



# ŻYWNOŚĆ

Nauka  
Technologia  
Jakość

**Nr 6 (55)**

**Kraków 2007**

**Rok 14**

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

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

e-mail: ewaslawska@wp.pl

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

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

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

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

**WYDAWCA:**

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI  
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2007

*Printed in Poland*

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

**ADRES REDAKCJI:**

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 700 egz.

---

**SKŁAD I DRUK:**



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

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

e-mail: wn@akapit.krakow.pl

---



## SPIS TREŚCI

Od Redakcji .....	7
<i>Barbara Wróblewska, Agata Szymkiewicz, Lucjan Jędrzychowski</i> : Wpływ procesów technologicznych na zmiany alergenicności żywności .....	9
<i>Barbara Kusznerewicz, Anita Piasek, Joanna Lewandowska, Anna Śmiechowska, Agnieszka Bartoszek</i> : Właściwości przeciwnowotworowe kapusty białej .....	20
<i>Igo Kajaba, Alexander Dandar, Krzysztof Surówka, Kamil Cejpek, Jozef Augustin</i> : The role of vegetable nutrition sources in the prevention of civilization diseases .....	35
<i>Władysław Migdał</i> : Spożycie mięsa a choroby cywilizacyjne .....	48
<i>Danuta Rosołowska-Huszcz</i> : Antyoksydanty w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II .....	62
<i>Grażyna Sikorska-Wiśniewska</i> : Nadwaga i otyłość u dzieci i młodzieży .....	71
<i>Ewa Babicz-Zielińska, Romuald Zabrocki</i> : Postawy konsumentów wobec prozdrowotnej wartości żywności .....	81
<i>Barbara Ratkowska, Hanna Kunachowicz, Beata Przygoda</i> : Krajowy rynek produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne wobec wymagań prawnych UE .....	90
<i>Agnieszka Szajdek, Eulalia J. Borowska, Jerzy Borowski, Bartłomiej Saczuk</i> : Musy owocowe jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy .....	100
<i>Dorota Walkowiak-Tomczak, Róża Biegańska-Marecik, Julita Reguła</i> : Aktywność przeciwutleniająca wybranych odmian śliwek ( <i>Prunus domestica</i> ) uprawianych w kraju .....	109
<i>Magdalena Michalczyk, Ryszard Macura, Andrzej Złobeki</i> : Zmiany jakości przechowywanych syropów z owoców żurawiny ( <i>Vaccinium oxycoccus</i> L.) i brusznicy ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) otrzymanych różnymi metodami .....	116
<i>Małgorzata Jałosińska</i> : Przeżywalność szczepu probiotycznego w napoju bananowo-mlecznym w zależności od dodatku różnych prebiotyków .....	127
<i>Monika Trzaskowska, Danuta Kołożyn-Krajewska, Antoni Goryl</i> : Prognozowanie wzrostu i przeżywalności bakterii probiotycznych w fermentowanym soku marchwiowym .....	138
<i>Jarosław Korus</i> : Zawartość fosforanów inozytolu w suchych i ekstrudowanych nasionach fasoli ( <i>Phaseolus Vulgaris</i> L.) .....	149
<i>Małgorzata Gumienna, Maria Czarnecka, Zbigniew Czarnecki</i> : Zmiany zawartości wybranych składników żywności w produktach otrzymanych z nasion roślin strączkowych pod wpływem obróbki biotechnologicznej .....	159
<i>Josef Augustin, Grażyna Jaworska, Alexander Dandar, Kamil Cejpek</i> : Bocznik ostrygowaty ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) jako źródło β-D-glukanów .....	170
<i>Grażyna Jaworską, Adriana Biernacka, Sławomir Wybraniec, Emilia Bernaś</i> : Porównanie zawartości witamin B <sub>1</sub> i B <sub>2</sub> w mrożonkach i sterylizowanych konserwach z boczniaka, borowika i pieczarki .....	177
<i>Elżbieta Rytel, Grażyna Lisińska</i> : Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone .....	186
<i>Hanna Śmigielska, Grażyna Lewandowicz</i> : Właściwości funkcjonalne skrobi modyfikowanych wzbogaconych jonami miedzi .....	198
<i>Danuta Górecka, Józef Korczak, Aneta Borowska-Parus</i> : Zastosowanie substancji słodzących w wyrobach ciastkarskich .....	210
<i>Alicja Kawka, Paulina Rausch, Jarosław Świerczyński</i> : Możliwości stosowania kultur starterowych do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego .....	219

<i>Alicja Ceglińska, Antoni Pluta, Józef Skrzypek, Przemysław Krawczyk</i> : Badania nad zastosowaniem do produkcji pieczywa składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki .....	234
<i>Marek Sady, Jacek Domagała, Tadeusz Grega, Dorota Kalicka</i> : Wpływ czasu przechowywania na mikroflorę jogurtów z dodatkiem nasion amarantusa i ziaren owsa .....	243
<i>Anna Berezińska, Mieczysław W. Obiedziński</i> : Technika SPME jako użyteczne narzędzie do konstruowania aromagramów serów z przerostem pleśni .....	251
<i>Anna Bzducha, Mieczysław W. Obiedziński</i> : Wpływ <i>Bifidobacterium lactis</i> na udział kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych w tłuszczu modelowych serów dojrzewających .....	258
<i>Małgorzata Bączkiewicz, Teresa Fortuna, Justyna Ogonek</i> : Jakość odżywek białkowo-węglowodanowych i preferencje konsumenckie osób o zwiększonej aktywności fizycznej ..	268
<i>Władysław Migdał, Dorota Wojtysiak, Krystyna Palka, Małgorzata Natonek-Wiśniewska, Iwona Duda, Agnieszka Nowocień</i> : Skład chemiczny i parametry tekstury wybranych mięśni tuczników rasy polskiej białej zwisłouchej ubijanych w różnym wieku .....	277
<i>Ewa Czarniecka-Skubina, Wiesław Przybylski, Danuta Jaworska, Ingrid Wachowicz, Iwona Urbańska, Stanisław Niemyjski</i> : Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego .....	285
<i>Ewelina Węsierska</i> : Trwałość mikrobiologiczna homogenizowanych kielbas drobiowych ...	295
<i>Małgorzata Ziarno, Beata Margol</i> : Badania nad zdolnością wybranych kultur starterowych bakterii mlekowych do przeżywania w modelowym soku żołądkowym oraz wiązania cholesterolu w tych warunkach .....	304
<i>Leokadia Drobnica, Tomasz Cebulak, Władysław Pieczonka</i> : Żywnienie a chroniczne choroby niezakaźne w opinii konsumentów żywności niekonwencjonalnej .....	315
<i>Teresa Leszczyńska, Elżbieta Sikora, Karol Kręcina, Katarzyna Pysz</i> : Udział posiłków przedszkolnych w całkowitym pokryciu zapotrzebowania na energię i składniki odżywcze na przykładzie wybranej stołówki .....	327
<i>Anna Kollajtis-Dołowy, Elżbieta Matysiuk, Iwona Boniecka</i> : Zwyczaje żywieniowe wybranej grupy dzieci 11-12 letnich z Białegostoku .....	335
<i>Michalina Lizoń, Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Izabela Bodziarczyk</i> : Zawartość witamin z grupy B w całodziennych racjach pokarmowych młodzieży gimnazjalnej ...	343
<i>Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Paweł M. Pisulewski</i> : Oszacowanie zawartości folianów i innych witamin z grupy B w dietach młodych kobiet (20–25 lat) z województwa małopolskiego .....	352
<i>Monika Bronkowska, Beata Sadowska</i> : Ocena sposobu żywienia kobiet w okresie okołomenopauzalnym w aspekcie zagrożenia chorobami cywilizacyjnymi – spożycie wybranych składników pokarmowych .....	359
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym .....	369
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	371
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki .....	372
<b>Technolog Żywności .....</b>	<b>373</b>
Spis treści kwartalnika „Żywność” Nr 50–55 .....	377
Wykaz nazwisk Autorów w 2007 roku .....	387
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2007 roku .....	391

## OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

przekazujemy Państwu nr 6 (55) naszego czasopisma, który zamyka cykl 6 numerów wydanych w roku 2007 r. Na końcu zeszytu zamieściliśmy spis artykułów opublikowanych w roku 2007, wykaz Autorów i Recenzentów.

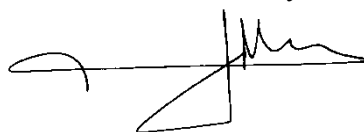
Informujemy naszych Autorów, że Redakcja otrzymuje coraz więcej artykułów z prośbą o publikację. Jednak stwierdzamy, że duża liczba artykułów nie jest przygotowana zgodnie z wymaganiami Redakcji. Z prac złożonych do opublikowania w 2007 roku ok. 25% nie spełniało wymagań merytorycznych i nie uzyskało kwalifikacji do druku. W trosce o wysoki poziom czasopisma i uzyskanie wyższej punktacji, ze strony Redakcji wymagania nie będą obniżone!

Powtarzamy nasz apel, w dobrze pojętym naszym wspólnym interesie, **cytujmy polskich autorów publikujących w „Żywności”** w publikacjach kierowanych do czasopism zagranicznych! Także zwracamy coraz większą uwagę na cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów w „Żywności” w nadsyłanych do Redakcji artykułach. Cytowanie wcześniej opublikowanych artykułów wiążących się tematycznie z nadsyłanymi pracami będzie warunkiem przyjęcia pracy do publikacji.

**Przypominamy również, że Polskie Towarzystwo Technologów Żywności jest organizacją pożytku publicznego i zachęcamy do przekazania 1% należnego podatku dochodowego na rzecz Towarzystwa.**

Kraków, grudzień 2007 r.

Redaktor Naczelny



*Tadeusz Sikora*

**Sekcja Młodej Kadry Naukowej  
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

**Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności  
Politechniki Łódzkiej**

**Instytut Chemicznej Technologii Żywności**

zapraszają na

**XIII Sesję Naukową SMKN PTTŻ**

**„Żywność XXI wieku - szanse i zagrożenia”**

**Łódź 28 – 29 maja 2008**

ADRES DO KORESPONDENCJI

dr inż. Katarzyna Grzelak  
Politechnika Łódzka  
Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności  
Instytut Chemicznej Technologii Żywności  
ul. Stefanowskiego 4/10  
90-924 Łódź  
tel. 0-42 631-34-65  
e-mail: sesjanaukowa@snack.p.lodz.pl

BARBARA WRÓBLEWSKA, AGATA SZYMKIEWICZ, LUCJAN  
JĘDRYCHOWSKI

## WPLYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA ZMIANY ALERGENNOŚCI ŻYWNOŚCI

### Streszczenie

Konieczność przetwarzania surowców roślinnych i zwierzęcych w celu umożliwienia długotrwałego jej przechowywania, a następnie bezpiecznej konsumpcji wymaga stosowania różnych procesów technologicznych. Podczas produkcji żywności surowce podlegają licznym procesom termicznym (pasteryzacja, działanie ultradźwiękami i mikrofalami, prażenie, autoklawowanie) i nietermicznym (modyfikacje enzymatyczne, fermentacja, kiełkowanie, ultrafiltracja, radiacja promieniami  $\gamma$ , działanie wysokim ciśnieniem, homogenizacja, mechaniczne rozdrabnianie). Oprócz zmian właściwości fizycznych czy uzyskania trwałości mikrobiologicznej w większości przypadków zmienia się także potencjał alergenny gotowego produktu. Wprowadzanie większej ilości żywności przetworzonej uważa się za jedną z głównych przyczyn wzrostu liczby osób uczulonych na pokarmy. Nowe technologie produkcyjne mogą obniżyć alergenność produktów w stosunku do użytych surowców lub być bezpośrednią przyczyną pojawiania się nieznanych dotąd alergenów, stanowiących problem identyfikacyjny układu immunologicznego.

**Słowa kluczowe:** alergeny pochodzenia zwierzęcego, alergeny pochodzenia roślinnego, panalergeny, procesy technologiczne

### Wstęp

Alergeny pokarmowe nie mają wspólnej budowy chemicznej i strukturalnej, która mogłaby jednoznacznie wskazywać na ich zdolność do alergizacji. Większość naturalnie występujących alergenów pokarmowych jest zazwyczaj białkami lub glikoproteinami o masie cząsteczkowej od 10 000 do 40 000 Da. Jednakże spotykane są również reakcje alergiczne wywoływane przez cząsteczki o masie mniejszej, tj. 3 000 i większej - do 100 000 Da. Wielkość cząsteczek alergenu, jest związana przede wszystkim ze zdolnością jego przenikania przez błonę śluzową i jego immunogennością [10].

Przeciwciała nie reagują z całą cząsteczką antygeny lecz z pewnym określonym jej fragmentem, zwanym epitopem (determinantą antygenową). W obrębie jednego

antygeny może znajdować się wiele epitopów, (tzw. antygeny poliwalentne lub wielowartościowe), które mogą być identyczne lub różne. Nie wszystkie epitopy zawarte w cząsteczce alergenu mają identyczną zdolność do indukcji odpowiedzi immunologicznej. Można wśród nich wyróżnić epitopy immunodominacyjne, przeciw którym w znacznej mierze skierowana jest powstająca odpowiedź immunologiczna. Przeciwciała (a właściwie ich ściśle określone fragmenty-paratopy) wiążą się z epitopami antygenów za pomocą wielu niekowalencyjnych wiązań: wodorowych, elektrostatycznych, hydrofobowych i van der Waalsa. Ich indywidualne siły wiążące są niewielkie w porównaniu z wiązaniami kowalencyjnymi, lecz duża ich liczba prowadzi w efekcie do dużej energii całkowitej wiązania [46].

Struktura budowy epitopów (białkowych) może być: liniowa, nakładająca się lub przestrzenna. Epitopy większości naturalnych alergenów (w stanie natywnym) mają strukturę przestrzenną. Gwarantuje to lepsze dopasowanie do struktury paratopu przeciwciała. Odształcenie lub zniszczenie struktury przestrzennej cząsteczki alergenu białkowego wywołane np. ogrzewaniem, denaturacją lub przyłączeniem haptenu prowadzi do zniszczenia epitopów przestrzennych. Może jednak powodować również tworzenie się nowych lub też uwidocznienie się determinant ukrytych, co przejawia się w zmianie właściwości immunogennych alergenu. Epitopy liniowe są bardziej odporne niż przestrzenne na działanie czynników denaturacyjnych, ale mogą ulegać zmianom w wyniku fragmentacji łańcucha polipeptydowego - modyfikacji enzymatycznej czy blokowania pewnych grup funkcyjnych przez modyfikacje chemiczne.

### **Wpływ procesów technologicznych na zmiany alergenicności produktów pochodzenia zwierzęcego**

#### ***Mleko***

Jednym z najlepiej przebadanych produktów pod względem zmian właściwości alergennych jest mleko. Obróbka technologiczna mleka obejmuje różne procesy m.in. pasteryzację, homogenizację, standaryzację składu. Mogą one mieć wpływ na zmianę alergenicności uzyskanego produktu poprzez zmiany w obrębie białek (kazeina,  $\beta$ -laktoglobulina ( $\beta$ -lg) i  $\alpha$ -laktoalbumina ( $\alpha$ -la), które są głównymi alergenami mleka.

#### ***Wpływ wysokiej temperatury***

W badaniach nad alergenicnością białek mleka stwierdzono, że stosowanie wysokiej temperatury może powodować wzrost lub zmniejszenie alergenicności bądź nie powodować żadnych zmian. Interakcje pomiędzy białkami i innymi składnikami żywności zachodzą niejednokrotnie bez stosowania podwyższonej temperatury i wpływają bezpośrednio na zmiany konformacyjne alergenów, powodując zmiany termostabilności. Jedną z najpoważniejszych konsekwencji działania wysokiej temperatury wydaje

się być wzrost immunoreaktywości tj. zdolności wiązania z IgE przez niektóre alergeny mleka, co może być następstwem reakcji Maillarda. Powstające nowe struktury cukrowo-białkowe mogą stanowić determinanty odpowiedzialne za połączenia alergenów z przeciwciałami [31].

#### *Homogenizacja*

Wpływ procesu homogenizacji na zmianę alergenicności białek mleka jest niejednoznaczny. Badając zmiany struktury matrycy białkowej podczas homogenizacji stwierdzono, że w mleku niehomogenizowanym białka antygenowe są ułożone wewnątrz miceli kazeinowej, a podczas homogenizacji są one ujawniane na zewnątrz. Myszy żywione mlekiem homogenizowanym wykazywały podwyższone miano specyficznej immunoglobuliny klasy E, zwiększoną masę fragmentu jelita i degranulację komórek tłuszczowych, a nawet szok anafilaktyczny [41]. Nadwrażliwość myszy w stosunku do mleka homogenizowanego wzrastała wprost proporcjonalnie do zawartości tłuszczu. Niezależnie od drogi podawania mleka (dożylnie lub podskórnice) obserwowano u zwierząt takie same reakcje [42]. W badaniach prowadzonych na szczurach stwierdzono, że w grupie, której podawano dootrzewnowo pasteryzowane mleko homogenizowane zaobserwowano wzrost odpowiedzi humoralnej [16]. W badaniach z udziałem osób uczulonych na mleko zaobserwowano większą tolerancję w stosunku do mleka niehomogenizowanego, co tłumaczy się zwiększeniem powierzchni cząsteczek tłuszczu, które mogą absorbować alergenne białka. Zmniejszenie rozmiaru kuleczek tłuszczowych wskutek homogenizacji ułatwia przenikanie ich przez barierę jelitową i wpływa na zwiększenie możliwości uczulenia przez białka związane z tłuszczem.

