwowano jedynie fosforany. W celu oceny, jaką część *mio*-inozytolu z substratu pochodzenia roślinnego jest w stanie wygenerować fitaza B działając samodzielnie i wraz z fitazami A przeprowadzono doświadczenie *in vitro* symulujące trawienie w przewodzie pokarmowym ptaków z wykorzystaniem pasz kukurydziano-sojowych dla kur niosek. Fitaza B stosowana pojedynczo słabiej niż fitazy A uwalniała fosforany z próbek paszy, wykazywała natomiast zbliżone zdolności uwalniania *mio*-inozytolu, jak fitazy A. Zastosowanie wspólne fitaz A i B znacznie zwiększało uwalnianie fosforanów oraz *mio*-inozytolu.

Pomiędzy ilością fosforu, a *mio*-inozytolu uwalnianych z pasz przez fitazy obserwowano ścisły związek. Przy braku fitazy B współczynniki korelacji wynosiły 65% i 34% dla pasz o zawartości wapnia odpowiednio 2,8 i 3,6%, natomiast w próbkach pasz z fitazą B współczynniki korelacji wynosiły odpowiednio 82 i 76%.

Słowa kluczowe: fitaza B, fityniany, *mio*-inozytol, fosfor

Wstęp

Fitazy, enzymy degradujące fityniany są powszechnie stosowane w żywieniu zwierząt monogastrycznych (drób, trzoda, ryby), dzięki nim z roślinnych komponentów pasz można uwolnić dodatkowe porcje fosforanów, jak również minerałów i składników odżywczych związanych przez kwas fitynowy. Dzięki swoim właściwościom fitazy coraz częściej znajdują zastosowanie poza hodowlą, między innymi w piekarnictwie i browarnictwie, czyli wszędzie tam, gdzie enzymatyczna obróbka roślinnych substratów może polepszyć jakość wyrobu finalnego lub zmniejszyć koszty produkcji. Wszystkie stosowane obecnie w hodowli i przemyśle spożywczym fitazy należą do histydynowych kwaśnych fosfataz i są to fitazy A. Enzymy te rozpoczynają hydrolizę wiązania w cząsteczce heksakisfosforanu *mio*-inozytolu (kwasu fitynowego) od pozycji C3 (D-3) lub C4 [L-6(D-4)], stąd określa się je, jako 3-fitazy A i 6-fitazy A (4-fitazy A). Enzymy te nie przeprowadzają reakcji hydrolizy do końca i ostatecznym produktem ich działalności są di- i monofosforany *mio*-inozytolu oraz fosforan. Pełna hydroliza cząsteczki kwasu fitynowego zapewniałaby dodatkową ilość jonów fosforanowych oraz wolny *mio*-inozytol, który traktowany jest, jako związek o działaniu zbliżonym do witamin. Ma on działanie lipotropowe, wchodzi w skład glicerofosfolipidów, a w postaci estrów fosforanowych *mio*-inozytolu uczestniczy w transdukcji sygnałów, stanowiąc element wielu mechanizmów regulacyjnych. Zastosowanie w hydrolizie fitynianów fitazy B, która jest w stanie degradować niższe fosforany *mio*-inozytolu i uwalniać *mio*-inozytol otwiera nowe możliwości w hodowli zwierząt monogastrycznych oraz przemyśle spożywczym.

Celem badań przedstawionych w pracy było określenie wpływu fitazy B na stopień hydrolizy fitynianu sodu z wykorzystaniem metody anionowymiennej wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej z postkolumnową derywatyzacją oraz szacowanie efektów dodatków fitazy B do pasz dla kur niosek mierzonych metodą *in vitro* symulującą trawienie w przewodzie pokarmowym ptaków. W

analizach HPLC określono stopień hydrolizy fitynianu sodu do jakiego doprowadzały fitazy A oraz fitaza B stosowane pojedynczo oraz jako koktajl. W badaniach *in vitro* szacowano wpływ fitazy B pojedynczo oraz łącznie z różnymi preparatami fitazy A na uwalnianie fosforu i *mio*-inozytolu z mieszanek paszowych dla kur niosek zawierających dwa różne poziomy wapnia. Zbadano również korelację stężenia fosforanów w dializacie do ilości uwalnianego *mio*-inozytolu.

Materialy i metody

W badaniach wykorzystano następujące preparaty fitaz: Natuphos 5000 (3-fitaza A), Bio-Feed Phytase (6-fitaza A), Finase AP (fitaza B), charakterystykę preparatów fitaz przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka preparatów fitaz stosowanych w badaniach

Nazwa preparatu	Producent	Donor genu fitazy	Enzym	Oznaczona aktywność [1 g preparatu]
Finase AP	AB Enzymes	<i>Aspergillus niger</i>	fitaza B	9600 AcPU*
Natuphos 5000	BASF	<i>Aspergillus niger</i>	3-fitaza A	3967 FTU**
Biofeed Phytase	Novozyme	<i>Peniophora lycii</i>	6-fitaza A	5262 FTU**

* - jednostka aktywności fitazy B definiowana, jako ilość enzymu konieczna do uwolnienia 1 mikromola p-nitrofenylofosforanu (pNP) w czasie 1 minuty w temperaturze 40°C.

** - jednostka aktywności fitazy definiowana, jako ilość enzymu równoważna 1 milimolowi fosforu nieorganicznego uwolnionego w ciągu 1 minuty w warunkach oznaczania (tutaj 40°C).

W niniejszej pracy sprawdzono, czy fitaza B hydrolizuje fityniany, przeprowadzając sześciogodzinną hydrolizę próbki 41,56 mM soli sodowej kwasu fitynowego w temperaturze 40°C z dodatkiem fitazy B w ilości 10 AcPU/ml. W celach porównawczych analizie poddano także hydrolizaty 3- i 6-fitazy A (10 FTU/ml) oraz hydrolizat kwasowy. Aby otrzymać hydrolizat kwasowy, naważkę 2,3 g fitynianu sodu rozpuszczono w 50 ml wody redestylowanej, doprowadzono pH do wartości 2,0 przy pomocy 2 M HCl i dopełniano wodą w kolbie do objętości 100 ml. Tak otrzymany roztwór poddawano hydrolizie w autoklawie w temperaturze 121°C i przy ciśnieniu 1 atm przez 40 minut. Hydrolizaty rozdzielono z wykorzystaniem anionowymiennej wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej z postkolumnową derywatyzacją azotanem (V) żelaza (III) w kwasie nadchlorowym i

detekcją UV 280 nm [Chen i Li 2003]. W celu oceny, jaką część *mio*-inozytolu z substratu pochodzenia roślinnego jest w stanie wygenerować fitaza B działając samodzielnie i wraz z fitazami A przeprowadzono doświadczenie *in vitro* symulujące trawienie w poszczególnych odcinkach przewodu pokarmowego ptaków z wykorzystaniem pasz dla kur niosek [Żyła i wsp. 1995, 1996, 2001]. W badaniach wykorzystano dwie pasze kukurydziano-sojowe o zawartości wapnia 2,8 i 3,6%, skład paszy podano w tabeli 2.

Tabela 2. Skład mieszanek paszowych stosowanych w badaniach laboratoryjnych (*in vitro*)

Skład paszy	Mieszanka I [%]	Mieszanka II [%]
Śruta kukurydziana	68,1000	66,6000
Poekstrakcyjna śruta sojowa	24,0000	23,5000
Kreda paszowa	7,0000	9,0000
NaCl	0,3000	0,3000
DL-Metionina	0,1000	0,1000
Premiks (Lutamix DJ)	0,5000	0,5000
Białko ogólne	17,7000	17,6000
Ca	2,8000	3,6000
P przyswajalny	0,1280	0,1270
P całkowity	0,3630	0,3600
Inozytol całkowity	0,1643	0,1629

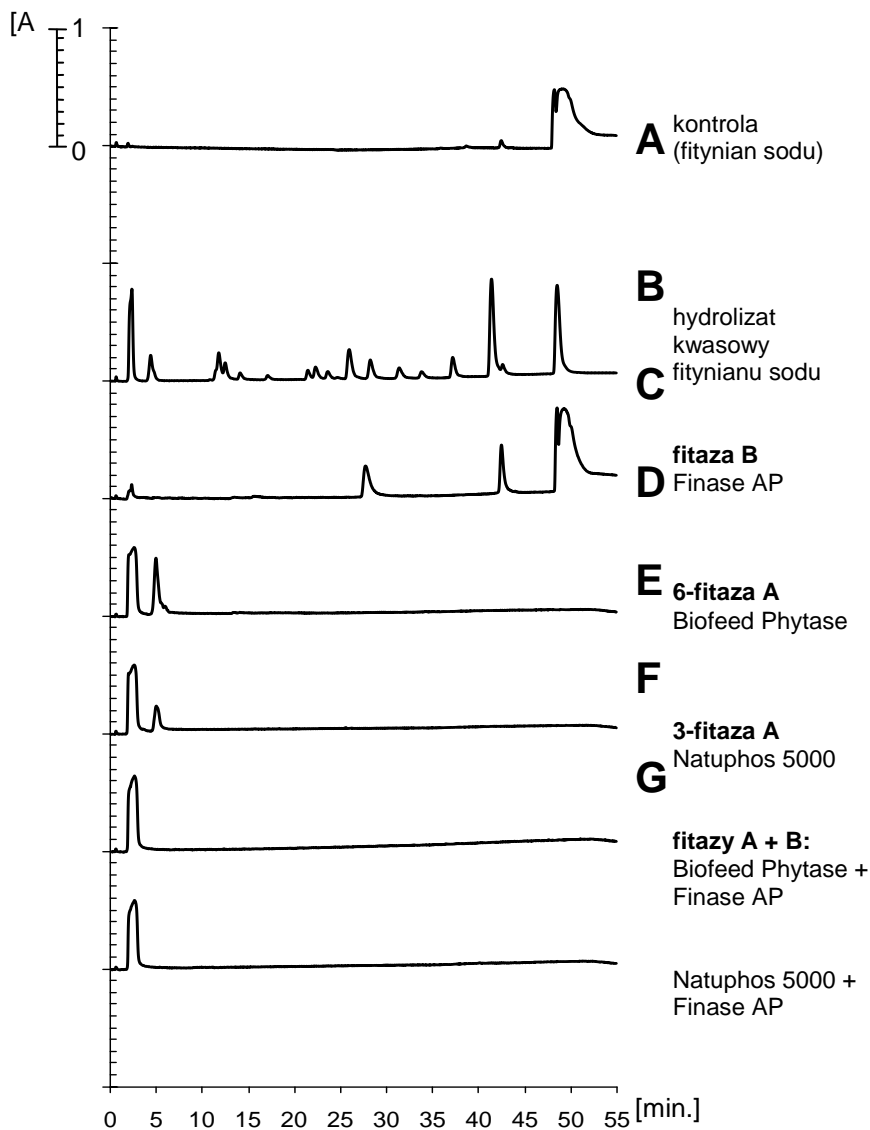
Fitazy A zastosowano w trzech dawkach 250, 500 i 750 FTU/kg paszy, natomiast fitazę B w stężeniu 3200 AcPU/kg paszy. Układ doświadczalny obejmował także próbki pasz zawierających oba enzymy w wyżej wymienionych dawkach. Otrzymane dializaty były wykorzystywane do dalszych badań, które obejmowały pomiar stężenia fosforu nieorganicznego według metody opracowanej przez Fiske i Subbarowa [1925] oraz pomiar stężenia *mio*-inozytolu oznaczanego metodą mikrobiologiczną z wykorzystaniem szczepu drożdży *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9080 [Norris i Dabre 1956,

Barton-Wright 1972]. W pracy zastosowano również ekstrakcję inozytolu całkowitego z paszy według metodyki opisananej przez Darbre'a i Norris'a [1956].

Wyniki

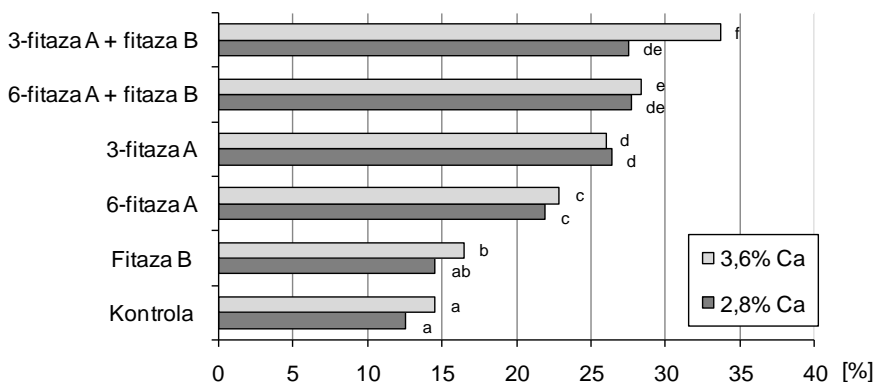
Profile elucji fosforanów inozytolu, produktów hydrolizy fitynianu sodu zestawiono na rysunku 1, w celu określenia roli fitazy B w tym procesie. Na rysunku oś odciętych przedstawia czas retencji podany w minutach, a osie rzędnych absorbancją przy długości fali 280 nm. Podstawą identyfikacji pików były wzorce fosforanu – pierwszy pik, fitynianu sodu – ostatni pik oraz praca Chen i Li [2003], którzy przeprowadzali rozdziały w identycznych warunkach. Kontrolę stanowił fitynian sodu bez dodatku enzymów (panel A). Dla ułatwienia identyfikacji pików, na panelu B przedstawiono rozdział próbki fitynianu sodu (41,56 mM) poddanej kwasowej hydrolizie termicznej. Na podstawie zebranych wyników i literatury, stwierdzono, że w wykorzystywanej metodzie niższe fosforany inozytolu mają krótsze czasy retencji, co pozwoliło ogólnie przypisać otrzymane piki do określonych grup – IP₆, IP₅, IP₄, IP₃ i IP₂ oraz jonów fosforanowych. Na kolejnych panelach przedstawiono efekty działania pojedynczo stosowanych preparatów fitaz A (preparaty – Finase AP, Biofeed Phytase i Natuphos 5000). Po sześciu godzinach inkubacji obserwowano wyraźne piki niższych fosforanów *mio*-inozytolu. Na chromatogramie C przedstawiającym produkty hydrolizy uzyskane z próbki do której wprowadzono jedynie fitazę B (preparat Finase AP) można zaobserwować niewielkie piki świadczące o obecności tetrafosforanu i pentafosforanu inozytolu oraz jonów fosforanowych. Wynika to prawdopodobnie z mniejszej specyficzności substratowej fitazy B względem fitynianu sodu i niższej aktywności tego enzymu w zastosowanych warunkach hydrolizy (pH = 5,0 i T = 40°C), niż fitaz A. Ostatecznym produktem degradacji fitynianu sodu zarówno przez preparat 6-fitazy A (panel D), jak i 3-fitazy A (panel E) były, oprócz jonów fosforanowych, jedynie difosforany *mio*-inozytolu (IP₂). Warto jednak dodać, że pik IP₂ na panelu E jest mniejszy od tego na panelu D, co może świadczyć o większej efektywności preparatu 3-fitazy A w degradacji tego fosforanu niż preparatu 6-fitazy A. Pozostałe chromatogramy (panele F i G) przedstawiają wyniki hydrolizy enzymatycznej fitynianu sodu prowadzonej wspólnie przez fitazy A i fitazę B. Po zastosowaniu takiej kombinacji preparatów w każdym przypadku po sześciu

godzinach inkubacji zaobserwowano pełną degradację fitynianu sodu do jonów fosforanowych.



Rysunek 1. Profile chromatograficzne fosforanów mio-inozytoli uzyskane pod wpływem hydrolizy roztworu (41,56 mM) fitynianu sodu w czasie 6 godzin inkubacji w temperaturze 40°C przez fitazy A i B stosowane pojedynczo i razem oraz profil hydrolizatu kwasowego

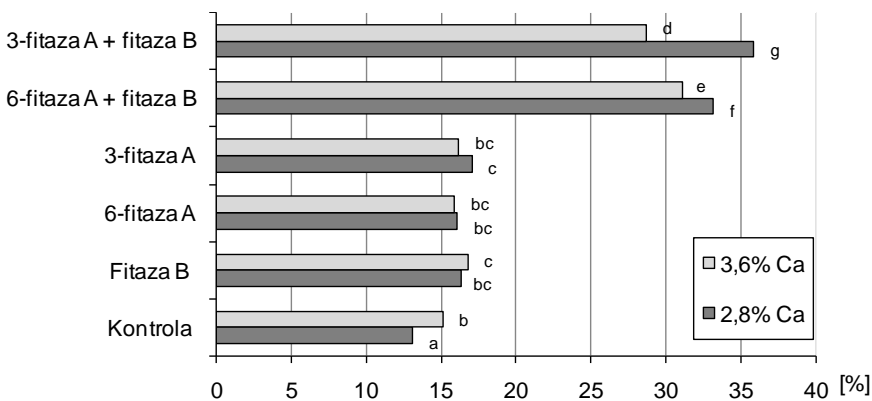
Dzięki znajomości całkowitej ilości fosforu i *mio*-inozytolu w wykorzystywanych w badaniach paszach obliczono, jaka ich część podlegała dializie podczas procedury *in vitro*. W tym celu ilości fosforu lub *mio*-inozytolu uwolnionych do dializatu dzielono przez całkowitą ich zawartość w paszy. Otrzymałą wartość określono, jako biodostępność i wyrażano w procentach. Do obliczeń wybrano próbki, do których nie wprowadzono fitazy B oraz te, do których wprowadzano ten enzym. Przedstawione wyniki są wartościami średnimi dla trzech różnych dawek fitaz A – 250, 500 i 750 FTU/kg paszy. Wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy otrzymanymi wartościami średnimi sprawdzano testem LSD przy poziomie $\alpha = 0,05$. Wpływ dodatku fitazy B stosowanej pojedynczo i w mieszaninie z fitazami A na biodostępność fosforu z badanych pasz przedstawia rysunek 2, a na biodostępność *mio*-inozytolu rysunek 3.



Rysunek 2. Wpływ dodatku fitazy B w dawce 3200 AcPU/kg paszy stosowanej pojedynczo oraz razem z preparatami 3-fitazy A i 6-fitazy A na biodostępność fosforu (% - fosforu całkowitego) z pasz o zawartości 2,8% i 3,6% wapnia. Słupki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p < 0,05$)

Wyniki wskazują na różnicę w poziomie biodostępności fosforu pomiędzy paszami w przypadku kontroli (brak dodatku enzymów) i zastosowania fitazy B pojedynczo. W próbkach kontrolnych z paszy o zawartości 2,8% wapnia uwalniało się 12,6% dostępnej ilości fosforu, natomiast z paszy o wyższej (3,6%) zawartości wapnia – 14,5%. Dodatek fitazy B powodował wzrost ilości uwalnianego fosforu, odpowiednio dla mieszanki I było to 14,5%, a dla mieszanki II – 16,5% dostępnego fosforu. Po zastosowaniu fitaz A pojedynczo (bez fitazy B), nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy

wykorzystywanymi w badaniu paszami o różnej zawartości wapnia. Natomiast istotne różnice ujawniły się pomiędzy preparatami fitaz A. Niższy poziom biodostępności fosforu 21,9% i 22,9% osiągnięto po zastosowaniu 6-fitazy A, a wyższy - 26% i 26,4% zapewniała 3-fitaza A. Poziom biodostępności fosforu w próbkach z dodatkiem fitaz A, był istotnie większy niż kontroli i próbkach z dodatkiem fitazy B. Natomiast współdziałanie preparatów fitazy A i B powodowało istotny wzrost biodostępności fosforu. Istotnie większą biodostępność – 27,7% i 28,4% zapewniał preparat 6-fitazy A współpracując z fitazą B i nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy zastosowanymi w badaniach paszami o standardowej i obniżonej zawartości wapnia. Natomiast 3-fitaza A w kooperacji z fitazą B zapewniała istotnie najwyższy poziom biodostępności fosforu – 33,7% w przeprowadzonym badaniu. Jednak wynik ten został osiągnięty tylko w paszy o zawartości wapnia 3,6%, zaś w mieszance I o niższej zawartości tego pierwiastka, poziom biodostępności nie różnił się



istotnie od wartości generowanych przez parę 6-fitaza A i fitaza B.

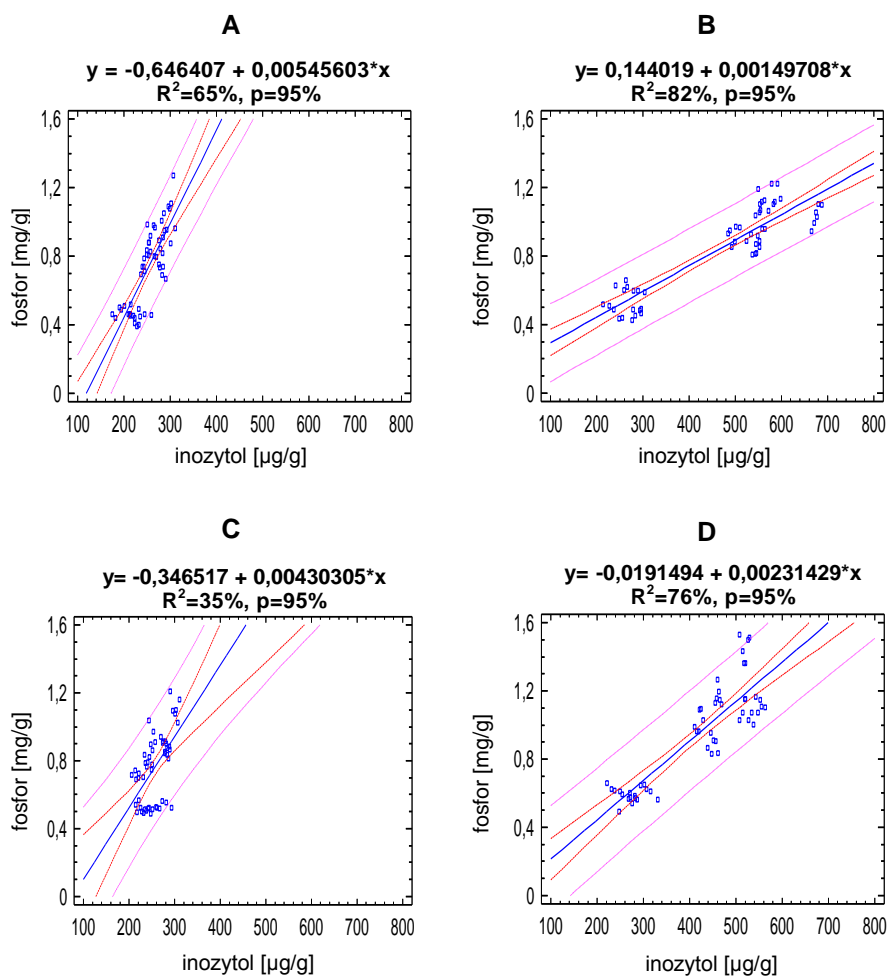
Rysunek 3. Wpływ dodatku fitazy B w dawce 3200 AcPU/kg paszy stosowanej pojedynczo oraz razem z preparatami 3-fitazy A i 6-fitazy A na biodostępność inozytoli (% - inozytoli całkowitego) z pasz o zawartości 2,8% i 3,6% wapnia. Słupki oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ($p < 0,05$)

Otrzymane wyniki biodostępności *mio*-inozytoli wskazują, że gdy nie wprowadzono do pasz enzymów, istotnie więcej *mio*-inozytoli (o 2%) uwalnianie jest z mieszanki II o większej zawartości wapnia. Dodatek fitazy B istotnie zwiększa biodostępność *mio*-inozytoli, jednak nie stwierdzono występowania statystycznie istotnej różnicy (16,3 i 16,8%) pomiędzy zastosowanymi mieszankami paszowymi.

Zaobserwowano natomiast, że 3-fitaza A i 6-fitaza A stosowane pojedynczo zapewniały podobny poziom biodostępności *mio*-inozytolu co zastosowana dawka fitazy B (3200 AcPU/kg). Wprowadzenie mieszaniny fitazy A i B do próbek pasz spowodowało istotny statystycznie wzrost biodostępności *mio*-inozytolu w stosunku do preparatów stosowanych oddzielnie. Zaobserwowano również, że istotnie więcej *mio*-inozytolu mieszaniny fitaz A i B uwalniały z paszy o niższej (2,8%) zawartości wapnia. Koktajl preparatu 6-fitazy A i fitazy B zapewniał biodostępność na poziomie 33,2 i 31,1% odpowiednio dla paszy o zawartości wapnia 2,8 i 3,6%. Natomiast 3-fitaza A w kooperacji z fitazą B uwalniała najwięcej *mio*-inozytolu – 35,9%, taką ilość uzyskano z paszy o zawartości 2,8% wapnia. Z mieszanki II, o większym poziomie wapnia procent biodostępności *mio*-inozytolu, był istotnie niższy i wynosił 28,7%. Wartość ta była równocześnie istotnie niższa, niż dla pary 6-fitaza A i fitaza B (31,1%).

Analiza regresji ilości fosforu uwalnianego metodą *in vitro* i poziomu *mio*-inozytolu oznaczanego w dializacie wykazała silną zależność liniową. Zależności te przedstawiono na rysunku 4. W próbkach pasz bez dodatku fitazy B zależności te były słabsze (panele A i C). W paszy o zawartości wapnia 2,8% współczynnik determinacji (R^2) między badanymi parametrami wynosił 65%, natomiast w paszy o zawartości wapnia 3,6% model liniowy tłumaczył jedynie 35% zmienności. Przy wyższym poziomie wapnia w paszy obserwowano słabsze zależności pomiędzy ilością uwolnionego fosforu i stężeniem *mio*-inozytolu w dializacie. Po wprowadzeniu do paszy fitazy B zaobserwowano wzrost współczynnika korelacji pomiędzy ilością uwalnianego fosforu, a poziomem *mio*-inozytolu w dializatach. W paszy o zawartości 2,8% wapnia po wprowadzeniu fitazy B współczynnik korelacji liniowej wynosił 0,906 i był istotny na poziomie $p = 0,0001$ (rysunek 4, panel B), model ten tłumaczył 82% zmienności.

Również w paszy o wyższej zawartości wapnia (3,6%) zaobserwowano wzrost współczynnika korelacji (do 0,871) po wprowadzeniu do paszy fitazy B (rysunek 4, panel D). Korelacja również była istotna na poziomie $p = 0,0001$. Jednak model ten tłumaczył 76% zmienności.



Rysunek 4. Zależności pomiędzy ilością fosforu uwalnianego, i stężeniem mio-inozytolu oznaczanych w dializacie z paszy kukurydziano-sojowej zawierającej 2,8% wapnia (panele A i B) oraz 3,6% wapnia (panele C i D), bez dodatku fitazy B (panele A i C) oraz z dodatkiem 3200 AcPU/g fitazy B (panele B i D); $\acute{u} < 0,05$

Dyskusja i wnioski

Przeprowadzona analiza HPLC końcowych produktów hydrolizy fitynianu sodu z wykorzystaniem fitazy A i fitazy B wykazała, że fitazy A i fitaza B stosowane pojedynczo nie są zdolne do przeprowadzenia pełnej degradacji soli sodowej heksakisfosforanu mio-inozytolu. Stopień hydrolizy fitynianu sodu, do jakiego doprowadzają wykorzystane w badaniach *in vitro* 3-fitaza A i 6-fitaza A

potwierdzają wyniki innych badaczy. Dvořáková i wsp. [2000] przeprowadzili w czasie czterech godzin hydrolizę fitynianu sodu z wykorzystaniem 3-fitazy A z *Asperillus niger*, po tym czasie zostało uwolnione 47% fosforu, a głównymi produktami był IP_2 i IP_3 , z kolei Greiner i Konietzny [1996] w wyniku hydrolizy prowadzonej przez fitazę pochodzącą z *Escherichia coli* (6-fitazę A) nie zaobserwowali fosforanów *mio*-inozytolu niższych niż IP_2 . Brak hydrolizy IP_1 i IP_2 tłumaczy się faktem, że powinowactwo fitaz A do fosforanów *mio*-inozytolu obniża się wraz ze spadkiem stopnia ufosforylowania cząsteczki *mio*-inozytolu, ponadto inhibujący wpływ na enzym może wywoływać gromadzący się w środowisku reakcji fosforan nieorganiczny [Dvořáková i wsp. 2000]. Wiadomo również, że fitazy A nie są zdolne do hydrolizy wiązania aksjalnego w cząsteczce *mio*-inozytolu [Żyła i wsp. 1995b, 2004]. Udowodniono natomiast, że stosowana pojedynczo fitaza B jest zdolna do częściowej hydrolizy fitynianów, jednak z efektywnością zdecydowanie mniejszą od fitaz A.

W niniejszej pracy wykazano w doświadczeniu chromatograficznym, że dodatek fitazy B do fitaz A umożliwia przeprowadzenie szybszej i pełniejszej hydrolizy heksakisfosforanu *mio*-inozytolu. Wcześniejsze badania już wskazywały, że fitaza B może przyspieszać defosforylację prowadzoną przez fitazę A [Żyła 1993, Żyła i Koreleski 1993, Żyła i wsp. 1995a i b]. Dzięki swoim właściwościom biochemicznym, fitaza B hydrolizowała niższe fosforany *mio*-inozytolu, z którymi fitaza A radziła sobie gorzej. Po sześciu godzinach wspólnej inkubacji fitaz A i B z roztworem soli sodowej kwasu fitynowego obserwowano na chromatogramach głównie piki jonów fosforanowych. Wzrost stopnia hydrolizy fitynianu sodu po wprowadzeniu fitazy B następował zarówno przy zastosowaniu 6-fitazy A, jak i 3-fitazy A.

Rozpad fitynianów udało się również przyspieszyć w środowisku symulującym przewód pokarmowy drobiu (*in vitro*) wprowadzając do układu doświadczalnego wraz z fitazą A fitazę B. Wiadomo, że fitaza B jest fosfatazą kwaśną, a już w 1995 roku Żyła i wsp. [1995a] wykazali, że dodatek fosfatazy kwaśnej (EC 3.1.3.2) do paszy kukurydziano-sojowej nie powodował istotnego zwiększenia ilości fosforu uwalnianego *in vitro* w stosunku do kontroli, jednak wprowadzenie tego enzymu wraz z fitazą A (EC 3.1.3.8 lub EC 3.1.3.26) powodowało istotne zwiększenie ilości uwalnianego fosforu,

zarówno w stosunku do kontroli, jak i do stosowanej pojedynczo fitazy A.