Pomimo, że wiele osób potwierdza lepszą tolerancję mleka niehomogenizowanego niż homogenizowanego, to jednak badania kliniczne nie wykazały różnic pomiędzy możliwością tolerancji obydwu rodzajów mleka przez pacjentów uczulonych na białka mleka krowiego [22].

#### *Hydroliza enzymatyczna*

Jest to proces wykorzystywany podczas produkcji preparatów mlekozastępczych na bazie kazeiny lub białek serwatkowych dla dzieci chorych na alergię pokarmową, wywołowaną spożyciem mleka. W zależności od stopnia hydrolizy białek produkowane są hydrolizaty o różnym stopniu hydrolizy oraz mieszanki elementarne (koktajle aminokwasowe) podawane w postaci wlewów dożylnych. W celu hydrolizy stosowane są enzymy proteolityczne pochodzenia zwierzęcego (trypsyna, chymotrypsyna, pepsyna, pankreatyna), roślinnego (papaina), bakteryjnego (*Bacillus subtilis*) i grzybowego (*Aspergillus oryzae*) [60]. Zmiana właściwości immunoreaktywnych uzależniona jest od warunków prowadzenia hydrolizy. Stwierdzono, że hydroliza pepsyną

przewodzona w środowisku o pH 2-3 nie miała wpływu na zmianę alergenicności białek mleka, natomiast pH = 4 doprowadziło do zwiększenia alergenicności wszystkich białek z wyjątkiem  $\beta$ -lg [50]. Trawienie proteolityczne białek może być również przyczyną powstawania nowych substancji o właściwościach alergicznych oraz wpływających na pojawienie się niekorzystnych cech sensorycznych [15]. Nie ma obecnie na rynku mlecznej odżywkę hypoalergiczną całkowicie pozbawioną białek alergicznych.

#### *Proces fermentacji mlekowej*

Często osoby nietolerujące mleka krowiego mogą bezpiecznie spożywać otrzymane z niego produkty fermentowane. Są one pozbawione laktozy (główna przyczyna nietolerancji mleka), która jest naturalnym źródłem cukru dla rozwijających się w środowisku mleka drobnoustrojów. Jednocześnie podczas procesu fermentacji białka ulegają zmianom prowadzącym do znacznego obniżenia ich alergenicności [24]. Znanym i niezaprzeczalnym faktem jest istniejący związek pomiędzy spożywaniem mlecznych produktów fermentowanych a odpornością organizmu ludzkiego. Zauważono, że spożywanie jogurtu lub kefiru obniża stężenie IgE w surowicy krwi. Lecznicy wpływ drobnoustrojów polega na ułatwieniu zmian prekursorowych komórek Th0 w kierunku ciągu komórkowego Th1, a ściślej na możliwości zachowania właściwych proporcji pomiędzy różnicującymi się komórkami na dwie podgrupy Th1 i Th2.

Ostatnio duże znaczenie w prozdrowotnym oddziaływaniu żywności przyznaje się niektórym grupom drobnoustrojów, szczególnie probiotykom, które wpływają immunomodulująco na organizm ludzki. Wykazano, że szczep *Lactobacillus rhamnosus* GG ma zdolność do zmniejszania, a nawet likwidacji fagocytozy indukowanej alergenami mleka. Jednocześnie powoduje zablokowanie receptorów odgrywających rolę w procesie fagocytozy na neutrofilach i monocytach [37]. Ma on zdolność modulowania symptomów klinicznych u dzieci atopowych i chorych na egzemę oraz dermatitis. Ponadto działalność probiotyków polega głównie na zwiększeniu wydzielania cytokiny IFN- $\gamma$ , a także wzmożeniu wydzielania IL-2 i IL-12 [61]. Podanie doustne preparatów probiotycznych decyduje o zwiększonej produkcji tzw. immunoglobuliny wydzielniczej klasy A (IgA) w jelicie myszy [38], szczurów [8] oraz ludzi [25, 39]. Obserwowany jest przy tym także wzrost aktywności fagocytów i limfocytów. Podczas produkcji mlecznych produktów fermentowanych, oprócz tradycyjnych szczepów i szczepionek, coraz częściej stosowane są, jako dodatkowo kultury probiotyczne, *Lactobacillus acidophilus* i *Bifidobacterium*.

#### *Jaja*

Jaja są drugim, po mleku, obcogatukowym pokarmem dziecka. Najwięcej uczuleń na jajo (głównie białko) stwierdza się w 4÷5 roku życia, raczej nie później niż w pierwszej dekadzie. Najczęściej uczulającymi białkami są owotransferyna, owomu-



koid i owoalbumina, natomiast lizozym i owomucyna wydają się mniej alergenne. Wśród białek obecnych w żółtku jaja uwagę zwracają apowitelina I i IV, które mogą uczulać poprzez drogi oddechowe [40]. Badając wpływ różnych czynników, głównie termicznych, na zmiany alergenności białek jaj stwierdzono, że zastosowanie wysokiej temperatury powoduje zmniejszenie alergenności owomukoidu. Badania wskazują, że pacjenci lepiej tolerują jaja gotowane niż surowe [26]. Podczas monitoringu klinicznego z udziałem większej grupy chorych potwierdzono, że ok. 77% pacjentów dobrze tolerowało dietę z niewielką zawartością gotowanych jaj. Badania te są kontynuowane w kierunku uzyskania produktu mogącego pobudzać ustną tolerancję na jaja [35].

### ***Owoce morza***

W Polsce spożywanie skorupiaków, takich jak: krewetki, kraby, langusty i raki nie jest powszechne. Natomiast na świecie wiele ludzi ceni ich mięso, a konsumpcja zajmuje istotną pozycję. Główny alergen krewetki (*Penaeus vannamei*) stanowi termostabilna tropomiozyna. Podejmowane badania pozwoliły stwierdzić, że alergenność tego białka ulega znacznej redukcji podczas zastosowania ultradźwięków [62] bądź promieni gamma [63].

## **Wpływ procesów technologicznych na zmiany alergenności produktów pochodzenia roślinnego**

### ***Nasiona roślin strączkowych***

Nasiona roślin strączkowych, podobnie jak orzechy i zboża, zawierają alergeny, wykazujące dużą stabilność i odporność na stosowane powszechnie procesy technologiczne [6, 49, 57]. Wysoki potencjał alergizujący tych białek wynika przede wszystkim z ich stabilnej struktury. Główny alergen orzeszków ziemnych Ara h 1 występuje w postaci trimery o bardzo zwartej strukturze. Chroni to cząsteczkę przed trawieniem proteazami, czyni odporną na denaturację oraz umożliwia przejście przez jelito cienkie [51]. Dodatkowo główne epitopy Ara h 1, rozpoznawane przez limfocyty B zlokalizowane są w tych obszarach kontaktów między podjednostkami trimery wicyliny orzeszków, które są naturalnie chronione przed degradacją proteazami. Są to obszary, w których zgromadzone są aminokwasy hydrofobowe uczestniczące w tworzeniu trzeciorzędowej struktury [4, 29].

### ***Procesy termiczne***

Stwierdzono, że pacjenci z alergią na surowe orzechy wykazują taką samą wrażliwość na mąkę uzyskaną z tych nasion, podobnie jak to ma miejsce w przypadku nasion soi [6]. Termiczne procesy, jakim poddawana jest żywność, prowadzą do różnorodnych nieenzymatycznych, biochemicznych reakcji. Jednymi z najczęściej występujących reakcji podczas termicznej obróbki żywności są reakcje Maillarda. Produkty

końcowe tych reakcji odgrywają istotną rolę w kształtowaniu smaku i zapachu gotowych produktów spożywczych, wpływają też na ich alergenicność [30]. Duża różnorodność stosowanych procesów termicznych (różne parametry – temperatura i czas) decydują o tym, że w obrębie poszczególnych alergenów zachodzą zmiany na różnym poziomie. Alergeny nasion roślin strączkowych należą do różnych grup białek, o zróżnicowanej stabilności termicznej. Dlatego trudno jednoznacznie stwierdzić, jak dany proces wpływa na końcową alergenicność gotowego produktu. Tym niemniej z badań wynika, że termiczne procesy, takie jak gotowanie czy smażenie powodują na ogół częściowe zredukowanie potencjału alergizującego nasion roślin strączkowych. Wykazano, że gotowanie nasion soi w temp. 100°C przez 1 godz. nie wpłynęło w sposób istotny na zmniejszenie zdolności wiązania IgE głównych jej alergenów [12], natomiast prowadzenie procesu w ciągu 2 godz. znacznie zmniejszyło alergenicność nasion soi w stosunku do alergenicności surowych nasion [34]. W badaniach prowadzonych w naszym zespole stwierdzono znaczne obniżenie immunoreaktywności białek groszku zielonego na skutek zastosowanych procesów, takich jak: gotowanie, sterylizacja, konserwowanie czy mrożenie [54]. Proces gotowania zmniejszył, ale nie zredukował całkowicie alergenicności nasion grochu, co zostało potwierdzone w badaniach *in vivo* z wykorzystaniem zwierząt laboratoryjnych [53]. Alergeny nasion soczewicy również wykazują wysoką odporność na stosowanie podwyższonej temperatury. Z gotowanych nasion wyizolowano frakcje, które były rozpoznawane przez specyficzne IgE pacjentów z objawami alergii na soczewicę [23, 48].

Orzeszki ziemne najczęściej poddawane są procesowi prażenia, który może przyczynić się do wzrostu alergenicności ich głównych alergenów. Ekstrakt otrzymany z prażonych orzeszków reagował z serum alergicznych pacjentów na poziomie ok. 90 razy wyższym niż ekstrakt uzyskany z surowych nasion. Stwierdzono, że zarówno Ara h 1, jak i Ara h 2, obecne w orzeszkach prażonych, wiążą IgE na wyższym poziomie. Proces prażenia powoduje tworzenie form wysoce stabilnych trimerów Ara h 1. Alergen ten wyizolowany z prażonych orzeszków charakteryzował się mniejszą rozpuszczalnością [27, 28]. Stwierdzono, że gotowanie (100°C, 60 min) orzeszków prażonych (13-16 min, 163-177°C) nie wpłynęło na obniżenie zdolności wiązania IgE zarówno przez Ara h 1, jak i Ara h 2 [12].

#### *Procesy nietermiczne*

Nasiona roślin strączkowych, zwłaszcza soi, poddawane są wielu innym procesom, które mają wpływ na ich właściwości alergenne. Herian i wsp. [20], badając alergenicność różnych produktów sojowych, stwierdzili, że sos sojowy uzyskany w wyniku kwasowej hydrolizy wykazywał 70% inhibicję wiązania IgE w teście RAST, hydroli-zowane białko sojowe – 40%, tofu (25-30%), a miso (20%). Inni badacze również po-

twierdzili, że proces fermentacji nie likwiduje całkowicie alergenności białek soi [19] czy grochu [3].

Hydroliza enzymatyczna, która jest na ogół bardzo skutecznym procesem zmniejszenia alergenności białek mleka, od dawna znalazła zastosowanie również w stosunku do białek soi [14], ciecierzycy [13], a także grochu [55].

Najnowsze badania jednoznacznie potwierdzają, że procesy enzymatyczne, jakie uruchamiane są podczas kiełkowania, prowadzą do zdecydowanego obniżenia immunoreaktywnych właściwości najbardziej alergennych białek grochu i soczewicy, a przede wszystkim soi i fasoli mung, które są najczęściej wykorzystywane do otrzymywania kiełków.

### **Oleje roślinne**

Surowe oleje roślinne otrzymywane z nasion roślin strączkowych na ogół zawierają pewne ilości białek, które mogą wywoływać reakcje alergiczne. Powszechna opinia głosi, że podczas procesów rafinacji białka alergenne zostają usunięte i jadalne oleje roślinne pozbawione są właściwości uczulających (głównie w odniesieniu do oleju sojowego) [56]. Nie wszyscy badacze zgadzają się z tym stanowiskiem. Dane literaturowe dowodzą, że białka o charakterze alergennym mogą przedostawać się do oleju jadalnego (zwłaszcza otrzymywanego z orzeszków ziemnych) i wywoływać objawy alergii pokarmowej u osób szczególnie wrażliwych [33]. Należy przypuszczać, że pojawiające się rozbieżności w uzyskiwanych wynikach mogą być skutkiem różnych metod rafinacji olejów wykorzystywanych w badaniach [21].

### **Zboża**

W zbożach (pszenica, owies, jęczmień, ryż) wykryto ok. 16 różnych białek wiążących IgE [58]. Najwyższą aktywność alergenną wykazują niskocząsteczkowe gluteny pszenicy:  $\alpha$ -gliadyny i  $\gamma$ -gliadyny.  $\omega$ -5gliadynę opisano jako najważniejszy alergen pszenicy o nazwie Tri a 19. Jest on niezwykle istotny przy wywoływaniu alergii pokarmowej u dzieci. Może być przyczyną reakcji anafilaktycznej występującej po spożyciu mąki pszennej przez osoby szczególnie wrażliwe. Stwierdzono, że  $\omega$ -5gliadyna z pszenicy reaguje krzyżowo z  $\gamma$ -70 i  $\gamma$ -35 sekalinami z ryżu (Sec c 20) i z  $\gamma$ -3 hordeiną z jęczmienia (Hor v 21) [36]. Alergen ten charakteryzuje się wysoką stabilnością i zachowuje swą aktywność alergenną nawet po procesie pieczenia chleba czy gotowania makaronów [58].

Watanabe i wsp. [59] dowodzą, że zastosowanie kolagenazy i transglutaminazy umożliwi uzyskanie hypoalergicznego mąki z pszenicy, która mogłaby być konsumowana przez osoby wrażliwe na pszenicę. W badaniach *in vitro* stwierdzono, że zastosowanie aktywności zmniejszyło alergenność nasion ryżu, ale nie potwierdziły tego badania prowadzone wśród pacjentów z alergią na ryż [59]. W Japonii sprzeda-

wany jest ryż o zmniejszonej zdolności alergizacji, co uzyskano dzięki zastosowaniu wysokiego ciśnienia [32]. Wydaje się, że dopiero wykorzystanie inżynierii genetycznej jest skuteczną metodą otrzymania hypoalergiczných zbóż (ryżu, kukurydzy czy soi) [5].

Stwierdzono, że niektóre białka (głównie rozpuszczalne albuminy) o charakterze alergennym mogą przedostawać się w czasie procesu technologicznego produkcji piwa i być przyczyną alergicznej reakcji (z szokiem anafilaktycznym włącznie) po spożyciu tego napoju przez osoby szczególnie wrażliwe [57].

### ***Owoce i warzywa (panalergeny)***

Mianem panalergenów określane są alergeny o wysokim podobieństwie homologicznym, najczęściej o niewielkim ciężarze molekularnym 8000–18 000 Da, pełniące podobne funkcje i pochodzące z różnych źródeł, najczęściej roślin. Podobnie jak inne alergeny, mogą wywoływać reakcje alergiczne o zróżnicowanych symptomach chorobowych, ale w praktyce klinicznej najczęściej utożsamiane z syndromem alergii jamy ustnej występującym przy spożywaniu surowych owoców i warzyw. Do najczęściej wymienianych panalergenów należą białka odpowiedzialne za transport lipidów (ang. Lipid Transfer Proteins – LTP), białka związane z patogenezą (ang. Pathogenesis-Related Proteins – PR) najczęściej indukowane przez patogeny lub stropy środowiskowe, profiliny (białka organizmów eukariotycznych), lipokaliny - białka zwierzęce produkowane w wątrobie i gruczołach wydzielniczych, a służące jako nośniki witamin, steroidów, lipidów i feromonów, oleozyny (białka o masie cząsteczkowej 18 000 Da, biorące udział w formowaniu ciał tłuszczowych arachaidów), enzymy i inhibitory enzymów ( $\alpha$ -amylaz i proteaz), a także białka zapasowe (albuminy 2S) soi, orzechów i gorzycy [1, 2, 9, 11]. Bardzo liczną grupę panalergenów stanowią alergeny homologiczne do głównego alergenu pyłków brzozy Bet v1 (PR-10), występujące w wielu owocach i warzywach [44].

Panalergeny mają bardzo zróżnicowane właściwości. W większości są niestabilne w podwyższonej temperaturze i łatwo ulegają destrukcji pod wpływem enzymów proteolitycznych. Spora grupa panalergenów surowych owoców i warzyw utożsamiana jest z syndromem śluzówki jamy ustnej (ang. Oral Allergy Syndrome – OAS), ponieważ wywołuje reakcje alergiczne z elementami układu immunologicznego śluzówki jamy ustnej, a traci swoje właściwości alergenne w wyniku trawienia w przewodzie pokarmowym (wpływ kwasu solnego i enzymów trawiennych). Alergeny homologiczne do głównego alergenu pyłku brzozy (Bet v1), takie jak Mal d1 (jabłko), Pyr c1 (gruszka), Pru av1 (wiśnia), czy Pru p1 (brzoskwinia) ulegają destrukcji pod wpływem pepsyny i tracą właściwości alergenne w ciągu kilku sekund [2]. Niektóre alergeny łatwo ulegają destrukcji w wyniku prostych procesów technologicznych (mrożenie, gotowanie, sterylizacja). Niekiedy usunięcie mechaniczne lub chemiczne skórki powoduje usunięcie alergenów skumulowanych w zewnętrznej warstwie owoców [43] lub

zmniejszenie ich stężenia [18]. Blanszowanie owoców w zasadowym środowisku w temp. ok. 60°C stosowane przy chemicznym usuwaniu skórek z brzoskwiń, czy ultrafiltracja soków, mogą w znacznym stopniu przyczynić się do zmniejszenia alergenicności owoców i uzyskiwanych z nich soków. Mało stabilne alergeny występujące w jabłku mogą utracić swe alergenne właściwości nawet podczas przechowywania pociętych owoców w temperaturze pokojowej [52]. Natomiast etylen, stosowany przy przechowywaniu jabłek, może indukować chitynazy, które są alergenami [52]. Właściwości alergenne chitynaz klasy I są eliminowane w wyniku procesów termicznych i dlatego przetwory z jabłek poddane ogrzewaniu nie wywołują reakcji alergicznych typowych w przypadku uczuleń lateksowo-owocowych.