Natomiast w doświadczeniach *in vitro*, przedstawionych w niniejszej pracy, przeprowadzonych z wykorzystaniem paszy dla kur niosek obserwowano istotny wpływ zarówno dodatku różnych preparatów fitaz A, jak i fitazy B na ilość fosforu oraz *mio*-inozytolu uwalnianych do dializatu. Obserwowano wzrost ilości uwalnianego fosforu po wprowadzeniu fitazy B, jednak różnice pomiędzy obiema rodzajami wykorzystanych w badaniach pasz nie były istotne. We wspomnianej już pracy Żyły i wsp. [1995a] obserwowano natomiast istotnie mniejsze ilości fosforu uwalnianego *in vitro* z paszy kukurydziano-sojowej dla brojlerów zawierającej wyższy poziom wapnia (1,2% vs. 0,6%), dodatek fitazy A w dawkach 500 i 1000 FTU/kg powodował zwiększenie ilości uwalnianego fosforu do dializatu, jednak nie niwelował tych różnic pomiędzy paszami o różnej zawartości wapnia.

Fitazy A wykazywały zróżnicowaną zdolność do uwalniania fosforu z pasz wykorzystanych w badaniach *in vitro*, przy czym bardziej efektywna okazała się 3-fitaza A w stosunku do 6-fitazy A. Jest to o tyle zaskakujące, że wielu badaczy skłania się do stwierdzenia, że 6-fitazy A są skuteczniejsze w działaniu ze względu na większą stabilność i mniejszą podatność na proteolizę [Simon i Igbasan 2002, Onyango i wsp. 2005]. Otrzymane wyniki są zgodne z tymi otrzymanymi przez Żyłę i wsp. [2004], którzy wykazali, że 3-fitaza A zarówno stosowana pojedynczo, jak razem z fitazą B była efektywniejsza w defosforylacji paszy kukurydziano-sojowej trawionej *in vitro* niż 6-fitaza A.

Wykorzystanie mieszaniny fitaz A i fitazy B istotnie zwiększa defosforylację paszy, przy czym o ile w paszy o zawartości 2,8% wapnia nie występują różnice pomiędzy zastosowanymi preparatami fitaz A, to jednak w paszy o zawartości 3,6% wapnia istotnie więcej fosforu uwalnia 3-fitaza A. Ponadto w stosowanych pojedynczo fitazach A obserwowano więcej uwalnianego fosforu w paszy o niższej (2,8%) zawartości wapnia, a po wprowadzeniu mieszaniny fitazy A i B, więcej fosforu uwalniano z paszy o wyższej (3,6%) zawartości wapnia.

Natomiast na ilość *mio*-inozytolu uwalnianego do dializatu w badaniach *in vitro* wpływała zawartość wapnia w paszy oraz zastosowane preparaty fitaz. Wprowadzenie każdego z typu fitaz do paszy powodowało wzrost stężenia *mio*-inozytolu w dializacie. Nie

występowały jednak istotne różnice pomiędzy fitazami A i fitazą B, stosowanymi pojedynczo, na ilość uwolnionego *mio*-inozytolu. Natomiast wykorzystanie mieszaniny 6-fitazy A z fitazą B powodowało uwalnianie większej ilości *mio*-inozytolu z paszy o zawartości 3,6% wapnia niż mieszanina 3-fitazy A i fitazy B. Natomiast z paszy o zawartości 2,8% wapnia oba typy fitaz A działając wraz z fitazą B uwalniały więcej *mio*-inozytolu, lecz w tych warunkach istotnie większą efektywność wykazywała 3-fitaza A. Żyła i wsp. [2004] stwierdzili, że działanie fitazy B w paszy zawierającej dodatek fitazy A nie wpływa istotnie na poziom defosforylacji paszy, ale istotnie wpływa na generowanie fosforanów *mio*-inozytolu oraz samego *mio*-inozytolu. Najprawdopodobniej obserwowane zależności pomiędzy fosforem i *mio*-inozytolem były efektem przeprowadzania pełnej hydrolizy kwasu fitynowego przez kooperację wprowadzonych do paszy fitaz A i fitazy B. Jednak to dodatek fitazy B powodował wzrost ilości uwalnianego *mio*-inozytolu, stąd wniosek, że enzym ten umożliwia przeprowadzenie hydrolizy kwasu fitynowego do „końca” z uwolnieniem wszystkich grup fosforanowych i *mio*-inozytolu.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że fitaza B stosowana pojedynczo uwalnia fosforany z próbek paszy słabiej niż fitazy A. Wykazuje natomiast zbliżone zdolności uwalniania *mio*-inozytolu, jak fitazy A. Zastosowanie wspólne fitaz A i B znacznie zwiększało uwalnianie fosforanów oraz *mio*-inozytolu. Stosowanie fitaz A lub fitazy B pojedynczo zapewniało uwalnianie ponad 15% inozytolu całkowitego, co jest wartością zbliżoną do kontroli, natomiast zastosowanie obu tych enzymów jednocześnie (fitaza A + fitaza B) zapewniało uwalnianie około 30 % inozytolu całkowitego. Istotne jest, że 6-fitaza A działając wraz z fitazą B zapewniała większą biodostępność *mio*-inozytolu z paszy o zawartości wapnia 3,6%, niż 3-fitaza A, która jednak degradując fityniany wspólnie z fitazą B była wydajniejsza od 6-fitazy A działając w paszy o zawartości wapnia 2,8%. 3-fitaza A była również istotnie wydajniejsza od 6-fitazy A w uwalnianiu fosforu z paszy o zawartości 3,6% wapnia. Pomiedzy ilością fosforu, a *mio*-inozytolu uwalnianych z pasz przez fitazy obserwowano ścisły związek. Przy braku fitazy B współczynnik korelacji wynosił 65% dla paszy o zawartości wapnia 2,8% i 34% dla paszy zawierającej 3,6% wapnia. Natomiast w próbkach paszy, do których wprowadzono fitazę B współczynnik korelacji wynosił odpowiednio 82 i 76%. Uzyskane wyniki wskazują, że wykorzystanie

fitazy B może zapewnić wzrost biodostępności *mio*-inozytolu, jak również fosforanów.

Literatura

1. Barton-Wright E.C., *The microbiological assay of total and free inositol with Schizosaccharomyces pombe*. Analyst 1972, 97, 74-76.
2. Chen, Q.-C., Li, B. W., *Separation of phytic acid and other related inositol phosphates by high-performance ion chromatography and its applications*, Journal of Chromatography A 2003, 1018, 41-52.
3. Dvořáková, J., Kopecký, J., Havlíček, V., Křen, V., *Formation of myo-inositol phosphates by Aspergillus niger 3-phytase*, Folia Microbiologica 2000, 45(2), 128-132.
4. Fiske, C.H., Subbarow, Y., *The colorimetric determination of phosphorus*, Journal of Biology and Chemistry 1925, 66(2), 375-400.
5. Greiner, R., Konietzny, U., *Construction of bioreactor to produce special breakdown products of phytate*, Journal of Biotechnology 1996, 48, 153-159.
6. Norris, F. W., Darbre, A., *The microbiological assay of inositol with a strain of Schizosaccharomyces pombe*, Analyst 1956, 81, 394-400.
7. Onyango, E. M., Bedford, M. R., Adeola, O., *Phytase activity along the digestive tract of the broiler chick: a comparative study of an Escherichia coli - derived and Peniophora lycii phytase*, Canadian Journal of Animal Science 2005, 85, 61-68.
8. Simon, O., Igbasan, F., *In vitro properties of phytases from various microbial origins*, International Journal of Food Science and Technology 2002, 37, 813-822.
9. Żyła, K., *The role of acid phosphatase activity during enzymic dephosphorylation of phytates by Aspergillus niger phytase*, World Journal of Microbiology and Biotechnology 1993, 9, 117-119.
10. Żyła, K., Koreleski, J., *In-vitro and in-vivo dephosphorylation of rapeseed meal by means of phytate-degrading enzymes derived from Aspergillus niger*, Journal of the Science of Food and Agriculture 1993, 61, 1-6.
11. Żyła, K., Ledoux, D. R., Garcia, A., Veum, T. L., *An in vitro procedure for studying enzymic dephosphorylation of phytate in maize-soyabean feeds for turkey poults*, British Journal of Nutrition 1995a, 74, 3-17.
12. Żyła, K., Ledoux, D. R., Kujawski, M., Veum, T. L., *The efficacy of an enzymic cocktail and a fungal mycelium in dephosphorylating corn soybean meal-based feeds fed to growing turkeys*, Poultry Science 1996, 75, 381-387.
13. Żyła, K., Ledoux, D. R., Veum, T. L., *Complete enzymic dephosphorylation of corn-soybean meal feed under simulated intestinal conditions of the turkey*, Journal of Agriculture and Food Chemistry 1995b, 43(2), 288-294.
14. Żyła, K., Mika, M., Stodolak, B., Wikiera, A., Koreleski, J., Świątkiewicz, S., *Towards complete dephosphorylation and total conversion of phytates in poultry feeds*, Poultry Science 2004, 83, 1175-1186.

Abstract

Phytate-degrading enzymes used in animal nutrition, baking and brewing, do not carry out the hydrolysis reaction to the end. Full hydrolysis of phytic acid molecules would provide an additional amount of phosphate and free *myo*-inositol, which is thought to have properties similar to vitamins. This problem could be solved through usage of phytase B, which is able to degrade also the lower *myo*-inositol phosphates. There was examined, in the present study, whether phytase B can hydrolyze phytate, by investigating hydrolysis of a sample of phytic acid sodium salt with the addition of phytase B. For comparative purposes the hydrolysates of 3 - and 6-phytase A and the acid hydrolyzate were analyzed. Hydrolysates were separated using HPLC with after-column derivatization and UV detection. Phytase B hydrolyzed sodium phytate with much lower efficiency than phytase A,

but phytase A did not perform complete hydrolysis. The use of a mixture of both enzymes ensured complete hydrolysis - only phosphates were observed in digests. In order to assess the proportion of *myo*-inositol that may be released from plant component of corn-soybean feed for laying hens by phytase B, acting alone and together with phytase A, an *in vitro* experiment was carried out that simulated digestion in the gastrointestinal tract of birds. Phytase B released less phosphates from feed samples than phytase A alone, but had similar ability to release *myo*-inositol. The common use of phytases A and B significantly increased the release of phosphate and *myo*-inositol. Between the amounts of phosphorus and *myo*-inositol released from feed by phytase B a close relationship was observed. In the absence of phytase B correlation coefficients were 65% and 34% for feed containing 2.8 and 3.6% calcium, while in samples of feed supplemented with phytase B correlation coefficients were 82 and 76% respectively.

SŁODOWANIE OWSA DO PRODUKCJI PIW BEZGLUTENOWYCH

Paulina Pawłowska, Anna Diowks, Edyta Kordialik-Bogacka, Wojciech Ambroziak

*Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii,
e-mail: paulina.pawlow@gmail.com*

Streszczenie

Rynek żywności specjalnego przeznaczenia stale rośnie. Ważne miejsce wśród tego typu produktów zajmuje żywność bezglutenowa. Produktem zabronionym w diecie bezglutenowej jest między innymi piwo, produkowane tradycyjnie z jęczmienia. Choć większość białek, w tym również glutenowych, usuwanych jest w trakcie tradycyjnego procesu warzenia piwa, to za całkowicie bezpieczne można uznać jedynie piwo, które otrzymano z surowca naturalnie bezglutenowego.

Otrzymanie piwa możliwe jest z niemal każdej odmiany zboża. Wymaga to jednak doboru odpowiednich parametrów procesu technologicznego, uwzględniających charakterystykę surowca. Potencjalnym surowcem browarniczym jest owies, który dopiero zaczyna funkcjonować w świadomości celiaków jako zboże wolne od glutenu, gdyż przez długi czas klasyfikowany był pośród zbóż glutenowych.

Celem przeprowadzonych badań był dobór optymalnych warunków słodowania owsa dla celów browarniczych. Selekcja parametrów słodowania dotyczyła temperatury oraz metody moczenia ziarna, najkorzystniejszych dla jakości słodu otrzymanego z owsa. Najlepszymi parametrami charakteryzował się sład otrzymywany w temperaturze 14°C z wykorzystaniem następującego schematu moczenia: 4 godziny moczenia w wodzie, 3 godziny moczenia powietrznego i 2 godziny moczenia pod wodą. Po tak przeprowadzonym moczeniu ziarno poddawano kiełkowaniu w czasie 120 godzin. Słodowanie dla tegoż wariantu przeprowadzono dla odmian owsa: Sławko, Koneser i Szakal. Słody owsiane charakteryzowały się niższą niż w przypadku jęczmienia ekstraktywnością na poziomie 56-59%. Aktywność enzymatyczna słodu

z owsa była również niższa od słodów jęczmiennych. Liczba Kolbacha będąca miarą aktywności proteaz wyniosła 33-39%. Istotnym parametrem w przypadku owsa jest lepkość brzezki, mająca kluczowe znaczenie przy filtracji zacieru. Lepkość brzeczek owsianych była wyższa niż brzeczek jęczmiennych. Dla temperatury słodowania 14°C otrzymano najniższe wartości lepkości w granicach 1,75-1,88 mPa·s.

Słowa kluczowe: owies, piwo, żywność bezglutenowa

Wstęp

Celiakia jest chorobą polegającą na nietolerancji białek glutenowych, a dokładniej frakcji prolamin występujących w zbożach glutenowych: pszenicy (gliadyna), życie (sekalina) i jęczmieniu (hordeina). W wyniku spożywania zbóż glutenowych, u osób cierpiących na celiakię dochodzi do uszkodzenia błony śluzowej jelita cienkiego, zaniku kosmków jelitowych oraz upośledzenia wchłaniania składników z pożywienia [Lohi i wsp. 2007, Thalacker i wsp. 2007]. Choroba jest nieuleczalna, a jedyną możliwą formą terapii jest ścisłe przestrzeganie diety bezglutenowej przez całe życie [Čižková i wsp. 2005, Diowski 2006].

Wzrost zainteresowania produktami bezglutenowymi wynika przede wszystkim ze zwiększającej się liczby osób nietolerujących glutenu. Szacunkowo osoby cierpiące na celiakię stanowią ok. 1% populacji, a według najnowszych danych wielkość ta może być dwukrotnie wyższa [Niewinski 2008]. Jest to więc duża liczba potencjalnych konsumentów. Inną przyczyną wzrostu popytu na produkty bezglutenowe jest większa świadomość społeczeństwa w zakresie konieczności stosowania specjalnej diety przy tego typu schorzeniu.

Jednym z produktów, który powinien zostać wykluczony z diety bezglutenowej jest piwo, zwyczajowo otrzymywane z jęczmienia. Jak dotąd na rynku polskim nie pojawiły się piwa bezglutenowe. Pomimo, że prolaminy jęczmienia są w znacznym stopniu usuwane z piwa podczas standardowego procesu technologicznego, zwłaszcza w czasie filtracji zacieru oraz stabilizacji gotowego piwa [Čižková i wsp. 2005], to produktem bezpiecznym dla celiaków może być jedynie taki, który otrzymano z surowca bezglutenowego.

Piwo można otrzymać niemal z każdego zboża. Wymaga to jednak odpowiedniej modyfikacji technologii browarniczej, przy uwzględnieniu składu chemicznego ziarna oraz jego budowy [Kreisz i wsp. 2005]. Jednym ze zbóż mogących znaleźć zastosowanie jako surowiec do produkcji piwa bezglutenowego jest owies. Zboże to przez długi czas klasyfikowano jako zawierające gluten. Wciąż istnieje wiele sprzecznych

poglądów na temat bezpieczeństwa owsa w diecie bezglutenowej [Thompson 2001, Garsed i wsp. 2007]. Jednak liczne najnowsze badania kliniczne potwierdzają, że zboże to jest bardzo dobrze tolerowane przez większość osób cierpiących na celiakię [Janatuinen i wsp. 1995, Janatuinen i wsp. 2000, Janatuinen i wsp. 2002, Størsrud i wsp. 2003]. Przypadki występowania symptomów nietolerancji po spożyciu owsa wiążą się głównie z zanieczyszczeniami ziarna owsa zbożami glutenowymi. Przyczyną może być również alergia na białka owsiane lub gwałtownie zwiększona ilość błonnika pokarmowego dostarczanego z dietą bogatą w owies [Størsrud i wsp. 2003, Kanerva i wsp. 2006, Garsed i wsp. 2007].

W odniesieniu do produkcji piwa należy zwrócić uwagę na szczególny charakter owsa. Zboże to bogate jest w tłuszcz oraz białko [Gibiński 2008]. Wysoka zawartość tłuszczu może niekorzystnie wpływać na stabilność piany oraz gotowego produktu. Z kolei duża ilość białka występuje w ziarnie zawsze kosztem zmniejszonej ilości skrobi, która jest składnikiem szczególnie cennym dla piwowara. Ponadto wysoka zawartość białek może powodować wydłużenie czasu moczenia, wyższą wodochłonność ziarna, niską zawartość ekstraktu w brzeczce przy jednocześnie wysokim stężeniu związków azotowych. Owies bogaty jest również w związki polifenolowe [Gibiński 2008], które mogą nadawać produktowi gorzki posmak. Obfitość błonnika pokarmowego, reprezentowanego głównie przez β -glukan jest korzystna z punktu widzenia osób z celiakią, których dieta znacznie zubożona jest w włókno pokarmowe. Jednak β -glukan obecny w owsie z pewnością skutkować będzie otrzymaniem brzeczki mętnej o dużej lepkości [Hübner i wsp. 2009]. Wysoka lepkość wymusza będzie odpowiednią modyfikację filtracji zacieru natomiast mętny produkt będzie mniej atrakcyjny organoleptycznie dla konsumenta [Hübner i wsp. 2010]. Ponadto owies posiada znacznie niższą energię kiełkowania niż jęczmień. Słabsza jest również aktywność enzymów owsa. Poza tym ich optima temperaturowe, oraz pH nie są tak dobrze poznane jak dla jęczmienia.

Jęczmień wybrany jako materiał piwowarski, od stuleci udoskonalany jest w tym kierunku. Jednakże odpowiednia modyfikacja procesu technologicznego poprzez dobór odpowiednich warunków, pozwala uzyskać piwo z alternatywnych surowców spełniające kryterium żywności specjalnego przeznaczenia i znajdujące akceptację konsumenta.

Material badawczy

Badania przeprowadzono w ramach grantu N N312 359539 „Fermentowane napoje owsiane jako bezglutenowa alternatywa dla piwa”.

Do przeprowadzenia badań użyto owsa odmian: Sławko, Koneser, Krezus, Szakal pochodzących z Hodowli Roślin Strzelce (Grupa IHAR) zebranych w sezonach wegetacyjnych 2009 i 2010.

Metodyka

Owies każdej z odmian w ilości 300g poddawano dwukrotnemu myciu w 900 ml wody, a następnie słodowaniu według schematów zamieszczonych w Tabeli 1. Moczenie pod wodą wykonywano w zlewkach o pojemności 2l, zalewając ziarno 900 ml wody wodociągowej. Moczenie w powietrzu oraz kiełkowanie prowadzono na kiełkownikach umieszczonych w szafie termostaticznej (Rys. 1). Podczas moczenia ziarno przewietrzano w odstępach godzinnych. W czasie kiełkowania ziarno zraszano wodą i przewietrzano trzykrotnie w ciągu doby. Ilość dostarczanej wilgoci w ciągu jednego zraszania wynosiła ok. 40 ml na 300g ziarna.



Rysunek 1. Owies odmiany Krezus w czasie słodowania na kiełkownikach

Po procesie kiełkowania mokry sład suszono w czasie 14 godzin w temp. 50°C, a następnie w temp. 60°C w czasie 6 godzin.



Rysunek 2. Sład owsiany. Od lewej odmiany: Sławko, Koneser, Krezus

Tabela 1. Schemat słodowania dla poszczególnych wariantów temperaturowych

	18°C Odmiana: Sławko, Koneser, Krezus	10°C Odmiana: Sławko, Koneser, Krezus	14°C I Odmiana: Sławko, Koneser, Szakal	14°C II Odmiana: Sławko, Koneser, Szakal	14°C III Odmiana: Sławko, Koneser, Szakal
Moczenie w wodzie	4 godz.	4 godz.	4 godz.	5 godz.	4 godz.
Moczenie powietrzne	3 godz.	3 godz.	2 godz.	-	2 godz.
Moczenie w wodzie	3 godz.	3 godz.	3 godz.	-	3 godz.
Kielkowanie	5 dni	7 dni	5 dni	5 dni	4 dni

Analiza sładów i brzeczek owsianych

Przygotowanie brzeczek

Brzeczki sporządzone z otrzymanych sładów owsianych przygotowano wykorzystując metodę kongresową zgodną z PN-A-79083-6:1998.

Ekstraktywność

Zawartość ekstraktu w 100 g suchego sładzie oznaczono metodą refraktometryczną zgodnie z normą PN-A-79083-6:1998.

Lepkość

Lepkość brzeczki oznaczono zgodnie z normą PN-A-79083-7:1998. Do wykonywanych badań użyty został wiskozymetr Höpplera. Pomiar wykonano w temperaturach 20°C i 70°C.

Siła diastatyczna

Oznaczenie wykonywano według PN-A-79083-10:1998.

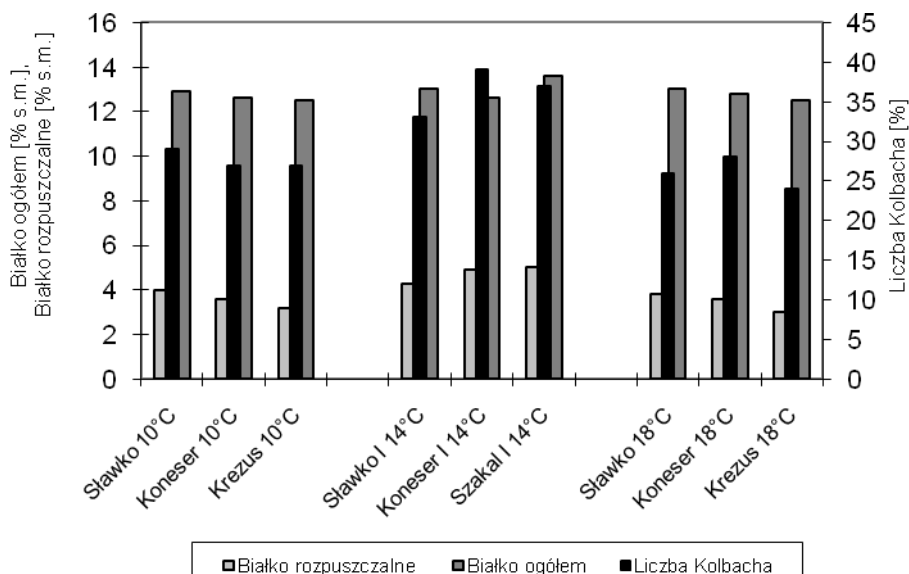
Białko ogólne, azot rozpuszczalny, Liczba Kolbacha

Zawartość białka ogólnego, azotu rozpuszczalnego i obliczenie liczby Kolbacha wykonano na podstawie PN-A-79083-9:1998. Do oznaczenia stosowano metodę Kjeldahla. Zasadą metody jest mineralizacja związków białkowych i oddestylowanie amoniaku powstałego z połączeń azotowych w białku. Do przeliczenia zawartości azotu na białko zastosowano przelicznik 6,25.

Wyniki i dyskusja

Pierwsze próby słodowania owsa przeprowadzono w temperaturach 10°C i 18°C. Zaproponowany schemat słodowania dla tych wariantów temperaturowych obejmował 4-godzinne moczenie pod wodą, 3-godzinne moczenie w powietrzu, a następnie 3-godzinne moczenie pod wodą i 5-dniowe kiełkowanie.

Odmiany owsa: Sławko, Koneser i Krezus wybrane zostały na podstawie najkorzystniejszego, z punktu widzenia przydatności do celów browarniczych, składu chemicznego ziarna. Zwrócono szczególną uwagę na niską zawartość białka i tłuszczu. Tłuszcz niekorzystnie wpływa na stabilność piany oraz trwałość i cechy organoleptyczne piwa. Natomiast podwyższona ilość białka w ziarnie może powodować nadmierną wodochłonność, wydłużać czas moczenia, powodować straty słodu, zmętnienia piwa, jak również obniżać zawartość ekstraktu. W przypadku słodu jęczmiennego poziom białka maleje o ok. 5% w stosunku do ziarna niesłodowanego. Pomimo selekcji odmian, zawartość białka ogólnego w słodzie była dość wysoka, na poziomie 12,5 – 13% (Rys. 3). Najwyższą wartość odnotowano dla odmiany Sławko. Mimo wysokiej zawartości białka ogólnego, tylko niewielka jego część przeszła do roztworu podczas zacierania metodą kongresową. Uzyskane wartości mieściły się jednak w granicach przyjętych za normatywne dla jęczmienia. Na podstawie stosunku azotu rozpuszczalnego do białka ogólnego obliczono Liczbę Kolbacha. Parametr ten jest miarą modyfikacji proteolitycznej słodu. Największą wartość liczby Kolbacha wykazano dla odmiany owsa Sławko sodowanej w temperaturze 10°C.



Rysunek 3. Białko ogółem, białko rozpuszczalne, liczba Kolbacha w słodach owsianych w zależności od temperatury słodowania (X_{sr} , $n=2$)

Kolejny wariant temperaturowy zawierał jednocześnie modyfikację czasu moczenia na powietrzu, w celu korekty wilgotności słodu. Moczenie powietrzne dla temperatury 14°C skrócono do 2 godzin. Dodatkowo odmianę Krezus, dla której uzyskano najmniej korzystne wyniki, zastąpiono odmianą owsa Szakal. Otrzymane dane wskazują, że słodowanie owsa w 14°C pozwala uzyskać słody owsiane o najlepszej jakości. Najniższą zawartością białka ogółem, wynoszącą 12,6%, przy wysokim stosunku białka rozpuszczalnego charakteryzowała się odmiana Koneser. Dla tej odmiany w 14°C uzyskano liczbę Kolbacha wynoszącą 39%. Wartość ta porównywalna jest z wymogami stawianymi tradycyjnym słodom jęczmiennym. Otrzymane w 10°C i 18°C słody charakteryzowały się bardzo niską ekstraktywnością (Tabela 2). Również w tym przypadku najwyższe wyniki uzyskano dla temperatury 14°C. Najwyższą ekstraktywnością charakteryzowała się odmiana Sławko, dla której wartość ta osiągnęła 58,9% s. m.

Tabela 2. Ekstraktywność sładów owsianych w zależności od temperatury słodowania. (X_{sr} , $n=2$)

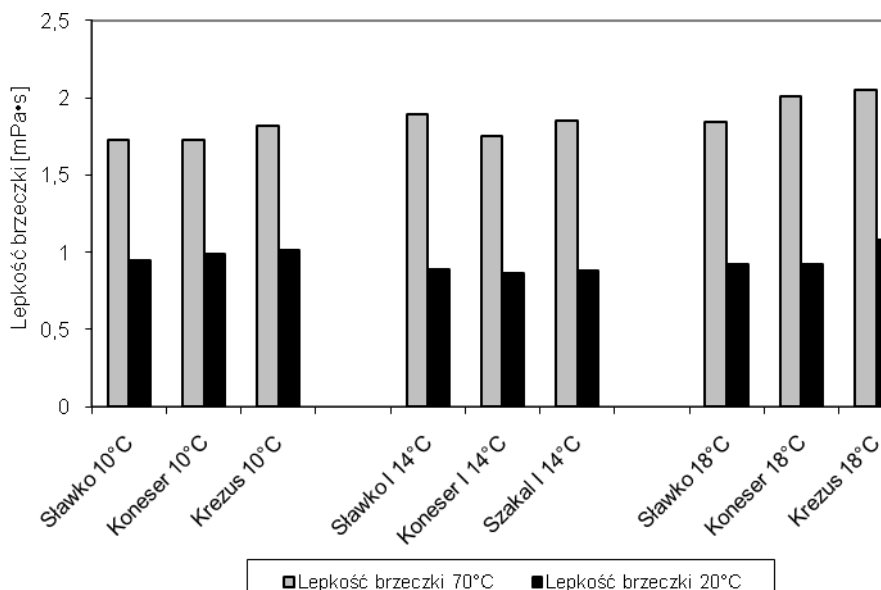
Odmiana	Ekstraktywność [% s. m.]		
	10°C	18°C	14°C I
Sławko	48,4	48,4	58,9
Koneser	46,4	51,1	56,1
Krezus	46,8	47,0	-
Szakał	-	-	57,7

Siła diastatyczna sładów otrzymanych z owsa jest znacznie niższa niż dla sładów jęczmiennych (Tabela 3). Najwyższą aktywność amylolityczną wykazywała odmiana Sławko. Temperatura 10°C pozwoliła na uzyskanie siły diastatycznej dla tej odmiany na poziomie 150,0 W-K. Wysoką wartość odnotowano także dla odmiany Szakał w temperaturze 14°C (124,9 W-K).

Tabela 3. Siła diastatyczna sładów owsianych w zależności od temperatury słodowania. (X_{sr} , $n=2$)

Odmiana	Siła diastatyczna [W-K]		
	10°C	18°C	14°C I
Sławko	150,0	138,3	101,0
Koneser	68,3	98,7	115,4
Krezus	46,3	91,9	-
Szakał	-	-	124,9

Szczególnie ważnym parametrem w odniesieniu do brzeczek owsianych jest lepkość. Wysoka zawartość β -glukanu w owsie może powodować trudności podczas filtracji zaciera. Obniżenie temperatury podczas procesu słodowania korzystnie wpłynęło na obniżenie lepkości brzeczek. Ponadto oznaczenie lepkości brzeczek wykonano dla temperatury 70°C, która odpowiada temperaturze, w której zakończony zostaje proces zacierania i zaciera kierowany jest do filtracji (Rys. 4).



Rysunek 4. Lepkość brzeczki w 20°C i 70°C w zależności od temperatury słodowania owsa ($X_{\text{sr.}}$, $n=2$)

Kolejnym etapem eksperymentu było zbadanie wpływu czasu moczenia oraz czasu kiełkowania na jakość uzyskanych sładów.