Nie wszystkie alergeny występujące w owocach i warzywach są tak labilne. Alergeny należące do białek typu LTP wykazują stosunkową dużą odporność na wysoką temperaturę [17, 45]. Związane jest to ze stabilną strukturą  $\alpha$ -heliksu, wzmocnioną czterema mostkami disiarczkowymi. Struktura tych białek powoduje, że są one odporne również na proteolizę.

Antygeny pokarmowe, zaliczane do grupy panalergenów, mogą ulegać znacznym zmianom pod wpływem obróbki kulinarnej potraw, podczas trawienia i wchłaniania składników pokarmowych w organizmie [7]. W ich wyniku może dochodzić do zmniejszenia właściwości alergennych, ale w niektórych przypadkach do ich zwiększenia. Stwierdzono, że takie procesy, jak zastosowanie technologii wysokich ciśnień (600 MPa, 20°C), naświetlanie promieniami  $\gamma$  (10 kGy), stosowanie wysokiego napięcia (10 kV, 50 min) nie eliminowały właściwości alergennych wynikających z obecności alergenów o charakterze profilin (np. alergen selera Api g1). Nieefektywne w stosunku do niektórych panalergenów (Pru p1, Mal d1, Api g1, Ara h1) okazały się procesy termiczne (121°C, 30 min). Świadczy to o zdecydowanej stabilności struktury epitopów wymienionych alergenów. Jednocześnie alergeny z grupy profilin są odporne na działanie proteaz [52].

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Asensio T., Crespo J.F., Sanchez-Monge R., Lopez-Torreon G., Somoza M.L., Rodriguez J., Salcedo G.: Novel plant pathogenesis-related protein family involved in food allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2004, **114**, 896-899.
- [2] Asero R., Mistrello G., Roncarolo D., de Vries S. C., Gautier M. F., Ciurana C. L., Verbeek E., Mohammadi T., Knul-Brettlova V., Akkerdaas J. H., Bulder I., Aalberse R.C., van Ree R.: Lipid transfer protein: A pan-allergen in plant-derived foods that is highly resistant to pepsin digestion. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 2001, **124**, 67-69.

- [3] Barkholt V., Jørgensen P.B., Sørensen D., Bahrenscheer J., Haikara A., Lemola E., Laitila A., Frøkiær H.: Protein modification by fermentation: effect of fermentation on the potential allergenicity of pea. *Allergy*, 1998, **53** (SI 46), 106-108.
- [4] Barre A., Borges J.F., Rougé P.: Molecular modelling of the major allergen Ara h1 and other homotrimeric allergens of the cupin superfamily: a structural basis for their IgE-binding cross-reactivity. *Biochimie*, 2005, **87**, 499-506.
- [5] Batista R., Nunes B., Carmo M., Cardoso C., José H.S., de Almeida A.B., Manique A., Bento L., Ricardo C.P., Oliveira M.M.: Lack of detectable allergenicity of transgenic maize and soya samples. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2005, **116**, 403, 410.
- [6] Besler M., Steinhart H., Paschke A., Stability of food allergenicity of processed foods-review. *J. Chromatography B*, 2001, **756**, 207-228.
- [7] Beyer K., Morrow E., Li X.M., Bardina L., Bannon G.A., Burks A.W., Sampson H.A.: Effects of cooking methods on peanut allergenicity. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2001, **107** (6), 1077-1081.
- [8] Bielecka M., Biedrzycka El., Wróblewska B., Jedrychowski L., Zduńczyk Z.: Effect of bifidobacteria on anti-Salmonella IgA level in rat serum. *Medical Science Monitor, Inter. Med. J. for Exp. Clin. Res.*, 2000, **6**, S3, 130.
- [9] Borges J.P., Jauneau A., Brulé C., Culerrier R., Barre A., Didier A., Rougé P.: The lipid transfer proteins (LTP) essentially concentrate in the skin of Rosaceae fruits as cell surface exposed allergens. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2006, **44**, 535-542.
- [10] Bredehorst R., David K.: What establishes a protein as an allergen? *J. Chromatography B*, 2001, **756**, 33-40.
- [11] Breiteneder H., Radauer C.H.: A classification of plant food allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2004, **113**, 821-830.
- [12] Burks A.W., Williams L.W., Connaughton C., Cockrell R.M., Helm J.: Identification and characterization of a second major peanut allergen, *Ara h II*, utilizing the sera of patients with atopic dermatitis and positive peanut challenge. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 1992, **90**, 889-897.
- [13] Clemente A., Vioque J., Sánchez-Vioque R., Pedroche J., Millán F.: Production of extensive chickpea (*Cicer arietinum* L.) protein hydrolysates with reduced antigenic activity. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **4**, 3776 - 3781.
- [14] Cordle, C. T.: Control of food allergies using protein hydrolysates. *Food Technol.*, 1994, **48** (10), 72-76.
- [15] El-Agamy E.I.: The challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Research*, 2007, **68**, 64-72.
- [16] Feng C.G., Collins A.M.: Pasteurisation and homogenisation of milk enhances the immunogenicity of milk plasma proteins in a rat model. *Food Agric. Immunol.*, 1999, **11**, 251-258.
- [17] Fernández Rivas M.: Cross-reactivity between fruit and vegetables. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2003, **31** (3), 141-146.
- [18] Fernández-Rivas M., Cuevas M.: Peels of Rosaceae fruits have a higher allergenicity than pulps. *Clin. Exp. Allergy*, 1999, **29**, 1239-1247.
- [19] Hefle S.L., Lambrecht D.M., Nordlee J.A.: Soy sauce retains allergenicity through the fermentation production process. *J Allergy Clin Immunol.*, 2005, **115**, 32
- [20] Herian A.M., Taylor S.L., Bush R.K.: Allergenic reactivity of various soybean products as determined by RAST inhibition. *J. Food Sci.*, 1993, **58**, 385-388.
- [21] Hidalgo F.J., Zamora R.: Peptides and proteins in edible oils: Stability, allergenicity, and new processing trends. *Trends Food Sci. Technol.*, 2006, **17**, 56-63.
- [22] Host A., Samuelsson E.G.: Allergic reactions to raw, pasteurized, and homogenized/pasteurized cow milk: A comparison. A double-blind placebo-controlled study in milk allergic children. *Allergy*, 1988, **43**, 113-118.

- [23] Ibañez D., Martínez M., Marañón F., Fernández-Caldas E., Alonso E., Laso T.: Specific IgE determinations to crude and boiled lentil (*Lens culinaris*) extracts in lentil-sensitive children and controls. *Allergy*, 1999, **54**, 1209-1214.
- [24] Jędrychowski L., Wróblewska B.: Reduction of the antigenicity of whey proteins by lactic acid fermentation. *Food Agric. Immunol.*, 1999, **11**, 91-99.
- [25] Kaila M., Isolauri E., Soppi E., Virtanen E., Laine S., Arvilommi H.: Enhancement of the circulating antibody secreting cell response in human diarrhea by a human *Lactobacillus* strain. *Pediatr. Res.*, 1992, **32**, 141-144.
- [26] Lourdes Snchez S.J., Ma Dolores Perez, Maria Lavilla, Conesa C., Calvo M.: Effect of heat treatment on hen's egg ovomucoid: An immunochemical and calorimetric study. *Food Res. Intern.*, 2007, **40**, 603-612.
- [27] Maleki S.J., Champagne E.T., Chung S.Y., Raufman J.P.: The effects of processing on the allergenic properties of peanut proteins. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2000, **106**, 763-769.
- [28] Maleki S.J., Champagne E.T., Chung S.Y., Khalifah R.G.: Allergic and biophysical properties of peanut proteins before and after roasting. *Food Allergy and Intolerance*, 2001, **2** (3), 211-221.
- [29] Maleki S.J., Kopper R.A., Shin D.S., Park Ch.W., Comparde C.M., Sampson H., Burks A.W., Bannon G.A.: Structure of the major peanut allergen Ara h1 may protect IgE-binding epitopes from degradation. *J. Immunol.*, 2000, **164**, 5844-5849.
- [30] Maleki S.J., Viquez O., Jack T., Dodo H., Champagne E.T., Chung S.Y.: The major peanut allergen, Ara h 2, functions as a trypsin inhibitor, and roasting enhances this function. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2003, **112**, 190-195.
- [31] Michalski M.C., Januel C.: Does homogenization affect the human health properties of cow's milk? *Trends Food Sci. Technol.*, 2006, **17**, 423-437.
- [32] Mills E.N.C., Madsen C., Shewry P.R., Wichers H.J.: Food allergens of plant origin – their molecular and evolutionary relationships. *Trends Food Sci. Technol.*, 2003, **14**, 145-156.
- [33] Morenet-Vautrin D.A., Kanny G.: Update on threshold doses of food allergens: Implications for patients and the food industry. *Current Opinion in Allergy and Clin. Immunol.*, 2004, **4**(3), 215-219.
- [34] Muller U., Weber W., Hoffman A., Franke S., Lange R., Vieths S.: Commercial soybean lecithins: a source of hidden allergens? *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1998, **207**, 341-351.
- [35] Nowak-Węgrzyn A.H., Sicherer S.H., Shreffler W.G., Thanik E., Mofidi S., Noone S., Sampson H.A.: A Trial of a diet containing baked egg in children with egg allergy. *J Allergy Clin. Immunol.*, 2007, p 194.
- [36] Palosuo K., Alenius H., Varjonen E., Kalkkinen N., Reunala T.: Rye gamma-70 and gamma-35 secalins and barley gamma-3 hordein cross-react with omega-5 gliadyn, a major allergen in wheat-dependent, exercise-induced anaphylaxis. *Clin. Exp. Allergy*, 2001, **31**, 466-473.
- [37] Pelto L., Isolauri E., Lilius E.M., Nuutila J., Salminen S.: Probiotic bacteria downregulate the milk-induced inflammatory response in milk-hypersensitive subjects but have an immunostimulatory effect in healthy subjects. *Clin. Exp. Allergy*: 1998, **28**, 1474-1479.
- [38] Perdigon G. S., Alvarez M., Medici E., Ventini G.S., de Giori M. N., de Kairuz, de Ruiz Holgado A.P.: Effect of yogurt with different storage periods on the immune system in mice. *Milchwissenschaft*, 1995, **50**, 367-371.
- [39] Perdigon G., Alvarez S., de Macias M.E., Roux M.E., de Ruiz Holgado A.P.: The oral administration of lactic acid bacteria increases the mucosal intestinal immunity in response to enteropathogens. *J. Food Protect*, 1990, **53**, 404 -410.
- [40] Poulsen L.K.: *In vivo* and *in vitro* techniques to determine the biological activity of food allergens. *J. Chromatography B*, 2001, **25**, 41-55
- [41] Poulsen O.M., Hau J.: Homogenization and allergenicity of milk. Some possible implications for the processing of infant formulae. *North European Food and Dairy J.*, 1987, **53** (7), 239-242.

- [42] Poulsen O.M., Nielsen B.R., Basse A., Hau J.: Comparison of intestinal anaphylactic reactions in sensitized mice challenged with untreated bovine milk and homogenized bovine milk. *Allergy*, 1990, **45** (5), 321–326.
- [43] Pyle J., Yu H., Kolattukudy P.E.: Identification of a lipid transfer protein as the major protein in the surface wax of broccoli (*Brassica oleracea*) leaves. *Arch. Biochem. Biophys.*, 1994, **311**, 460-468.
- [44] Ricci G., Righetti F., Menna G., Bellini F., Miniaci A., Masi M.: Relationship between Bet v1 and Bet v2 specific IgE and food allergy in children with grass pollen respiratory allergy. *Molecular Immunol.*, 2005, **42**, 1251-1257.
- [45] Richard C., Leduc V., Battais F.: Plant lipid transfer proteins (LTPs): biochemical aspect in panallergen-structural and functional features and allergenicity. *Allerg Immunol. (Paris)*, 2007, **39**(3), 76-84.
- [46] Roitt I., Brostoff J., Male D.: *Immunologia*. Wyd. II. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa i Wydawnictwo Medyczne Słotwiński Verlag, Brema 2000.
- [47] Sanchez-Monge R., Blanco C., Perales A. D., Collada C., Carrillo T., Aragoncillo C., Salcedo G.: Class I chitinases, the panallergens responsible for the latex-fruit syndrome, are induced by ethylene treatment and inactivated by heating. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2000, **106** (1 Pt 1), 190-195.
- [48] Sánchez-Monge R., Pascual C.Y., Diaz-Perales A., Fernández-Crespo J., Martínez-Esteban M., Salcedo G.: Isolation and characterization of relevant allergens from boiled lentils. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2000, **106**, 955-961.
- [49] Sathe S.K., Teuber S.S., Roux K.H.: Effects of food processing on the stability of food allergens, *Biotechnology Advances*, 2005, **23**, 423-429
- [50] Schmidt D.G., Meijer R.J., Slangen C.J., van Beresteijn E.C.: Raising the pH of the pepsin-catalyzed hydrolysis of bovine whey proteins increases the antigenicity of the hydrolysates. *Clin. Exp. Allergy*, 1995, **25** (10), 1007–1017.
- [51] Shin D.S., Compadre C.M., Maleki S.J.: Biochemical and structural analysis of the IgE binding sites on Ara h 1, an abundant and highly allergenic peanut protein. *J. Biol. Chem.*, 1998, **273**, 13753-13759.
- [52] Soler-Rivas C., Wichers H.J.: Impact of (bio)chemical and physical procedures on food allergen stability. *Allergy*, 2001, **56** (67), 52-55.
- [53] Szymkiewicz A., Jędrychowski L.: Determination of pea proteins allergenicity with the use Balb/c mouse, *Central European J. Immunol.*, 2006, **31** (1-2), 63-69.
- [54] Szymkiewicz A., Jędrychowski L.: Influence of selected technological processes on immunogenic properties of pea proteins. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11/52**, SI 1, 100-103.
- [55] Szymkiewicz A., Jędrychowski L.: Reduction of immunoreactive properties of pea globulins as the result of enzymatic modification. *Acta Alimentaria*, 2005, **34** (3), 295-306.
- [56] Taylor S.L., Nordlee J.A., Sicherer S.H., Sampson H.A., Levy M.B., Steiman H.: Soybean oil is no allergenic to soybean-allergic individuals. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2004, **113**, 99-106.
- [57] Tsuji H., Kimoto M., Natori Y.: Allergen in major crops. *Nutrition Research*, 2001, **21**, 925-934.
- [58] Varjonen E., Bjorksten F., Savolainen J.: Stability of cereal allergens. *Clin. Exp. Allergy*, 1996, **26** (4), 436-443.
- [59] Watanabe M., Miyakawa J., Ikezawa Z., Suzuki Y., Hirao T.: Production of hypoallergenic rice by enzymatic decomposition of constituent proteins. *J. Food Sci.*, 2004, **55**, 781-783.
- [60] Zawadzka-Krajewska A.: Preparaty mlekozastępcze stosowane w leczeniu alergii pokarmowej u niemowląt. *Alergia*, 2006, **2**, 31-33.
- [61] Zawisza E.: Kefir, jogurt i doustne antygeny bakteryjne leczą alergię. *Alergia i Ty*, 2000, **2** (5), 38.
- [62] Zhenxing L., Lin H., Cao L., Khalid J.: Effect of high intensity ultrasound on the allergenicity of shrimp. *J. Zhejiang University (Science B)*, 2006, **7** (4), 251-256.




- [63] Zhenxing L., Lin H., Cao L., Khalid J.: The influence of gamma irradiation on the allergenicity of shrimp (*Penaeus vannamei*). J. Food Eng., 2007, **79** (3), 945-949.

### EFFECT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON CHANGES IN THE FOOD ALLERGENICITY

#### Summary

Different technological processes are required in food industry to process plant- and animal-derived raw materials in order to make the long-term storage of foodstuffs possible and their consumption safe. During the production of foodstuffs, various technological methods, both thermal (pasteurization, ultrasounds, microwaves, roasting, and autoclaving) and non-thermal (enzymatic modifications, sprouting, ultra-filtration, gamma-radiation, high pressure, homogenization, and grinding) are used to process raw materials. Apart from the changes in physical properties and the microbial stability gained, in most cases, the allergenic potential of ready-made product is changed, too. Higher quantities of processed foods are introduced into the market and this fact is one of the main reasons why the number of persons allergic to food increases. The novel processing technologies can either decrease the allergenicity of final products as compared to that of raw materials or they can be a direct cause of new, up to now unknown allergens, constituting an identification problem for immune systems.