Tabela 4. Ekstraktywność sładów owsianych w zależności od czasu moczenia i kiełkowania ziarna. ($X_{\text{sr.}}$, $n=2$)

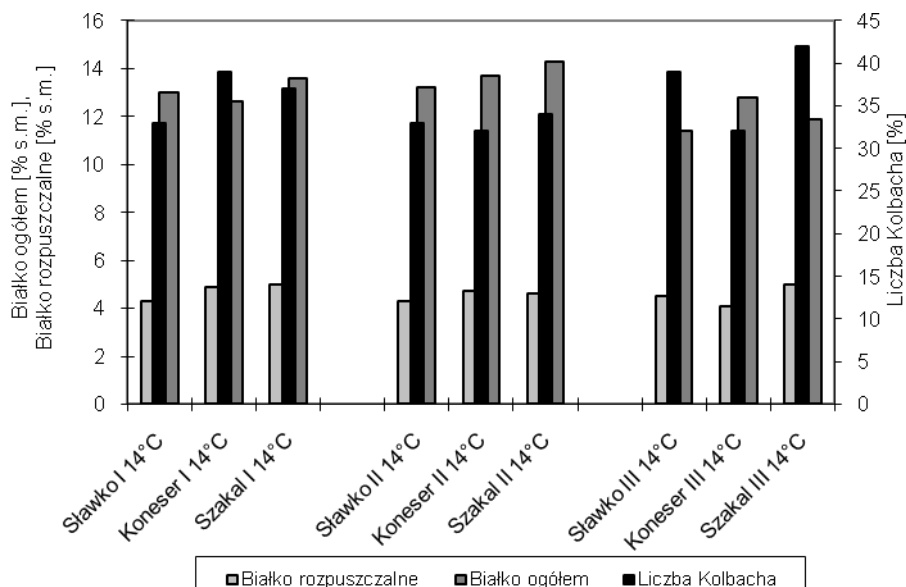
Odmiana	Ekstraktywność [% s. m.]		
	14°C I	14°C II	14°C III
Sławko	58,9	64,9	67,3
Koneser	56,1	61,2	63,5
Szakal	57,7	47,8	67,7

Warianty ze skróconym czasem moczenia oraz kiełkowania przeprowadzono w temperaturze 14°C, ze względu na najlepsze wyniki uzyskane dla tej temperatury we wcześniejszym doświadczeniu. Zarówno w przypadku wariantu II, jak i III uzyskano wyższe ekstraktywności sładów, przy jednak znacznym obniżeniu siły diastatycznej sładów (Tabela 4 i 5).

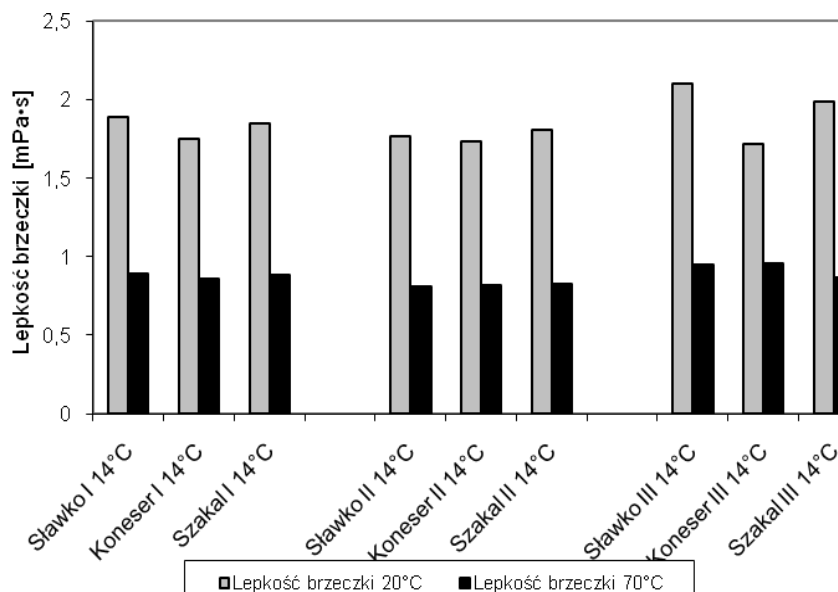
Tabela 5. Siła diastatyczna słodów owsianych w zależności od czasu moczenia i kiełkowania ziarna. ($X_{\text{sr.}}$, $n=2$)

Odmiana	Siła diastatyczna [W-K]		
	14°C I	14°C II	14°C III
Sławko	101,0	76,7	51,1
Koneser	115,4	101,4	56,5
Szakal	124,9	79,5	41,4

Skrócenie czasu moczenia do 5 godzin spowodowało obniżenie wartości liczby Kolbacha, przy jednocześnie niskiej lepkości brzezki (Rys. 5 i 6). Skrócenie czasu kiełkowania o dobę przy zachowaniu schematu moczenia jak dla wariantu I spowodowało podwyższenie lepkości zacieru oraz aktywności proteolitycznej siodu.



Rysunek 5. Białko ogółem, białko rozpuszczalne, liczba Kolbacha w słodach owsianych w zależności od czasu moczenia i kiełkowania ziarna ($X_{\text{sr.}}$, $n=2$)



Rysunek 6. Lepkość brzezek w 20°C i 70°C w słodach owsianych w zależności od czasu moczenia i kiełkowania ziarna (X_{sr} , $n=2$)

Z uzyskanych danych wynika, że najlepsze parametry jakościowe słodu można uzyskać dla odmiany Koneser w temperaturze 14°C przy zastosowaniu następującego schematu słodowania: 4 godziny moczenia pod wodą, 2 godziny moczenia powietrznego, 3 godziny pod wodą oraz 5 dni kiełkowania. Tak otrzymany sład charakteryzuje się niższą ekstraktywnością oraz aktywnością enzymów amylolitycznych w stosunku do sładów jęczmiennych. Nieznacznie wyższa zawartość ogólnego białka niż przewidziana normatywnie dla sładu browarnego, utrzymywała się na poziomie 12,6% s.m. Wartość liczby Kolbacha oraz azotu rozpuszczalnego spełniała wymogi stawiane sładom pilznieńskim klasy I. W optymalnych warunkach słodowania uzyskano relatywnie niską dla sładów z owsa lepkość brzezki wynoszącą 1,75mPa·s.

Tabela 6. Porównanie wybranych parametrów jakościowych dla sładów Pilzneńskich klasy I i II oraz otrzymanego słodu owsianego Koneser

Parametr	Sład		
	Pilzneński I	Pilzneński II	Owsiany (Koneser I)
Ekstraktywność [% s. m.]	>79,5	>78,5	56,1
Lepkość brzeczki laboratoryjnej [mPa·s]	1,67	-	1,75
Ogólna zawartość białka [% s.m.]	11,3	12,5	12,6
Zawartość azotu rozpuszczalnego [% s.m.]	630÷800	-	791
Liczba Kolbacha [%]	35÷45	-	39
Siła diastatyczna [W-K]	240	-	115

Podsumowanie

Celem przeprowadzonych badań było określenie optymalnych wartości czasu moczenia i kiełkowania oraz temperatury słodowania owsa. Wariant optymalny dla otrzymywania sładów owsianych to: 4-godzinne moczenia pod wodą, 2-godzinne moczenie powietrzne, 3-godzinne pod wodą oraz 5-dniowe kiełkowanie. Sład o jakości najbardziej zbliżonej do sładów jęczmiennych stosowanych w browarnictwie otrzymano z odmiany owsa Koneser. Odmiana ta charakteryzowała się najniższą zawartością białka ogólnego, wynoszącą 12,6% i jednocześnie wysokim poziomem białka rozpuszczalnego. Ponadto dla odmiany Koneser w 14°C uzyskano liczbę Kolbacha wynoszącą 39%. W tym przypadku uzyskano także najniższą lepkość brzeczki (1,75mPa·s), szczególnie istotną w odniesieniu do sładów owsianych bogatych w β -glukan.

Zastosowanie opracowanego schematu słodowania pozwala na uzyskanie parametrów słodu najbardziej zbliżonych do sładów jęczmiennych. Ponadto otrzymane wyniki pozwalają wnioskować o kierunku modyfikacji dalszych etapów procesu produkcji piwa z owsa.

Literatura

1. Čížková H., Dostálek P., Hochel I., Gabrovská D., Rysová J., *Beer – a nutritional support for coeliacs?*, 30 Kongres EBC, Praga, 2005, 941-946.
2. Diowski A., *Piwa bezglutenowe – oferta dla alergików, XI Szkoła Technologii Fermentacji*, 2006, 122-131.
3. Garsed K., Scott B.B., *Can oats be taken in a gluten-free diet? A systematic review*, Scandinavian Journal of Gastroenterology 2007, 42, 171-178.
4. Gibiński M., *β -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej*, Żywność, Nauka, Technologia, Jakość 2008, 2, 15-29
5. Hübner F., Arendt E.K., *Studies on the influence of germination conditions on protein breakdown in buckwheat and oats*, Journal of the Institute of Brewing Chemists 2010, 116, 3-13.
6. Hübner F., Schehl D., Thiele F., Arendt E.K., *Investigation of the Malting Behavior of Oats for Brewing Purposes*, Journal of the American Society of Brewing Chemists 2009, 67, 235-241.
7. Janatuinen E.K., Kempainen T.A., Julkunen R.J.K., Kosma V.-M., Mäki M., Heikkinen M., Uusitupa M.I.J., *No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease*, An International Journal of Gastroenterology and Hepatology 2002, 50, 332-335.
8. Janatuinen E.K., Kempainen T.A., Pikkarainen P.H., Holm K., Kosma V.-M., Uusitupa M.I.J., Mäki M., Julkunen R.J.K., *Lack of cellular and humoral immunological responses to oats in adults with coeliac disease*, An International Journal of Gastroenterology and Hepatology 2000, 46, 327-331.
9. Janatuinen E.K., Pikkarainen P.H., Kempainen T.A., Kosma V.-M., Järvinen R.M.K., Uusitupa M.I.J., Julkunen R.J.K., *A comparison of diets with and without oats in adults with celiac disease*, New England Journal of Medicine 1995, 333, 1033-1037.
10. Kanerva P.M., Sontag-Strohm T.S., Ryöppy P.H., Alho-Lehto P., Salovaara H.O., *Analysis of barley contamination in oats using R5 and ω -gliadin antibodies*, Journal of Cereal Science 2006, 44, 347-352.
11. Kreisz S., Zarnkow M., Keßler M., Burberg F., Krahl M., Back W., Kurz T., *Beer and innovative (functional) drinks based on malted cereals and pseudo-cereals*, 30 Kongres EBC, Praga 2005, 925-932.
12. Lohi S., Mustalahti K., Kaukinen K., Laurila K., Collin P., Lohi O., Bravi E., Gasparin M., Reunanen A., Mäki M., *Increasing prevalence of celiac disease over time*, Alimentary Pharmacology & Therapeutics 2007, 26(9), 1217-1225.
13. Niewinski M.M., *Advances in celiac disease and gluten-free diet*, Journal of the American Dietetic Association 2008, 108, 661-672.
14. PN-A-79083-10:1998 *Slód browarny. Metody badań – Oznaczenie siły diastatycznej siodu.*
15. PN-A-79083-6:1998 *Slód browarny. Metody badań – Oznaczenie zawartości ekstraktu, różnicy zawartości ekstraktów, czasu scukrzania, czasu splywu brzezki laboratoryjnej i klarowności.*
16. PN-A-79083-7:1998 *Slód browarny. Metody badań – Oznaczenie lepkości brzezki laboratoryjnej.*
17. PN-A-79083-9:1998 *Slód browarny. Metody badań – Oznaczenie zawartości bialka ogólnego, azotu rozpuszczalnego i obliczanie liczby Kolbacha.*
18. Størsrud S., Hulthen L.R., Lenner R.A., *Beneficial effects of oats in the gluten-free diet of adults with special reference to nutrient status, symptoms and subjective experiences*, British Journal of Nutrition 2003, 90, 101-107.
19. Størsrud S., Malmheden Yman I., Lenner R.A., *Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten*, European Food Research and Technology 2003, 217, 481-485.
20. Thalacker R., Bossendorfer G., Birkenstock B., *The gluten content of beer*, Brauwelt International 2007, 5, 322-328.

21. Thompson, T., *Case problem: questions regarding the acceptability of buckwheat, amaranth, quinoa, and oats from a patient with celiac disease*, Journal of the American Dietetic Association, 2001, 101, 586-587.

Badania przeprowadzono w ramach grantu N N312 359539 „Fermentowane napoje owsiane jako bezglutenowa alternatywa dla piwa”.

Abstract

Special purpose food market is still growing. Gluten-free foods take up a significant place among these kind of products. Beer, traditionally made from barley, is forbidden in gluten-free diet. Despite the fact that most proteins, including gluten, are removed during the brewing process, only beer obtained from the raw material naturally free from gluten can be considered as safe.

Almost every variety of grain can be used for beer production. However, it requires the selection of appropriate process parameters, taking into account the characteristics of the raw material. Oat is the potential raw materials for brewing. Previously it has been classified among the gluten containing cereals. Currently oats are treated as gluten-free grains.

The aim of the study was to select the optimum conditions for oat malting. Malting temperature and soaking mode were checked for the best quality of the obtained malt. The best malt parameters were obtained at 14 ° C using the following soaking scheme: 4 hours soaking in water, 3 hours of air soaking and 2 hours of soaking in water. After soaking the grain was exposed for 120 hours germination. Malting was carried out according to the mentioned method for following oat's varieties: Sławko, Koneser and Szakal. The extract content in oat malts accounted for 56-59% and was lower than in barley malt. The enzymatic activity of oat malts was also lower than the barley malt. Kolbach index, which is a measure of protease activity was 33-39%. In the case of oat malts the viscosity of the wort is an important parameter, as it has a large impact on mash filtration. Oats wort viscosity was higher than for barley worts. The lowest viscosity values were obtained for the malting temperature of 14°C, ranging from 1,75 to 1,88 mPa·s.

MOTYWY I BARIERY WDRAŻANIA SYSTEMU HACCP W PLACÓWKACH ZBIOROWEGO ŻYWIENIA

Jolanta Król, Edyta Trapska, Anna Litwińczuk

Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, e-mail: jolanta.krol@up.lublin.pl

Streszczenie

Bezpieczeństwo zdrowotne oraz jakość odżywcza uważane są za najważniejsze aspekty żywności. Kwestie te nabierają szczególnego znaczenia w odniesieniu do żywienia dzieci w szkołach i przedszkolach, gdyż stanowią one szczególnie wrażliwą grupę na wszelkie przejawy nieprawidłowego odżywiania. Optymalnym narzędziem zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności jest system HACCP. Od 1 stycznia 2006 roku wszystkie przedsiębiorstwa sektora spożywczego, w tym także placówki prowadzące zbiorowe żywienie mają obowiązek wdrożenia i utrzymania systemu HACCP.

Celem badań była ocena stanu wdrożenia systemu HACCP w wybranych placówkach zbiorowego żywienia oraz poznanie korzyści i zaistniałych problemów związanych z wdrażaniem tego systemu. Badania zostały przeprowadzone w 10 przedszkolach usytuowanych na terenie miasta Lublina. Wśród pracowników wybranych przedszkoli przeprowadzono badania ankietowe. Jako respondentów wybierano osoby, które z racji pełnionych funkcji posiadały największą wiedzę na temat realizacji procesu wdrażania systemu zapewniania jakości. Kwestionariusz ankietowy składał się z 12 pytań, które dotyczyły stopnia wdrożenia systemu HACCP, problemów napotykanich w trakcie realizacji procesu implementacji oraz korzyści wynikających z posiadania tego systemu. Dodatkowo ankietę uzupełniono pytaniami dotyczącymi odbywanych szkoleń oraz źródeł informacji o systemie HACCP. Wykazano, że aktualna sytuacja w zakresie wdrożenia zasad systemu HACCP w ocenianych placówkach jest zadowalająca. Wszystkie przedszkola były w trakcie wdrażania systemu, a u 1/3 z nich

ukończono już ten proces. Według respondentów podstawowymi trudnościami związanymi z wdrażaniem systemu HACCP są zbyt wysokie nakłady finansowe związane z koniecznością modernizacji placówek oraz obowiązkiem przeprowadzania szkoleń pracowników, jak również zbyt duża ilość dokumentacji. Korzyścią związaną z implementacją systemu HACCP, dla większości ankietowanych, było zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności.

Słowa kluczowe: system HACCP, placówki żywienia zbiorowego

Wstęp

Bezpieczeństwo zdrowotne oraz jakość odżywcza uważane są za najważniejsze aspekty żywności [Lisiecka-Biełanowicz i wsp. 2008]. Kwestie te nabierają szczególnego znaczenia w odniesieniu do żywienia dzieci w szkołach i przedszkolach, gdyż stanowią one szczególnie wrażliwą grupę na wszelkie przejawy nieprawidłowego odżywiania. Zdaniem Lorenc [2011] jadłospisy dla przedszkolaków w większości przypadków są poprawnie komponowane pod względem kalorycznym i proporcji składników, jednak często stosowane są produkty bardzo niskiej jakości. Wielu autorów wskazuje na dość dużą liczbę zatruc pokarmowych notowanych po spożyciu posiłków w placówkach zbiorowego żywienia, tj. stołówkach szkolnych, przedszkolach, placówkach opieki zdrowotnej [Kępińska 2006, Bolton i wsp. 2008]. Główną przyczyną zatruc pokarmowych jest niewłaściwa temperatura dań (ponad 40%) oraz stosowanie surowców nieodpowiedniej jakości (około 20% zatruc). Optymalnym narzędziem zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności jest stosowanie zasad Dobrej Praktyki Higienicznej (Good Hygienic Practice - GHP), Dobrej Praktyki Produkcyjnej (Good Manufacturing Practice - GMP) oraz systemu Analizy Zagrożeń i Krytycznych Punktów Kontroli (HACCP). Na potrzeby placówek żywienia zbiorowego opracowano także zasady Dobrej Praktyki Cateringowej (Good Catering Practice - GCP), których celem jest przygotowanie potraw o właściwej jakości zdrowotnej, całkowicie bezpiecznej dla zdrowia konsumenta [Kołozyn-Krajewska 2007, Jurek 2009]. Zgodnie z ustawodawstwem obowiązującym w UE, a zatem również w Polsce, wszyscy producenci żywności mają obowiązek stosowania zasad Dobrych Praktyk. Wynika to z Rozporządzenia (WE) Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych [Dz. U. L 139.319], a na poziomie krajowym z Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 r. [Dz. U. 2006.171.1225 z późn. zm.].

Od 1 stycznia 2006 roku wszystkie przedsiębiorstwa sektora spożywczego, w tym także placówki prowadzące zbiorowe żywienie mają obowiązek wdrożenia i utrzymania systemu HACCP. W wielu przedszkolach i szkołach, brakuje jednak odpowiednio przygotowanego merytorycznie personelu oraz warunków techniczno-organizacyjnych wymaganych przepisami prawa. Wdrażanie systemu HACCP w placówkach zbiorowego żywienia jest uwarunkowane specyfiką pracy w tym sektorze. Produkcję żywności w gastronomii charakteryzuje brak systematyczności działań, znaczna liczba produktów i półproduktów oraz procesów technologicznych. Osoby zatrudnione w kuchni często nie mają podstawowej wiedzy z zakresu higieny żywności, a także nie znają zasad systemu HACCP.

Celem badań była ocena stanu wdrożenia systemu HACCP w wybranych placówkach zbiorowego żywienia oraz poznanie motywów, jakimi kierują się wdrażający system i zaistniałych problemów podczas jego implementacji.

Zakres i metodyka badań

Badania zostały przeprowadzone na przełomie marca i kwietnia 2011 w 10 przedszkolach usytuowanych na terenie miasta Lublina. Jako respondentów wybierano osoby, które z racji pełnionych funkcji posiadają największą wiedzę na temat realizacji procesu wdrażania systemu zapewniania jakości. Dlatego też ankietę kierowano do referentów, dyrekcji i jej zastępców oraz pracowników kuchni i stołówek. W badaniu ankietowym wzięło udział 42 respondentów (tabela 1).

Tabela 1. Charakterystyka wybranych przedszkoli

Przedszkole	Liczba miejsc w placówce	Liczba pracowników (ankietowanych)
1	150	5
2	110	4
3	120	4
4	120	5
5	120	3
6	140	4
7	100	4
8	110	4
9	140	5
10	120	4

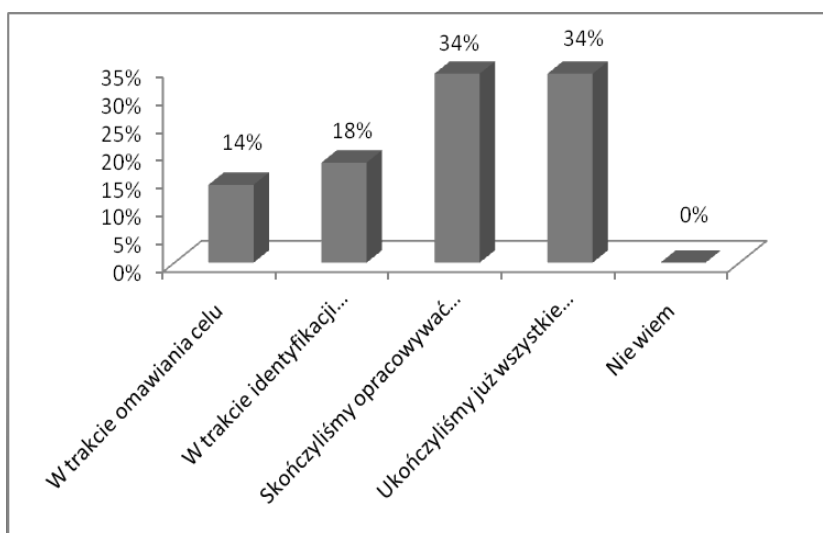
Źródło: opracowanie własne

Opracowano dwa rodzaje ankiet. Pierwsza z nich została skierowana do pracowników, a druga do kadry kierowniczej. Różniły się one pytaniami dotyczącymi korzystania z pomocy przy wdrażaniu systemu HACCP i wpływem na przebieg urzędowej kontroli. Kwestionariusz ankietowy w obu przypadkach składał się z 12 pytań. Dotyczyły one stopnia wdrożenia zasad GHP, GMP i systemu HACCP, problemów napotkanych w trakcie procesu implementacji systemu oraz korzyści wynikających z jego posiadania. Dodatkowo ankietę uzupełniono pytaniami dotyczącymi szkoleń oraz źródeł informacji o systemie HACCP. Większość pytań stanowiły pytania zamknięte. Wprowadzono również kilka pytań półzamkniętych, dających możliwość wpisania respondentowi własnej odpowiedzi.

Wyniki i dyskusja

Na pytanie dotyczące stopnia wdrożenia zasad GMP i GHP oraz systemu HACCP tylko ankietowani w 3 przedszkolach zadeklarowali zgodnie zakończenie procesu wdrożenia systemów. Znaczna większość przedszkoli (60%), pomimo obowiązku stosowania zasad GMP, GHP i systemu HACCP, była dopiero w trakcie ich wdrażania. W jednej placówce zanotowano wśród ankietowanych odmienne odpowiedzi na to pytanie. Kadra kierownicza uważała, że system został już wdrożony, a zdaniem pracowników był dopiero w trakcie implementacji. Warto zaznaczyć, że w grupie przedszkoli z wdrożonym systemem HACCP znalazły się placówki, które rozpoczęły proces implementacji systemu jeszcze przed 2006 r., tj. zanim nałożono obowiązek wdrażania systemu HACCP na wszystkich przedsiębiorców produkujących lub wprowadzających żywność do obrotu. W badaniach przeprowadzonych przez Borusiewicz i Sikorę [2007] w wybranym przedsiębiorstwie sektora fermentacyjnego, w odpowiedzi na pytanie dotyczące stopnia wdrożenia systemu HACCP, aż 100% respondentów odpowiedziało, że system jest w trakcie wdrażania. Lisiecka-Bielanowicz i wsp. [2008] określały stopień implementacji HACCP w szpitalnych blokach żywienia. Stwierdziły, że 13% ankietowanych placówek nie rozpoczęło jeszcze procesu wdrażania systemu HACCP, w pozostałych – system ten był w trakcie implementacji. Z kolei Tabor-Smardzewska przeprowadzając badania w latach 2006-2007 wśród 61 przedsiębiorstw przemysłu spożywczego wykazała, że 77% z nich wprowadziło już system HACCP, 11,5% było w trakcie wdrażania i tyle samo planowało implementację systemu.

Gdy zapytano respondentów o określenie dokładnego etapu realizacji zasad systemu HACCP odpowiedzi były bardzo różne (rys. 1). Najwięcej osób (34%) uważało, że ukończyli opracowywać księgę HACCP, tyle samo procent ankietowanych sądziło, że już wdrożyli wszystkie etapy systemu (odpowiedź ta jest zgodna z odpowiedzią na pytanie 1 i 2 z ankiet). W trakcie identyfikacji zagrożeń i krytycznych punktów kontroli były trzy przedszkola (18% respondentów), a w trakcie omawiania celu 2 placówki, co stanowiło 14% ankietowanych. Tylko pracownicy jednej placówki udzielili zgodnych odpowiedzi na to pytanie. Pozostali respondenci udzielali rozbieżnych informacji, co świadczy o ich niedostatecznej wiedzy na temat wdrażania systemu HACCP w miejscu pracy.



Rysunek 1. Szczegółowe etapy implementacji systemu HACCP w wybranych przedszkolach

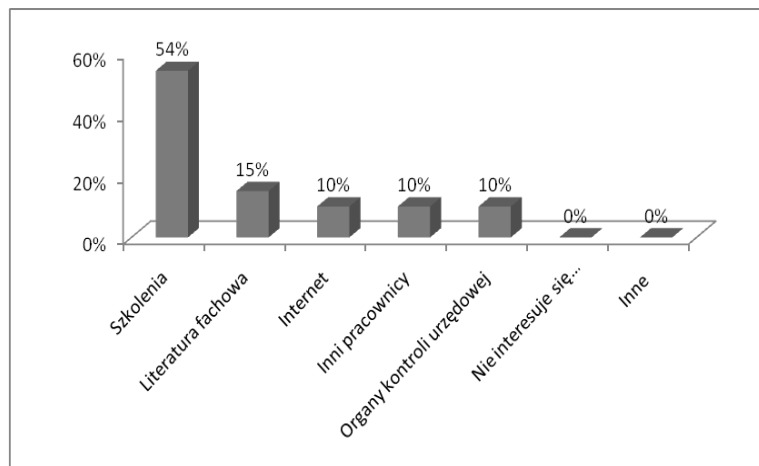
Źródło: opracowanie własne

Kolejne dwa pytania dotyczyły obowiązku wdrożenia Dobrej Praktyki Produkcyjnej, Dobrej Praktyki Higienicznej i systemu HACCP w placówkach zbiorowego żywienia. Wszyscy ankietowani zgodnie stwierdzi, że wprowadzenie zasad GMP/GHP jest obligatoryjne. Podobnie respondenci odpowiedzieli na pytanie odnośnie obowiązku wdrożenia systemu HACCP, tylko jeden ankietowany nie udzielił żadnej odpowiedzi na to pytanie. Pracownik ten był nowo zatrudnionym pomocnikiem kucharza, stąd też mogła wynikać jego niewiedza. Zdaniem Tabor-Smardzewskiej [2010] powszechna znajomość zasad GHP i GMP wśród pracowników wynika z prawnego obowiązku ich

wdrażania przez każdy zakład uczestniczący w produkcji i obrocie żywności. Przestrzeganie tych zasad było wymagane przez organa urzędowej kontroli żywności, jeszcze przed przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej.

Zdaniem Lisieckiej–Bielanowicz i wsp. [2008] wśród kierownictwa zaplecza gastronomicznego stan wiedzy dotyczącej wdrożenia systemu HACCP był mało zadowalający. Jeszcze gorzej przedstawiała się sytuacja wśród personelu odpowiedzialnego za czynności związane z przygotowaniem posiłków. Ponad 60% respondentów zadeklarowało niedostateczny poziom wiedzy w tym zakresie.

Na pytanie dotyczące źródeł informacji o systemie HACCP, największa grupa ankietowanych (54%) wskazywała na szkolenia, 15% na literaturę fachową, 11% na innych pracowników, a po 10% respondentów wskazało jako źródło swojej wiedzy internet i organy kontroli urzędowej (rys. 2).



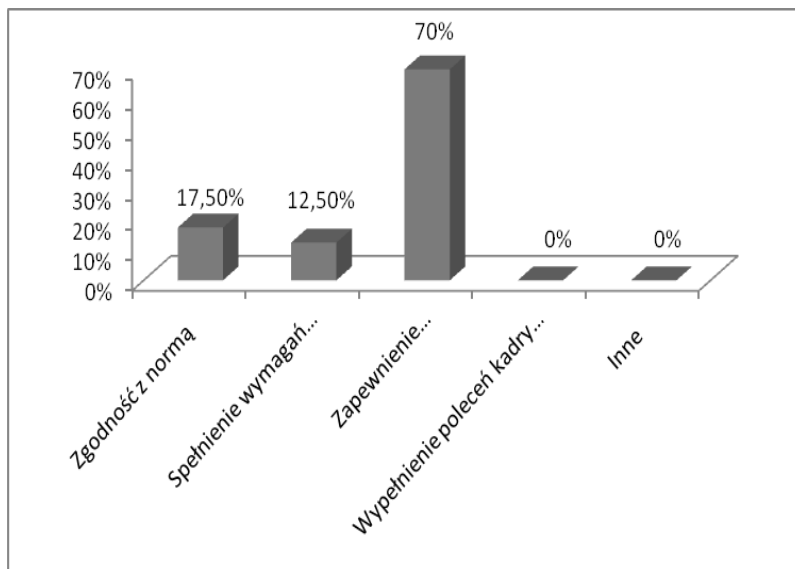
Rysunek 2. Źródła wiedzy pracowników na temat systemu HACCP

Źródło: opracowanie własne

Co ciekawe, tylko dyrekcja przedszkoli przyznała się do korzystania z literatury fachowej i internetu. Podobne wyniki uzyskano ankietując przedsiębiorstwa średniej wielkości, działające w sektorze fermentacyjnym [Borusiewicz i Sikora 2007]. Najwięcej wskazań (31,3%) dotyczyło szkoleń, 22,9% odpowiedzi wskazywało na innych pracowników, 18,7% na literaturę fachową, 16,7% na internet, 6,2% na pracowników innych firm, a zaledwie 4,2% wskazań dotyczyło organów kontroli urzędowej.

Jak wynika z przeprowadzonych badań, za najważniejszy cel implementacji systemu HACCP uznano zapewnienie bezpieczeństwa

zdrowotnego żywności (rys. 3). Takiej odpowiedzi udzieliło aż 70% respondentów. Na drugim miejscu znalazła się zgodność z normą (17,5%), na trzecim – spełnienie wymagań organów kontroli (12,5%). Żaden z respondentów nie zaznaczył odpowiedzi „wypełnienie poleceń dyrekcji”.



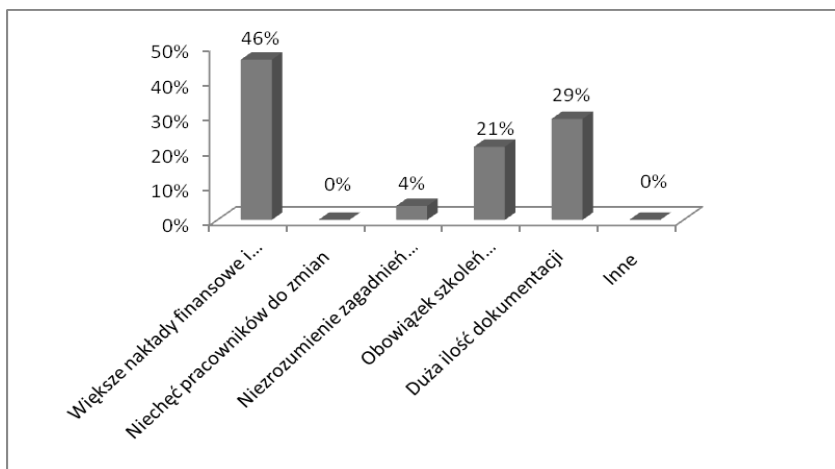
Rysunek 3. Najważniejsze cele przy wdrażaniu systemu HACCP

Źródło: opracowanie własne

Na pytanie „Jakie są największe korzyści wynikające z wdrożenia systemu HACCP w przedszkolach”, wszyscy ankietowani jednomyślnie wskazali zwiększenie bezpieczeństwa przygotowywanych posiłków. W przypadku żywienia szpitalnego ankietowani nie byli tak zgodni [Lisiecka-Biełanowicz i wsp. 2008]. Za najważniejsze uznali również zapewnienie bezpieczeństwa żywności (32%), ale także zwiększenie odpowiedzialności wśród pracowników za wykonywane czynności (21%), możliwość podjęcia działań zaradczych przed pojawieniem się problemu (17%), zdobycie wiedzy i podnoszenie świadomości personelu (17%) oraz usprawnienie organizacji działań w bloku żywienia (13%). Według Ścierskiego [2005], dla przedsiębiorstw sektora spożywczego główną korzyścią implementacji HACCP jest poprawa pozycji na rynku (29% ankietowanych) oraz obniżenie kosztów działań (26%). Poprawa jakości wyrobów, organizacji pracy czy też spełnienie wymagań klienta wymienione były przez pozostałą grupę respondentów (39%). Jak

podkreślają Trafiałek i Kołożyn-Krajewska [2008], nadrzędną korzyścią dla zakładów spożywczych jest niezaprzeczalny wzrost zysków.

Główną barierą związaną z implementacją systemu HACCP, dostrzeżoną przez ankietowanych, są zbyt wysokie nakłady finansowe związane między innymi z koniecznością modernizacji zakładu (46% ankietowanych). Znaczny odsetek badanych wskazał także na dużą ilość dokumentacji i obowiązek szkoleń (29% i 21% respondentów). Według 4% ankietowanych największym problemem przy wdrażaniu systemu HACCP jest niezrozumienie idei systemu HACCP i zagadnień z tym związanych (rys. 4).



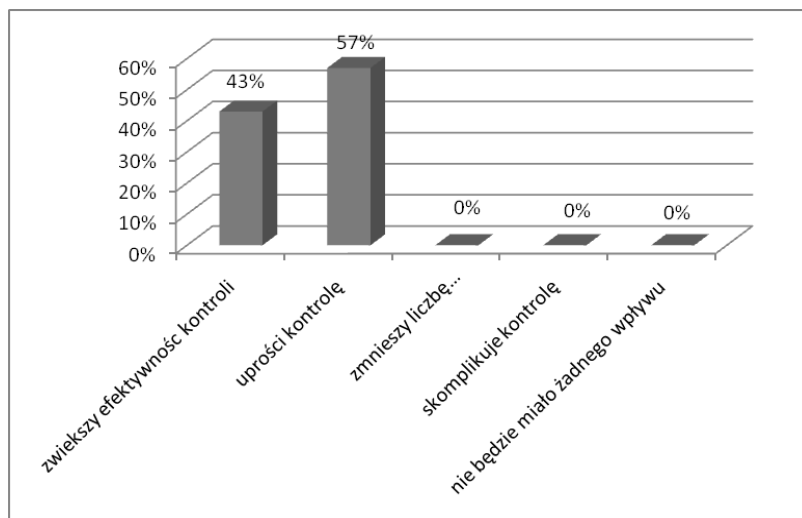
Rysunek 4. Trudności pojawiające się podczas wdrażania systemu HACCP

W badaniach Hadryjańskiej i Górnej [2008] najczęściej wskazywaną niedogodnością przez ankietowanych był wzrost biurokracji (68%) i zwiększone koszty jednostkowe (42%). Zdaniem Urbaniaka [2009] główną barierą jest nadmierna biurokracja dokumentów i zapisów. Wskazane negatywne skutki implementacji systemu HACCP wynikają zdaniem Trafiałek i Kołożyn-Krajewskiej [2005] z wymagań jakie zostały narzucone przedsiębiorstwom, m.in. obowiązek ustanowienia procedur i utrzymywania zapisów (np. rejestr temperatur w chłodniach czy rejestr dostawców). Wcześniej przedsiębiorstwa nie musiały dokumentować pewnych czynności i stąd po wdrożeniu systemu HACCP obserwuje się nagły wzrost biurokracji.

Według Bałkowiec [2008], duże nakłady finansowe, konieczność szkoleń i zmiany systemu myślenia wywołują u pracowników niechęć do zmian koniecznych przy wdrożeniu systemu HACCP.

Na pytanie dotyczące szkoleń pracowników, m. in. w dziedzinie higieny produkcji, 82% respondentów odpowiedziało, że szkolenia takie mają miejsce, natomiast 18% badanych stwierdziło, że nigdy nie uczestniczyli w żadnym szkoleniu. W podobnym badaniu na to samo pytanie twierdząco odpowiedziało 57% ankietowanych z sektora mleczarskiego [Hodryjańska i Górna 2008]. Szkolenia pracowników odgrywają bardzo istotną rolę zarówno w trakcie wdrażania, jak i funkcjonowania systemu HACCP. Mają one za zadanie przypomnieć pracownikom o zasadach obowiązujących w miejscu pracy np. wytycznych GMP/GHP, procedurach postępowania, a zarazem przyczyniają się do doskonalenia systemu. Największe trudności sprawia zmiana mentalności pracowników, ich przyzwyczajień, postępowania, dlatego też przeprowadza się coraz więcej szkoleń wewnętrznych [Kleniewski 2008]. Większość pracowników chętnie uczestniczy w tego rodzaju szkoleniach, gdyż rozumie ideę ciągłego doskonalenia. Poza tym zależy im aby jak najlepiej wykonywać powierzone zadania. Walkier i wsp. [2003], zauważyli powiązanie pomiędzy podejściem kierownictwa do kwestii szkoleń i poziomem wiedzy z zakresu higieny, a standardami panującymi w placówkach. Uczestnictwo pracowników placówek zbiorowego żywienia w szkoleniach z zakresu higieny, wpływa na podwyższenie poziomu higieny, a w konsekwencji na jakość przygotowywanych posiłków.

W pytaniu skierowanym do dyrekcji przedszkoli dotyczącym wpływu systemu HACCP na przebieg kontroli urzędowych, ankietowani w przeważającej większości (57%) stwierdzili, że wprowadzenie systemu uprości kontrole urzędowe. Zdaniem pozostałych (43%) wdrożenie systemu HACCP zwiększy efektywność kontroli. Inne odpowiedzi nie znalazły aprobaty wśród ankietowanych (rys. 5).



Rysunek 5. Wpływ systemu HACCP na przebieg kontroli urzędowych

Źródło: opracowanie własne

W badaniach przeprowadzonych przez Borusiewicz i Sikorę [2007], na tak postawione pytanie, ankietowani odpowiedzieli, że wprowadzenie systemu zwiększy przede wszystkim efektywność kontroli (40% respondentów) oraz uprości kontrole urzędowe (35%). Według 15% ankietowanych wdrożenie HACCP wpłynie na zmniejszenie liczby przeprowadzonych kontroli w zakładzie, natomiast pozostali pracownicy uznali, iż skomplikuje to kontrole lub nie będzie miało na nie wpływu.

Podsumowanie

Wykazano, że aktualna sytuacja w zakresie wdrożenia zasad systemu HACCP w ocenianych placówkach jest zadowalająca. Wszystkie przedszkola były w trakcie wdrażania systemu, a u 1/3 z nich ukończono już ten proces. Według respondentów, podstawowymi trudnościami związanymi z wdrażaniem systemu HACCP są zbyt wysokie nakłady finansowe związane z koniecznością modernizacji placówek oraz obowiązkiem przeprowadzania szkoleń pracowników, jak również zbyt duża ilość dokumentacji. Korzyścią związaną z implementacją systemu HACCP było, według większości ankietowanych, zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności.

Literatura

1. Bałkowiec K., *System bezpieczeństwa żywności - HACCP w praktyce*, Gospodarka mięsna 2008, 6, 8-9.
2. Bolton D. J., Meally A., Blair I. S., McDowell D. A., Cown C., *Food safety knowledge of head chefs and catering managers in Ireland*, Food Control 2008, 19, 291- 300.

3. Borusiewicz A., Sikora T., *Motywy i bariery wdrożenia systemu HACCP w opinii kadry wybranego przedsiębiorstwa*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 2007, 9 i 12, 28-30 i 38-40.
4. Hadryjańska B., Górna J., *System zarządzania jakością wg normy ISO 9001:2000 oraz system HACCP w przedsiębiorstwach mleczarskich na terenie Wielkopolski*, Przegląd Mleczarski 2008, 4, 4-10.
5. Jurek L., *HACCP w szkołach i przedszkolach. Przykładowa księga GMP/GHP*, Lexdruk, Rybnik 2009.
6. Kępińska M., *Analiza epidemiologiczna zatruc pokarmowych w Polsce w porównaniu z danymi z Unii Europejskiej*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2006, 2 (47), 382-388.
7. Kleniewski A., *Znaczenie, rola i zadania przedstawiciela kierownictwa*, Problemy Jakości 2008, 7, 29-32.
8. Kołożyn-Krajewska D., *Higiena produkcji żywności*, Wyd. SGGW, Warszawa 2007.
9. Liseicka-Bielanowicz M., Pietroń K., Lusawa A., *System HACCP w szpitalnych blokach żywienia - wyniki badań*, Problemy Jakości 2008, 7, 39-42.
10. Lorenc E., *Zdrowy Przedszkolak. Co jedzą w przedszkolu nasze dzieci*, Projekt Zdrowy przedszkolak - Kampania na rzecz naturalnej diety w przedszkolu, 2011.
11. Ścierański J., *Doskonalenie systemów zarządzania w małych firmach*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2005, 239-250.
12. Tabor-Smardzewska A., *Przesłanki wdrażania systemów jakości*, Problemy Jakości 2010, 5, 37-41.
13. Trafiałek J., Kołożyn-Krajewska D., *HACCP w małych i średnich przedsiębiorstwach spożywczych. Część I.*, Przemysł Spożywczy 2005, 2, 40-44.
14. Walkier E., Pitchard C., Forrsythe S., *Food handlers hygiene knowledge in small food businesses*, Food Control 2003, 17, 339-343.

Abstract

Health safety and nutritional quality are considered the most important aspects of food. These issues become particularly important in relation to feeding children at schools and kindergartens, who are a particularly vulnerable group of all manifestations of an inadequate nutrition. The optimal tool for ensuring a food safety is the HACCP system. All food companies, including the institutions providing collective feeding, are required to implement and maintain the HACCP system from 1st January 2006.

The aim of the study was to assess a state of the HACCP system implementation in selected collective feeding establishments as well as identify the benefits and problems arising with the implementation of this system. The study included 10 kindergartens located in Lublin city. Surveys were conducted among workers of selected kindergartens. As the respondents were selected persons who, because of fulfilling functions, had the biggest knowledge about the realization of quality assurance system implementation process. The questionnaire survey was comprised of 12 questions that concerning a degree of the HACCP system implementation, the problems arising during realization of implementation process and the benefits resulting from system possession. In addition, the questionnaire was completed with questions concerning the serving trainings as well as sources of information about the HACCP system. It was shown that the current situation regarding the HACCP system rules implementation in the evaluated institutions is satisfactory. All kindergartens were in the middle of the system implementation, and 33% of them have already completed this process. According to the respondents, the fundamental difficulties with the HACCP system implementation are too high financial outlay associating with a need of institutions modernization and the requirement to conduct staff training, as well as too much quantity of documentation. For the most respondents, a benefit associated with the implementation of the HACCP system was to ensure a food health safety.

PRODUKTY PROBIOTYCZNE – OCENA SPOŻYCIA WŚRÓD STUDENTÓW KRAKOWSKICH UCZELNI

Aleksandra Duda-Chodak, Tomasz Tarko, Paweł Satora, Michał Macura

*Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej,
Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
e-mail: a.duda-chodak@ur.krakow.pl*

Streszczenie

Celem badań było zbadanie spożycia produktów probiotycznych przez studentów uczelni krakowskich oraz ich preferencji i czynników decydujących o wyborze konkretnej marki i produktu.

W badaniu wykorzystano anonimowy kwestionariusz ankietowy, który wypełniło w sumie 150 osób (80 kobiet i 70 mężczyzn) w wieku 19-25 lat, będących studentami uczelni krakowskich. Blisko 41% respondentów stanowili studenci Akademii Górniczo-Hutniczej, 33% Uniwersytetu Rolniczego, 19% Uniwersytetu Jagiellońskiego, a 8% było studentami innych uczelni krakowskich. Aż 2/3 ankietowanych prawidłowo wskazało definicję probiotyków, a wśród pozostałych większość wybrała definicję najbardziej zbliżoną do poprawnej (15%).

Spożywanie probiotyków zadeklarowało blisko 78% respondentów (n = 116), w tym aż 69% regularne (kilka razy tygodniu lub częściej). Wśród osób nie spożywających probiotyków 62% stanowili mężczyźni. Probiotyki są kupowane przede wszystkim ze względu na ich smak i konsystencję (76% osób podało ten powód) oraz odczuwalny korzystny wpływ na zdrowie (60%). Natomiast przy wyborze konkretnego produktu (marki) decydują głównie smak i konsystencja (82%) oraz cena (43%) produktu. Spośród kiedykolwiek próbowanych produktów probiotycznych, respondenci najczęściej wybierali jogurty (93%), następnie kefir (60%) i kiszonki (60%). W obrębie mlecznych produktów probiotycznych największą popularnością cieszyły się jogurty (49%) oraz jogurty pitne (22%). Zdecydowana większość badanych studentów woli produkty z owocami (56%) niż te o smaku naturalnym lub produkty smakowe/słodzone. Jako produkty ulubione najczęściej

wymieniano jogurty (77%), w tym głównie trzy najpopularniejsze marki: Danone (23%), Jogobella (16%) i Bakoma (15%). Spoza grupy jogurtów najpopularniejsze okazały się kefir (10%), ze znaczącą przewagą nad innymi kefiru wyprodukowanego przez OSM Krasnystaw, który stanowił aż 40% wskazań w tej kategorii produktów. Dużą popularnością cieszyły się także produkty innych polskich firm.

Słowa kluczowe: badania ankietowe, probiotyki, spożycie, studenci

Wstęp

Świadomość konsumentów w zakresie prawidłowego odżywiania się rośnie i coraz częściej wymagają oni od żywności znacznie większych korzyści niż tylko zaspokojenia głodu. Żywność funkcjonalna to ta, która poza dostarczeniem porcji energii oraz składników odżywczych wywiera również pozytywny efekt zdrowotny na spożywającego. Dany produkt, zanim uzyska status funkcjonalnego musi wykazać w badaniach naukowych konkretne pozytywne działanie na organizm ludzki oraz nie wykazywać działań niepożądanych. Początki żywności funkcjonalnej sięgają 1991 roku, kiedy to w Japonii po raz pierwszy przyznano oficjalnie status żywności funkcjonalnej (FOSHU) [Steinkraus 2004]. Od samego początku znaczący odsetek produktów funkcjonalnych stanowiły probiotyczne jogurty i mleko [Lin 2003]. Wg Stanton i wsp. [2001] w 1997 roku te właśnie produkty stanowiły aż 65% rynku Europejskiego.

W odniesieniu do żywności probiotycznej, najważniejszym kryterium jest zawartość żywych komórek w gramie lub mililitrze produktu. Minimalna niezbędna do wywołania efektu liczba bakterii jest trudna do ustalenia, ponieważ osiągnąć efekt zależny jest od szczepu bakterii, ich nośnika, a także czasu przyjmowania produktu. Ogólnie przyjęto, że przy optymalnym czasie spożycia danego produktu minimalna dawka terapeutyczna wynosi 10^5 żywych komórek na gram produktu, jednak japońskie stowarzyszenie (FmaLABBA), przyjęło standard dla żywności probiotycznej wymagający minimum 10^7 bakterii/ml produktu [Stanton i wsp. 2001].

Ogólnie na świecie żywność funkcjonalna zdążyła już uzyskać stabilny status. W Europie i Japonii rynek ten jest już ustabilizowany, a w Stanach Zjednoczonych wciąż zyskuje na znaczeniu. W Polsce fermentowane produkty mleczne oraz roślinne należą nieraz do tradycyjnych wyrobów i ostatnimi czasy zyskują nawet status wyrobów regionalnych. Przykładem takich produktów mogą być ogórki kwaszone, kapusta kwaszona z okolic Charsznicy czy mleko zsiadłe, tradycyjnie spożywane od pokoleń w całej Polsce, w szczególności zaś w obecnym

województwie warmińsko-mazurskim [informacje Ministerstwa RiRW]. Na półkach sklepowych można spotkać wiele produktów probiotycznych, począwszy od naturalnych jogurtów, kefirów czy maślanek oraz szeroki asortyment produktów słodzonych, aromatyzowanych i zawierających kawałki owoców, przez sery, kiszonki, specjalistyczne produkty probiotyczne (np. Actimel), kończąc na dokładnie projektowanych preparatach farmaceutycznych [Stanton i wsp. 2001, Babicz-Zielińska i Zabrocki 2007].

Liczne badania dokumentują korzystny wpływ produktów probiotycznych na zdrowie człowieka i zwierząt. Probiotyki są stosowane m.in. w leczeniu wspomagającym w alergiach, wzmacnianiu odporności, osłabianiu skutków nietolerancji laktozy, zapobieganiu lub leczeniu biegunek o różnej genezie, zapobieganiu nowotworom [Isolauri i wsp. 2001, Zhao 2004, Golin i Gorbach 2008, Ng i wsp. 2009, Nowak i wsp. 2010a, Nowak i wsp. 2010b].

Probiotyki nie są nowym produktem na rynku polskim, jednak ta koncepcja jest stosunkowo świeża w świadomości konsumenta. Dlatego też wiedza na ich temat często jest płytka i niedokładna.

Celem badań było zbadanie spożycia produktów probiotycznych przez studentów uczelni krakowskich oraz ich preferencji i czynników decydujących o wyborze konkretnej marki i produktu.

Material i metody

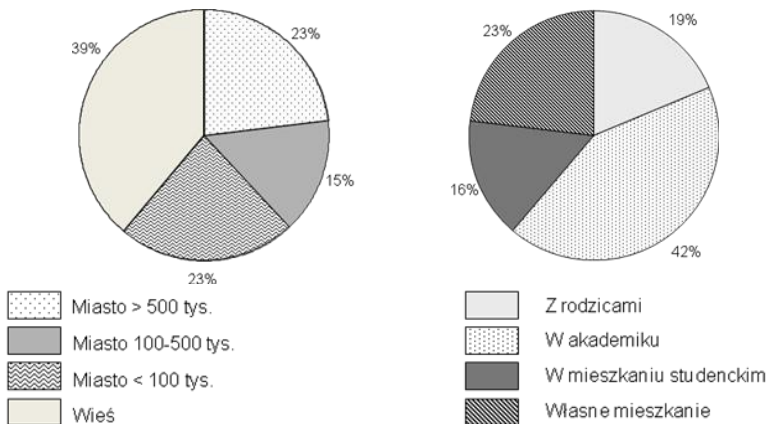
W badaniu wykorzystano kwestionariusz opracowany na Wydziale Technologii Żywności Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, w Katedrze Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej. Ankietę przeprowadzono w miesiącach marzec-maj 2010 r. Pierwsza część obejmowała informacje ogólne na temat respondenta (płeć, miejsce zamieszkania, uczelnia), następne pytania miały na celu sprawdzenie i weryfikację wiedzy osoby badanej na temat produktów probiotycznych oraz prowadzony tryb życia i sposób odżywiania. Ponieważ blisko 78% respondentów zadeklarowało spożywanie produktów probiotycznych, dlatego wśród tych osób kontynuowano badanie, pytając o częstość i preferencje dotyczące spożycia różnych probiotyków, a także o ocenę poszczególnych grup produktów probiotycznych. Wypełnienie formularza było dobrowolne i anonimowe.

Wyniki i dyskusja

Charakterystyka grupy respondentów

Badaniem ankietowym objęto w sumie 150 osób (80 kobiet i 70 mężczyzn) w wieku 19-25 lat, będących studentami uczelni krakowskich. Blisko 41% respondentów stanowili studenci Akademii Górniczo-Hutniczej (AGH), 33% Uniwersytetu Rolniczego (UR), 19% Uniwersytetu Jagiellońskiego (UJ), a 8% było studentami innych uczelni krakowskich.

Wśród respondentów przeważały osoby pochodzące ze wsi (39%) oraz małych miejscowości (24%), zaledwie 23% respondentów pochodziło z miast pow. 500 tysięcy mieszkańców (Rys. 1). Znakomita większość badanych (81%) zadeklarowała samodzielne mieszkanie w akademikach, mieszkaniach studenckich oraz własnych lub wynajmowanych samodzielnie mieszkaniach. Tylko około 19% ciągle przebywa na bezpośrednim utrzymaniu rodziców (Rys. 1), a zatem ich sposób odżywiania może być zdeterminowany przez osoby trzecie.



Rysunek 1. Charakterystyka grupy respondentów pod względem miejsca zamieszkania (n = 150)

Zgodnie z uzyskanymi odpowiedziami 73% badanej populacji ma prawidłową masę ciała (na podstawie wskaźnika BMI), 47% aktywnie dba o swoją kondycję i zdrowie (przestrzeganie diety, regularny wysiłek fizyczny), a 6% stosuje dietę wegetariańską.

Interesujące, że zaledwie 28% studentów wskazało, że kierunek ich studiów obejmuje wiedzę na temat zdrowego odżywiania i probiotyków. Jest to dość niski wskaźnik zważywszy na duży udział studentów Uniwersytetów Rolniczego (m.in. Wydział Technologii Żywności) i

Jagiellońskiego (różne wydziały, również o profilu przyrodniczym czy medycznym). Aż 72% respondentów podało, że zdobywa wiedzę na ten probiotyków we własnym zakresie. Jednocześnie 2/3 ankietowanych wybrało prawidłową definicję probiotyków, a wśród pozostałych większość wskazywała na definicję najbardziej zbliżoną do poprawnej (15%). Świadczyłyby to o dość dobrej znajomości pojęcia probiotyków przez studentów, jednakże dokładniejsze pytania wykazały, że w kilku kwestiach wiedza ta jest mocno ograniczona, a czasami błędna. Na przykład, soki owocowe i warzywne zostały wskazane, jako grupa produktów, z których wszystkie (36% ankietowanych) bądź niektóre (41% ankietowanych) należą do probiotyków. Wynik ten można tłumaczyć potoczną opinią oraz intensywnym marketingiem promującym prozdrowotne właściwości soków. Jednak w tym wypadku „zdrowy” nie jest tożsamy z „probiotyczny”, na co wielu badanych nie zwróciło uwagi. Podobnie, pieczywo pełnoziarniste oraz produkty sojowe, uzyskały spory odsetek wskazań, jako te grupy, w których wszystkie lub niektóre produkty są probiotyczne. Z kolei kiszonki, spożywane w Polsce od pokoleń i będące jednocześnie produktami, którym przypisuje się wiele korzystnych efektów, aż przez 35% ankietowanych zostały określone jako grupa produktów, wśród których nie znajdują się żadne produkty probiotyczne. Kolejna grupa produktów, co do której podano dość wysoki odsetek błędnych odpowiedzi, to sery twarogowe, żółte i pleśniowe oraz desery mleczne. Respondenci najczęściej stwierdzali, że w tej grupie albo wszystkie produkty, albo żadne z nich nie należą do probiotycznych. Przytoczone odpowiedzi wyraźnie wskazują na konieczność lepszej edukacji w tym zakresie.

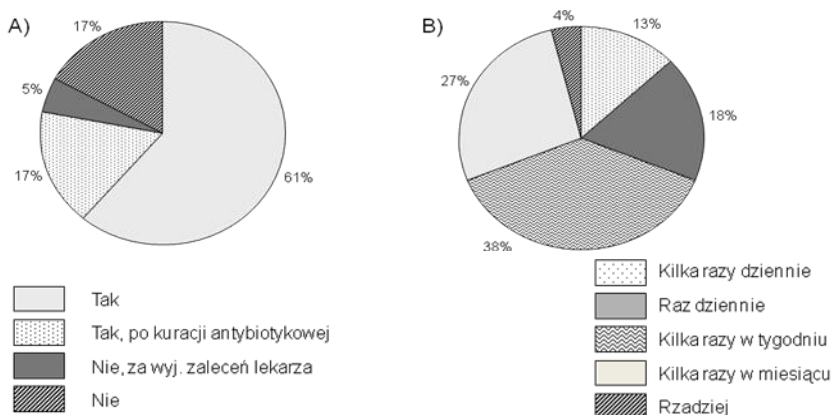
Przeprowadzone badanie ankietowe nie wykazało znaczących różnic w poziomie wiedzy na temat produktów probiotycznych w zależności od badanej grupy. Wykazano jedynie, że kobiety uzyskały lepszy wynik niż mężczyźni – 73% kobiet badanych wskazywało poprawną odpowiedź, podczas gdy w przypadku mężczyzn odsetek ten wynosił 60%. Również uczelnia, na którą uczęszczają ankietowani, nie miała większego wpływu na wynik, jedynie studenci deklarujący pozyskiwanie tej wiedzy w toku nauczania wykazali się nieznacznie lepszym poziomem wiedzy.

Ocena spożycia probiotyków wśród respondentów

Blisko 78% (n = 116) spośród badanych zadeklarowało spożywanie probiotyków, w tym 17% wyłącznie jako terapię osłonową podczas kuracji antybiotykowej (Rys. 2A). Pozostali respondenci nie spożywali produktów probiotycznych wcale lub tylko na wyraźne zalecenie lekarza. Najważniejszymi powodami takiej decyzji były brak zadowolenia z

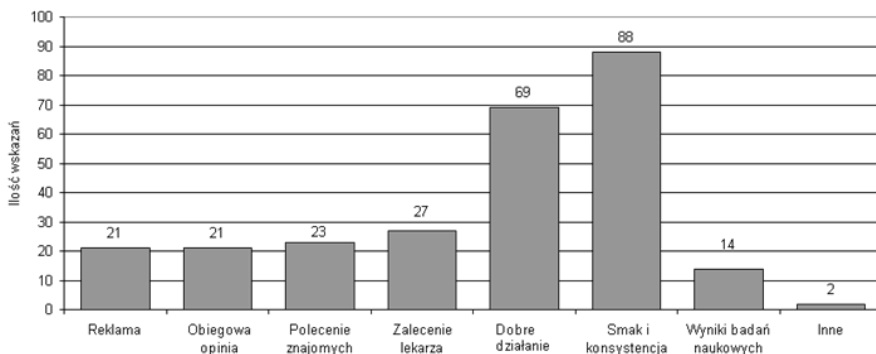
efektów stosowania (17%), brak wiary w działanie produktu (14%), brak zaufania do takich produktów (10%) oraz uczulenie na produkty mleczne (10%).

Na podstawie rozkładu częstotliwości spożywania produktów probiotycznych przez ankietowanych (Rys. 2B) można wnioskować, że są to produkty popularne wśród studentów. Aż 69% badanych zadeklarowało regularne spożywanie produktów probiotycznych (kilka razy tygodniu lub częściej). Do grupy tej należało 48% mężczyzn i 46% kobiet spośród osób deklarujących spożywanie probiotyków. Wyniki były więc porównywalne dla obu płci. Jednak to mężczyźni stanowili 62% osób, które zadeklarowały, że w ogóle nie spożywają produktów probiotycznych.



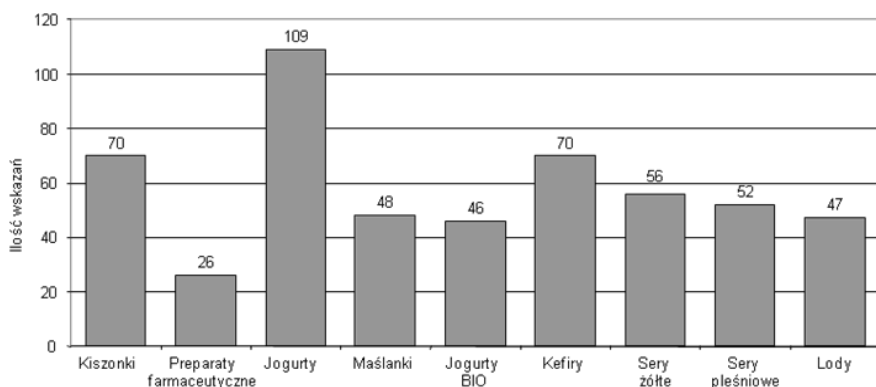
Rysunek 2. Spożycie produktów probiotycznych w badanej populacji, (dla A n = 150, dla B n = 116)

Osoby deklarujące spożywanie produktów probiotycznych (116 osób) poproszono o wskazanie czynników (wielokrotny wybór), które skłoniły ich do korzystania z probiotyków. Decydujące okazały się być w tym względzie ich atrakcyjny smak (88 wskazań na 265 wszystkich) oraz dobrze oceniane działanie prozdrowotne produktu (69 wskazań) (Rys. 3). Znacznie mniejsze znaczenie miały polecenie znajomych lub lekarza, obiegowa lub naukowa opinia czy też reklama.