**Key words:** animal-derived allergens, plant-derived allergens, pan-allergens, technological processes 

BARBARA KUSZNIEREWICZ, ANITA PIASEK, JOANNA LEWANDOWSKA,  
ANNA ŚMIECHOWSKA, AGNIESZKA BARTOSZEK

## WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWNOWOTWOROWE KAPUSTY BIAŁEJ

### Streszczenie

W krajach rozwiniętych choroby nowotworowe stają się obecnie najbardziej znaczącym elementem kosztów leczenia społeczeństw oraz główną przyczyną przedwczesnych zgonów. Stąd też ogromne zainteresowanie profilaktyką przeciwnowotworową, które nabrało szczególnego znaczenia po stwierdzeniu, w wyniku badań epidemiologicznych, że żywność pochodzenia roślinnego zawiera liczne substancje przeciwdziałające powstawaniu nowotworów. Szczególnie cenne mogą być warzywa krzyżowe, w przypadku których obserwowano znaczną ujemną korelację pomiędzy poziomem spożycia a zapadalnością na nowotwory piersi, jelita grubego i płuc. W Europie Środkowej najważniejszym warzywem z rodziny krzyżowych jest kapusta biała (*Brassica oleracea* var. *capitata*), stanowiąca tradycyjny element diety krajów tego regionu. Ze względu na duże spożycie i dostępność przez cały rok, warzywo to może być potencjalnie znaczącym elementem chemoprewencji nowotworowej.

Na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej podjęto wielokierunkowe prace mające na celu ocenę przeciwnowotworowych właściwości zarówno świeżej kapusty, jak i poddanej obróbce kulinarnej, stosując różne modele badawcze, dawki i formę preparatów warzywnych, zbliżone do rzeczywistego spożycia. Jak się powszechnie uważa, jednym z czynników uruchamiających proces kancerogenezy są reaktywne formy tlenu (ROS), które reagując z ważnymi biomolekułami zmieniają ich strukturę i funkcję, co może przyczynić się do transformacji zdrowej komórki w nowotworową. Wiadomo także, że ROS mogą być przyczyną wielu innych chorób cywilizacyjnych oraz procesów starzenia. Jedną z linii badawczych nad przeciwnowotworowymi właściwościami kapusty, podjętych przez autorów, była ocena zdolności fitokompleksu tego warzywa do przeciwdziałania efektom ROS. Badania zostały zaplanowane tak, by umożliwić ocenę kapusty na różnych poziomach, począwszy od pomiaru właściwości przeciwutleniających *in vitro* i oznaczenia substancji przeciwutleniających, określenia zdolności ochrony innych składników żywności przed utlenieniem, poprzez ocenę zdolności ochrony komórek przed atakiem ROS, po wykazanie zdolności do indukcji endogennych mechanizmów komórkowych niwelujących zaistniałe efekty stresu oksydacyjnego.

Przedstawiona praca stanowi podsumowanie badań prowadzonych przez trzy zespoły badawcze. Stwierdzono, że składniki kapusty, zarówno świeżej, jak i poddanej obróbce kulinarnej, nie tylko chronią inne składniki żywności przed niekorzystnymi procesami termooksydacyjnymi, ale także wykazują szereg aktywności pozwalających organizmowi neutralizować reaktywne formy tlenu, a także zwalczać już zaistniałe szkodliwe efekty ich działania.

**Słowa kluczowe:** kapusta biała, profilaktyka nowotworowa, właściwości przeciwutleniające

---

*Mgr inż. B. Kusznierewicz, mgr inż. A. Piasek, mgr inż. A. Śmiechowska, Katedra Chemii Analitycznej, mgr inż. J. Lewandowska, dr inż. A. Bartoszek, Katedra Technologii Leków i Biochemii, Wydz. Chemiczny, Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk*

## Wprowadzenie

Wieloletnie badania, podsumowane wydaniem w 1997, a następnie w 2007, przez World Cancer Research Fund i American Institute for Cancer Research "Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a Global Perspective" [25], dowiodły, że dieta bogata w białka i tłuszcze sprzyja procesom kancerogenezy, ale z kolei żywność pochodzenia roślinnego może być źródłem substancji przeciwdziałających rozwojowi nowotworów. Należą do nich m.in. polifenole i glukozytolany uprzednio uważane za obniżające wartość odżywczą lub co najwyżej obojętne dla ludzkiego zdrowia. Odkrycia te zawoocowały wieloma pracami poświęconymi przeciwnowotworowym składnikom żywności i doprowadziły do powstania nowej gałęzi badań nad rakiem, którą określa się mianem chemioprewencji lub coraz częściej, także w języku polskim, chemoprewencji nowotworowej. Chemoprewencja nowotworowa definiowana jest jako zapobieganie nowotworom przez podawanie jednej lub wielu substancji chemicznych albo w postaci preparatów, albo jako naturalnie występujących składników diety. Ogromne zainteresowanie chemoprewencyjnymi właściwościami różnych składników żywności wynika z faktu, że zagrożenie chorobami nowotworowymi, które w ostatnich latach stały się główną przyczyną przedwczesnych zgonów ludności w krajach rozwiniętych, mogłoby być znacząco zmniejszone poprzez właściwy sposób odżywiania. Z wcześniejszych oszacowań wynika bowiem, że nawet 70% nowotworów jest pochodzenia środowiskowego. Sugeruje się, że około 30% tych nowotworów byłoby do uniknięcia poprzez zmianę diety [20]. Ta zmiana miałaby na celu wzbogacenie jadłospisu w substancje przeciwdziałające procesom nowotworzenia i ograniczenie spożycia tych rodzajów żywności, które zawierają składniki sprzyjające kancerogenezie.

Szczególnie bogatym źródłem substancji przeciwnowotworowych są warzywa krzyżowe, w przypadku których obserwowano znaczną ujemną korelację pomiędzy poziomem spożycia a zapadalnością na nowotwory piersi, jelita grubego i płuc. Ich właściwości antykancerogenne zostały ostatnio podsumowane w obszernym opracowaniu wydanym przez International Agency of Research on Cancer w Lyonie [14]. W Europie Środkowej najważniejszym żywieniowo warzywem z rodziny krzyżowych jest kapusta biała (*Brassica oleracea* var. *capitata*), stanowiąca tradycyjny element diety krajów tego regionu. Warzywo to spożywane jest w stosunkowo dużych ilościach przez cały rok, przez wszystkie grupy ludności, zarówno w postaci surowej, jak i po obróbce cieplnej. W Polsce roczne spożycie kształtuje się na poziomie ok. 11 kg kapusty świeżej i 5 kg kapusty kiszzonej na osobę, co odpowiada około 44 g dziennie [29]. Co więcej, warzywa kapustne stanowią zwykle dodatek do mięsnych i wysokotłuszczowych produktów spożywczych sprzyjających transformacji nowotworowej. Ze względu na wysokie spożycie i dostępność przez cały rok, kapusta potencjalnie może być znaczącym elementem chemoprewencji nowotworowej. To przypuszczenie potwierdziły badania epidemiologiczne w grupie polskich imigrantek w USA wskazują-

ce, że częste spożywanie surowej lub krótko gotowanej kapusty znacząco obniża zagrożenie rakiem piersi [21].

Kapusta (świeża i kiszona) zawiera liczne wtórne metabolity, których przydatność ze względu na chemoprewencję nowotworową została udokumentowana w przypadku innych roślinnych składników żywności. Można tu wymienić następujące aktywności biologiczne:

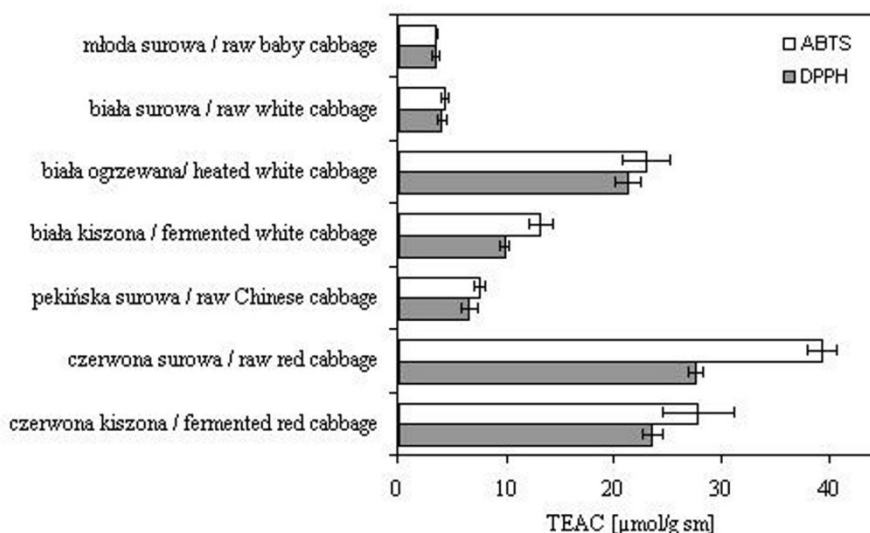
- właściwości przeciwutleniające wynikające z obecności witamin C oraz E, karotenoidów i polifenoli;
- właściwości przeciwmutagenne wynikające z obecności przeciwutleniaczy, a także związków siarkoorganicznych;
- zdolność indukowania enzymów detoksykacyjnych (tzw. enzymów II fazy), w tym przede wszystkim transferaz glutationowych, głównie przez izotiocyjaniany i indole będące produktami metabolizmu glukozynolanów [14];
- wpływ na ekspresję genów odpowiedzialnych za rozrost nowotworowy poprzez modulowanie komórkowej homeostazy redoks przez izotiocyjaniany i przeciwutleniacze [7, 10, 19];
- działanie indoli oraz być może także fitosteroli jako modulatorów receptorów estrogenowych [28].

Te potencjalnie cenne zalety kapusty spowodowały podjęcie na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej wielokierunkowych badań nad przeciwnowotworowością jej właściwościami. W przeciwieństwie do większości publikowanych prac, doświadczenia prowadzone były nie z izolowanymi substancjami, ale z sokami zawierającymi naturalny fitokompleks, przy zastosowaniu dawek możliwie wiernie oddających rzeczywiste spożycie.

### **Właściwości przeciwutleniające i przeciwmutagenne kapusty**

Aktywne formy tlenu (np. rodnik hydroksylowy czy anionorodnik ponadtlenkowy) są czynnikami powodującymi uszkodzenia wielu struktur komórkowych. Mogą one uszkadzać białka poprzez utlenianie np. grup sulfhydrylowych cystein do mostków disiarczkowych, niszczyć strukturę błon komórkowych indukując peroksydację wchodzących w ich skład lipidów, a także wiązać się z zasadami azotowymi w DNA do tzw. tlenowych adduktów DNA [1]. Wszystkie te reakcje upośledzają prawidłowe funkcjonowanie struktur komórkowych i są uważane za przyczynę licznych schorzeń degeneracyjnych z nowotworami włącznie [13]. Innym zagrożeniem są substancje mutagenne i rakotwórcze obecne w żywności wskutek niewłaściwego przechowywania (np. mikotoksyny) lub obróbki termicznej (np. heterocykliczne aminy aromatyczne, akryloamid, genotoksyczne produkty peroksydacji lipidów) [1, 2]. Obecność tych związków, obok zanieczyszczeń środowiskowych, jest uznanym czynnikiem ryzyka chorób nowotworowych [27].

W przypadku żywności pochodzenia roślinnego, właściwości przeciwutleniające wykazują przede wszystkim trzy klasy związków: witaminy przeciwutleniające, karotenoidy oraz polifenole. Szczególnie te ostatnie są szeroko badane w kontekście profilaktyki nowotworowej. Kapusta zawiera także substancje wykazujące właściwości przeciwutleniające w testach *in vitro* [3, 15]. Aktywność przeciwutleniająca warzyw kapustnych jest jednak kilkukrotnie niższa niż innych, bogatych w przeciwutleniacze, składników żywności, takich jak: burak ćwikłowy czy napar z herbaty [3]. Na rys. 1. przedstawiono wartości TEAC popularnych w Polsce rodzajów kapusty, wśród których najwyższą aktywność wykazuje kapusta czerwona. W przypadku kapusty białej, proces kiszenia podnosi zawartość przeciwutleniaczy.

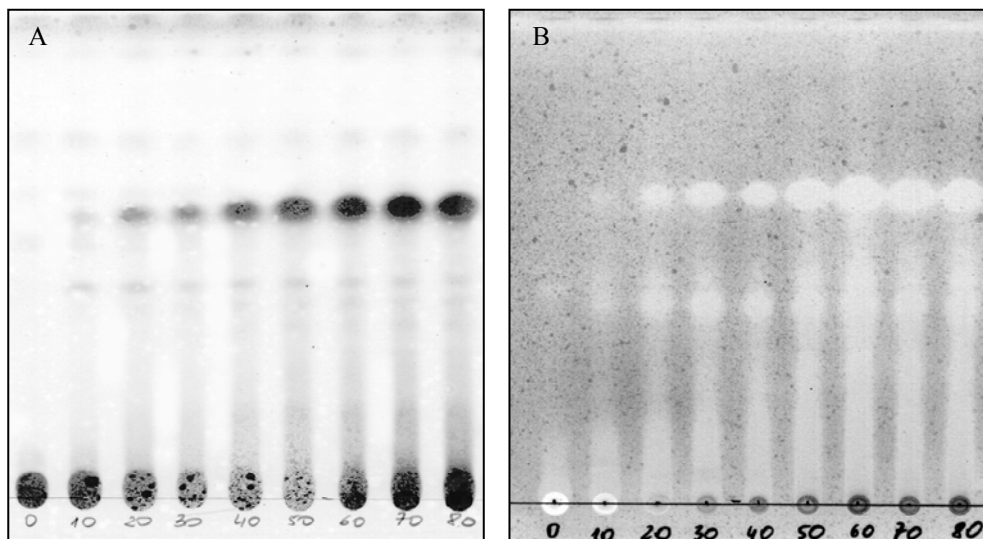


Rys. 1. Aktywność przeciwutleniająca ekstraktów metanolowych z liofilizatów popularnych rodzajów kapusty, oszacowana za pomocą metod spektrofotometrycznych wykorzystujących rodniki ABTS i DPPH.

Fig. 1. Antioxidative activity by methanol extracts from lyophilisates of popular varieties of cabbage assessed using the ABTS and DPPH radicals-aided spectro-photometric methods.

Źródło: / Source: [15,18]

Cenną cechą kapusty białej jest uwalnianie substancji o właściwościach przeciwutleniających w trakcie obróbki termicznej [16, 17]. Zastosowanie chromatografii TLC umożliwiło zaobserwowanie, w trakcie ogrzewania, uwalniania się wielu substancji zdolnych do reakcji ze związkami typu utleniaczy i z rodnikami. Nie są to związki polifenolowe i obecnie trwają prace nad ich chemiczną identyfikacją (rys. 2).



Rys. 2. Chromatogram TLC ekstraktów metanolowych z liofilizatów kapusty białej ogrzewanych przez 0 – 80 min w temp. 100°C. Chromatogramy wizualizowano przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a – A lub roztworu rodnika DPPH – B.

Fig. 2. TLC chromatograms of methanol extracts from the cabbage lyophilisates heated during 0 – 80 min. at 100°C. The chromatograms were visualized using either a Folin-Ciocalteu reagent – A, or a DPPH radical solution - B.

Źródło: / Source: [18]

Obecność przeciwutleniaczy, a szczególnie ich uwalnianie w trakcie obróbki cieplnej sugerowało, że kapusta może skutecznie chronić inne składniki żywności przed niekorzystnymi zmianami termooksydacyjnymi. Taka możliwość w przypadku tłuszczu została potwierdzona, przy czym warto zauważyć, że we wszystkich kuchniach kapusta jest zazwyczaj gotowana z dodatkiem tłuszczu roślinnego lub zwierzęcego. Badania prowadzono przy zastosowaniu dwóch strategii badawczych. W pierwszej z nich wykorzystano układy modelowe oraz ekstrakty fitozwiązków z kapusty świeżej i kiszonej uzyskane działaniem 80% etanolu. W drugiej, podobny cykl doświadczeń został przeprowadzony nie z ekstraktem alkoholowym, ale z sokiem ze świeżej i kiszonej kapusty. Obróbce termicznej poddano tłuszcz tradycyjnie używany przy przyrządzaniu posiłków zawierających to warzywo, tzn. smalec oraz olej rzepakowy, w sposób możliwie zbliżony do typowych metod gotowania, a następnie określono stopień jego przemian oksydacyjno-termicznych. We wszystkich zastosowanych testach, soki z kapusty świeżej i kiszonej wywierały ochronny wpływ na utlenianie tłuszczów. Wpływ ten był wyraźniejszy w przypadku smalcu, który nie zawiera naturalnych przeciwutleniaczy. Lepsze właściwości ochronne wykazał sok z kapusty świe-

żej, której działanie było równie efektywne jak syntetycznego przeciwutleniacza BHA [23, 24].

Zdolność do przeciwdziałania niekorzystnym procesom oksydacyjnym nie jest jedynym mechanizmem wykazywanym przez fitokompleks kapusty, który może poprawiać jakość żywności. Soki z kapusty, zarówno świeżej, jak i poddanej obróbce kulinarnej wykazują bardzo silne właściwości przeciwmutagenne w stosunku do mutagenów spotykanych w pieczonym lub grillowanym mięsie - MeIQx (2-amino-3,8-dimetyloimidazo[4,5-*f*]chinoksalina) i PhIP (2-amino-1-metylo-6-fenylimidazo[4,5-*b*]pirydyna) [5].