Rysunek 3. Czynniki decydujące o spożyciu produktów probiotycznych (n = 116, słupki przedstawiają ilość wskazań, wielokrotny wybór)

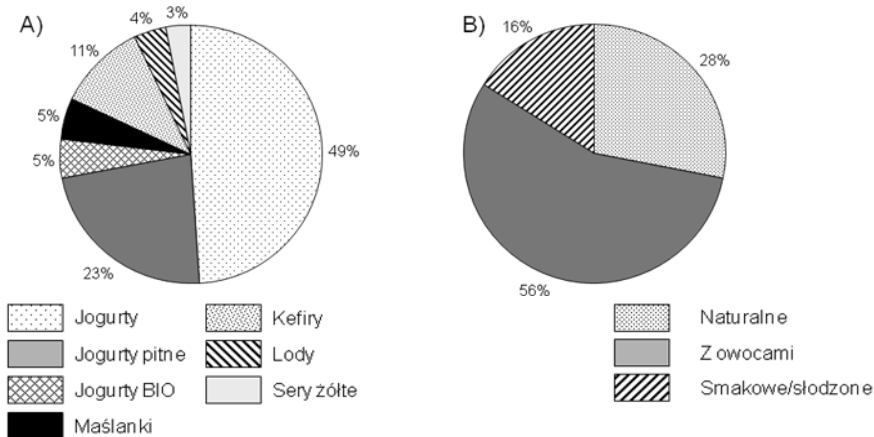
Respondenci mieli także zaznaczyć (wybór wielokrotny) wszystkie grupy produktów probiotycznych, jakie kiedykolwiek można było spotkać w ich diecie (Rys. 4). Niezaprzeczalnym triumfotorem tego zestawienia okazały się wszystkie jogurty (109 wskazań na 523 wszystkich), następnie kefir i kiszonki (po 70 wskazań). Wśród pozostałych grup nie zaobserwowano większych różnic jedynie preparaty farmaceutyczne cechowały się znacznie mniejszą popularnością (26 wskazań). Prawdopodobnie wynikało to z faktu, że nie są one produktem spożywczym dostępnym w sklepach, a ich spożywanie kojarzone jest zwykle z kuracją antybiotykową.



Rysunek 4. Produkty probiotyczne spożywane przez krakowskich studentów (n = 116, słupki przedstawiają ilość wskazań, wielokrotny wybór)

Kolejne pytania dotyczyły preferencji ankietowanych w stosunku do produktów mlecznych, jako najbardziej zróżnicowanej na rynku grupy produktów probiotycznych. W obrębie tej grupy największą popularnością cieszyły się jogurty tradycyjne (49%) oraz jogurty pitne (22%), a spośród pozostałych grup wyróżniały się jedynie kefir (11%) (Rys. 5A). Zdecydowana większość badanych studentów preferowała produkty z owocami (56%), natomiast mleczne produkty o smaku naturalnym cieszyły się większą popularnością niż produkty smakowe/słodzone (odpowiednio 28% i 16%) (Rys. 5B).

W kolejnym pytaniu ankiety poproszono, aby respondenci wskazali w każdej kategorii produktów mlecznych konkretne przykłady tych, których kiedykolwiek próbowali (wielokrotny wybór). Wyróżniono 4 kategorie: jogurty, kefir, sery oraz maślanki. W kategorii jogurtów studenci najczęściej wybierali produkty znanych marek, takich jak Zott Jogobella, Danone, Bakoma, Activia czy Actimel (Tab. 1).



Rysunek 5. Preferowane przez respondentów mleczne produkty probiotyczne (n = 116)

Zdecydowanym faworytem okazały się jogurty Jogobella (91% ankietowanych, którzy deklarowali spożywanie produktów probiotycznych zaznaczyło tę markę). Należy jednak podkreślić fakt, że respondenci nie potrafili sprecyzować, który konkretnie jogurt tej marki pili (np. Jogobella Drink, Do picia, Extra duże kawałki owoców, Owocowa wyspa). Pamiętali jedynie nazwę Jogobella. Dlatego też tym terminem objęto różne rodzaje produktów Jogobella firmy Zott, co z pewnością rzutowało na wysoki wynik. W większości pozostałych przypadków, w obrębie jednej marki można było znaleźć konkretne produkty zarówno takie, które cieszyły się większym powodzeniem, jak i takie, które wyraźnie były mniej popularne od pozostałych. Wśród

produktów marki Bakoma, najczęściej wskazywano produkt o nazwie handlowej "Bakoma 7 Zbóż" (72% ankietowanych), najrzadziej zaś "Bakoma kremowy" (24%). W przypadku marki Danone prym wiodły "Danone pitny (68%)" oraz "Danone naturalny" (60%), zaś najmniej popularny okazał się "Danone Ale! Owoc" (21%). Produkty Activia cieszyły się wśród respondentów umiarkowanie wysokim zainteresowaniem (~40%), choć produkt "Activia mix" wyraźnie odstawał i odniósł słabszy wynik (25%). Wśród jogurtów pitnych Milko (SM Mlepol z Grajewa) oraz Actimel (produkowany przez Danone) wyraźnie większym zainteresowaniem cieszyły się produkty smakowe/owocowe niż naturalne.

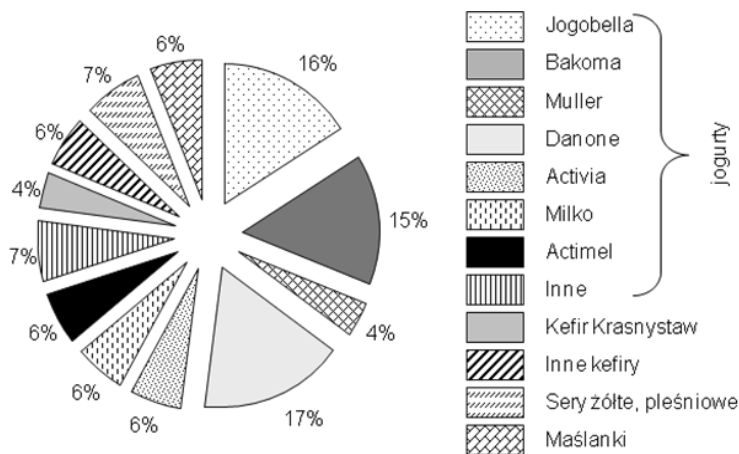
Tabela 1. Odsetek respondentów, którzy kiedykolwiek próbowali produktów danej marki lub firmy (n = 116, wielokrotny wybór)

JOGURTY		KEFIRY	
Jogobella	91%	OSM Sanok	14%
Finezja	28%	Milko	10%
Bakoma Kremowy	24%	Bakoma	47%
Bakoma Polskie Smaki	46%	Hej!	13%
Bakoma 7 zbóż	72%	Miechów	8%
Bakoma Premium	44%	Danone	36%
Bakoma Pitny	47%	Krasnystaw	53%
Bakoma Naturalny	42%	Inne	5%
Müller	38%	SERY	
Magda	8%	Cheddar	34%
Gracja	12%	Talaga	5%
Probiotic	4%	Ras	3%
Danone Pitny	68%	Pleśniowe	59%
Danone Naturalny	60%	MAŚLANKI	
Danone Biskoptowy	48%	Milko	27%
Danone Fantazja	49%	Jana	0%
Danone Ale! Owoc	21%	Krasnystaw	41%
Danone Z syropem	41%	Górska	9%
Danone Z owocami	45%	OSM Sanok	17%
Olma BIO	3%	Ale!	5%
OSM Sanok	19%	Inne	3%
Activia mix	25%		
Activia Naturalny	40%		
Activia Pitny	41%		
Activia Owocowy	40%		
Milko Naturalny	16%		
Milko Owocowy	31%		
Actimel Naturalny	41%		
Actimel Owocowy	50%		
Mlekowita	34%		
Inne	3%		

W przypadku kefirów zdecydowanie preferowane były produkty marki Krasnystaw, Bakoma i Danone, a w przypadku maślanek największą popularność wśród badanych respondentów mieli znani polscy producenci i ich produkty: Krasnystaw, SM Mlekoop (Milko) i OSM Sanok. Można więc było zauważyć kolejny trend wśród konsumentów – wybieranie artykułów wyprodukowanych przez firmy polskie. Sery pleśniowe również cieszyły się sporym zainteresowaniem wśród studentów (blisko 60%). Rzadziej były wybierane przez studentów sery typu cheddar (34%), zaś sery typu talaga i ras były w tej grupie konsumentkiej produktem niszowym (3-5%).

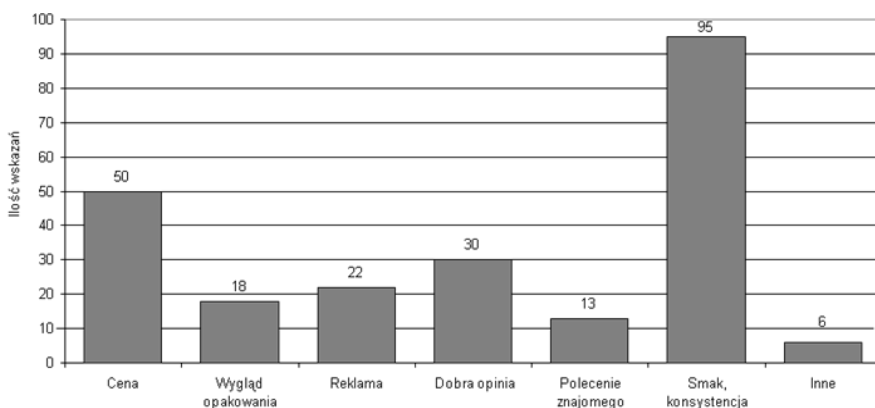
Uzyskane wyniki sugerują, że wybierając konkretny produkt, reprezentanci badanej grupy konsumentów bardzo często kierują się nie tylko składem i właściwościami produktu, ale na ich wybór decydujący wpływ mają działania marketingowe. Najlepszym przykładem jest firma Zott, której reklamy były w roku 2010 dość „agresywne”. Tak zdominowały one świadomość przeciętnego konsumenta, że choć potrafił on wymienić nazwę marki, to nie potrafił z pamięci podać, który konkretny produkt spożywał. Można też zauważyć tendencję, że produkty, których reklamy atakują nas codziennie, są podświadomie uważane przez konsumentów za lepsze i automatycznie częściej wybierane. Zdarza się, że konsument pod wpływem reklamy lub promocji sięga po różne produkty, a jeśli któryś spełnia jego oczekiwania pod względem m.in. smaku, konsystencji i ceny to pozostaje mu wierny.

Dlatego też, w dalszym etapie ankiety poproszono osoby, które deklarowały spożycie produktów probiotycznych (n=116), aby wskazały do trzech produktów, które można by określić jako ich ulubione. Aż 77% badanych studentów, jako ulubione produkty najczęściej wymieniało jogurty (w tym głównie trzy najpopularniejsze marki: Danone (23%), Zott Jogobella (16%) i Bakoma (15%). Spoza grupy jogurtów, najpopularniejsze okazały się kefir (10%), a znaczącą przewagę nad innymi miał kefir marki Krasnystaw, który stanowił aż 40% wskazań w tej kategorii produktów. Na ostatnich miejscach znalazły się sery (7%) oraz maślanek (6%). Dokładne zestawienie preferowanych przez respondentów marek i produktów przedstawiono na Rys. 6.



Rysunek 6. Preferowane mleczne produkty(marki) probiotyczne (n = 116)

Ankietowanych poproszono również o wskazanie najważniejszych czynników, które wg nich mają wpływ na wybór konkretnego produktu i marki (wielokrotny wybór). Zgodnie z odpowiedziami najistotniejszym czynnikiem okazał się smak i konsystencja produktu, który wskazało blisko 95 ze 116 osób odpowiadających na to pytanie. Dwukrotnie rzadziej (50 wskazań) zaznaczano cenę (Rys. 7). Wśród pozostałych kryteriów wyboru kolejność kształtowała się następująco: dobra opinia o produkcie, marketing (reklama, wygląd opakowania), polecenie znajomych oraz inne czynniki, takie jak pochodzenie produktu (produkt polski, produkt regionalny).

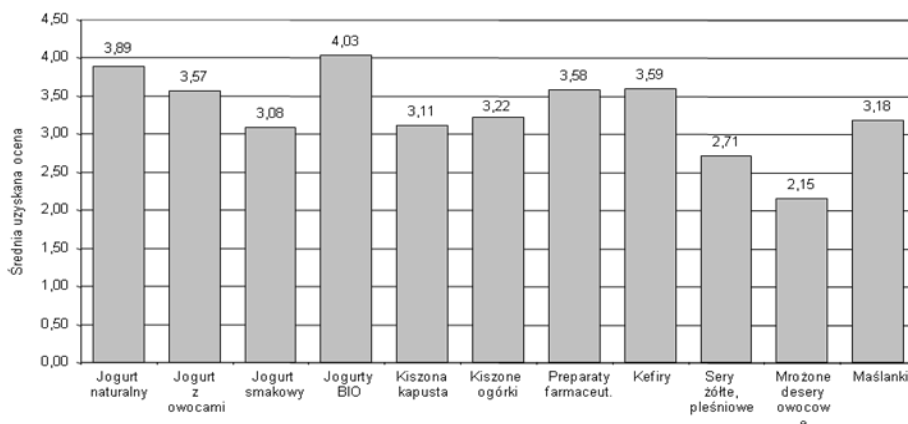


Rysunek 7. Czynniki determinujące wybór konkretnego produktu (n = 116, wielokrotny wybór, słupki przedstawiają liczbę wskazań danego wyróżnika)

Ocena efektu probiotycznego

Ponieważ aż 69% badanych zadeklarowało regularne spożywanie produktów probiotycznych, można przyjąć, że taka częstotliwość spożycia pozwala na zaobserwowanie pozytywnego lub negatywnego wpływu na zdrowie konsumującego. Stąd, w ostatnim pytaniu poproszono studentów o subiektywną ocenę odczuwanego efektu probiotycznego. Podano kilka grup produktów probiotycznych (powszechnie dostępnych na rynku polskim) oraz skalę punktową od 1 do 5. Ocenie "1" przyporządkowano brak lub najsłabiej odczuwalny efekt probiotyczny, natomiast ocenie "5" odpowiadał wyraźnie odczuwalny, pozytywny efekt na zdrowie. Ankietowanym dano również możliwość zaznaczenia oceny "0" w sytuacji, gdy respondent nie próbował nigdy produktów z danej grupy.

Produktem, po spożyciu którego badani odczuwali największy pozytywny efekt probiotyczny, były jogurty BIO (np. Actimel), zyskały one średnią ocenę 4,03 punktów (Rys. 8). Bardzo zbliżone wyniki uzyskały jogurty naturalne (3,89 punktów), za którymi uplasowały się kolejno: kefiry (3,59), preparaty farmaceutyczne (3,58) oraz jogurty z kawałkami owoców (3,57). Wyniki te zgadzały się z oczekiwaniami autorów. Jogurty BIO są to produkty *stricte* zaprojektowane jako żywność probiotyczna, podobnie jak preparaty farmaceutyczne, nie dziwi więc ich wysoka ocena. Kefir oraz jogurty naturalne i z owocami są produktami naturalnym, produkowanymi z minimalną ilością substancji dodatkowych lub całkowitym ich brakiem, co zapewnia obecnej w nich mikroflorze optymalne warunki do wzrostu i przetrwania, a to z kolei skutkuje wysoką liczbą drobnoustrojów oraz ich dobrą kondycją w trakcie spożycia produktu. Jogurty smakowe (3,08) zawierają aromaty, barwniki, cukier oraz inne dodatki, które mogą negatywnie wpływać na kondycję i liczebność mikroflory probiotycznej, podobnie sytuacja wygląda z maślankami (3,18), gdyż te przeważnie sprzedawane są w wariantach wzbogacanych w smak i aromat.



Rysunek 8. Ocena efektu probiotycznego na zdrowie ankietowanych ($n = 116$) w skali 5-punktowej (1 – najslabszy wpływ, 5 – najsilniejszy, korzystny wpływ)

Niska ocena serów, lodów i mrożonych deserów owocowych wynika najprawdopodobniej z faktu, że tylko nieliczne z tych produktów zawierają kultury bakterii probiotycznych. Ponadto, produkty tego typu są spożywane raczej sporadycznie.

Słaby wynik dotyczący odczuwania efektu działania prebiotycznego uzyskany w przypadku kiszonek (ogórki – 3,22, kapusta - 3,11) można tłumaczyć faktem pasteryzowania produktów oferowanych w sklepach. W takim wypadku jedynie te produkowane tradycyjnie charakteryzują się pełnym działaniem probiotycznym. Drugim czynnikiem, z powodu którego kiszonki uzyskały niższy wynik niż jogurty i kefir, jest z pewnością brak siły sugestii, która działa na korzyść produktów reklamowanych, jak i tych powszechnie promowanych jako prozdrowotne. Kiszonki są też produktem, który nie jest zbyt często spożywany, co także nie pozwala na zaobserwowanie korzystnego prozdrowotnego efektu.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonego badania można stwierdzić, że studenci krakowskich uczelni dysponują relatywnie dużą wiedzą na temat produktów probiotycznych. Jednakże uzyskane wyniki wskazują, że wiedza ta często jest powierzchowna. Pojęcie probiotyków mylone jest niekiedy z produktami ogólnie postrzeganymi jako zdrowe, np. bogatymi w błonnik, wapń, witaminy czy przeciwutleniacze. Nieznacznie lepszą wiedzą dysponowały kobiety oraz osoby, które wiedzę na temat probiotyków zdobyły w trakcie studiów.

Studenci z powodzeniem potrafili wskazać zarówno całe grupy produktów probiotycznych (jogurty, jogurty pitne, kefir), jak i konkretne marki (Zott Jogobella, Danone, Bakoma). Jednak często znacznym problemem stanowi podanie nazwy konkretnego produktu. Także wśród preferowanych mlecznych produktów probiotycznych przeważały znane marki międzynarodowych korporacji, które nie oszczędzają środków na reklamę (Danone, Jogobella i Bakoma). To zjawisko może równocześnie tłumaczyć szczególnie niski poziom wskazań niektórych kategorii (np. kiszzonek), gdyż o produktach tych nie mówi się powszechnie, jako o tych, które wykazują właściwości probiotyczne. Badani studenci wyżej cenili produkty z niższymi naturalnymi lub smakowymi/słodzonymi. Zaobserwowano także zwiększone zainteresowanie produktami polskich producentów, w szczególności w grupie kefirów i maślanek.

Uzyskane wyniki wskazują na bardzo duży wpływ mediów na kształtowanie wiedzy społeczeństwa. Studenci, jako ludzie młodzi i ciekawi świata są dobrym wskaźnikiem obecnych trendów w edukacji, nie tylko w dziedzinie zdrowej żywności. Ich wiedza odzwierciedla ogólnoswiatową modę i wskazuje na coraz przychylniejsze traktowanie żywności funkcjonalnej, w tym probiotycznej, przez konsumentów.

Ilość osób spożywających produkty probiotyczne oraz deklarowana przez nie częstotliwość spożywania tych produktów pozwala stwierdzić, że większość faktycznie odczuwa pozytywne prozdrowotne działanie i wynik ten ma znaczenie statystyczne. Efekt ten często jest dość wysoko oceniany (zwłaszcza po spożyciu jogurtów typu BIO), a więc wyraźnie odczuwany.

Literatura

1. Babicz-Zielińska E., Zabrocki R., *Postawy konsumentów wobec prozdrowotnej wartości żywności*, Żywność. Nauka. Technika. Jakość 2007, 6(55), 81-89.
2. Goldin B.R., Gorbach S.L., *Clinical Indications for Probiotics: An Overview*, Clinical Infectious Diseases 2008, 46, S96-100.
3. Isolauri E., Sütas Y., Kankaanpää P., Arvilommi H., Salminen S., *Probiotics: effects on immunity*, American Journal of Clinical Nutrition 2001, 73 (suppl), 444S-450S.
4. Lin D., *Probiotics as Functional Foods*, Nutrition in Clinical Practice 2003, 18, 497-506.
5. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, lista produktów regionalnych on-line: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Jakosc-zywnosci/Produkty-regionalne-i-tradycyjne/Lista-produktow-tradycyjnych/>
6. Ng S.C., Hart A.L., Kamm M.A., Stagg A.J., Knight S.C., *Mechanisms of Action of Probiotics: Recent Advances*, Inflammation Bowel Diseases 2009, 15 (2), 300-310.
7. Nowak A., Śliżewska K., Libudzisz Z., *Probiotyki – historia i mechanizm działania*, Żywność. Nauka. Technika. Jakość 2010a, 4(71), 5-9.
8. Nowak A., Śliżewska K., Libudzisz Z., Socha J., *Probiotyki – efekty zdrowotne*, Żywność. Nauka. Technika. Jakość 2010b, 4(71), 20-36.

9. Stanton C., Gardiner G., Meehan H., Collins K., Fitzgerald Gerald, Lynch B., Ross P., *Market potential for probiotics*, American Journal of Clinical Nutrition 2001, 73 (suppl), 476S-483S.
10. Steinkraus K.H. *Origin and history of food fermentation*, w: Hui Y.H. i wsp., *Handbook of Food and Beverage Fermentation*, Marcel Dekker Inc., New York, Basel 2004.

Abstract

The aim of the study was to examine the consumption of probiotic products by university students in Krakow, as well as their preferences and factors influencing the choice of a particular brand and product.

In the study the anonymous questionnaire survey was used, which filled up 150 persons (80 women and 70 men) aged 19-25 years, who are university students in Krakow. Nearly 41% of respondents were students of the Academy of Mining and Metallurgy, 33% was of the University of Agriculture, 19% of the Jagiellonian University, and 8% were students of other universities in Krakow. As many as two thirds of respondents correctly identified the definition of probiotics, and among the remaining respondents majority (15%) has chosen a definition that was the closest to the correct one. Consumption of probiotics declared nearly 78% of respondents ($n = 116$), and as many as 69% declared the regular consumption (several times a week or more often). Among those who do not consume probiotics 62% were male. Probiotics were bought primarily for their flavor and texture (76% of people reported this reason), and noticeable beneficial impact on health (60%). However, when choosing a specific product (brand) the taste and texture (82%) and price (43%) of product had dominant influence. Among probiotic products which respondents have ever tasted, the most often chosen were yogurts (93%), then kefir (60%) and pickled cucumbers and cabbage (60%). Within the probiotic dairy products yogurts (49%) and drinkable yoghurts (22%) enjoyed the greatest popularity. The vast majority of the students prefers products with fruit (56%) than those with a natural flavour or flavoured/sweetened products. As the favorite products most frequently mentioned were yogurts (77%), including primarily the three most popular brands: Danone (23%), Jogobella (16%) and Bakoma (15%). Outside the yoghurt group kefirs appeared to be popular (10%), with a significant predominance of the kefir produced by OSM Krasnystaw, which accounted for 40% of responses in this category. Very popular were also products of other Polish producers.

CHARAKTERYSTYKA I MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA POLIOLI DO WYTWARZANIA WYROBÓW O SŁODKIM SMAKU

Mima Hadżikinova¹, Elżbieta Sikora², Dimitr Hadżikinov¹, Marek Sikora², Edyta Maja Kutyla², Magdalena Krystijan²

¹ *University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria*

² *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, e-mail: rrsikora@cyf-kr.edu.pl*

Streszczenie

Dynamicznie rozwijająca się produkcja żywności o niskiej wartości energetycznej, o słodkim smaku, ale nie zawierającej sacharozy, opiera się między innymi na środkach słodzących z grupy polioli (alkoholi wielowodorotlenowych). Technologiczne właściwości polioli pozwalają na produkcję słodkich wyrobów, bez potrzeby dużych nakładów inwestycyjnych. W opracowaniu przedstawiono podstawowe właściwości, dopuszczonych w UE, zamienników sacharozy z grupy polioli, takich, jak: sorbitol, ksylitol, mannitol, maltitol, izomalt i stosunkowo nowy – erytrytol. Porównano i oceniono właściwości tych polioli w aspekcie ich metabolizmu i wartości energetycznej, stopnia intensywności słodkiego smaku, indeksu glikemicznego, działania laksacyjnego, rozpuszczalności, efektu ochładzającego i in.

Podano także możliwości zastosowania poszczególnych polioli do produkcji wybranych produktów o słodkim smaku, bez dodatku cukru (sacharozy), takich jak karmelki twarde, czekolada i inne.

Wstęp

Szybkie tempo przyrostu wartości międzynarodowych rynków żywności dietetycznej i niskokalorycznej, bez cukru doprowadziło do powstania coraz liczniejszej grupy zamienników sacharozy, o szerokim wachlarzu zastosowań. Dopuszczone do użycia w UE i najczęściej stosowane środki słodzące to: sorbitol (E 420); mannitol (E 421); izomalt (E 953); maltitol (E 965); laktitol (E 966), ksylitol (E 967) oraz

stosunkowo nowy sztuczny środek słodzący - erytrytol (E 968). Wszystkie należą do grupy polioli. Ich funkcjonalne właściwości takie, jak: metabolizm niezależny od insuliny, względnie niska wartość energetyczna, właściwość nieulegania fermentacji i nie powodowania próchnicy zębów stały się przyczyną ich masowego zastosowania do wytwarzania żywności o słodkim smaku, bez cukru.

W odróżnieniu od intensywnych środków słodzących (aspartam, acesulfam K i in.), poliole oprócz nadawania słodkiego smaku, spełniają także inne funkcje technologiczne, charakterystyczne dla sacharozy. Są m.in. wypełniaczami i wnoszą odpowiednią ilość suchej substancji i w ten sposób uczestniczą w tworzeniu struktury produktów żywnościowych. Nazywane są także zamiennikami cukru.

Otrzymywanie polioli

W większości przypadków (za wyjątkiem izomaltu, maltitolu i laktitolu), poliole występują w przyrodzie jako części składowe różnych owoców, roślin, grzybów lub wodorostów. I tak np. obecność mannitolu stwierdzono w niektórych grzybach, wodorostach i w selerze. Ksylitol można wyosobnić z malin, jagód, żółtych śliw, kalafiorów i in. owoców oraz warzyw. Erytrytol znajduje się w winogronach, melonach, gruszkach, a także w grzybach i w niektórych produktach fermentacji, takich jak sos sojowy, wino i piwo.

Przemysłowa produkcja polioli polega zasadniczo na katalitycznym uwodornieniu zróżnicowanych pod względem struktury węglowodanów. Sorbitol otrzymuje się z D-glukozy, a mannitol, ksylitol i maltitol – odpowiednio z D-fruktozy, D-ksylozy i D-maltozy. Podstawowym surowcem do produkcji izomaltu jest sacharoza, którą na drodze enzymatycznej przekształca się do izomaltulozy, a następnie, poprzez uwodornienie – do izomaltu (palatynitu) [Bornet 1994].

Erytrytol, w odróżnieniu od pozostałych polioli, przemysłowo wytwarza się na drodze fermentacji [Munro i wsp. 1998, Cock 1999]. Proces produkcji polega na hydrolizie enzymatycznej skrobi do syropu glukozowego, fermentacji tego syropu, oczyszczaniu i krystalizacji.

W zależności od przeznaczenia, poliole produkuje się w formie krystalicznej lub w formie syropów, o różnych stężeniach i składzie.

Względna intensywność słodkiego smaku

Poliole charakteryzują się naturalną intensywnością słodkiego smaku. Słodki smak w dużym stopniu uzależniony jest od ich stężenia, temperatury i pH. Także obecność innych składników żywności, zwłaszcza zamienników cukrów, mają znaczący wpływ na intensywność

słodkiego smaku. W Tabeli 1 zebrano wartości intensywności słodkiego smaku polioli, podawane przez różnych autorów, w porównaniu z intensywnością słodkiego smaku sacharozy, przyjętą za 1 [Bornet 1994, Groossens i Gonze 2000, Livesey 2003, Saulo 2005]. Z danych widać, że ksylitol ma intensywność słodkiego smaku bliską sacharozy. Maltitol ma tę wartość na poziomie 0,9, a erytrytol – w zakresie 0,6-0,7. Sorbitol, mannitol i izomalt mają prawie równe wartości tego wskaźnika na poziomie 0,5-0,6.

W mieszaninach z niektórymi intensywnymi środkami słodzącymi, takimi jak aspartam, acesulfam K, niektóre poliole wykazują synergizm, w wyniku którego intensywność słodkiego smaku wzrasta o około 30% [Cock i Bechert 2002].

Tabela 1. Podstawowe wskaźniki polioli

Wskaźniki	erytrytol	ksylitol	mannitol	sorbitol	maltitol	izomalt
Względna intensywność słodkiego smaku	0,6-0,7	0,9- 1,0	0,5-0,6	0,5-0,6	0,7-0,9	0,4-0,6
Masa cząsteczkowa	122	152	182	182	344	344
Temperatura topnienia, °C	121	94	165	97	150	145 -150
Rozpuszczalność, g/100gH ₂ O (25°C)	61	200	22	235	175	39
Ciepło rozpuszczania kcal/kg	-23,3	-36,5	-28,5	-26	-18,9	-9,4
Stabilność, pH	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10	2-10
Termostabilność, °C	>160	>160	>160	>160	>160	>160

Adaptacja wg danych z [Bornet 1994, Groossens i Gonze 2000, Livesey 2003, Saulo 2005]

Metabolizm

Poliole podlegają procesom metabolicznym w organizmie człowieka na dwa sposoby – absorpcja w jelicie cienkim i fermentacja w jelicie grubym. Energia, która się wyzwala w wyniku metabolizmu w jelicie cienkim wynosi 4 kcal/g. Energia, która się wyzwala w wyniku metabolizmu w jelicie grubym wynosi 2 kcal/g. Względna wartość energetyczna, na poszczególnych etapach trawienia odpowiednich polioli, określa ich energetyczną wartość metaboliczną. W Tabeli 2 podano wartość energetyczną najczęściej stosowanych polioli, przyjętą w różnych rejonach świata.

Tabela 2. Wartość energetyczna polioli (kcal/g)

	<i>Izomalt</i>	<i>Sorbitol</i>	<i>Mannitol</i>	<i>Maltitol</i>	<i>Ksylitol</i>	<i>Erytrytol</i>
<i>Japonia</i>	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	0,0
<i>USA</i>	2,0	2,6	1,6	3,0	2,4	0,2
<i>Kanada</i>	2,0	2,6	1,6	3,0	3,0	
<i>Australia</i>	2,9	3,3	2,1	3,8	3,3	0,2
<i>UE</i>	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0

Adaptacja wg danych z [Cock i Bowman 2004, Saulo 2005, Sullivan 2005]

Z danych, zawartych w Tabeli 2 widać, że wartość energetyczna polioli, przyjęta w różnych rejonach świata, mieści się w zakresie 1,6-3,8 kcal/g, co stanowi 5-60% niższą wartość, od wartości energetycznej sacharozy (4 kcal/g). W UE, oprócz erytrytolu, wartość energetyczną wszystkich polioli przyjęto na poziomie 2,4 kcal/g.