Tabela 1

Właściwości przeciwmutagenne soków ze świeżej (SK) i kiszzonej (KK) kapusty białej w stosunku do mutagennych heterocyklicznych amin aromatycznych MeIQx oraz PhIP.

Antimutagenic properties of fresh cabbage (SK) and sauerkraut (KK) juices against the mutagenic heterocyclic aromatic amines MeIQx and PhIP.

Szczep Strain TA 98	+S	Mutagen Mutagen	SK surowa raw	SK gotowana cooked	KK surowa raw	KK gotowana cooked
	-S					
MeIQx	+	271,3 ± 112,7	59,6 ± 17,2	135,0 ± 39,3	82,5 ± 26,1	148,8 ± 69,8
	-	34,5 ± 1,9	18,7 ± 3,4	31,5 ± 2,1	38,7 ± 9,1	33,7 ± 3,4
PhIP	+	655,5 ± 114,1	74,0 ± 18,8	233,0 ± 15,5	355,0 ± 91,8	437,1 ± 121,5
	-	51,2 ± 4,1	54,3 ± 2,3	49,9 ± 5,9	60,2 ± 11,3	59,9 ± 8,6

Źródło: / Source: [5]

Potencjał przeciwmutageny soków był oceniany testem Ames z użyciem szczepu *Salmonella typhimurium* TA98 w obecności (+S) i pod nieobecność (-S) frakcji S9 izolowanej z wątroby szczura, przy użyciu stałej dawki mutagenów MeIQx (100 ng/płytkę) lub PhIP (5000 ng/ płytkę) i stężenia soków 10% v/v (tab. 1). Liczba rewertantów określana była po 48 godz. inkubacji w temp. 37°C.

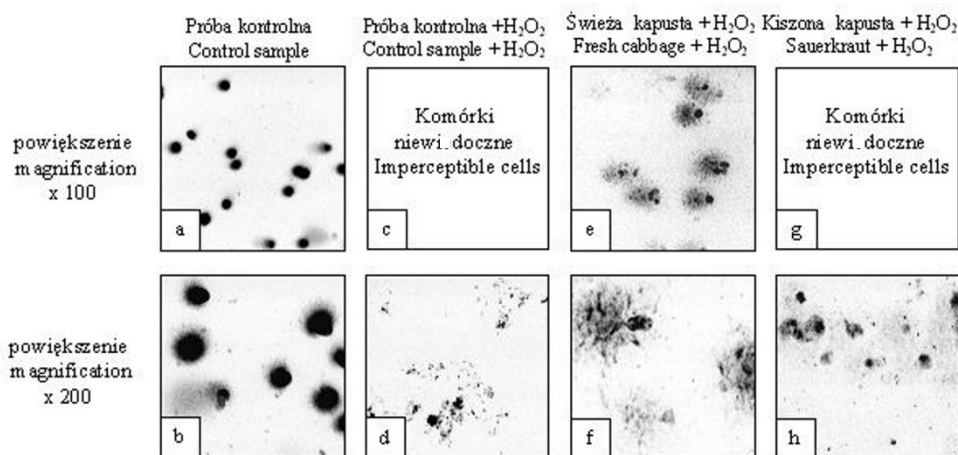
Wszystkie badane soki wykazywały silne właściwości przeciwmutagenne w stosunku do obu modelowych mutagenów. Zmniejszenie liczby rewertantów szczepu *S. typhimurium* TA98 mieściło się w zakresie od ok. 40% ochrony - sok z kapusty kiszzonej gotowanej, do ponad 80% ochrony - sok ze świeżej surowej kapusty. Co więcej, zmniejszenie częstości mutacji indukowanych przez oba mutageny było liniowo skorelowane z dawką soku [5].

Powyższe wyniki sugerują, że obecność kapusty w diecie może zmniejszać stopień narażenia ludzkiego organizmu na substancje genotoksyczne obecne w żywności. Wniosek ten wspierają obserwacje wskazujące, że spożywanie kapusty zmniejsza po-

ziom wiązania się aflatoksyny B<sub>1</sub> z DNA w wątrobie [26], a także podnosi wydajność wydalania związków typu MeIQx oraz PhIP z organizmu ludzkiego [9].

### Ochrona komórek przed stresem oksydacyjnym

Obecność przeciwutleniaczy wskazywała, że soki z kapusty powinny wykazywać także zdolność ochrony komórkowego DNA przed atakiem ROS, tym bardziej że taką ochronę obserwowano w przypadku substancji izolowanych z warzyw krzyżowych [14]. Wstępne badania prowadzone przy użyciu testu kometowego potwierdziły te przypuszczenia [3]. Źródło ROS (0,15 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) i soki (40% v/v) dodawano równocześnie do komórek zawieszonych w buforze PBS. Po 30 min ekspozycji w temp. 37°C prowadzono analizę uszkodzeń DNA. Komórki poddane działaniu nadtlenu wodoru w dawce powodującej całkowitą degradację DNA, w obecności soku z kapusty świeżej, w mniejszym stopniu z kiszzonej, mają znacząco mniej pofragmentowany materiał genetyczny (rys. 3).



Rys. 3. Obraz mikroskopowy komórek ludzkiego raka okrężnicy HT29 poddanych stresowi oksydacyjnemu w obecności soków z kapusty świeżej lub kiszzonej uzyskany przy użyciu testu kometowego.

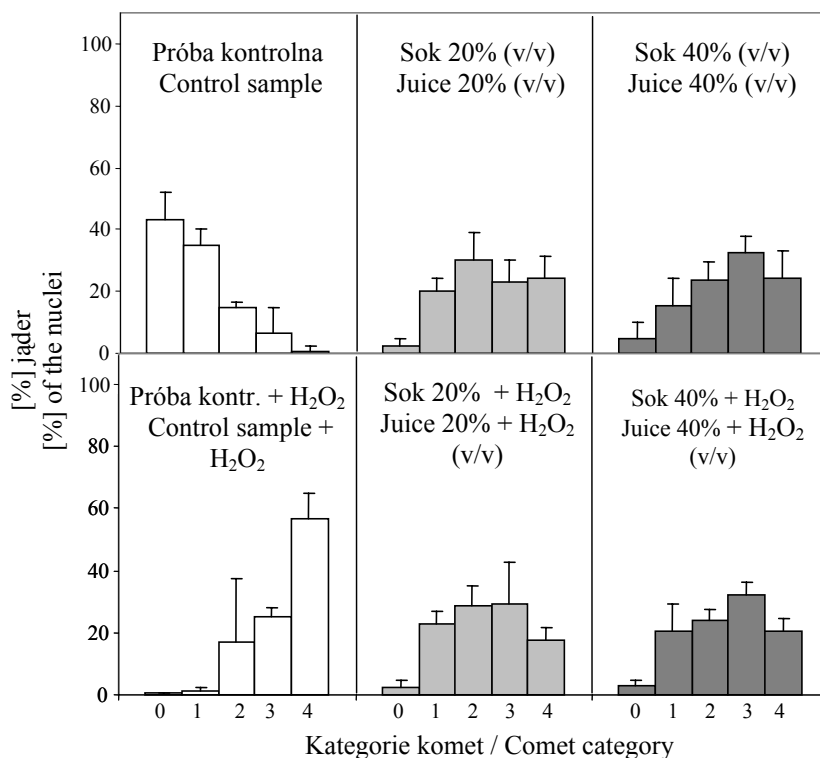
Fig. 3. Microscopic picture of the human colon cancer cells type HT29, obtained by a comet assay; the cells were exposed to oxidative stress in the presence of fresh cabbage or sauerkraut juices.

Źródło: / Source: [11]

Bardziej szczegółowe badania ujawniły, że same soki powodują silną fragmentację DNA w komórkach ludzkiego raka okrężnicy HT29. Po 30 min ekspozycji w temp. 37°C komórki odklejano z naczyń hodowlanych działaniem trypsyny i analizę uszkodzeń DNA prowadzono przy użyciu testu kometowego. Na rys. 4. przedstawiono dane dotyczące soku ze świeżej kapusty, ale podobne wyniki uzyskano także w przypadku kapusty kiszzonej. Włączenie nadtlenu wodoru nie powodowało zwiększenia uszko-



dzeń DNA. Genotoksyczne działanie soków, samych czy w kombinacji z  $H_2O_2$ , nie znajdowało odzwierciedlenia w ich cytotoxyczności [4, 16]. Choć bez wnikliwszych badań trudno wnioskować o przyczynach wspomnianej fragmentacji DNA, taki wynik sugerował, że obecność fitozwiązków kapusty może stymulować procesy naprawcze DNA umożliwiając wzrost komórek.



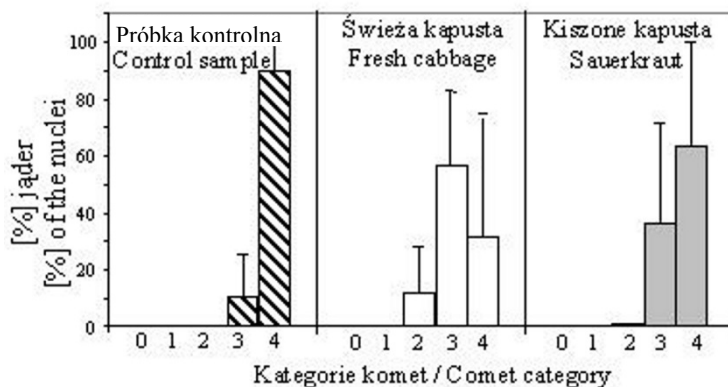
Rys. 4. Stopień uszkodzenia DNA komórek ludzkiego raka okrężnicy HT29 w wyniku traktowania sokiem ze świeżej surowej kapusty  $\pm 0,3$  mM  $H_2O_2$ .

Fig. 4. The degree of damage to the DNA of human colon cancer cells type HT29 resulting from the treatment using fresh raw cabbage juice  $\pm 0,3$  mM  $H_2O_2$ .

Źródło: / Source: [4]

Do oceny indukcji enzymów naprawczych DNA przez soki z kapusty wykorzystano test kometowy w wersji zmodyfikowanej. W tej wersji testu komórki podzielono na dwie populacje. Jedna z nich poddana została działaniu nadtlenu wodoru, druga soku z kapusty białej (świeżej lub kiszonej). Następnie komórki inkubowane z czynnikiem genotoksycznym ( $H_2O_2$ ) były doprowadzone do etapu lizy zgodnie z procedurą testu kometowego, po czym dodano do nich cytozol wyizolowany z komórek traktowanych badanymi sokami potencjalnie indukującymi enzymy naprawcze DNA. Po 30

min, czyli okresie wystarczającym na usunięcie uszkodzeń przez enzymy naprawcze DNA, kontynuowana była procedura oznaczania uszkodzeń testem kometowym [4].



Rys. 5. Naprawa uszkodzeń DNA komórek ludzkiego raka okrężnicy HT29 poddanych działaniu 0,1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a następnie inkubowanych z frakcjami cytozolowymi pochodzącymi z komórek nie-tractowanych lub traktowanych przez 6 godz. 10% (v/v) sokami z kapusty świeżej lub kiszzonej.

Fig. 5. The repair of the DNA damage in human colon cancer cells type HT29 submitted to 0.1 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, then, incubated using cytosolic fractions derived from the control cells or cells treated during 6 h with 10% (v/v) fresh cabbage juice or sauerkraut juice.

Źródło: / Source: [4]

Na rys. 5. przedstawiono porównanie poziomu uszkodzeń w komórkach poddanych działaniu cytozoli uzyskanych z komórek kontrolnych oraz komórek traktowanych sokami z kapusty. Nadmienić tu należy, że ocenie podlegał tylko poziom enzymów pochodzących z syntezy *de novo*, bowiem enzymy naprawcze DNA rezydują w jądrze komórkowym, a do doświadczeń stosowano frakcje cytozolowe. W tych frakcjach można było oczekiwać jedynie obecności enzymów pochodzących z syntezy konstytutywnej lub zaindukowanej obecnością bioaktywnych składników kapusty. Jak można zauważyć, oba badane soki wykazywały zdolność indukowania syntezy enzymów naprawczych DNA, dzięki czemu w wyniku ich działania zmniejszyła się liczba komet należących do najwyższej kategorii (4) na rzecz komet niższej kategorii (2, 3) odpowiadających mniej pofragmentowanemu DNA.

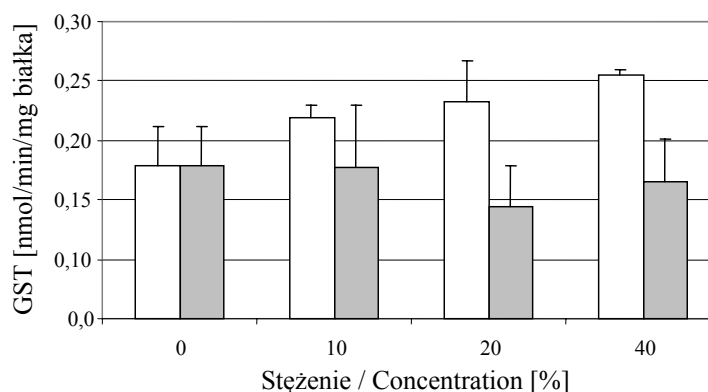
Fitokompleks kapusty wykazał nie tylko zdolność ochrony komórek przed stresem oksydacyjnym, ale także indukował endogenne mechanizmy odpowiedzialne za naprawę powstałych w DNA uszkodzeń.

### Indukcja endogennych mechanizmów detoksykacyjnych

Glukozynolany występujące w roślinach krzyżowych mają szczególną wartość w przypadku chemoprewencji nowotworów. Związki te, a przede wszystkim produkty ich rozpadu (glukozynolany są związkami nietrwałymi, łatwo ulegającymi hydrolizie

enzymatycznej i nieenzymatycznej), którymi są m.in. izotiocyjaniiny, wykazują wiele cennych aktywności przeciwdziałających procesom nowotworzenia, ale za najistotniejszą uważa się ich zdolność do indukowania ekspresji enzymów fazy II, zaangażowanych w detoksykacyjny metabolizm związków rakotwórczych obecnych w środowisku człowieka, w tym w żywności [14, 30]. Istotne znaczenie ma fakt, że indukcja taka na ogół trwa pewien czas, a zatem w przeciwieństwie do przeciwutleniaczy, których działanie jest “jednorazowe”, efekt ochronny spowodowany obecnością izotiocyjaniinów jest przedłużony. Jedną z najważniejszych klas enzymów fazy II są S-transferazy glutationowe (GST) katalizujące sprzężanie elektrofilowych związków z glutationem poprzedzające ich wydalenie z organizmu. Indukowanie tych enzymów w wyniku spożycia warzyw krzyżowych wykazano także u ludzi.

Kolejnym etapem badań nad chemoprewencyjnymi właściwościami kapusty było określenie jej zdolności do indukowania GST *in vitro* w hodowli tkankowej oraz *in vivo* w badaniach zwierząt doświadczalnych. W przypadku badań w hodowli tkankowej użyte były komórki raka okrężnicy HT29 oraz komórki ludzkiego raka wątroby linii HepG2. Te ostatnie pomimo zrakowacenia zachowały pełną zdolność ekspresji genów enzymów uczestniczących w metabolizmie ksenobiotyków i dlatego stanowią podstawowy model *in vitro* wykorzystywany w badaniach nad wpływem substancji chemoprewencyjnych na ekspresję genów kodujących enzymy I i II fazy. Aktywność GST oznaczano po wyizolowaniu frakcji cytozolowej klasyczną metodą przy użyciu 1-chloro-2,4-dinitrobenzenu (CDNB) jako substratu.



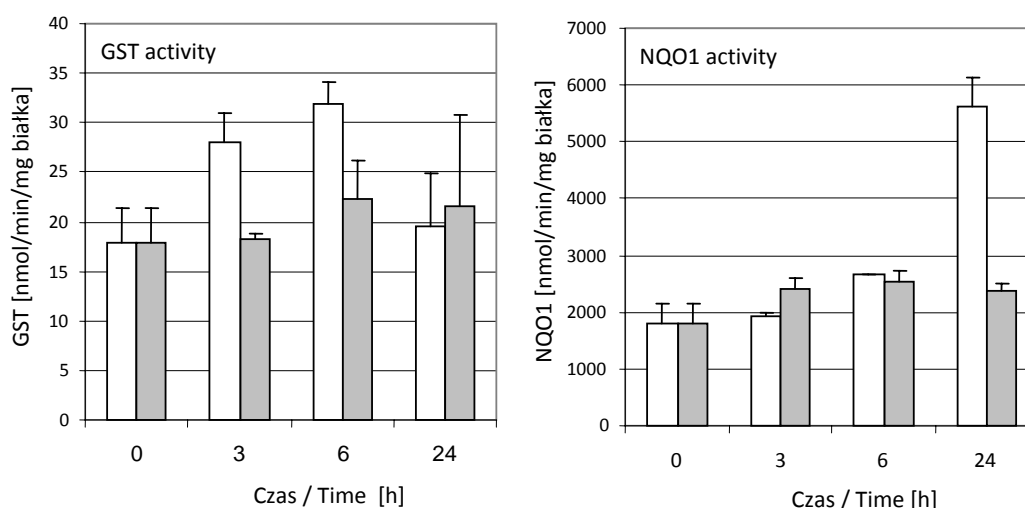
Rys. 6. Wpływ soków z kapusty świeżej i kiszonej na aktywność S-transferaz glutationowych w komórkach ludzkiego raka okrężnicy HT29.

Fig. 6. The impact of fresh cabbage juice or sauerkraut juice on the glutathione S-transferases activity in human colon cancer cells type HT29.

Źródło: / Source: [16]

Kapusta świeża będąca lepszym źródłem izotiocyjanianów, w porównaniu z kapustą kiszoną, wykazywała dużo silniejszą zdolność do indukowania GST. Przy 3-godzinnej inkubacji komórek z sokami, indukcja GST była skorelowana ze stężeniem soku i przy 40% (v/v) w pożywce wzrosła prawie dwukrotnie w porównaniu z poziomem oznaczonym w komórkach kontrolnych (rys. 6). W przypadku soku z kiszonej kapusty nie zaobserwowano znaczących zmian aktywności GST.

Wątroba jest narządem odpowiedzialnym za detoksykację szkodliwych substancji w organizmie ludzkim, stąd ważne było zbadanie czy soki z kapusty mogą potencjalnie wpływać na detoksykacyjną sprawność działania tego organu, stosując komórki HepG2 jako model. W tym przypadku oznaczono także indukcję aktywności innego enzymu fazy II DT-diaforazy (NQO1), oksydoreduktazy katalizującej dwuelektronową redukcję chinonów i tym samym przeciwdziałającej cyklicznej reakcji rodnikowej tych związków z tlenem cząsteczkowym generującej reaktywne formy tlenu. Kinytyki indukcji obu enzymów przez soki ze świeżej i kiszonej kapusty białej przedstawiono na rys 7.



Rys. 7. Kinytyka indukcji enzymów detoksykacyjnych S-transferaz glutationowych i DT-diaforazy w komórkach ludzkiego raka wątroby HepG2 przez 10% (v/v) soki z kapusty świeżej i kiszonej.

Fig. 7. Kinetics of the induction of detoxifying enzymes: glutathione S-transferases and DT-diaphorase in human hepatoma cells HepG2 by 10% (v/v) fresh cabbage juice or sauerkraut juice.

Źródło: / Source: [8]

Także w przypadku NQO1, sok ze świeżej kapusty wykazywał większą zdolność stymulacji aktywności enzymatycznej. Natomiast odmienna była kinytyka indukcji obu typów enzymów: w przypadku GST maksimum indukcji obserwowano po 6 godz. ekspozycji komórek na ten sok, a NQO1 dopiero po 24 godz.

W badaniach na szczurach wykazano, że także *in vivo* składniki kapusty mogą efektywnie indukować GST. Dożołądkowe podanie soku z kiszzonej i świeżej kapusty w zróżnicowany sposób wpływało na aktywność GST i charakteryzowało się specyficznością narządową. W wątrobie po podaniu soku z kiszzonej kapusty zaobserwowano zależne od czasu ekspozycji zwiększenie aktywności GST, która po 30 dniach była o ok. 60% wyższa niż u zwierząt kontrolnych. Pod wpływem soku ze świeżej kapusty indukcja GST utrzymywała się na stałym poziomie we wszystkich badanych punktach czasowych i była o około 30% wyższa od wartości oznaczonej w grupie zwierząt kontrolnych. W nerkach podwyższoną aktywność GST (o około 23-28%) stwierdzono jedynie po 4-dniowej ekspozycji na soki [22].

Z przedstawionych badań wynika, że indukcja aktywności enzymów II fazy udokumentowana głównie w odniesieniu do wyizolowanych związków lub ekstraktów z warzyw krzyżowych zachodzi także bardzo efektywnie przy użyciu naturalnej mieszaniny, jaką jest sok, w dawkach odpowiadających spożyciu w diecie.

### Podsumowanie

W krajach półkuli północnej, w tym w Polsce, choroby nowotworowe stają się obecnie najbardziej znaczącym elementem kosztów leczenia społeczeństw oraz główną przyczyną przedwczesnych zgonów. Stąd też występuje ogromne zainteresowanie profilaktyką nowotworową. Prowadzone w wielu instytucjach naukowych badania eksperymentalne mają na celu sprawdzenie mechanizmu przeciwnowotworowego działania zarówno wybranych produktów żywnościowych, jak i substancji izolowanych z jadalnych roślin. Ma to na celu opracowanie takich rekomendacji dietetycznych, które pozwolą na zmniejszenie zagrożenia chorobami nowotworowymi.

Konsumenci XXI wieku, jak trafnie podkreśla Hardy [12] w artykule poświęconym żywności funkcjonalnej, potrzebują rekomendacji żywieniowych ze strony wykwalifikowanych dietetyków i farmakologów. I jak kontynuuje wspomniany autor, jeżeli ta potrzeba nie zostanie zaspokojona to niewykwalifikowani „znawcy“ będą mogli wypełnić tę lukę i na pewno to zrobią.

Badania prowadzone na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej, we współpracy z innymi ośrodkami, wpisują się w działania nad rozwiązaniem tego ważnego społecznie problemu. Głównym obiektem zainteresowań autorów jest świeża i kiszona kapusta, ponieważ była i jest ona w tej części Europy warzywem spożywanym w największych ilościach przez cały rok, a więc przekonanie społeczeństwa do jej konsumpcji nie powinno budzić oporu jakiegoś sposobu uniknąć np. w przypadku zalecania zielonej herbaty jako podstawowego napoju. Szczególnie, że badania wskazują na kapustę jako źródło licznych substancji o aktywności biologicznej, ważnych ze względu na chemioprotekcję nowotworową. Obserwuje się obecnie ogromne zmiany w preferencjach dietetycznych społeczeństwa wraz z nadejściem restauracji typu „fast

food“ i popularyzacji kuchni egzotycznych, dlatego ważne stają się uzasadnione wynikami badań rekomendowanie tradycyjnych, a sprzyjających zdrowiu produktów spożywczych, by pozostały one nadal istotnym elementem jadłospisu każdej rodziny.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Bartoszek A.: Genotoxic food components. In: Carcinogenic and anticarcinogenic food components – ed. W. Bear-Dubowska, A. Bartoszek i D. Malejka-Giganti. Ed. CRC Taylor & Francis Group, Boca Raton 2006, pp 69-96.
- [2] Bartoszek A.: Substancje mutagenne, rakotwórcze i przeciwrakotwórcze w żywności. W: Chemia żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności - pod red. Z. E. Sikorskiego. WNT, Warszawa 2007, w druku.
- [3] Bartoszek A., Forc A., Grześkowiak J.: Antioxidative properties of selected food components traditional for diets in Central Europe. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11/52**. 67-70.
- [4] Bartoszek A., Lewandowska J., Kruszyna A., Szukalska E., Tynek M.: Antioxidative activity of fresh white cabbage and sauerkraut provides essential protection of other food components (*ex vivo*) and cultured cells (stimulated *in vivo*). *Proc. of 35th Annual Meeting of the European Environmental Mutagen Society, Kos, Greece 2005*, p. 133.
- [5] Borowska A., Klajn P., Mielżyńska D., Siwińska E., Bartoszek A.: Antimutagenic activity of white cabbage, raw and processed, juices towards food mutagens MeIQx i PhIP. *Proc. 29. Conf. FEBS. Eur. J. Biochem. The FEBS J.*, 2004, **271**, 234.
- [6] Ciska E., Pathak R. D.: Glucosinolate derivatives in stored fermented cabbage. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 7938-7943.
- [7] Collins A. R.: Antioxidant intervention as a route to cancer prevention. *Eur. J. Cancer*, 2005, **41**, 1923-1930.
- [8] Czapiewska K.: Badanie aktywności enzymów detoksykacyjnych w komórkach ludzkiego raka wątroby HepG2 poddanych działaniu soków z kapusty. Praca dyplomowa, Katedra Technologii Leków i Biochemii, Politechnika Gdańska, (2007).
- [9] Demarini M. D.: Inhibition of fried meat-induced DNA damage: use of cruciferous vegetables, yogurt, and chlorophyllin in a dietary intervention study in humans. *Abstracts of 36th Annual Meeting of European Environmental Mutagen Society, Prague, Czech Republic 2006*, p. 94.
- [10] Eberhardt M. V., Jeffrey E. H.: Perspective. When dietary antioxidants perturb the thiol redox. *J. Sci. Food Agric.* 2006, **86**, 1996-1998.
- [11] Grześkowiak J.: Badanie biochemicznych i biologicznych aktywności soków z kapusty, ważnych z punktu widzenia profilaktyki przeciwnowotworowej. Praca dyplomowa, Katedra Technologii Leków i Biochemii, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2002.
- [12] Hardy G.: Nutraceuticals and functional foods: introduction and meaning. *Nutrition*, 2000, **1**, 688-689.
- [13] Hussain S. P., Hofseth L. J., Harris C. C.: Radical causes of cancer. *Nature Rev. Cancer*, 2003, **3**, 276-285.
- [14] IARC Handbooks of cancer prevention. Part 9: Cruciferous vegetables, isothiocyanates and indoles. IARC Press, Lyon, Francja 2004.

- [15] Kusznierevicz B., Bartoszek A., Wolska L., Drzewiecki J., Gorinstein S., Namieśnik J.: Partial characterization of white cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from different regions by glucosinolates, bioactive compounds, total antioxidant activities and proteins. *J. Food Sci. Technol.*, 2008, **41**, 1-9.
- [16] Kusznierevicz B., Lewandowska J., Kruszyna A., Piasek A., Śmiechowska A., Wolska L., Namieśnik J., Bartoszek A.: Badania potencjału przeciwutleniającego kapusty białej przed i po obróbce kulinarnej oraz jej zdolności do indukowania komórkowych mechanizmów antyoksydacyjnych. *Mat. Konf. Nauk. Naturalne przeciwutleniacze - od surowca do organizmu*. Wyd. AR, Poznań 2007, s. 61.
- [17] Kusznierevicz B., Śmiechowska A., Bartoszek A., Wolska L., Namieśnik J.: The effect of heating and fermenting on antioxidant properties of white cabbage. *Food Chemistry* (w druku DOI:10.1016/j.foodchem.2007.11.049).
- [18] Kusznierevicz B., Śmiechowska A., Wolska L., Bartoszek A., Namieśnik J.: The influence of culinary processes on content of bioactive compounds in white cabbage from non-organic and organic farming. *Mat. Konf. Nauk. 50 Jubileuszowy Zjazd PTChem oraz SITPChem "Chemistry, Environment & Human Activity in Civilization Development"*, 2007, Toruń, 2007, s. 203
- [19] Loo G.: Redox-sensitive mechanisms of phytochemical mediated inhibition of cancer cell proliferation (Review). *J. Nutr. Biochem.*, 2003, **14**, 64-73.
- [20] Peto J.: Cancer epidemiology in the last century and the next decade. *Nature*, 2001, **411**, 390-395.
- [21] Rybaczuk-Pathak D.: Joint association of high cabbage/sauerkraut intake at 12-13 years of age and adulthood with reduced breast cancer risk in Polish migrant women: results from the US component of the Polish Women's Health Study (PWHs). *Abstracts of AACR 4<sup>th</sup> Annual Conference on Frontiers in Cancer Prevention Research*, Baltimore, Maryland, 2005, Abstract no 3697.
- [22] Szaefer H., Krajka- Kuźniak V., Bartoszek A., Baer-Dubowska W.: Modulation of the expression of enzymes metabolizing xenobiotics in rat liver and kidney by oral administration of cabbage and sauerkraut juice. *Mat. 15. Międzyn. Kongresu PTF. Pol. J. Pharmacol.*, 2004, **56 (Supl)**, 200-201.
- [23] Szukalska E., Tynek M., Dębecka J., Papiernik L.: Badanie przemian oksydacyjnych tłuszczu zachodzących w układzie tłuszcz-kapusta podczas obróbki termicznej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **XXXVII (Supl)**, 461-466.
- [24] Tynek M., Papiernik L.: Aktywność przeciwutleniająca polifenoli zawartych w sokach z kapusty surowej i kiszzonej podczas ich obróbki termicznej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, **XXXVII (Supl)**, 171-175.
- [25] WCRF/AICR: Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective. *World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research*, Washington DC, AICR, 1997.
- [26] Whitty J. P., Bjeldanes L. F.: The effects of dietary cabbage on xenobiotic-metabolizing enzymes and the binding of aflatoxin B<sub>1</sub> to hepatic DNA. *Food Chem. Toxicol.*, 1987, **8**, 581-587.
- [27] Wogan G. N., Hecht S. S., Felton J. S., Conney A. H., Loeb L.A.: Environmental and chemical carcinogenesis. *Seminars in Cancer Biol.*, 2004, **14**, 473-486.
- [28] Yu Y. H., Carlson K. E., Sun J., Pathak D., Katzenellenbogen B. S., Katzenellenbogen J. A., Helferich W. G.: Estrogenic effects of extracts from cabbage, fermented cabbage, and acidified Brussels sprouts on growth and gene expression of estrogen-dependent human breast cancer (MCF-7) cells. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 4628-4634.
- [29] Zduńczyk Z.: Przeciwdrożdzywe i/lub prozdrowotne właściwości wtórnych metabolitów roślin. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **4 (29) (Supl)**, 150-155.
- [30] Zhang Y., Callaway E. C.: High cellular accumulation of sulphoraphane, a dietary anticarcinogen, is followed by rapid transporter-mediated export as a glutathione conjugate. *Biochem. J.*, 2002, **364**, 301-307.


## ANTI-CARCINOGENIC PROPERTIES OF WHITE CABBAGE

### S u m m a r y

Presently, in the developed countries, oncological diseases have become the most significant factor of the medical treatment costs of the populations, as well as the main reason of premature deaths. This is why there is a huge interest in anti-carcinogenic prophylaxis; this interest has become particularly substantial upon the evidence provided by epidemiological studies that plant-derived foods contained numerous phyto-chemicals capable of preventing the development of neoplasms. Cruciferous vegetables can be particularly valuable, since, in their case, an essential, negative correlation between the level of their consumption and the level of incidence of breast, colorectal and lung neoplasms was found. In Central Europe, white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) is the most important vegetable of the cruciferous plant family; it is a traditional element of the diets in the countries in this region. Owing to its high consumption level and its availability all year round, this vegetable can be a potentially significant element in the chemoprevention against cancer diseases.

At the Chemical Faculty at the Gdańsk University of Technology, multifaceted research projects were initiated and accomplished, with the purpose of assessing the anti-carcinogenic properties of both the fresh and the culinary processed cabbage. In the research projects, various experimental models, diverse doses and forms of the vegetable preparations were applied; they all were as close to the real consumption as possible. The common opinion is that reactive oxygen species (ROS) are one of the triggers of carcinogenic processes; they react with important cellular bio-molecules, change their structure and function, and, thereby, contribute to the transformation of a healthy cell into a neoplastic one. ROS are also believed to be a cause of many other civilization diseases, as well as of the aging processes. Therefore, one of the project lines carried out by the authors of this paper and dealing with the anti-carcinogenic properties of cabbage, was the assessment of potentiality of phyto-complex of this vegetable to prevent the effects by ROS. The research project was designed so as to make it possible to assess the cabbage at different levels. To start with, its antioxidant activity was measured *in vitro* and antioxidant substances were determined; next, the capability of cabbage was assessed to: protect other food components against the oxidation; protect cells against the attack by ROS; and, finally, induce endogeneous mechanisms within cells that neutralize the resulting effects by oxidative stress.

The paper is a summary of the investigations carried out by three research groups. It was found that the components of both the fresh and the culinary processed cabbage did not only prevent other food components against unfavourable thermo-oxidative processes, but they also developed a number of activities allowing the human organism to neutralize reactive oxygen species, and, also, to overcome damaging effects resulting from the ROS activity.

**Key words:** white cabbage, anti-carcinogenic prophylaxis, antioxidative properties 



IGO KAJABA, ALEXANDER DANDAR, KRZYSZTOF SURÓWKA,  
KAMIL CEJPEK, JOZEF AUGUSTIN

## THE ROLE OF VEGETABLE NUTRITION SOURCES IN THE PREVENTION OF CIVILIZATION DISEASES

### Summary

Authors identified nutritional and clinical risks and investigated their effect on population health in Slovakia within more than the last 40 years. The results were supported by nationally representative, nutrition researches conducted on more than 20 000 people. Simultaneously, the following factors were studied: average lipid blood levels; prevalence of dyslipidaemia, obesity, diabetes mellitus (DM) and colorectal carcinoma in Slovak Republic; and the results of 4 dietetic tests (pectin + ascorbic acid, essential phospholipids, powder from *Pleurotus ostreatus*, and flavonoid preparation). As a result some improvement measures were suggested for the population in terms of nutrition, some regulation changes were proposed in food and nutritional policy, and finally some proposals were addressed to food processors.

**Key words:** food consumption, nutritional value, cholesterolemia, triacylglycerolemia, nutritional policy

In the population of developed countries of a high living standard, the health statistics from the last 3 decades show a gradual decrease in the death rate in a group of so called civilisation diseases, while in Slovakia an opposite tendency is observed [6]. The data obtained in this country from two years confirmed the latter tendency (Tab. 1). In this population the death rate from cardiovascular diseases (1<sup>st</sup> place) was 52,3% and 54,5% in the years 1993 and 2004, respectively, while at the same time from carcinogenic diseases (2<sup>nd</sup> place) it was 20,9% and 23,3% [1, 22, 23]. Taking the above into account more attention should be paid to draft proposals and food management as well as to nutritional policy realised in the Slovak population. The aim of this study was to suggest some changes in this area.