Wartość energetyczna erytrytolu jest bardzo niska (0 – 0,2 kcal/g), ponieważ 90% tej substancji słodzącej przechodzi przez przewód pokarmowy, bez trawienia [Cock 1999, Cock i Bechert 2002]. Po spożyciu polioli, w organizmie człowieka mogą powstawać wtórne reakcje, przejawiające się przede wszystkim działaniem laksatywnym. Najwyższą tolerancję żywieniową, w porównaniu do innych polioli, w odniesieniu do działania laksatywnego ma erytrytol [Oku i Okazaki 1996, Tetzloff i wsp. 1996, Cock i Bechert 2002] (Tabela 3). Próg laksatywnego działania erytrytolu jest 3-4-krotnie wyższy od progu laksatywnego sorbitolu i 2-3-krotnie wyższy od tegoż progu maltitolu, izomaltu i ksylitolu.

Tabela 3. Działanie laksatywne polioli

<i>Poliol</i>	<i>Maksymalny próg bez działania laksatywnego (g/kg masy ciała)</i>	
	<i>mężczyźni</i>	<i>kobiety</i>
<i>Erytrytol</i>	0,66	0,8
<i>Sorbitol</i>	0,17	0,24
<i>Maltitol</i>	0,3	0,3
<i>Izomalt</i>	0,3	-
<i>Ksylitol</i>	0,3	0,3

Źródło: [Cock i Bechert 2002]

W praktyce można przyjąć, że nie ma działania laksatywnego, ponieważ nie ma statystycznie istotnych różnic, otrzymanych w wyniku konsumpcji ekwiwalentnych ilości erytrytolu i sacharozy [Cock 1999].

Poliole stanowią także grupę produktów o niskim indeksie glikemicznym (GI), co powoduje, że są odpowiednimi dodatkami do

żywności i napojów, przeznaczonych dla diabetyków. Wg Liveseya [2003] wartość indeksów glikemicznych polioli wynosi: erytrytolu – 0,2; ksylitolu – 13,11; sorbitolu – 9,11; mannitolu – 0; maltitolu – 35,27; izomaltu – 9,6, a laktitolu – 6,4. Wartości te są o wiele niższe od wartości GI sacharozy, która wynosi 65,43 oraz glukozy, której GI = 100.

Aspekty stomatologiczne

Powstawanie próchnicy jest zjawiskiem kompleksowym, które objaśnia się odwapnieniem szkliwa, przy obniżaniu poziomu pH na powierzchni zębów do wartości poniżej 5,7. Mikroorganizmy jamy ustnej powodują fermentację cukrów, co powoduje zakwaszenie środowiska jamy ustnej. Spadek pH na powierzchni zębów prowadzi do ich demineralizacji. Z tego powodu fermentujące cukry są substancjami, mogącymi spowodować próchnicę. Przyjęto, że żywność, która nie powoduje obniżenia pH w ustach do wartości poniżej 5,7, w przeciągu 30 minut od momentu jej skonsumowania, jest zaliczana do grupy żywności nie powodującej próchnicy. Do tej grupy zaliczane są także poliole. W porównaniu do sacharozy, która obniża pH w ustach do około 4, poliole powodują obniżenie pH w ustach tylko do wartości około 6.

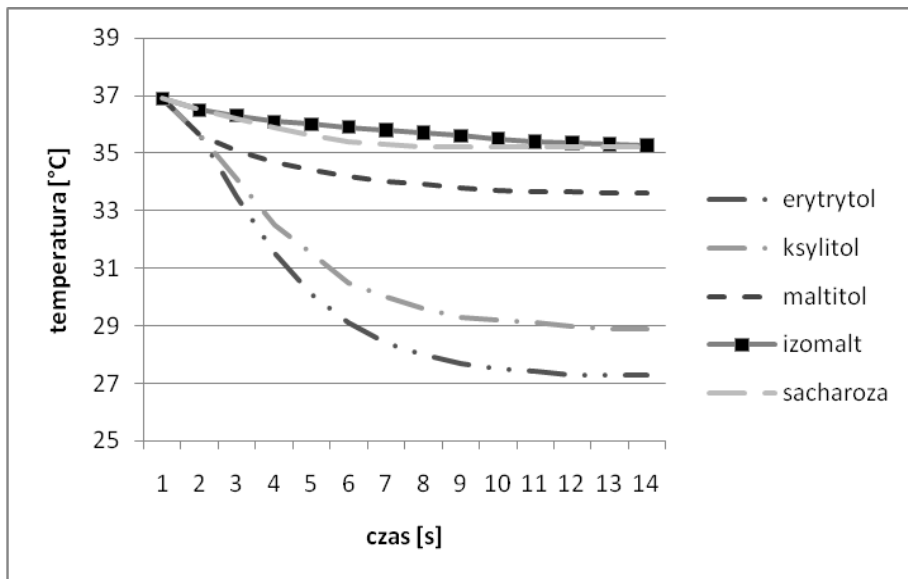
Inne właściwości polioli

Jakość żywności w dużym stopniu zależy od podstawowych właściwości technologicznych jej składników. Do właściwości tych należą: rozpuszczalność, higroskopijność, termostabilność i in. Polirole mają zróżnicowaną rozpuszczalność w wodzie (Tabela 1). Największą rozpuszczalność ma sorbitol, wyższą nawet, aniżeli rozpuszczalność sacharozy (185 g/100 g H₂O). Najmniejszą rozpuszczalność mają mannitol i izomalt.

Najwyższą spośród polioli higroskopijność ma sorbitol, po nim ksylitol, a stosunkowo niską – izomalt [Weisser i wsp. 1982, Cock 2004]. Mannitol i erytrytol można uznać za substancje praktycznie niehigroskopijne.

Polirole są termostabilne, w stosunkowo wysokich temperaturach i ulegają stopieniu, bez rozkładu. Temperatury topnienia polioli mieszczą się w zakresie 94-165°C, przy czym najniższą ma ksylitol, a najwyższą – mannitol (Tabela 1). W porównaniu do sacharozy, polirole mają wyższą termostabilność i odporność na zmiany pH. Nie reagują z aminokwasami i nie stwierdzono niepożądanych oddziaływań polioli z pozostałymi składnikami żywności i napojów.

Rozpuszczanie polioli w wodzie jest procesem endotermicznym. Podczas rozpuszczania w ślinie, na skutek pochłaniania ciepła, polirole powodują tzw. efekt ochładzający i odczucie świeżości w jamie ustnej.



Zródło: [Cock 2004]

Rys. 1. Efekt ochładzający polioli przy stężeniu 30 g w 100 g wody

Z rys. 1 widać, że najsilniejszy efekt ochładzający przejawiają erytrytol i ksylitol, a następnie sorbitol. Pozostałe polirole, zwłaszcza maltitol i izomalt, przejawiają słaby efekt ochładzający. Podobne właściwości ma mannitol, który pomimo faktu, że pochłania względnie dużą ilość ciepła podczas rozpuszczania, to prawie nie przejawia tego efektu, co jest spowodowane jego bardzo niską rozpuszczalnością (Tabela 1).

Zastosowanie polioli

Wyroby cukiernicze należą do produktów żywnościowych o znaczącej zawartości sacharozy. Zmniejszenie zawartości sacharozy lub jej wyeliminowanie ze składu surowcowego produktu pozwala na otrzymywanie żywności o obniżonej wartości energetycznej, o właściwościach dietetycznych, odpowiedniej dla osób cierpiących na cukrzycę. Zamienniki cukru są znakomitą alternatywą w odniesieniu do sacharozy przy produkcji wyrobów wysokiej jakości, o słodkim smaku. Ich właściwości technologiczne pozwalają na wykorzystanie pełnych

mocy produkcyjnych zakładów, przy stosunkowo niewielkich inwestycjach.

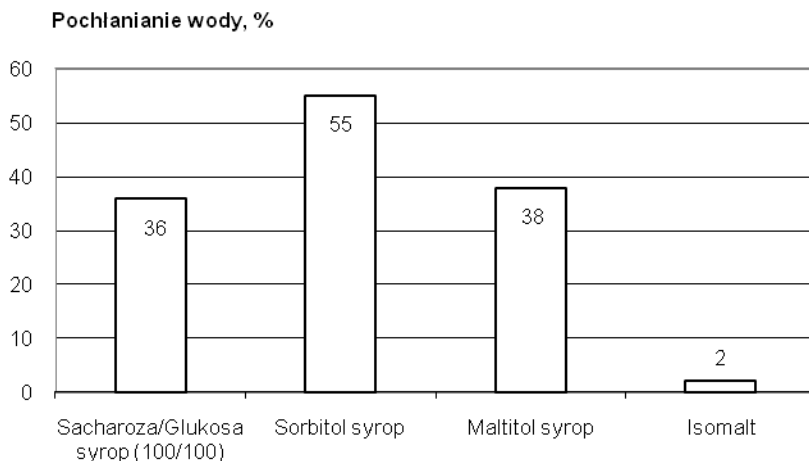
Twarde cukierki

Pierwsze cukierki twarde (karmelki) bez cukru wyprodukowano z dodatkiem sorbitolu, w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku, w Niemczech. Sorbitol do otrzymywania karmelków wykorzystuje się zarówno w postaci krystalicznej, jak i w postaci syropu. Praktycznie stosuje się dwie różniące się od siebie technologie. Podstawową wadą cukierków otrzymanych z dodatkiem sorbitolu jest ich bardzo wysoka higroskopijność. Po zaabsorbowaniu dużej ilości wody z atmosfery może nastąpić krystalizacja sorbitolu i niepożądane zmiany w strukturze karmelków. Aby zapobiec procesom krystalizacji sorbitolu, specjaliści zalecają włączenie do składu surowcowego karmelków również mannitolu lub żelatyny.

Maltitol w produkcji twardych cukierków stosuje się w formie syropu. Cukierki z maltitolem są przezroczyste, mają gładką i błyszczącą powierzchnię oraz przyjemny, słodki smak. Ze względu na stosunkowo duże właściwości higroskopijne, koniecznym jest gotowanie masy cukierkowej do zawartości wody w zakresie 0,5-0,8%. Dlatego też cukierki takie muszą obligatoryjnie być zawijane w opakowania bezpośrednie.

W chwili obecnej, spośród pozostałych zamienników sacharozy, izomalt znajduje najszerze zastosowanie do produkcji twardych cukierków. Cukierki otrzymane z jego dodatkiem charakteryzują się niską higroskopijnością (rys. 2). Dzięki temu można je sprzedawać nawet bez opakowania bezpośredniego. Ze powodu stosunkowo niskiej względnej intensywności słodkiego smaku, izomalt stosuje się w kombinacji z różnymi tzw. intensywnymi środkami słodzącymi. Np. tradycyjni producenci twardych cukierków typu „sugar free” w Europie, tacy jak: Ricola AG (Szwajcaria), czy Dr. C. Soldan GmbH (Niemcy) używają izomaltu w kombinacji odpowiednio z aspartamem i acesulfamem K oraz izomaltu z ksylitolem w kombinacji z aspartamem i acesulfamem K. Specjalnie do otrzymywania twardych cukierków stosuje się izomalt w formie syropu, pod handlową nazwą C*IsoMaltidex LQ 16510. Ten izomaltowy syrop jest lepszym składnikiem twardych cukierków, w porównaniu do syropu maltitolowego, jak również do izomaltu krystalicznego.

Niezależnie od rodzaju użytego zamiennika sacharozy, zasadniczo masy cukierkowe z dodatkiem polioli gotuje się do zawartości wody nie wyższej, niż 1%.



Źródło: Suedzucker, ZAFES, 1999.

Rys. 2. Wzrost wilgotności twardych cukierków otrzymanych z sacharozy/syropu skrobiowego (100/100); syropu sorbitolowego; syropu maltitolowego i izomaltu, po ośmiu dniach (przy $\varphi = 80\%$ i $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Czekolada i wyroby czekoladowe

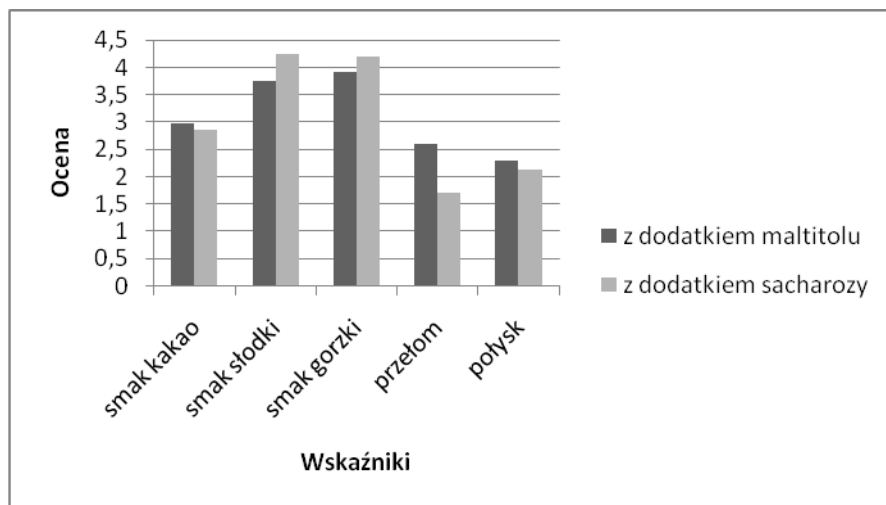
Do produkcji czekolady i wyrobów czekoladowych używa się praktycznie prawie wszystkich polioli, natomiast zastosowana technologia musi być dostosowana do ich właściwości. I tak np. ksylitol, z uwagi na swoją dużą względną intensywność słodkiego smaku można stosować bez dodatku intensywnych środków słodzących.

Przy zastosowaniu nieodpowiedniego reżimu temperaturowego lub przy lokalnym przegrzaniu w konszy, lub w temperówce, otrzymuje się masy czekoladowe o grubej, ziarnistej strukturze. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest względnie niska temperatura topnienia ksylitolu ($90\text{--}94^{\circ}\text{C}$). Oprócz tego ksylitol ma bardzo wyrazisty „efekt ochładzający”, co przenosi się również na wyroby czekoladowe, otrzymane z jego udziałem. Nie ma jedności pośród specjalistów z branży czekoladziarskiej, czy ta cecha jest cechą negatywną, czy też nową, dodatkową zaletą wyrobów.

Sorbitol, o względnej intensywności słodkiego smaku $\sim 0,6$ stosuje się w kombinacji z intensywnymi środkami słodzącymi. Sorbitol ma także odświeżający efekt ochładzający i niską temperaturę topnienia (97°C). Duża higroskopijność sorbitolu jest często przyczyną problemów technologicznych w produkcji, zwłaszcza przy formowaniu mas czekoladowych. Izomalt również stosuje się w kombinacji z

intensywnymi środkami słodzącymi. Stwierdzono, że lepkość (Cassona) mas czekoladowych z dodatkiem izomaltu jest wyższa, aniżeli lepkość mas czekoladowych, otrzymanych z cukrem. Lepkość ta najszybciej maleje pod wpływem dodatku lecytyny, w ilości 0,5%.

Dobrym zamiennikiem sacharozy do otrzymywania mas czekoladowych jest także maltitol. Ma on stosunkowo wysoką temperaturę topnienia i niską higroskopijność, dlatego też nie następuje żadnych problemów technologicznych przy konszowaniu mas czekoladowych. Jego względna intensywność słodkiego smaku jest bliska tej wartości w odniesieniu do sacharozy. Praktycznie nie ma też efektu ochładzającego, co nie powoduje powstania nie charakterystycznych dla czekolady odczuć. Właściwości technologiczne maltitolu pozwalają na zastąpienie sacharozy w stosunku 1:1. Na rys. 3 podano ocenę sensoryczną mlecznych czekolad, otrzymanych z maltitolem i sacharozą.



Źródło: Confectionery production, 2004.

Rys. 3. Ocena porównawcza czekolad mlecznych, o zawartości 36% produktów kakaowych

Z danych, przedstawionych na rys. 4 widać, że ocena podstawowych wskaźników organoleptycznych obu rodzajów czekolad jest bardzo podobna.

Erytrytol można stosować do wytwarzania czekolady bez dodatków innych sztucznych środków słodzących, jak również i z innymi niskoenergetycznymi dodatkami, takimi jak izomalt czy inulina. Czekolady z erytrytolem odznaczają się szczególnie niskim indeksem

glikemicznym. Efekt ochładzający erytrytolu można porównywać z efektem ochładzającym ksylitolu. W Tabeli 4 podano zalecane reżimy temperaturowe, przy otrzymywaniu mas czekoladowych z dodatkiem niektórych polioli.

Tabela 4. Temperatuty podstawowych operacji technologicznych w zależności od zastosowanego dodatku

Operacja technologiczna	sacharoza	maltitol	laktitol	izomalt
Mieszanie	50°C	45°C	40°C	40°C
Konszowanie (czekolada naturalna)	80°C	80°C	60°C	45°C
Konszowanie (czekolada mleczna)	65°C	65°C	60°C	45°C
Intensywność prowadzenia procesu konszowania	Bez ograniczeń	Bez ograniczeń	średnia	niska
Suche konszowanie	tak	tak	Nie	nie
Temperowanie	28-30°C	28-30°C	28-30°C	28-30°C
Lepkość	niska	niska	wysoka	wysoka

Tak lub nie – oznacza, że proces suchego konszowania można (lub nie) przeprowadzić.

Źródło: www.maltitol.ru

Cukierki żelowe

Cukierki żelowe bez dodatku cukru są bardzo korzystnymi składnikami diet, ponieważ ich skład można bez specjalnych problemów wzbogacić w witaminy, włókno pokarmowe i in. dodatki. Do produkcji cukierków żelowych z zamiennikami sacharozy najczęściej stosuje się mieszaniny polioli i fruktozy.

Herbatniki

Do produkcji herbatników można stosować praktycznie wszystkie poliole. Stwierdzono, że właściwości herbatników, otrzymanych z dodatkiem maltitolu i laktitolu nie odbiegają zasadniczo od właściwości herbatników z cukrem. Stwierdzono także, że mannitol nie jest dobrym składnikiem herbatników.

Podsumowanie

Narastające zapotrzebowanie konsumentów na słodkie wyroby bez dodatku sacharozy jest przyczyną ciągłego poszerzania asortymentu produkcji tego typu żywności. Funkcjonalne właściwości polioli, takie

jak: metabolizm niezależny od insuliny, względnie niska wartość energetyczna, brak próchnicogenności i niski indeks glikemiczny powodują, że są one znakomitymi zamiennikami sacharozy. Poza tym, ich właściwości technologiczne, przy stosunkowo niewielkich inwestycjach, pozwalają na zmiany produkcji i na wytwarzanie wyrobów o słodkim smaku

Literatura

1. Bornet F., *Undigestible sugars in food products*^{1,2}, American Journal of Clinical Nutrition 1994, 59(suppl.), 763-769.
2. Cock P., Bechert C., *Erythritol. Functionality in noncaloric functional beverages*, Pure and Applied Chemistry 2002, 74, 1281-1289.
3. Cock P., Bowman C., *Low Carb Innovations with Eridex Erythritol*, New Products & Technologies Session, IFI – Las Vegas 2004.
4. Cock P., *Erythritol: A Novel Noncalorie Sweetener Ingredient, Low-Calorie Sweeteners: Present and Future*, World Review of Nutrition Diet, Basel, Karger 1999, 85, 110-116.
5. Goossens J., Gonze M., *Erythrol*, The Manufacturing Confectioner, January 2000, 71-76.
6. Livesey G., *Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties*, Nutrition Research Reviews 2003, 16(2), 163-191.
7. Munro I.C., Bernt W.O., Borzelleca F., Flamm G., Lynch B.S., Kennepohl E., Bar E.A., Modderman J., *Erythritol: An Interpretive Summary of Biochemical, Metabolic, Toxicological and Clinical Data*, Food and Chemical Toxicology 1998, 36, 1139-1174.
8. Oku T., Okazaki M., *Laxative threshold of sugar alcohol erythritol in human subjects*, Nutrition Research 1996, 16(4), 577-589.
9. Saulo A., *Sugars and Sweeteners in Foods*, Food Safety and Technology 2005, 16, 1-7.
10. Sullivan G., *Speciality carbohydrates, sweeteners and fibre for the development of healthy snack bars and confectionery*, Innovations in Food Technology, February 2005.
11. Tetzloff W., Dauchy F., Medimagh S., Carr D., Bar A., *Tolerance to subchronic, high-dose ingestion of erythritol in human volunteers*, Regulatory Toxicology and Pharmacology 1996, 24(2), 286-295.
12. Weisser H., Weber J., Loncin M., *Wasserdampf – Sorptionsisothermen von Zuckeraustauschstoffen im Temperaturbereich von 25 bis 80 °C*, ZfL – Internation. Zeitschr. Fur Led. Techn. Und Verfar. 1982, N2, 89 – 87.
13. Cock P., *Erythritol: A new-caloric Sweetener Physiological and Functional Properties*, LFRA Conference, Glycaemic Index 2004.

Abstract

Dynamic development of low energy food production, with sweet taste, without sucrose addition, lies among others on the sweeteners from the group of polyols (multihydroxyl alcohols). Technological properties of polyols allow on production of sweets without big investments. In the work basic properties of allowed in the EU sucrose substitutes from the group of polyols, such as: sorbitol, xylitol, mannitol, maltitol, izomalt and relatively new – erythritol, were presented. The properties of polyols were assessed and compared in the aspects of their metabolism, energy value, intensity of sweet taste, glycemic index, laxative activity, solubility, cooling effect etc.

Some possibilities of application of particular polyols for production of selected sweet products without sucrose were described, e.g. caramel bonbons, chocolate.

STABILNOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA GOTOWANYCH KREMÓW CIASTKARSKICH

Ewa Trzetrzelewska-Lalik¹, Tadeusz Tuszyński^{1,2}

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
Katedra Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Technicznej,
e-mail: rrtuszyn@cyf-kr.edu.pl

² Uniwersytet Rzeszowski, Katedra Chemii i Toksykologii Żywności

Streszczenie

Mikrobiologiczny stan wyrobów ciastkarskich odzwierciedla ich jakość higieniczną i bezpieczeństwo zdrowotne. Czynnikiem determinującym trwałość produktów spożywczych jest również poziom mikroflory resztkowej pozostałej po zakończeniu procesu produkcyjnego. W jej skład wchodzi drobnoustroje stanowiące zwykle wtórne zanieczyszczenia wyrobu, które są funkcją wielu czynników.

Celem pracy była ocena stanu mikrobiologicznego mas budyniowych i kremów (półprodukty) oraz gotowych ciast z kremem przechowywanych w warunkach chłodniczych (temp. $4\pm 1^\circ\text{C}$) przez 24 i 48 godzin. Materiał badawczy stanowiły próby reprezentujące 20 partii masy budyniowej oraz kremu gotowanego, a także 10 partii ciast z kremem, które wytworzono w warunkach przemysłowych. W badanym materiale określono: ogólną liczbę tlenowych bakterii mezofilnych, drożdży i pleśni, bakterii z grupy coli oraz bakterii chorobotwórczych *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ssp. i *Bacillus cereus*.

Wyniki badań wykazały bardzo zróżnicowany stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego ocenianych półproduktów i produktów. Ogólna liczba bakterii mezofilnych wahała się w szerokim przedziale 10^1 - 10^6 jtk/g. W badanych wyrobach nie wykazano obecności pałeczek *Salmonella*, natomiast w 20 próbach (na 50 pobranych) stwierdzono *Staphylococcus aureus*, a w 8 *Bacillus cereus*. Bakterie z grupy coli występowały w około połowie badanych prób (miano coli 0,01-0,001 g).

Prowadzone badania kremu gotowanego i ciast z kremem wskazują na fakt, że są to produkty bardzo wrażliwe na skażenia mikrobiologiczne. Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, że poziom zanieczyszczenia poprodukcyjnego jest ważnym czynnikiem determinującym trwałość mikrobiologiczną wyrobów ciastkarskich.

Na podstawie wykonanych badań należy sądzić, że czas przechowywania w warunkach chłodniczych ma istotny wpływ na poziom skażenia mikrobiologicznego zarówno półproduktów, jak i gotowych ciast z kremem.

Po 48 godz. ich przechowywania, w odniesieniu do okresu 24 godz., nastąpił wyraźny wzrost (o około 50%) tlenowych bakterii mezofilnych, bakterii z grupy coli, gronkowców koagulazododatnich oraz drożdży i pleśni.

Słowa kluczowe: ciasta kremowe, czas przechowywania, obecność drobnoustrojów, bezpieczeństwo zdrowotne

Wstęp

Wyroby ciastkarskie, a przede wszystkim ciasta z kremem, ze względu na skład chemiczny (zawartość białka i węglowodanów), wysoką aktywność wodną ($a_w > 85$), jak również pH bliskie obojętnemu, stanowią doskonałe środowisko rozwoju mikroorganizmów, w tym patogennych [Sirken i wsp. 2009]. Badania dotyczące określenia poziomu zanieczyszczeń mikrobiologicznych surowców, półproduktów i produktów gotowych mogą informować o higienie procesu lub nieprawidłowościach technologicznych, a także o zagrożeniach bezpieczeństwa konsumenta [Kołożyn-Krajewska i Sikora 1999]. Ocena mikrobiologiczna żywności powinna dotyczyć określenia ilości niepożądanego mikroflory, której niekontrolowany wzrost powoduje psucie się produktów lub zatrucia pokarmowe, stanowiąc ważny problem ekonomiczny [Gawęcki i Libudzisz 2006]. Zanieczyszczenia mogą pojawić się na różnych etapach procesu produkcyjnego, np.: chłodzenia, przechowywania, krojenia, pakowania, a także transportu. Czynnikiem determinującym trwałość produktów spożywczych jest zwykle poziom mikroflory resztkowej pozostałej po zakończeniu procesu produkcyjnego [Brużewicz i Malicki 2005].

Poziom wtórnych zanieczyszczeń poprodukcyjnych jest tym wyższy, im więcej operacji technologicznych dotyczy danego produktu. Według Rewala i wsp. [2009] wyroby ciastkarskie, nie poddawane wypiekowi w całości, wytwarzane przy użyciu różnych technologii, wielu operacji i zabiegów (z dużym udziałem pracy ręcznej) należą do żywności

wysokiego ryzyka. Z tego względu producenci dbający o jakość i bezpieczeństwo produktu zobligowani są do stosowania systemów zapewnienia jakości (obligatoryjnie system HACCP).

Na uwagę zasługuje fakt, iż prawo wspólnotowe (Rozporządzenie Komisji WE nr 2073/2005 wraz z nowelizacją nr 1441/2073) nie określa limitu zanieczyszczeń mikrobiologicznych dla produktów piekarskich i cukierniczych. Należy jednak pamiętać, że odpowiedzialność za końcową jakość i bezpieczeństwo środka spożywczego ponosi producent, w związku z tym istotne jest ciągłe monitorowanie zagrożeń mikrobiologicznych, szczególnie w tych miejscach, które zostały zidentyfikowane jako punkty krytyczne, podczas wdrażania systemu HACCP [Trzetrzelewska-Lalik i Tuszyński 2011].

Skuteczność systemu HACCP w przypadku zagrożeń mikrobiologicznych jest relatywnie wysoka, jednak system ten nie obejmuje wszystkich etapów produkcji żywności istotnych dla wyrobów ciastkarskich, na przykład produkcji pierwotnej czy sposobów postępowania konsumenta [Leitenberger i Röcken 1998].

Do głównych problemów mikrobiologicznych, związanych z wyrobami kremowymi, należy ryzyko wystąpienia w nich drobnoustrojów chorobotwórczych oraz krótki okres trwałości, zwykle wyrażony w godzinach od daty wyprodukowania [Akhtar i wsp. 2009, Siriken i wsp. 2009]. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [2007] ustala okres przydatności do spożycia dla nie pakowanych wyrobów ciastkarskich do 24 godzin od daty wytworzenia.

Kremy są substancjami złożonymi zarówno pod względem składu, jak i struktury [McClements 1999]. O puszystości kremu decyduje ilość powietrza wchłonięta przez ubijaną (napowietrzaną) masę. Stopień napowietrzania kremów zależy głównie od parametrów procesu ubijania, doboru surowców i ich jakości oraz zawartości tłuszczu [Ambroziak 1999]. Kremy gotowane, często stosowane w produkcji ciastkarskiej, otrzymuje się w wyniku ugotowania masy budyniowej, napowietrzenia tłuszczu i połączenia otrzymanych mas. Podczas stygnięcia masy, a szczególnie w trakcie jej przechowania dochodzi do wzajemnych oddziaływań pomiędzy składnikami emulgatorów z fazą tłuszczową, białkami i skrobią, co ma wyraźny korzystny wpływ na końcową jakość sensoryczną [Stauffer 1999]. Jednak czas procesu schładzania i przechowywania masy gotowanej może istotnie wpływać na jej jakość mikrobiologiczną.

Celem pracy było określenie zmian stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego półproduktów oraz ciasta z kremem,

wyprodukowanych metodą tradycyjną, bez stosowania chemicznych środków konserwujących, w czasie chłodniczego przechowywania.

Material i metody

Badaniem objęto po 20 prób masy budyniowej i kremu oraz 10 prób ciasta z kremem. Próby pobierano co dwa tygodnie w okresie letnim, w warunkach produkcji przemysłowej o ustabilizowanym postępowaniu technologicznym. Masę budyniową po ugotowaniu dzielono na porcję po 10 kg i studzono około 10 godz. w otwartym naczyniu ze stali kwasoodpornej, w temperaturze otoczenia (ok. 20°C). Następnie pojemnik z wystudzoną masą zabezpieczano pokrywą i przechowywano w warunkach chłodniczych (0-4°C) przez 24 lub 48 godzin. Na rysunkach i w dalszych opisach przyjęto dla tych prób odpowiednie oznaczenia: M24 i M48. Próby kremu sporządzonego na bazie masy budyniowej (po 24 godz. jej stabilizacji w temp. 0-4°C) i masła były przechowywane przez 24 (K24) lub 48 (K48) godzin w warunkach chłodniczych (0-4°C). Ciasto z kremem, które powstało w wyniku połączenia ciasta biszkoptowego z uprzednio przygotowanym kremem i odpowiedniego udekorowania (wykończenie wyrobu), przechowywano 24 godz. w temp. 0-4°C.

W pobranych próbach oznaczano: ogólną liczbę tlenowych bakterii mezofilnych (PN-ISO 4833), liczbę bakterii z grupy coli (PN-ISO 4831), obecność i liczbę *Staphylococcus aureus* (PN-EN ISO 6888-1), liczbę *Bacillus cereus* (PN-EN ISO 7932, 1999) i pałeczek *Salmonella* (PN-EN ISO 6579) oraz drożdży i pleśni (PN-ISO 7954).

Wyniki i dyskusja

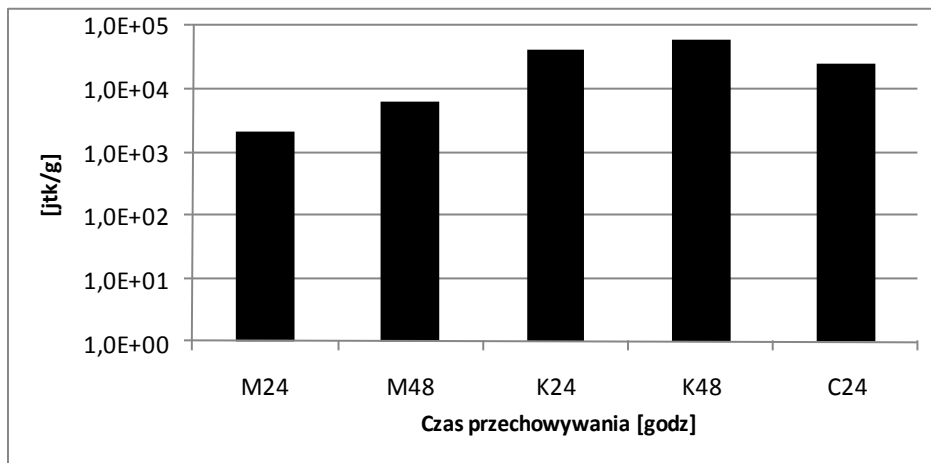
Przeprowadzone badania wskazały na zróżnicowany stopień kontaminacji badanych produktów (tab. 1 i 2). Ogólna liczba bakterii mezofilnych wahała się w szerokim przedziale 10^1 - 10^6 jtk/g, i była uwarunkowana czasem przechowywania ocenianych materiałów w warunkach chłodniczych (rys.1). Przedłużenie okresu przechowywania do 48 godzin powodowało wzrost liczby badanych drobnoustrojów, a szczególnie drożdży i pleśni. Przyjmuje się, że stan produktów ciastkarskich jest zadawalający, jeśli liczba bakterii mezofilnych mieści się w przedziale 10^4 - 10^5 jtk/g [WHO 1994]. Według innych źródeł za akceptowalną wartość progową tych bakterii przyjmuje się poziom 10^6 jtk/g [Stewart i wsp. 2003, Akhtar i wsp. 2009, Siriken i wsp. 2009]. Podkreślić należy, że Polskie Normy i Rozporządzenie Ministra Zdrowia [2003] nie określają wymagań dotyczących liczby drobnoustrojów mezofilnych w ciastach kremowych. Ustalone w tym względzie [1975

rok] wytyczne Głównego Inspektora Sanitarnego na maksymalnym poziomie 5×10^4 jtk/g należy uznać obecnie za dość rygorystyczne.

Tabela 1. Ogólna liczba podstawowych grup drobnoustrojów w badanych produktach

Produkt	Liczba prób	Bakterie mezofilne tlenowe [jtk/g]	Drożdże i pleśnie [jtk/g]	Miano coli [g]
Masa „24”	10	$80 - 7,2 \times 10^4$	$<10 - 7,5 \times 10^2$	$<0,1 - 0,01$
Masa „48”	10	$1,1 \times 10^2 - 7,6 \times 10^4$	$<10 - 5,2 \times 10^3$	$<0,1 - 0,001$
Krem „24”	10	$1,5 \times 10^3 - 24,0 \times 10^4$	$<10 - 9,8 \times 10^3$	$<0,1 - 0,001$
Krem „48”	10	$1,9 \times 10^3 - 1,8 \times 10^6$	$20 - 1,8 \times 10^4$	$<0,1 - 0,001$
Ciasto „24”	10	$3,0 \times 10^2 - 9,3 \times 10^4$	$<10 - 6,0 \times 10^3$	$<0,1 - 0,001$

W odniesieniu do tych wymagań zanieczyszczenie produktów bakteriami mezofilnymi było na zadawalającym poziomie, w większości prób (98%) mieściło się w przedziale $10^2 - 10^5$ jtk/g (rys.1). Wyjątek stanowiła jedna próba kremu przechowywanego przez 48 godz. w temperaturze 4°C , charakteryzująca się wysoką liczbą bakterii mezofilnych ($1,8 \times 10^6$ jtk/g). Przyjmuje się, że drobnoustroje saprofityczne obecne w ilości powyżej 10^6 jtk/g mogą spowodować zepsucie produktu [Otluszczak-Walczak 2006], jednak nie stanowią zagrożenia zdrowotnego [Malicki i Bruzewicz 2004].



Rysunek 1. Obecność tlenowych bakterii mezofilnych w badanych próbach masy budyniowej i kremu w czasie chłodniczego przechowywania (średnia z 10 prób) Ilość jtk/g podana w postaci wykładniczej - $\pm M \cdot 10^E$, gdzie M to mantysa mieszcząca się w przedziale [1,10), E jest wykładnikiem całkowitym

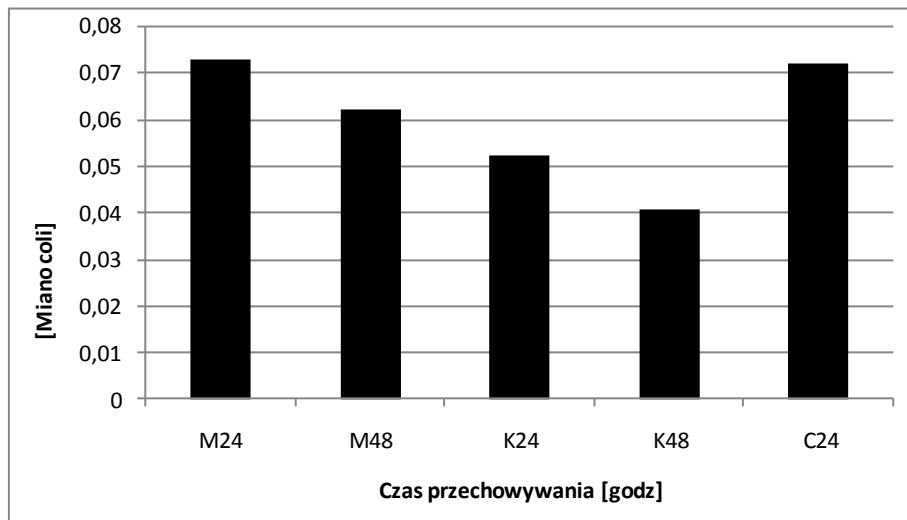
Mimo wysokiego, w niektórych produktach ogólnego zanieczyszczenia przez bakterie, należy podkreślić, że w żadnej z badanych prób nie stwierdzono obecności gramujemnych pałeczek z rodzaju *Salmonella* (tab. 2). Obecność tych chorobotwórczych mikroorganizmów w żywności jest niedopuszczalna.

Tabela 2. Występowanie bakterii chorobotwórczych w badanych produktach

Produkt	Liczba prób	Gronkowce koagulazo-dodatnie [jtk/g]	Bacillus cereus [w 1 g]	Salmonella [w 25 g]
Masa „24”	10	<50 - $2,8 \times 10^2$	<10	nbc
Masa „48”	10	<50 - $2,9 \times 10^2$	<10 - $1,2 \times 10^2$	nbc
Krem „24”	10	<50 - $7,5 \times 10^2$	<10 - $3,3 \times 10^3$	nbc
Krem „48”	10	<50 - $8,5 \times 10^2$	<10 - $9,6 \times 10^3$	nbc
Ciasto „24”	10	<50 - 10^2	<10 - $2,3 \times 10^3$	nbc

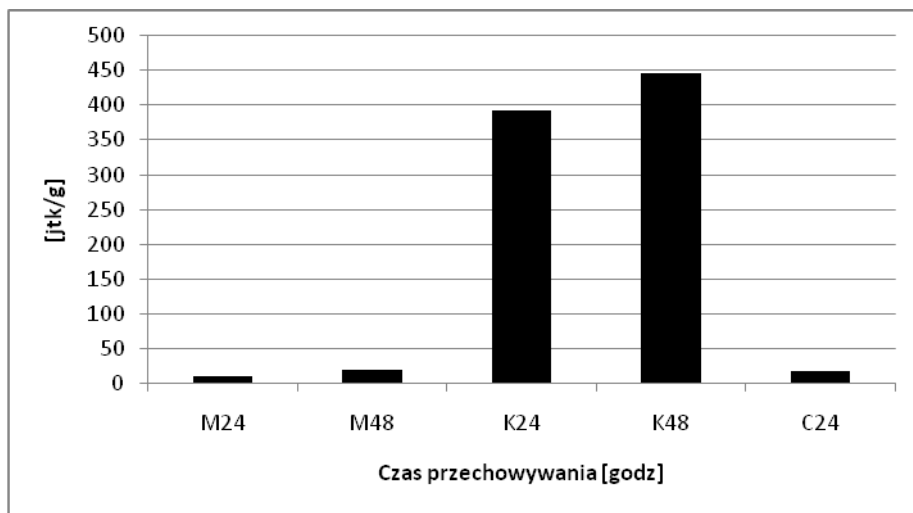
Zanieczyszczenie badanych prób bakteriami z grupy coli było na stosunkowo wysokim poziomie (rys. 2). W 18 z nich (na 50 badanych-36%) miano tych bakterii wynosiło 0,01-0,001 g. Najwyższy stopień zanieczyszczenia pałeczkami coli stwierdzono w 6 próbach kremu, 2 próbach masy budyniowej po 48 godzinach ich przechowywania oraz w 1 próbie ciasta z kremem (miano coli 0,001 g). Rozporządzenie Ministra Zdrowia [2003] regulujące stan mikrobiologiczny wyrobów ciastkarskich określa wartość progową bakterii z grupy coli na poziomie 10^1 jtk/g. Wyniki oznaczeń mikrobiologicznych badanych wyrobów wykazywały wartości znacznie przekraczające podane wymagania.

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że standardy mikrobiologiczne odnoszące się do produktów piekarskich mogą być istotnie różne w poszczególnych krajach. W Nowej Zelandii dopuszczalna zawartość bakterii z grupy coli wynosi 10^2 jtk/g [New Zealand Food Safety Authority 2007]. Podobne wymagania zapisane zostały w wytycznych opracowanych dla gotowej żywności przez Center for Food Safety [2007]. Obecność pałeczek coli w badanych produktach może być odzwierciedleniem wtórnego (poprodukcyjnego) zanieczyszczenia tymi drobnoustrojami. Bakterie te są najczęściej pochodzenia antropogennego, a ich obecność stanowi ważny wskaźnik sanitarny środków spożywczych, szczególnie wody [Zaleski 1985].



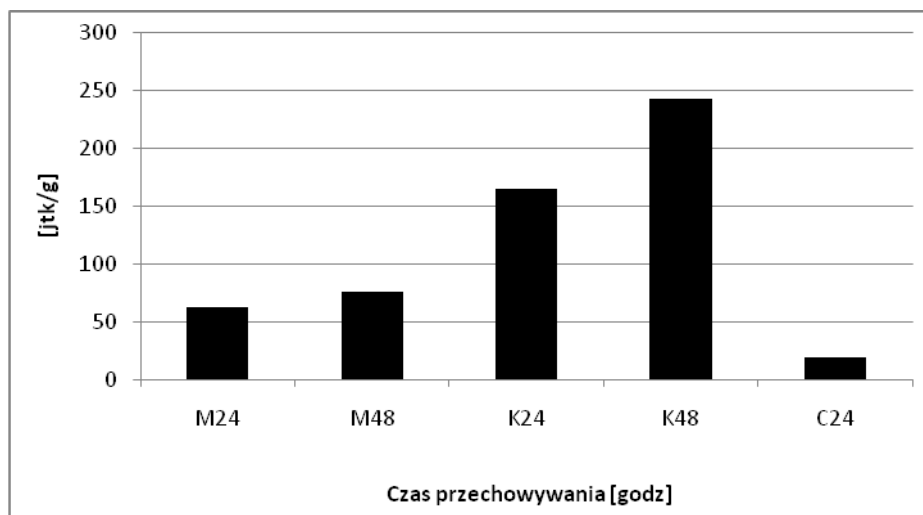
Rysunek 2. Zanieczyszczenie badanych produktów przez bakterie z grupy coli, w czasie ich chłodniczego przechowywania (średnia z 10 prób)

Liczba bakterii *Bacillus cereus* w ponad 85% analizowanych prób była mniejsza niż 10 jtk/g. Obecność tych bakterii stwierdzono zarówno w półproduktach i produktach przechowywanych przez 24, jak i 48 godz. (rys. 3). Stosunkowo wysoką ich zawartość wykazano w trzech próbach kremów ($1,9 \times 10^2$ do $3,9 \times 10^3$ jtk/g). Według Rozporządzenia Ministra Zdrowia [2003] liczba bakterii *Bacillus cereus* nie powinna być większa niż 10^2 jtk/g. Porównując wyniki przeprowadzonych badań z wymaganiami powyższego rozporządzenia, stwierdzono przekroczenia podanego poziomu w 10% analizowanych produktów. Biorąc jednak pod uwagę wytyczne opracowane przez Center of Food Safety (CFS) oraz German Society for Hygiene and Microbiology [Leitenberg i Röcken 1998], które dopuszczają zanieczyszczenie tymi bakteriami na poziomie od 10^3 do $<10^4$ jtk/g, należy stwierdzić, że stan mikrobiologiczny badanych próbek jest zadawalający.



Rysunek 3. Obecność *Bacillus cereus* w badanych produktach, w czasie ich chłodniczego przechowywania (średnia z 10 prób)

Na rys. 4 przedstawiono zanieczyszczenie badanych prób koagulazododatnimi bakteriami z rodzaju *Staphylococcus*. Wykazano obecność gronkowców koagulazododatnich, w tym *Staphylococcus aureus* w liczbie od <10 do $8,5 \times 10^2$ jtk/g (tab.2). Większą ilość tych bakterii stwierdzono w masach kremowych (średnio od 150 do 250 jtk/g). Czas przechowywania miał znaczący wpływ na ich zawartość (rys. 4). Odnosząc uzyskane w tym względzie wyniki do Rozporządzenia Ministra Zdrowia [2003], które dopuszcza obecność gronkowców w żywności, w liczbie do 10 jtk/g, należy wskazać, że w dużej ilości badanych prób (ponad 40%) nastąpiło przekroczenie ustalonego kryterium. Z danych prezentowanych w piśmiennictwie wynika, że minimalna dawka infekcyjna dla *Staphylococcus aureus* wynosi $>10^3$ jtk/g [Milliotis i Bier 2003, Libudzisz i wsp. 2009]. Wyroby ciastkarskie, w szczególności produkty łączone z masą kremową narażone są na występowanie koagulazododatnich bakterii z rodzaju *Staphylococcus*. Na obecność tych mikroorganizmów wpływa wiele czynników, między innymi stan wyjściowy surowców, warunki higieniczne podczas produkcji, czas i temperatura przechowywania oraz stosunkowo duży udział pracy ręcznej w zakładach wytwarzających ciasta [Preonas i wsp. 1969, Leitenberg i Röcken 1998, Stewart i wsp. 2003].

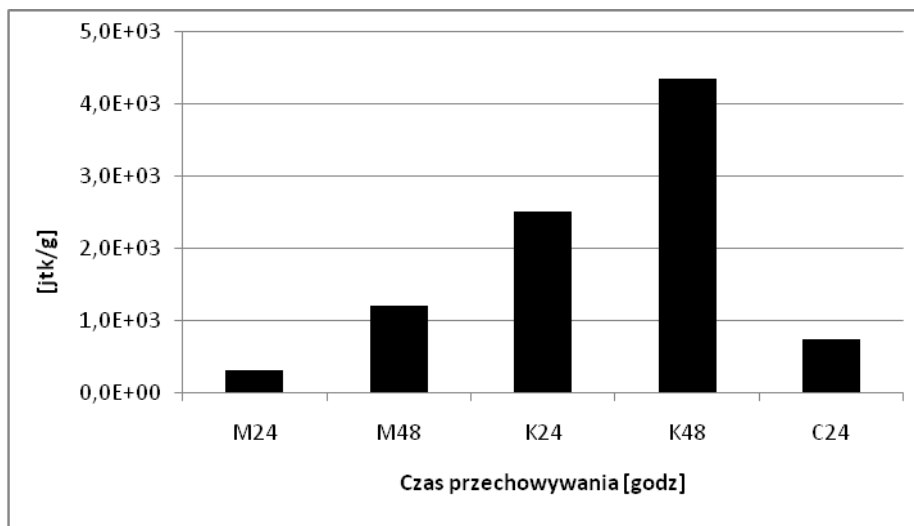


Rysunek 4. Obecność *Staphylococcus koagulazododatnich* w badanych produktach, w czasie ich chłodniczego przechowywania (średnia z 10 prób)

Ocena produktów pod względem grzybów wykazała, że ich liczba wahała się w zakresie od <10 do $1,8 \times 10^4$ jtk/g (tab. 1). W 30% badanych prób poziom ich nieznacznie przekroczył 10^3 jtk/g. Najwyższą liczbę ($1,8 \times 10^4$ jtk/g) drożdży i pleśni stwierdzono tylko w jednej próbie (krem po 48 godzinach przechowywania). W polskich wymaganiach jakościowych nie określa się granicznej liczby grzybów w masach i ciastach kremowych. Wytyczne niemieckie wskazują, że ogólna liczba drożdży i pleśni w wyrobach piekarskich nie powinna być wyższa niż 10^3 jtk/g [Leitenberg i Röcken 1998]. Według innych źródeł poziom zanieczyszczenia produktów piekarskich tą grupą drobnoustrojów zawiera się w granicach 10^1 - 10^4 jtk/g [Dale 2003]. Oznacza to, że 98% badanych prób spełnia powyższe wymagania. Wyniki dowodzą, że zarówno masa budyniowa, jak i krem przechowywane przez 48 godzin w temp. 4°C charakteryzowały się znacznie wyższą obecnością drobnoustrojów (rys. 5). Na stan mikrobiologiczny wyrobów mógł wpłynąć zarówno czas przechowywania, jak również poziom ich pierwotnego zanieczyszczenia.

Skażenie produktów piekarskich zarodnikami grzybów pleśniowych może stanowić poważny problem higieniczny i zdrowotny, ponieważ niektóre z nich mają zdolność tworzenia mikotoksyn. W wyrobach tych, najczęściej identyfikuje się szczepy z rodzaju *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Candida*, *Cladosporium*, *Penicillium* i *Saccharomyces*.

Zanieczyszczenia wyrobów ciastkarskich zarodnikami pleśni najczęściej pochodzą z surowców (zboża, mąka), jak również z powietrza lub/i z powierzchni urządzeń podczas produkcji, przechowywania, wykańczania i dystrybucji [Marin i wsp. 2002, Cornea i wsp. 2011].



Rysunek 5. Liczba drożdży i pleśni w badanych produktach, w czasie ich chłodniczego przechowywania (średnia z 10 prób)
Ilość jtk/g podano w postaci wykładniczej- $\pm M \cdot 10^E$, gdzie M to mantysa mieszcząca się w przedziale [1,10), E jest wykładnikiem całkowitym

Uzyskane w pracy wyniki wskaźników sanitarno-higienicznych wskazują, że w półproduktach oraz wyrobach z kremem występują w stosunkowo dużej ilości mezofilne bakterie tlenowe, jak również bakterie z grupy coli, gronkowce koagulazododatnie, a także *Bacillus cereus*. Siriken i wsp. [2009] przeprowadzili badania ciast z kremem, zakupionych w tureckich supermarketach, w których stwierdzili obecność mezofilnych bakterii tlenowych na poziomie $\geq 10^6$ jtk/g, gronkowców $> 10^4$ jtk/g, *Bacillus cereus* od 10^2 do 10^3 jtk/g, bakterii z grupy coli od 10^2 do 10^4 jtk/g oraz drożdży i pleśni do 10^3 jtk/g. Inne badania [Leitenberg i Röcken 1998] potwierdziły podobnie wysokie skażenie próbek kremu waniliowego.

Podsumowując, można stwierdzić, że końcowy skład mikroflory uwarunkowany jest jakością surowców, czystością mikrobiologiczną powietrza w otoczeniu produkcyjnym oraz warunkami produkcji, pakowania i transportu. Czas schładzania mas kremowych oraz dalsze

warunki przechowywania mają istotny wpływ na końcowy stopień ich zanieczyszczenia mikrobiologicznego.

Wnioski

1. Czas schładzania i przechowywania mas kremowych w warunkach chłodniczych jest jednym z głównych czynników determinujących stopień zanieczyszczenia mikrobiologicznego ciast kremowych.
2. Stabilizacyjne przechowywanie mas kremowych i ciasta przez 48 godzin istotnie zwiększa ich stopień skażenia bakteriami mezofilnymi, bakteriami z grupy coli, gronkowcami koagulazododatnimi, bakteriami z rodzaju *Bacillus cereus* oraz koloniami drożdży i pleśni.
3. W badanych produktach, w żadnej z prób nie występowały chorobotwórcze pałeczki *Salmonella*, wykazano jednak stosunkowo duży poziom zanieczyszczenia gronkowcami koagulazododatnimi (21 prób na 50 badanych) i bakteriami z grupy coli (18 prób).
4. Stopień zanieczyszczenia badanych produktów wskazuje na potrzebę zweryfikowania sposobu realizacji procedur jakościowych stosowanych w zakładzie produkcyjnym.

Literatura

1. Ambroziak Z., *Produkcja piekarsko- cukiernicza*, WSiP, Warszawa 1999.
2. Brużewicz S., Malicki A., *Badanie trwałości mikrobiologicznej parówek przechowywanych w warunkach chłodniczych*. Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria 2005, 4(1), 57-64.
3. Centre for Food Safety (CFS), *Wytyczne mikrobiologiczne dla żywności gotowej do spożycia*. Risk Assessment Section Centre for Food Safety Food and Environmental Hygiene Department, Hong Kong 2007.
4. Corneta C.P., Ciuca M., Voaides C, Gagiú V., Pop A., *Incidence of fungal contamination in a Romanian bakery: a molecular approach*. Romanian Biotechnological Letters 2011, 16(1), 5863-5871.
5. Dale H., *Microbial threats in the bakery*. International Food Hygiene 2003, 14(1), 9-10.
6. Kolożyn-Krajewska D., Sikora T., *HACCP. Koncepcja i system zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności*. Wyd. SITSpóź., Warszawa 1999.
7. Leitenberger E., Röken W., *HACCP in small bakeries*, Food Control 1998, 9 (2-3), 151-156.
8. Malicki A., Brużewicz S., *Porównanie trwałości mikrobiologicznej pasztetów przechowywanych w warunkach chłodniczych*. Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria 2004, 3(1), 91-97.
9. McClements D.J., *Food emulsions: principles, practices and techniques*. CRC Press, Boca Raton 1999.
10. Marin S., Guynot M.E., Neira P., Bernado M., Sanchis V., Ramos A.J., *Risk assessment of the use of sub-optimal levels of weak-acidpreservatives in the control of mould growth on bakery products*, International Journal of Food Microbiology 2002,79, 203– 211.
11. Milliotis M.D., Bier J.W., *International Handbook of Foodborne Pathogens*, Marcel Dekker, INC, New York 2003.
12. New Zealand Food Safety Authority, 2007, *Microbiological Quality of Bakery Products*, www.nzfsa.govt.nz
13. Otluszczyk-Walczak E., *Jakość mikrobiologiczna wybranych wyrobów garmażeryjnych*, ŻYWNÓŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość. 2006, 1(46), 80-85.

14. Preonas D.I., Nelson A.I., Ordal Z.J., Steinberg M.P., Wei L.S., *Growth of Staphylococcus aureus MF 31 on Top and Cut Surfaces of SouternvCustard Pies*. Applied Microbiology 1969, 18(1), 68-75.
15. PN-ISO 4831, 2007. *Oznaczanie najbardziej prawdopodobnej liczby bakterii z grupy coli*.
16. PN-ISO 4833, 2004. *Mikrobiologia. Ogólne zasady oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa 30°C*.
17. PN-EN ISO 7932, 1999. *Ogólne zasady oznaczania liczby Bacillus cereus*.
18. PN-EN ISO 6888-1, 2001. *Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (Staphylococcus aureus i innych gatunków. Część 1: Metoda z zastosowaniem pożywki Baird-Parkera*.
19. PN-ISO 7954, 1999. *Ogólne zasady oznaczania drożdży i pleśni*.
20. Praca zbiorowa pod red. Gawęcki J., Libudzisz Z., *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiwo w Poznaniu, Poznań 2006.
21. Praca zbiorowa pod red. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z., *Mikrobiologia Techniczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
22. Rawal B.R., Vinod P., Kartikeya T., *Development of noncontact end effector for handling of bakery products*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2008, 38, 524-528.
23. Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1441/2073 z dnia 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych.
24. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 10 lipca 2007 r. (Dz. U. nr 137, poz. 966) w sprawie znakowania środków spożywczych.
25. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. (Dz. U. nr 37, poz. 326) 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.
26. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 13.04.1973 r. (Dz. U. nr 19 poz. 110) w sprawie zasad postępowania ze środkami spożywczymi i używkami o niewłaściwej jakości zdrowotnej.
27. Siriken B., Cadirci O., Inat G., Pamuk S., *Microbiological Examination of Meatball, Cream Cake and Turkish Delight (Lokum)*, Journal of Animals and Veterinary Advances 2009, 8(10), 2049-2054.
28. Stauffer C. E., *Emulgatory*, WTN, Warszawa 2001.
29. Stewart C. M., Cole M., Schaffer D.W., *Managing the Risk of Staphylococcal Food Poisoning from Cream-Filled Baked Goods to Meet a Food Safety Objective*, Journal of Food Protection 2003, 66(7), 1310-1325.
30. Trzetrzelewska-Lalik E., Tuszyński T., *Istota wymagań systemu HACCP w aspekcie zapewnienia stabilności mikrobiologicznej wyrobów piekarsko – ciastkarskich*, Cukiernictwo – Piekarstwo 2011, 4, 94-97.
31. WHO, *Guideline value for food and drinking water*, World Health Organization, Geneva 1994.
32. Zaleski S.J., *Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego*, WNT, Warszawa 1985.

Abstract

Microbiological state of cakes mirrors their safety and sanitary quality. The level of microflora which remains residual, is the factor after the productive process of determining shelf-life of nutritive product. It consists of microorganisms which are secondary contamination of the product, which presence is a function of many factors.

The purpose of this study was to assess the microbiological status of the pudding masses, creams (intermediates) and the ready - made cakes with cream, stored under refrigeration (at 4 ± 1 °C) for 24 and 48 hours. Sample material consisted of 20 parties representing the weight of

cooked puddings and cream, as well as 10 lots of cream cakes, which were produced in industrial conditions. In the researched material were specified: the total number of mesophilic aerobic bacteria, the presence of yeasts and moulds, coliforms and pathogenic bacteria - *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. and *Bacillus cereus*.

The results showed very differentiated levels of microbial contamination of products. The total number of mesophilic bacteria varied in a wide range of 10^1 - 10^6 cfu/g.

The tested products did not show the presence of *Salmonella* sp., while in 20 samples (of the 50 tested) there was present *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus cereus* 8. Coliforms occurred in about half of the tested samples (coli count 0.01-0.001 g).

The carried out research of cream and cakes baked with cream pointed to the fact that the products were very sensitive to microbial contamination. Based on the data obtained, it can be concluded that the level of pollution after production is an important factor determining the microbial stability of confectionery.

On the basis of carried tests one can believe that the time of cold storage has a significant impact on the level of microbial contamination of both half-finished products and finished cream cakes.

After 48 hours of storage, in comparison to a period of 24 hours, there was a marked increase (at about 50%) in counts of aerobic mesophilic bacteria, coliforms, coagulase positive staphylococci and yeasts and moulds.

PROZDROWOTNE EUROPEJSKIE DZIAŁANIA W ZAKRESIE REFORMULACJI PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH

*Agnieszka Koziół-Kozakowska¹, Beata Piórecka¹, W. BruceTraill², Bhavani Shankar²,
Tino Bech-Larsen³, Jessica Aschemann-Witzel³, Laura Gennaro⁴, Sofia Valleley⁵*

¹Zakład Żywienia Człowieka, Instytut Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu, CM UJ, Polska, e-mail: beata.piorecka@uj.edu.pl ²Department of Agricultural and Food Economics, University of Reading, UK, ³Centre for Research on Customer Relations in the Food Sector, Aarhus University, Denmark, ⁴National Research Institute for Food and Nutrition, Italy, ⁵The European Food Information Council AISBL (EUFIC), UK

Streszczenie

Powołana w 2005 roku przez Komisję Europejską UE Platforma ds. Żywienia, Aktywności Fizycznej i Zdrowia postawiła sobie za cel inicjowanie działań w zakresie przeciwdziałania dietozależnym chorobom niezakaźnym. Jednym z nich jest reformulacja produktów żywnościowych rozumiana jako obniżenie zawartości składników mających udowodniony związek z występowaniem tych schorzeń tj. kwasów tłuszczowych nasyconych (SAFA) i trans (TFA), soli oraz cukru. Celem pracy jest przedstawienie europejskich prozdrowotnych działań prowadzonych poprzez reformulację produktów żywnościowych. Działania prowadzone w postaci regulacji prawnych, nakazujących ograniczenie ilości konkretnych składników dotyczą Danii, gdzie wprowadzono nakaz ograniczenia zawartości TFA w produktach do 2%. Inną formą oddziaływania jest podejmowanie współpracy między organami państwa a przemysłem spożywczym, np. w Wielkiej Brytanii - kampania ograniczająca zawartość soli i TFA w produktach, oraz we Włoszech, gdzie produkty o obniżonej zawartości soli otrzymują znak „Przyjazne dla serca”. Obserwuje się również dobrowolne działania producentów żywności w kierunku reformulacji, przykładem jest międzynarodowa fundacja „Choices”, która prowadzi znakowanie

produktów tak, by ułatwić konsumentowi ich wybór. Znak „Choices” oznacza, że zawartość SAFA, TFA oraz sodu i cukru jest zgodna z międzynarodowymi kryteriami. Polskie działania na rzecz reformulacji produktów na chwilę obecną ograniczają się do oceny zawartości soli w wybranych produktach oraz do organizacji warsztatów dla producentów w ramach programu „Pol-Health”. Ocenia się, że działania dotyczące reformulacji produktów podejmowane w ramach Platformy spowodowały redukcję niekorzystnych dla zdrowia składników od 5% do 80%, przy czym w większości o około 25-50%.