Because, the relevance of preventive influence of nutrition at cardiovascular diseases in an extent of possible 2/3, and at some carcinogenic 50% of participation in

---

*Dr I. Kajaba, Slovak Medical University Bratislava, prof. A. Dandár, dr J. Augustín, Ústav biotechnológie a potravinárstva FCHPT STU Bratislava, prof. dr hab. K. Surówka, Agricultural University in Krakow, dr K. Cejpek, Faculta prírodných vied Univerzita Mateja Bella, Banská Bystrica*

protective effect, we consider therewith as fully well-founded to pay appropriate attention to the analysis of consumption situation and selected health characteristic development, and at the same time to refer to their scientifically verified mutual relations [9, 13].

The biological conditionality of this association is represented by the reality that, on the one hand, the human organism forms a complicated bio-energetic system with many requirements of nutrition, on the other hand, these are satisfied just by food which represent an integrating factor between outer and internal environment of human – his intermediate metabolism.

As an introduction to illustration of the overall level of the consumption situation of the Slovak Republic (SR) population, we want to stare at the structure of its sources.

The overall food consumption in the SR accounts 594 kg/citizen/year in 2006, and from this 358 kg/citizen/year is of plant origin. Consequently, it is 60,3% of the overall nutritional ration of population, and by this plays a significant role. In the following survey we shall investigate how food acquit of several functions at SR population in long-time development of consumption. Figures 1 and 2 illustrate the development of nutritional factors in years 1964 - 2004 for average consumer/day of food consumption in SR [17, 19, 21]. The data were expressed as the percentage of recommended nutritional ration (RNR) fulfilment. It results from a long-time application of unbalanced nutrition conditions what is characterised by permanent redundancy of fats and proteins, while the energy supply favourably nears to the recommended nutritional ration in SR in the zone of  $\pm 7\%$  in last years [12, 20]. But at the same time it is about permanently insufficient intake of nearly all vitamins, the most expressive for vitamins C and B<sub>2</sub>, and of mineral matter for calcium, what is related with the alarming low consumption of milk and its products.

Although the similar development in consumption of various foods is observed, when comparing to their recommended consumption in SR [16], the data mostly refer to unfavourable redundancy (Fig. 3). On the other hand, insufficient consumption of several important food commodities such as fish or poultry is referred. It relates also to a serious drop in milk and its products (except of sour-milk) consumption. This, in turn, causes an unfavourable situation especially from the viewpoint of the requirements of optimal development of rising generation and other groups of the population. Real conditions are thereby created for broadening of osteoporosis, which according to WHO represents one of the most serious health risk during this century for the inhabitants in developed countries [15, 24]. The low consumption of vegetables, fruits, potatoes and legumes is also permanently unfavourable (Fig. 4). When accompanied by decreasing consumption of cereals, apart from shortness of several important nutritional factors (vitamins and minerals), it leads to a low intake of dietary fibre, with several protective effects against expansion of some civilisation diseases [3].

The above consumption pattern and its effect on the universal health characteristics strongly affects the reasons of population mortality (Tab. 1) and the mean life span (Fig. 5) that for inhabitants of Slovakia is from 5 up to 7 years shorter than for people living in western European Countries.

Table 1

Reasons of Slovak Republic population mortality in 2004 year.  
Przyczyny śmiertelności w Republice Słowackiej w 2004 roku.

Order L.p.	Classification groups of diseases Klasyfikacja według grup chorób	[%]
1.	Cardiovascular diseases Choroby układu krążenia	54.5
2.	Carcinogenic diseases Choroby nowotworowe	23.3
3.	Injuries, poisonings and other results of outer causes Zranienia, zatrucia i inne powodowane czynnikami zewnętrznymi	5.9
4.	Diseases of respiratory system Choroby układu oddechowego	5.7
5.	Diseases of digestive system Choroby układu trawiennego	5.4

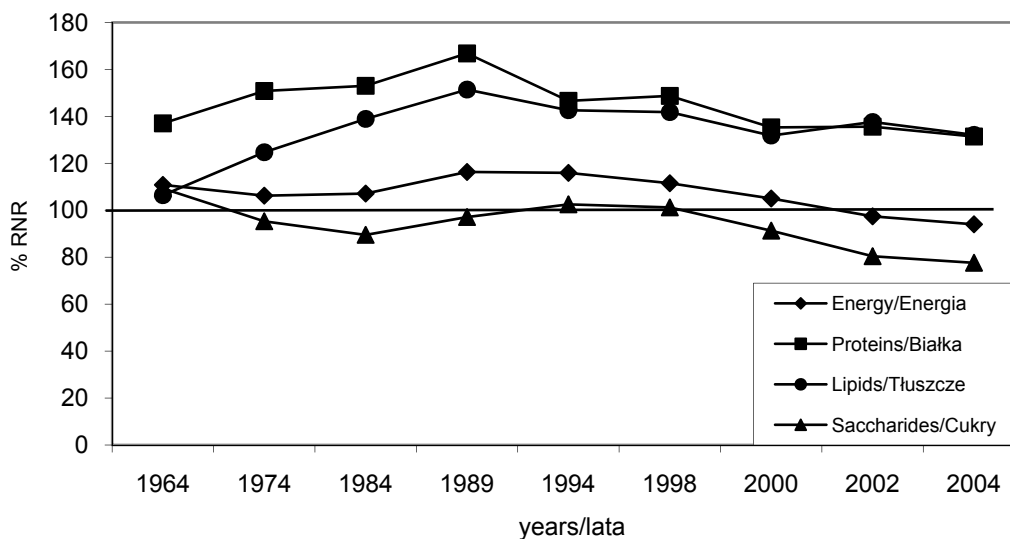


Fig. 1. Development of nutritional factors in Slovak Republic for a consumer per day in years 1964-2004 (% fulfilment of recommended nutritional ration [% RNR]).

Rys. 1. Zmiany konsumpcji składników żywności wśród obywateli Słowacji w latach 1964-2004 (% wykorzystania zalecanej racji pokarmowej [% RNR]).

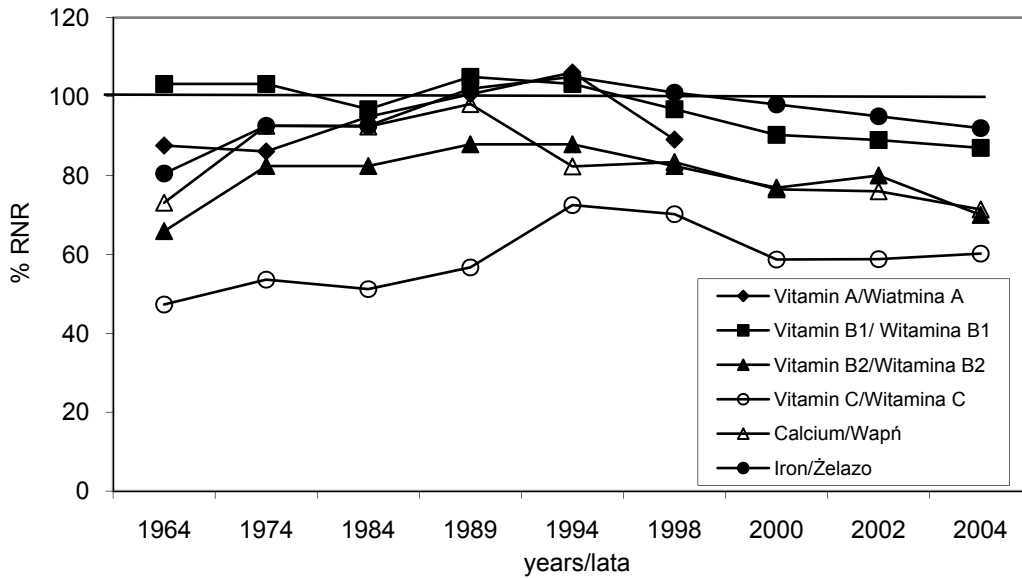


Fig. 2. Development of nutritional factors in Slovak Republic for a consumer per day in years 1964-2004 (% fulfilment of recommended nutritional ration [% RNR]).

Rys. 2. Zmiany konsumpcji składników żywności wśród obywateli Słowacji w latach 1964-2004 (% wykorzystania zalecanej racji pokarmowej [% RNR]).

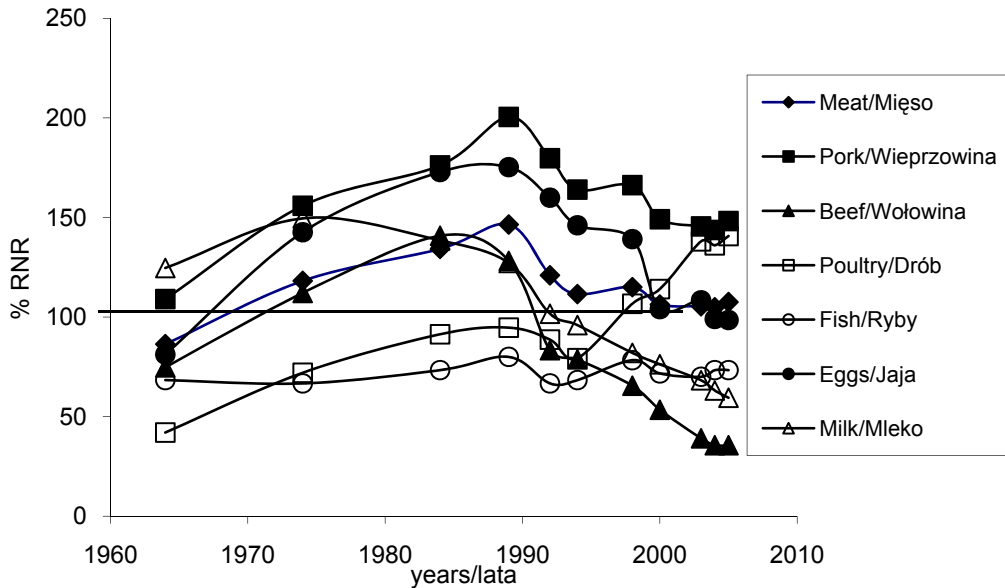


Fig. 3. Development of animal origin food consumption by Slovak Republic population in years 1964 – 2005 (% fulfilment of recommended nutritional ration [% RNR]).

Rys. 3. Zmiany konsumpcji żywności pochodzenia zwierzęcego wśród obywateli Słowacji w latach 1964-2005 (% wykorzystania zalecanej racji pokarmowej [% RNR]).

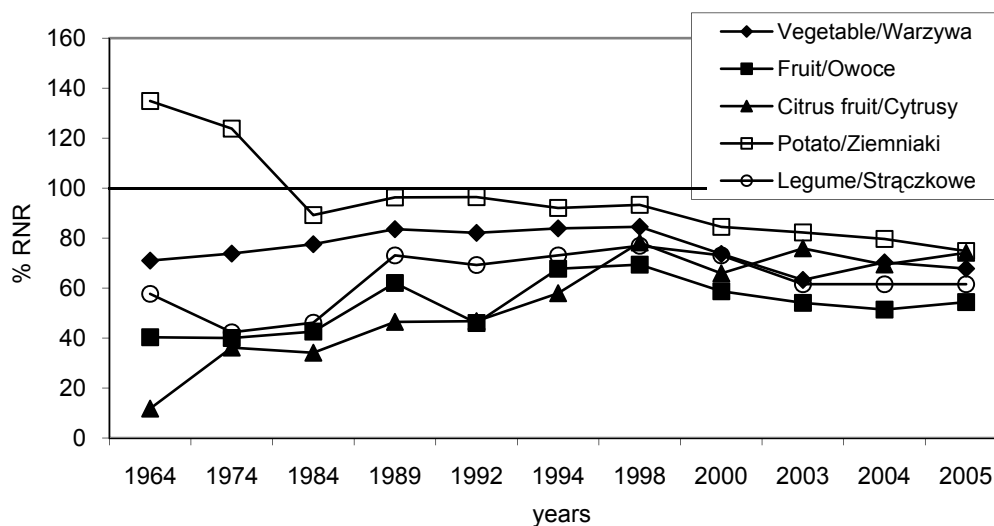


Fig. 4. Development of plant origin food consumption by Slovak Republic population in years 1964 – 2005 (% fulfilment of recommended nutritional ration [% RNR]).

Rys. 4. Zmiany konsumpcji żywności pochodzenia roślinnego wśród obywateli Słowacji w latach 1964-2005 (% wykorzystania zalecanej racji pokarmowej [% RNR]).

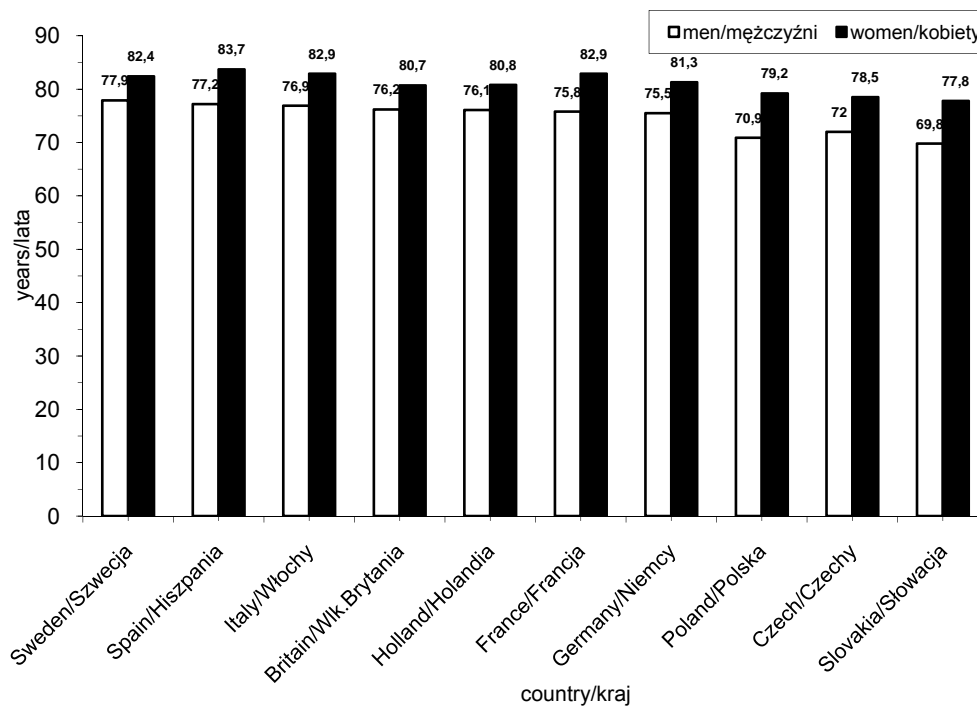


Fig. 5. Mean life span of population in selected countries of European Union in year 2004.

Rys. 5. Średnia długość życia w populacjach wybranych krajów Unii Europejskiej w 2004 r.

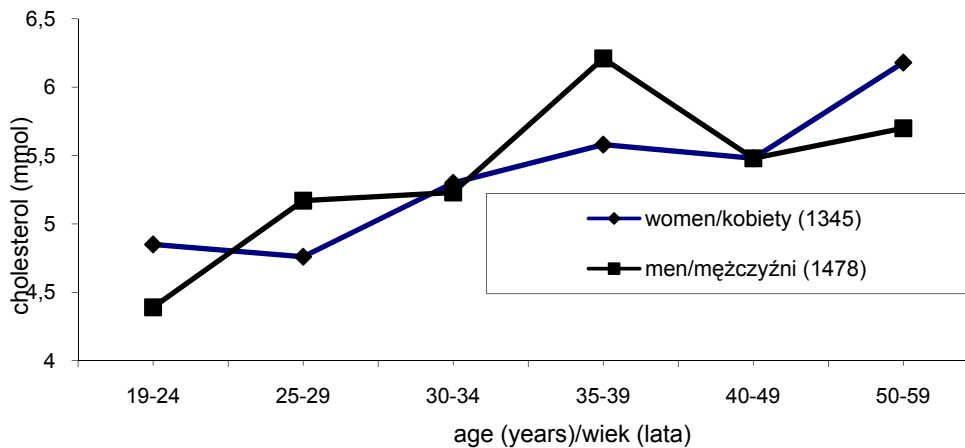


Fig. 6. Average cholesterolemias at Slovak Republic of women and men (n = 2823 from nationwide research of nutrition in years 1983-1989).

Rys. 6. Średnie wartości cholesterolemii w grupie kobiet i mężczyzn (n = 2823) uzyskane w badaniach żywieniowych przeprowadzonych na skalę krajową w latach 1983 – 1989 w Republice Słowackiej.

Dyslipidemy characterised by increased amount of cholesterol, especially of fraction LDL-cholesterol and triacylglycerols in serum together with arterial hypertension, defects of glucose tolerance and cardiovascular diseases accounts about 25% prevalence at SR population, while in USA population it is 30–35% [4, 15, 23].

Because average levels of cholesterol in blood serum represent, at abnormal values, an important indicator of prevalence risk of atherosclerosis and its clinical manifestations [6, 8, 10, 13, 18] we illustrate the data obtained at a representative nationwide research [11] in figure 6. What results of them it is a different sexually conditioned risk for men at the age of 35–40 years and for women 50 years and more. Prevalence of serum HDL-cholesterol decreased values shows, together at both sexes, evident dependence on age, more markedly at women.

Considering the combination of mentioned risk factors, in Slovakian population the most frequent finding presents an increased amount of triacylglycerols and at the same time decreased values of HDL-cholesterol in serum [11].

It is necessary to mention that the hyperlipoproteinemy HLP prevalence (3 types – 2 isolated and 1 combined) in Slovakian productive-age population equals as average 20% with the dominance of men, while in post-productive age as 25% of population with the dominance of women. The average HLP prevalence at children and youth group shows 8–10%.