Słowa kluczowe: reformulacja, produkty żywnościowe, Unia Europejska, Polska

Opublikowana w 2003 roku strategia WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, oraz powołana w 2005 roku przez Komisję Europejską Platforma ds. Żywnienia, Aktywności Fizycznej i Zdrowia, postawiły sobie za cel inicjowanie wspólnych działań w zakresie przeciwdziałania dietozależnym chorobom niezakaźnym tj. otyłości, cukrzycy typu 2, chorobom układu krążenia, czy nowotworom [Joint WHO/FAO Expert Consultation 2003, UE Platform]

Jednym z tych działań jest reformulacja produktów żywnościowych rozumiana jako zmiana zawartości składników, które mają udowodniony związek z ich występowaniem tj. kwasów tłuszczowych nasyconych (SAFA) i trans (TFA), soli oraz cukru.

Potwierdzono, że spożycie przemysłowo wytworzonych kwasów tłuszczowych trans jest pozytywnie związane z czynnikami stanu zapalnego, co ma związek z chorobami układu krążenia (Chuk), jak również otyłością [Bendsen i wsp. 2011]. Nadmierne spożycie TFA, wpływa na zwiększenie poziomu frakcji LDL cholesterolu oraz obniżenie HDL cholesterolu i określono je jako niezależny czynnik ryzyka chorób układu krążenia [Joint WHO/FAO Expert Consultation 2003, Mozaffarian i wsp. 2006].

Choroby układu krążenia stanowią prawie połowę wszystkich zgonów w Europie (48%) i w Unii Europejskiej (42%) [European cardiovascular disease statistics 2008]. W Polsce Chuk są największym zagrożeniem życia osób dorosłych, w 2006 r. stanowiły one przyczynę 46% ogółu zgonów [Wojtyniak i Goryński 2008]. Obserwuje się stopniowy spadek umieralności z przyczyn Chuk, który wynika głównie ze zmniejszającego

się zagrożenia życia chorobą niedokrwienną serca. Przypisuje się to zmianom w zakresie rodzaju spożywanych tłuszczów oraz zwiększeniu podaży świeżych warzyw i owoców [Zatoński i wsp. 1999]. Jednak Chuk są nadal częstszą przyczyną przedwczesnych zgonów w Polsce niż przeciętnie w UE i w ostatnich latach spadek umieralności z ich powodu uległ spowolnieniu [Wojtyniak i Goryński 2008].

Wiele badań epidemiologicznych potwierdziło istnienie związku pomiędzy spożyciem soli a wysokim poziomem ciśnienia krwi [Cappuccino i wsp. 2000, Dickinson i Havas 2007]. Mimo licznych kontrowersji, wysokie spożycie soli jest nadal najważniejszym dietetycznym czynnikiem ryzyka chorób układu krążenia [Dötsch i wsp. 2009]. Na świecie prawdopodobnie więcej niż 26% osób dorosłych ma nadciśnienie tętnicze [Dickinson i Havas 2007]. W Polsce nadciśnienie tętnicze określono u co 5 dorosłej osoby, częściej wśród kobiet wraz z przyrostem lat [GUS 2011]

Wysokie spożycie soli może również stanowić pośrednią przyczynę otyłości. Wykazano, że u osób dorosłych, codzienne spożycie ok. 10 g soli prowadzi do zwiększenia konsumpcji płynów o 350 ml na dobę, w porównaniu do ilości płynów przyjmowanych przy zalecanym spożyciu 5 g soli na dobę. Ponieważ znaczny udział w spożyciu płynów w diecie mają soki i napoje słodzone, spożycie soli przyczynia się pośrednio do zwiększenia przyjmowanej ilości kalorii oraz rozwoju nadmiaru masy ciała [Stolarz-Skrzypek i Kawecka-Jaszcz 2009].

Udowodniono, że wysokie spożycie cukru dodanego, zwłaszcza z słodzonych napojów bezalkoholowych, prowadzi do rozwoju otyłości oraz zaburzeń w gospodarce lipidowej. Wpływa również na zwiększenie ciśnienia tętniczego krwi, a także indukuje insulinooporność i stan zapalny [Nijman i wsp. 2006, Kłósiewicz-Latoszek i Cybulska 2011]. W ostatnich latach bardzo wzrosło spożycie cukru dodanego. Tymczasem okazuje się, że zmniejszenie spożycia napojów słodzonych o 1 porcję dziennie (ok. 335 ml) wiąże się z redukcją masy ciała o 0,49 kg po 6 miesiącach i o 0,65 kg po 18 miesiącach [Chen i wsp. 2009].

Otyłość to problem ogólnoświatowy, dotyczący wszystkich grup wiekowych i społeczno-ekonomicznych, jej powikłania powodują zawsze duże obciążenia finansowe dla opieki zdrowotnej. W 27 krajach członkowskich Unii Europejskiej prawie 60% dorosłych oraz ponad 20% dzieci i młodzieży w wieku szkolnym ma nadwagę lub otyłość. Problem nadmiaru masy ciała dotyczy około 260 mln dorosłych i ponad 12 milionów dzieci [IASO/IOTF 2010].

Według interpretacji wskaźnika BMI w porównaniu do badania stanu zdrowia przeprowadzonego przez GUS w 2004 roku waga przeciętnego Polaka wzrasta. Pod koniec 2009 r. ponad 61% ogółu badanych mężczyzn dotyczył nadmiar masy ciała, w tym 45% nadwaga i 17% otyłość. Natomiast wśród kobiet nadmiar masy ciała dotyczył 45% ogółu badanych, w tym 29% miało nadwagę, a 15% było otyłych [GUS 2011].

Celem pracy jest przedstawienie wybranych działań realizowanych aktualnie w Unii Europejskiej w zakresie reformulacji produktów żywnościowych. Reformulacja odbywa się zazwyczaj na dwóch poziomach; na poziomie produktu poprzez optymalizację jego składu, tak aby spełniał on zalecenia żywieniowe oraz na poziomie konsumenta poprzez takie znakowanie produktów, aby ułatwić konsumentowi właściwy wybór produktu. Działaniom tym często towarzyszą szeroko zakrojone kampanie reklamowe.

W badaniu konsumenckim przeprowadzonym w 5 krajach tj. Niemcy, Dania, Hiszpania, Węgry i w Polsce stwierdzono, że pełna informacja żywieniowa na opakowaniu produktów czytana jest przez niewielki odsetek badanych. Jednak ponad 50% ogółu osób uczestniczących w badaniu sprawdza na etykietach informacje dotyczące wielkości porcji oraz zawartości tłuszczu. Większość badanych nie posiada jednak prawidłowej wiedzy na temat informacji żywieniowych podawanych na etykietach i nie potrafi ich przełożyć na korzyści żywieniowe oraz pozycję danego produktu w codziennej diecie. Edukacja żywieniowa poprzez znakowanie produktów nie zaspakaja w pełni potrzeb konsumentów [Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling, BEUC 2005].

Od 1 lipca 2007 roku obowiązuje w Państwach Wspólnoty Europejskiej rozporządzenie w sprawie dobrowolnego umieszczania na etykietach oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności. Rozporządzenie to ma pomagać konsumentom w otrzymywaniu pewnych i sprawdzonych informacji o produktach, które kupują. Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne mają być podane wraz z informacją, jaka ilość produktu jest zalecana, dla kogo produkt nie jest wskazany oraz jakie są skutki spożywania nadmiernych ilości danego produktu. Produkty spożywcze będą mogły zwierać wspomniane oświadczenia, gdy ich skład będzie zgodny z tzw. profilem żywieniowym, który ma określać wartości graniczne obecności w produktach omawianych niekorzystnych składników. Zakładano, że do roku 2009 zostaną określone profile składników odżywczych oraz dokładne warunki stosowania oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych,

jednak nadal trwają prace w tym kierunku. W 2010 roku odrzucono koncepcję znakowania żywności systemem „światel drogowych”, gdzie odpowiednie kolory miały informować o walorach zdrowotnych danego produktu [Krysztofiak i Bilaska 2011].

Jedną z propozycji ułatwienia konsumentowi wyboru odpowiednich produktów jest kierowany do producentów żywności dobrowolny program znakowania wartością odżywczą GDA, który w Polsce jest realizowany przez Polską Federację Producentów Żywności – PFPŻ w oparciu o rekomendacje Konfederacji Przemysłu Żywności i Napojów UE (CIAA) oraz Europejskiej Platformy do Spraw Diety, Aktywności Fizycznej i Zdrowia. Poziomy GDA zostały ustalone m.in. dla tłuszczu ogółem, kwasów tłuszczowych nasyconych, sodu (i jego ekwiwalentu soli), natomiast nie uwzględniono jeszcze informacji na temat cukru ogółem oraz TFA [PFPŻ].

Każdy producent może przystąpić do programu znakując swój produkt, bez względu na jego skład. Program ten wymaga od konsumentów pewnego poziomu wiedzy żywieniowej, aby dokonać wyboru odpowiedniego produktu w ramach wszystkich produktów oznakowanych wartością odżywczą GDA. Informacja o wartości odżywczej nie jest bowiem jednoznaczna ze zrozumieniem jej przez konsumenta. Jest to jednak inicjatywa uzupełniająca lukę w prawodawstwie zgodnie, z którym producenci nie mają obowiązku umieszczania informacji o wartości odżywczej produktów (wyjątek stanowią produkty specjalnego przeznaczenia żywieniowego) [Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia 2006]

Pierwszym państwem europejskim, w którym w 2003 r. wprowadzono regulacje prawne nakazujące ograniczenie TFA, była Dania. Dzięki dużemu zaangażowaniu środowiska naukowego i poparciu duńskiego rządu wprowadzono przepis ograniczający zawartość TFA do 2% tłuszczu we wszystkich sprzedawanych produktach spożywczych. Dania jak dotąd jest jedynym krajem UE, w którym w sposób nakazowy uregulowano kwestie ograniczenia tłuszczu trans. Natomiast Szwajcaria jako drugi kraj w Europie w 2008 roku wprowadziła limit zawartości TFA (nie więcej niż 2 g/100 g oleju lub tłuszczu) [Perez-Ferrer i wsp. 2010].

W Wielkiej Brytanii również prowadzone są działania na rzecz zmniejszenia zawartości kwasów TFA w produktach, nie mają one jednak charakteru nakazowego, a są jedynie rekomendacjami przedstawianymi przez Food Standard Agency - FSA. Szeroko zakrojone kampanie edukacyjne, współpraca sektora spożywczego, zmniejszenie

zawartości kwasów tłuszczowych trans w codziennie spożywanym produktach jak: margaryny, ciastka, płatki śniadaniowe oraz system znakowania produktów poprzez nadawanie znaków informujących o niskiej zawartości TFA spowodowały istotne zmniejszenie spożycia tych tłuszczów w diecie Brytyjczyków. Od 2007 roku działania na rzecz obniżenia zawartości izomerów trans w produktach spowodowały, że ich zawartość w margarynach, innych tłuszczach do smarowania, ciastkach, herbatnikach, czekoladach, wynosi mniej niż 1 g/100 g produktu (oprócz produktów zawierających masło), a w słonych przekąskach jak np. chipsy mniej niż 0,35 g/100 g produktu [FSA].

W Polsce według różnych autorów spożycie kwasów tłuszczowych trans jest wysokie i wynosi od 2,8 do 6,9 g/dzień [Achremowicz i Korus 2007]. Z badania Stendera i wsp. [2006] wynika, że zawartość szkodliwych dla zdrowia izomerów trans kwasów tłuszczowych w produktach dostępnych na polskim rynku jest wysoka w porównaniu z innymi państwami.

W badanych wyrobach cukierniczych i chipsach ziemniaczanych zakupionych na rynku warszawskim stwierdzono dużą zawartość tłuszczu oraz wysoki udział nasyconych kwasów tłuszczowych. Obserwowano też duże zróżnicowanie udziału izomerów kwasów tłuszczowych trans, co może świadczyć o eliminowaniu ich w wybranych produktach już w procesie produkcji [Ratusz i Wirkowska 2008]

Mimo wysokiej zawartości izomerów trans w produktach nie ma w Polsce inicjatyw rządu na rzecz ich zmniejszania. Na dzień dzisiejszy nie ma również wspólnych (unijnych) uregulowań dotyczących zawartości izomerów trans w produktach spożywczych oraz konieczności podawania na etykiecie informacji o ich zawartości w produkcie.

Według zaleceń Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego oraz Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) spożycie soli kuchennej nie powinno przekraczać 5 g/dobę (łyżeczka). Tymczasem w Polsce spożycie soli wynosi ok. 15 g/dobę, co 3-krotnie przekracza zalecaną normę i stanowi najwyższe spożycie wśród badanych krajów europejskich (Belgia, Czechy, Rosja, Rumunia, Włochy) [Stolarz-Skrzypek i Kawecka-Jaszcz 2009].

Szacuje się, że ok. 75% spożywanego sodu pochodzi z przetworzonej żywności oraz produktów jadanych poza domem. Od wielu lat WHO wzywa do obniżenia zawartości soli w produktach, jako element kosztowo-efektywnej kampanii na rzecz zdrowia publicznego [Dötsch wsp. 2009].

Również organy Unii Europejskiej inicjują działania na rzecz zmniejszenia spożycia soli. Pozostawiają one jednak krajom członkowskim znaczną dowolność w zakresie wyboru grup produktów żywnościowych, w których rozpocznie się obniżanie zawartości soli. Założony cel to uzyskanie redukcji zawartości soli o 16% w ciągu 4 lat w 5 grupach produktów żywnościowych, wybranych przez dany kraj członkowski [Stolarz-Skrzypek i Kawecka-Jaszcz 2009].

W odpowiedzi na powyższe zalecenie w Polsce opracowano Konsensus Solny. Jest on wynikiem strategii Grupy Wysokiego Szczebla ds. Żywienia i Aktywności Fizycznej Komisji Europejskiej dotyczącej podjęcia działań na rzecz obniżania spożycia soli w Europie. Inicjatorem opracowania konsensusu solnego w Polsce był Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. Zadania na rzecz obniżenia spożycia soli realizowane są w ramach programu POL-HEALTH (National Program for Prevention of overweight and obesity, and Chronic Noncommunicable Diseases). Od 2009 roku realizowane są konkretne działania m.in. ocena aktualnej sytuacji dotyczącej spożycia soli, jej głównych źródeł z produktów żywnościowych, współdziałanie z przemysłem i zachęcanie producentów do reformulacji produktów. W ramach projektu podjęto ocenę rzeczywistej zawartości soli w produktach spożywczych oraz w posiłkach w placówkach żywienia zbiorowego. W 2009 r. dokonano analizy składu surowcowego następujących grup produktów: pieczywo, wędliny, sery, przetwory rybne, przetwory warzywne, produkty śniadaniowe oraz produkty typu „fast food” z restauracji sieciowych: McDonalds, Burger King i KFC. Przeprowadzono również analizę składu recepturowego, często spożywanym przez młodzież i dzieci, wybranych produktów typu „fast food”. Co roku organizowane są warsztaty dla producentów żywności, szerzące wiedzę na temat spożycia soli oraz jej negatywnych skutków zdrowotnych. Celem warsztatów jest zachęcenie producentów do obniżenia zawartości soli w produktach [IŻŻ]. Na chwilę obecną nie ma innych działań ze strony polskiego rządu, których celem byłoby wsparcie reformulacji w zakresie ograniczania sodu w produktach przez producentów.

Przykładem europejskiego działania na rzecz obniżenia zawartości sodu w produktach jest Consensus Action on Salt and Health (CASH). Inicjatywę tę wprowadzono w 1996 r. w Wielkiej Brytanii, jej celem jest stopniowe zmniejszanie zawartości soli w gotowych produktach, a tym samym jej spożycia w populacji, poprzez współpracę z przemysłem spożywczym. Działaniom tym towarzyszy intensywna kampania

informacyjna w mediach [Stolarz-Skrzypek i Kawecka-Jaszcz 2009]. W 2005 r. podpisano porozumienie (Porozumienie Odpowiedzialności, ang. Responsibility Deal) pomiędzy FSA a prywatnymi firmami spożywczymi w celu zmniejszenia spożycia soli w populacji. Od tego czasu wspólne wysiłki zaowocowały spadkiem ilości soli w chlebie o 1/3, w płatkach śniadaniowych o 44%, w ciastkach o 16-55%, a w chipsach do 55%. Badania populacyjne zawartości sodu w moczu pokazały, że spożycie soli w diecie Brytyjczyków, spadło z 9,5 g w latach 2000/2001 do 8,6 g w 2008 r. [FSA 2009].

We Włoszech również jest realizowana inicjatywa na rzecz obniżenia zawartości soli chlebie, które jest głównym źródłem sodu w diecie. Włoskie Ministerstwo Zdrowia podpisało porozumienie z producentami chleba, w którym piekarze zobowiązali się do zmiany receptury pieczywa. Produkty, które mają obniżoną zawartość soli są znakowane znakiem „Przyjazne dla serca” [Eatwell Report 2011].

Przykładem indywidualnych działań firm jest międzynarodowa kampania „Choices”, która w Polsce funkcjonuje pod nazwą „Wiem co wybieram”. Firma Unilever po opublikowaniu strategii WHO/FAO dotyczącej diety, żywienia i prewencji chorób chronicznych podjęła działania nazwane optymalizacją wartości odżywczej produktów. Już od 1994 roku Unilever rozpoczął działania w zakresie ograniczenia zawartości kwasów tłuszczowych trans w produktach [Korver i Katan 2006]

Naukowcy z instytutu Unilever ustalili kryteria wartości odżywczej produktów, według których oceniano produkty. Kryteria te zostały opracowane na podstawie przeglądu ponad 20 zaleceń dotyczących prawidłowej diety z różnych krajów. W konsekwencji ustalono kryteria maksymalnych dopuszczalnych ilości w produkcie: tłuszczy trans, tłuszczy nasyconych, sodu i cukru dodanego. W ramach tych działań oceniono 30 tys. receptur produktów na całym świecie. Opracowano składy oraz wartości odżywcze dla każdej kategorii produktów, tak aby były zgodne z ustalonymi kryteriami [Nijman i wsp. 2006]. Nie wszystkie produkty spełniają jednak te kryteria, wiąże się to przede wszystkim z koniecznością zmiany ich smaku, ale reformulacja tych produktów jest kolejnym celem firmy. Opracowano dodatkowe kryteria dotyczące soli dla wszystkich kategorii produktów, szczególnie dla kategorii *sevory* (słone przekąski, o smaku słonym, przyprawowym). Planuje się, że do 2015 roku reformulacja ma być zakończona

W Polsce ponad 120 produktów posiada znak „Wiem co wybieram”. W 2009 r. w Holandii, przeprowadzono badania oceniające wpływ jaki

może mieć zamiana produktów ze standardowej diety produktami spełniającymi kryteria programu „Choices”. W badaniu zastosowano wyniki Dutch National Food Consumption Survey z 2003 r. oceniającego nawyki żywieniowe Holendrów. W badaniu porównano tradycyjne menu Holendrów z menu, które powstało poprzez zamianę produktów nie spełniających kryteriów programu, produktami zgodnymi z jego kryteriami. Wyniki analizy pozwoliły stwierdzić, że spożywanie produktów z logo „Choices” w znaczącym stopniu zmniejsza pobranie z dietą składników, których spożywanie w nadmiarze może mieć negatywne skutki dla zdrowia tj.: sodu: o 3%, cukru o 38%, kwasów tłuszczowych typu trans o 62%, tłuszczy nasyconych o 40% [Rudenberg i wsp. 2009]. Tym samym wybór produktów opatrzonych logo „Choices” może mieć pozytywny wpływ na odpowiednie zbilansowanie codziennej diety.

Stosunkowo niewiele jest działań koncentrujących się na reformulacji produktów w zakresie zmniejszenia zawartości cukru, w przeglądzie nie odnaleziono takich działań na poziomie uregulowań prawnych, jak również współpracy sektora prywatnego z rządem. Widoczne są jednak indywidualne działania sektora prywatnego, zwłaszcza z segmentu soków i napoi, które obniżają lub eliminują cukier dodany w swoich produktach. Przykładem polskich działań jest firma Fortuna, która jako pierwsza wprowadziła na rynek soki bez dodatku cukru. Soki jednak z reguły zawierają naturalne cukry, olbrzymim problemem są natomiast bezalkoholowe napoje, w których może znajdować się 6-10 g cukru na 100g produktu. Z badań wynika, że średnie spożycie słodzonych napojów gazowanych (lemoniada, oranżada, napoje typu cola) w Polsce wynosi 43 ml/osobę/dziennie [Kłosiewicz-Latoszek i Cybulska 2011]. Nie odnaleziono innych działań w zakresie reformulacji tego sektora produktów.

Przegląd działań na rzecz reformulacji produktów pokazuje, że inicjatywy te zaczynają dopiero być wdrażane. Prowadzone są one zarówno w postaci regulacji prawnych nakazujących ograniczanie ilości konkretnych szkodliwych składników, współpracy między organami rządu a przedsiębiorstwami oraz poprzez indywidualne dobrowolne inicjatywy firm produkujących żywność. W większości państw Unii Europejskiej mają one charakter dobrowolny, rzadkością jest wprowadzanie uregulowań prawnych nakazujących zmianę składu produktów. Pokazane przykłady reformulacji produktów, dają pozytywne efekty w postaci zmniejszenia zawartości szkodliwych składników w żywności a w konsekwencji w diecie. W wyniku przeprowadzonej w

ramach Platformy ds. Żywienia, Aktywności Fizycznej i Zdrowia oceny dotyczącej przeformułowania produktów określono, że redukcje niekorzystnych dla zdrowia składników zawartych w różnych produktach w UE wahały się od 5% do 80%, przy czym w większości 25-50% [European Commission Report 2010].

Zatem kierunek podejmowanych działań w celu reformulacji produktów jest prawidłowy i celowy. Kwestią otwartą pozostaje metoda jej realizacji. Uregulowania prawne zazwyczaj generują większe koszty, są jednak efektywne [Vogel 1997]. Z drugiej strony dobrowolne działania podejmowane przez przemysł żywnościowy mogą być równie skuteczne, jeśli będą szły w parze ze świadomością konsumentów. Niewątpliwie konieczne jest ustalenie pewnych wspólnych, dla wszystkich producentów standardów dotyczących ilości soli, tłuszczu nasyconych, tłuszczu trans oraz cukru dodanego w produktach, co jest przygotowywane w ramach „profilu żywieniowego”.

Świadomość konsumentów w zakresie wyboru korzystnych dla zdrowia produktów zwiększają podejmowane liczne działania edukacyjne. Jednak w Polsce 40% konsumentów nie czyta lub czyta sporadycznie informacje o wartości odżywczej produktów [Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling, BEUC 2005]. W ostatnich latach obserwuje się zmianę nawyków żywieniowych Polaków, jednak wiele zachowań żywieniowych wymaga jeszcze utrwalenia lub zmiany, by istotnie wpłynęło to na poprawę wskaźników zdrowotnych. Dlatego ważne jest by działania edukacyjne były uzupełniane poprzez reformulację produktów.

Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego Eatwell (Interventions to Promote Healthy Eating Habits: Evaluation and Recommendations) 7 PR, KBBE 226713-EATWELL

Dziękujemy Pani dr Katarzynie Stoś kierownikowi Zakładu Bezpieczeństwa Żywności Instytutu Żywności i Żywienia oraz Pani mgr inż. Iwonnie Niegowskiej- nutrition manager Unilever Poland, za udzielenie wywiadu w ramach prac projektu EATWELL.

Literatura:

1. Achremowicz B., Korus J., *Potrzeba regulacji zawartości izomerów trans kwasów tłuszczowych w żywności*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2007, 3(52), 5-14.
2. Bendtsen N.T., Stender S., Szeci P.B., Pedersen S.B., Basu S., Hellgren L.I., Newman J.W., Larsen T.M., Haugaard S.B., Astrup A., *Effect of industrially produced trans fat on markers of endothelial dysfunction and systemic inflammation: evidence from a randomized trial in overweight women*. Journal of Lipid Research 2011, doi:10.1194/jlr.M014738.

3. Cappuccio F.P., Kalaitzidis R., Dunclift S., Eastwood J.B., *Unraveling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism*. Journal of Nephrology 2000, 13, 169-177.
4. Chen L., Appel L.J., Loria C., Lin P.H., Champagne C.M., Elmer P.J., Ard J.D., Mitchell D., Batch B.C., Svetkey L.P., Caballero B., *Reduction in consumption of sugar-sweetened beverages is associated with weight loss: the PREMIER trial*, American Journal of Nutrition 2009, 89(5), 1299-1306.
5. Dickinson B.D., Havas S., Council on Science and Public Health, American Medical Association, *Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health*. Archives of Internal Medicine 2007, 167(14), 1460-1468.
6. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Disease. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, World Health Organization 2003.
7. Dötsch M., Johanneke B., Batenburg M., Liem G., Tareilus E., Mueller R., Meijer G., *Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2009, 49(10), 841-851.
8. Eatwell Report, *Reformulation for healthier food: a qualitative assessment of some costs and benefits of alternative approaches*, 2011.
9. European cardiovascular disease statistics 2008 – European Heart Network <http://www.ehnheart.org/cvd-statistics.html>
10. European Commission, *Evaluation of the European Platform for Action on Diet, Physical Activity and Health: Case study report: Food/drink reformulation*, Brussels 2010, 70.
11. EU Platform for Action on Diet, Physical Activity and Health http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/life_style/nutrition/platform/platform_en.htm
12. Food Standards Agency (FSA) *Salt reduction targets*, 2009 <http://collections.europarchive.org/tna/20100907111047/http://food.gov.uk/healthierating/salt/saltreduction>
13. Food Standard Agency (FSA). *Re-estimate of trans fat intake in adults*. <http://www.food.gov.uk/science/dietarysurveys/ndnsdocuments/ndnspreviousurveyreports/reestimate/transfats>
14. GUS, *Stan zdrowia ludności Polski w 2009r.*, 2011, http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_ZO_stan_zdrowia_2009.pdf
15. IASO/IOTF <http://www.iaso.org/iotf/>
16. Instytut Żywności i Żywienia (IŻŻ) *Raport z realizacji programu Pol-health w 2009 r.* http://www.izz.waw.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=152%3Azadanie-realizowane-na-zleczenie-departamentu-polityki-zdrowotnej-mz&catid=4%3Ao-nas&lang=pl
17. Kłosiewicz Latoszek L., Cybulska B., *Cukier a ryzyko otyłości, cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych*, Problemy Higieny i Epidemiologii 2011, 92(2), 181-186.
18. Korver O., Katan M.B., *The elimination of trans fats from spreads: how science helped to turn an industry around*, Nutrition Reviews, 2006, 64(6), 275-9.
19. Krysztofiak K., Bilska A., *Zasady znakowania produktów spożywczych*. Nauka. Przyroda, Technologie 2011, 5(3), 1-20.
20. Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., Willet W.C., *Trans fatty acids and cardiovascular disease*, New England Journal of Medicine, 2006, 354(15), 1601-13.
21. Nijman C.A.J., Zijp I.M., Sierksma A., Roodenburg A.J.C., Leenen R., Van den Kerkhoff C., Weststrate J.A., Meijer G.W., *A method to improve the nutritional quality of foods and beverages based on dietary recommendations*, European Journal of Clinical Nutrition 2007, 61(4), 461-71.
22. Perez-Ferrer C., Lock K., Rivera J.A., *Learning from international policies on trans fatty acids to reduce cardiovascular disease in low and middle-income countries, using Mexico as a case study*, Health Policy and Planning 2010, 25(1), 39-49.
23. Polska Federacja Producentów Żywności (PFPŻ) <http://www.pfpz.pl>

24. Ratusz K., Wirkowska M., *Udział izomerów trans kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich i chipsach ziemniaczanych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2008, 4(59), 96-102.
25. Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling, BEUC, 2005 <http://www.row.minvws.nl/upload/row/beuc%20report%20on%20labelling%208-05.pdf>
26. Rudenberg A.J.C., Temme E.H.M., Howell Davies O., Seidell J.C., *Potential impact of the Choices Programme on nutrient intake In the Dutch population*, British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 2009, 34, 3118-323.
27. Stender S., Dyeberg J., Bysted A., Leth T., Astrup A., *A trans world journey*, Arteriosclerosis 2006, suppl. 7, 47-52.
28. Stolarz-Skrzypek K., Kawecka-Jaszcz K., *Ograniczenie spożycia soli kuchennej jako metoda prewencji nadciśnienia tętniczego*, Postępy Nauk Medycznych, 2009, 1, 34-38.
29. Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia, Dz. U. 2006, Nr 71 poz.1225.
30. Vogel D. *Trading up and governing across: transnational governance and environmental protection*. Journal of European Public Policy 1997, 4, 556-71.
31. Wojtyniak B, Goryński P. (red.) *Sytuacja zdrowotna ludności Polski*, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego-Państwowy Zakład Higieny, Warszawa 2008.
32. Zatoński W.A., McMichael A.J., Powles J.W., *Przyczyny zmniejszania się umieralności z powodu choroby niedokrwiennej serca w Polsce po 1991 roku*, BMJ wydanie polskie 1999, sierpień, 19-24.

Abstract

The Platform for Action on Diet, Physical Activity, and Health established by European Committee in 2005 set as one of its aims the initiation of actions directed against non-communicable diseases. One of the aforementioned activities is the reformulation of food products which means decreasing the amount of ingredients that are proven to be related to these diseases, namely saturated fatty acids (SAFA), trans fatty acids (TFA), salt as well as sugar. The aim of the study is to present the European pro-health actions carried out by reformulation of food products. The law regulations banning TFA were introduced in Denmark. The amount of TFA in food products is limited to 2%. Another form of activity to reduce unhealthy ingredients in products is collaboration between government and industry; for instance, United Kingdom campaign decreasing the amount of salt and TFA in products and in Italy where products containing less salt get "Friendly-heart" logo. There are observed voluntary actions of food manufacturers to reformulate their products. One of the examples of such activities is international Choices Foundation which conducts marking the products "choices" logo in order to make it easier for the customer to choose between the products. „Choices" logo signifies that the amount of SAFA, TFA sodium and sugar in the product is in accordance with international criteria. The activities aimed at the reformulation of products in Poland are limited to the assessment of the amount of salt in selected products and to the organisation of workshops for manufacturers within „Pol-Health" project. It is estimated that the activities concerning the reformulation of products done within the Platform resulted in reducing unhealthy ingredients from 5% up to 80% and the average decrease rate constituted between 25-50%.