Although hypertension only partly relates to nutrition, we present data of its prevalence with the regard to its participation in metabolic syndrome. In the younger-

age group it is ca 6–8%, in the middle-age ca 20%, with the dominance of men and for the people in post-productive age (mainly women) about 50% and more [2, 11].

An important risk factor of health standard shows the prevalence of obesity and associated complications in population [8, 17]. Within 4 decades its prevalence in the group of children tends to increase of about 4% (in average), what, in European context, is a very favourable dynamics observed to more extend in a group of girls than boys. As there is a lack of recent data on preobesity, the trend of obesity development in adults is presented in comparison with the relative findings of clinical obesity prevalence ( $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ). This reveals the stabilisation of its extension in the last years in this group of SR population, again as at children with prevalent extension at women, and with marked dependence on age (Fig. 7). Although these data are a bit lower as its prevalence with about 1/3 of USA population [7], it is fully justifiable the introduction of complex measures of its primary prevention from child age with significant partnership of food industry.

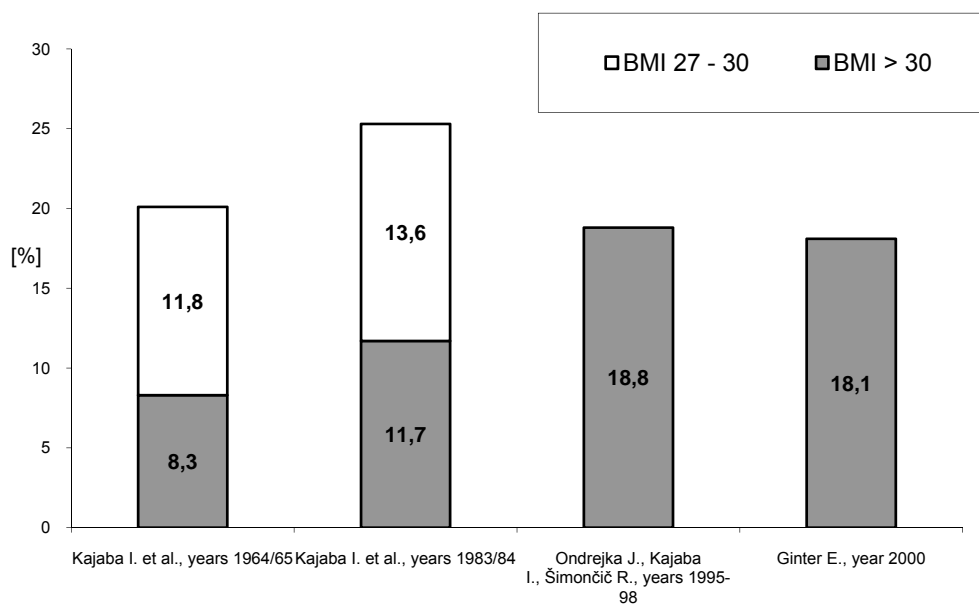


Fig. 7. Development of obesity prevalence at Slovak Republic adult population (women and men) at the age of 19 - 75 years.

Rys. 7. Zmiany w występowaniu otyłości w odniesieniu do osób dorosłych w wieku 19-75 lat w populacji słowackiej.

It has also been shown the problem of diabetes mellitus (DM) 1<sup>st</sup> type in young generation that testifies the unfavourable increase in the number of diabetics among children and youth in the SR. The increasing trend of diabetes mellitus in the adult population is revealed by an increase in average prevalence from 2,5% in year 1980 to

5,3% in year 2005, with extension dominance at women. As to structure of DM types in adults, this shows a share of about 10% of the 1<sup>st</sup> type and 90% of the 2<sup>nd</sup> type. It is necessary to complete that approximately 85% of DM 2<sup>nd</sup> type is at the same time corpulent that is important not only at cure but also at DM prevention.

Table 2 presents the importance of extension of chronic carcinogenic diseases significantly depending on nutrition. Trend of colorectal carcinoma in Slovak population illustrate a 71% rise of death rate of mentioned diagnosis, mainly at men compared to women, which testifies in years 1985–2005. Generally, it can be stated that civilisation diseases are in the last years a cause of some above 3/4 of all death in SR population, what invokes the acute request for an effective prevention against their spreading in population, including the application of goal-directed measures in nutrition. Also, the results of our clinical studies of secondary prevention directed at persons with combined form of hyperlipoproteinemy are suggestive for food producers. The influence of natural components of diet was tested in a selected group of patients with primary dyslipidemy, who were monitored during 4 till 6 weeks in terms of the expected hypolipidemic effect. The results of this research are shown in the figures 8–10.

Table 2

Death rate of Slovak Republic population according to sex in the group of carcinogenic diseases (NCZI).  
Współczynnik śmiertelności w Republice Słowackiej w grupie chorób nowotworowych z podziałem na płeć.

Order L.p.	Classification groups Grupy klasyfikacyjne	[%]
Women / Kobiety		
1.	Malignant breast tumors Złośliwy rak piersi	17.5
2.	Non-melanoma skin tumors and others Nowotwory skóry inne niż czerniak	17.0
3.	Colorectal tumors Rak jelita grubego	11.7
4.	Tumors of female genitals Rak kobiecych narządów rodnych	11.5
Men / Mężczyźni		
1.	Tumors of windpipe, bronchi and lungs Rak tchawicy, oskrzeli i płuc	15.6
2.	Colorectal tumors Rak jelita grubego i odbytnicy	15.0
3.	Non-melanoma skin tumors and others Nowotwory skóry inne niż czerniak	14.8
4.	Tumors of prostate Rak prostaty	8.9



The figure 8 refers to the hypocholesterolemic ( $P < 0,001$ ), hypotriacylglycerolemic ( $P < 0,02$ ) and HDL cholesterol stabilising effect of the apple-pectin with vitamin C. In this experiment 20 g of the apple pectin of esterification degree  $>67\%$  was used with the addition of 300 mg of vitamin C in tablets/daily for the support of cholesterol catabolism in a liver. With an aim to refer the effect of feeding with pectin on the cholesterol in gastrointestinal system (GIS), we monitored its waste and cholesterol derivatives in excrement at both penultimate and the last day of the 4 weeks tests. The obtained results proved their increased secretion from organism as an effect of the pectin addition. We monitored for comparison also the secretion and balance of the basic representatives of vegetable sterols, at which pectin did not influenced their secretion in excrement, whereby the confirmed positive balance testifies their detention in organism. At observed difference, it is possible to suppose prevalent bond of pectin with cholesterol, as with vegetable sterols in small intestine and thereby it's decreased resorption.

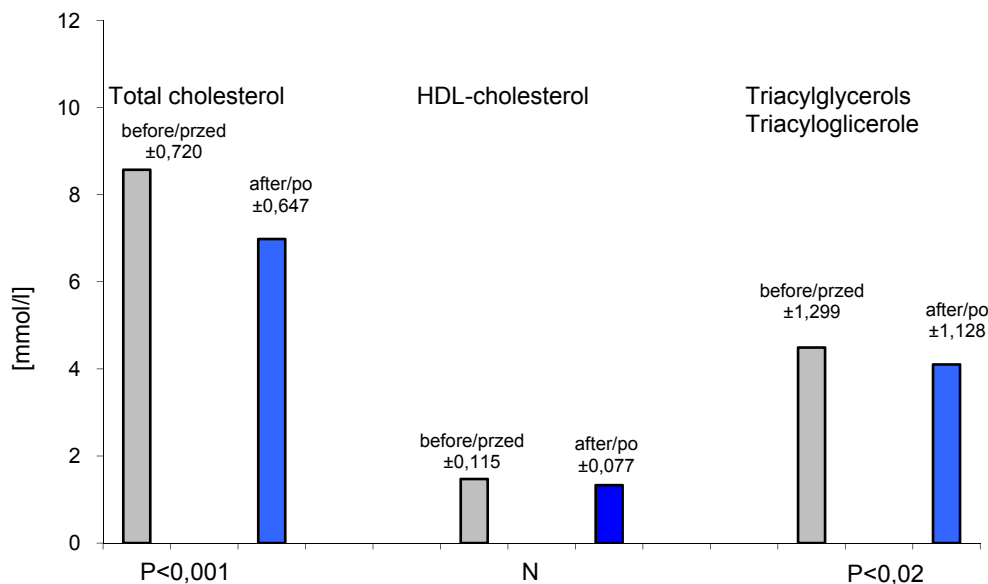


Fig. 8. Effect of daily consumption of 20 g powdered pectin and 300 mg vitamin C at people with combined HLP during 4 weeks ( $n = 27$ ; age = 46.5 years).

Rys. 8. Wpływ 4-tygodniowego, codziennego podawania 20 g sproszkowanej pektyny i 300 mg witaminy C na osoby ze złożoną hiperlipoproteinemią ( $n = 27$ ; wiek = 46.5 lat).

Figure 9 depicts the result of feed with essential phospholipids consumption (1500 mg/daily during 4 weeks) by people with HLP. Besides generally hypolipidemic effect a significant increase of HDL cholesterol level in serum ( $P < 0,01$ ) can be observed, what is important from the point of view of effective nutritional prevention of atherosclerosis.

The most spread flavonoid from the group of flavonols is quercetin. Its a richest domestic source is an onion, where it is found in form of glucosides, as quercetin – 4 glucosid and 3, 4 diglucosid, which are biologically the most effective, and also oats which is also characterised by its rich content.

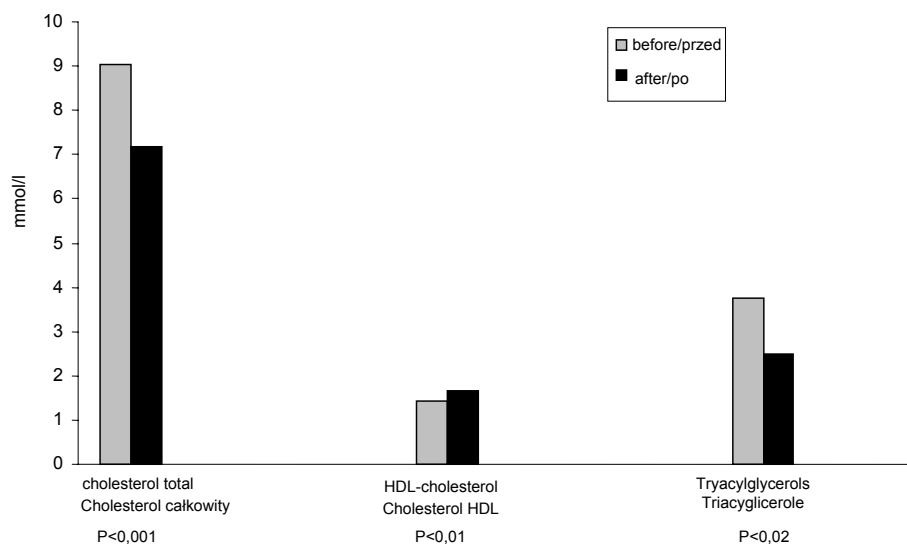


Fig. 9. Clinical test of hyperlipoproteinemia (HLP) correction by application of Palmlecitin 30 g/day (Phosphatida essentialia 1500 mg/d) at 25 people with hyperlipoproteinemia during 4 weeks.

Rys. 9. Badania kliniczne nad zastosowaniem preparatu Palmlecitin (Phosphatida essentialia 1500 mg/d) w dawce 30 g/dzień przez 4 tygodnie w celu korekty poziomu lipoprotein u 25 osób z ich podwyższoną zawartością.

In the dietetic test 32 selected people of both sexes, mainly at pensionable age ( $62 \pm 7$  years) were fed for 2 months with cereal oaten biscuits with onion concentrate, with the regulation of daily intake at an average level about 50 mg of quercetin [18]. In epidemiological studies, for comparison, the daily intake of quercetin in a current meal is given at intervals of 5 – 25 mg, whereby it is accentuated that its intake over 20 mg reduces the risk of cardiovascular diseases. We determined a significant drop of atherogenic index, favourable effect on antioxidant parameters in plasma, and a rise in glutathione and quercetin level.

The effects of cereal biscuit consumption were manifested most significantly in the decrease of malondialdehyde (MDA) levels  $P < 0,001$ , which is one of key markers of oxidation stress, by which was confirmed the significant antioxidant effect of consumed biscuit. At the same time the decrease of homocysteine amount in serum ( $P < 0,01$ ) was also confirmed, what predicts the decrease of cardiovascular harms of future origin.

For the dietetic test an oyster truffle (*Pleurotus ostreatus*) was selected taking into account the fact, that a mushroom contains some important ingredients. These are

mevinolin-K, the natural statin of a valuable hypocholesterolemic effect multiplied by the presence of a fibre, and beta-glucans with antioxidant and immunomodulatory properties [5]. During 6 weeks of experiment the expected hypocholesterolemic and hypotriacylglycerolemic effect (at both  $P < 0,01$ ) together with a HDL-cholesterol of serum stabilising effect was determined (Fig. 10). Additionally, the simultaneous antioxidant effect of oyster truffle was confirmed as well as the decrease of lipoperoxidation PUFA, expressed by the decrease of conjugated diene amount from PUFA in plasma  $P < 0,02$ ), what is again suggestive to apply in nutrition as a prevention of several civilisation diseases, including carcinogenic.

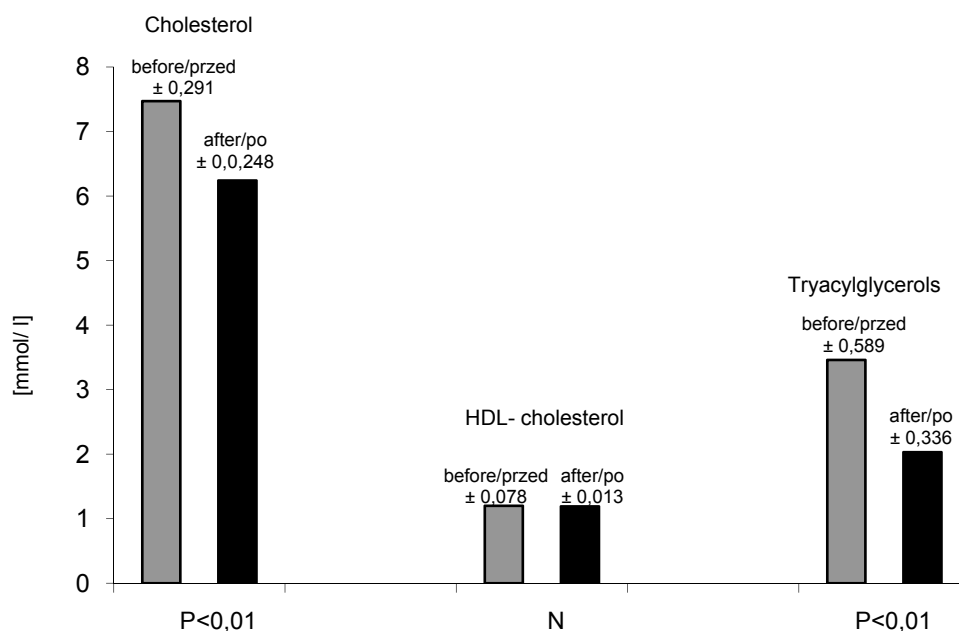


Fig. 10. Changes of serum lipids at people with combined dyslipidemy after oyster truffle (*Pleurotus ostreatus*) in powder 10 g/day intake during 6 weeks; n = 57 (women 32, men 25), age 43 years.

Rys. 10. Zmiany w lipidach serum u osób ze złożoną dyslipidemią po podawaniu sproszkowanego boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) w dawce 10 g/dzień w okresie 6 tygodni (n = 57 ; 32 kobiety, 25 mężczyzn; wiek - 43 lata).

## Conclusions

Summarising, the nutritive-metabolic risk of Slovak Republic population was assessed basing on a long-term development of nutritional and health characteristics. The most important task was to give a solution of excessive consumption of fats considering both their quantity and structure, by a form of preferred reduction of animal fat.

The actual key health problem of Slovakia's population is an extension of circulatory system diseases and their main representative ischemic heart disease on the basis of atherosclerosis. Today we gained a several, relevant information on the ways of effective prevention of atherosclerosis and its serious complications, that was also revealed by the results obtained in our clinical studies on implementing some selected nutritive factors with hypolipemic and antioxidant effect.

The recommendation for the modern food production will be therefore to produce food of a lower energetic, and at the same time higher biologic value (nutritive density). Besides lighter, enriched in vegetable, consumption pattern is suggested, according to the example of meridional meal. Furthermore, the attention must also be paid to the food production oriented towards the nutrition requirements of individual population groups, including institutions of public catering. Taking into account the prognosis of the development of demographic population and so called SR population ageing, it will soon be observed a consumer demand for a sufficient and scratch assortment of foods and beverages assigned not only for preventive, but also for therapeutic nutrition, the significance of which will gradually increase in society. Also, in new products their health safety, quality, aesthetic and sensoric attraction will still remain desirable. It is obvious that the fulfilment of these tasks and suggestions can be realised only by the very close co-operation between science and practice. From the one side food producers and processors from a broad regions must be engaged, from the other human and veterinary medicine employees.

### References


- [1] Baráková A.: Diseases of the circulatory system. Selected information from health statistics data in year 2002 and for period of years 1993 – 2002. *Cardiol.*, 2004, **13**, 51-54.
- [2] Balážovjeh J.: Arterial hypertension. Osveta, Martin, 1999, p. 384.
- [3] Bendich A., Deckelbaum, R. J.: Preventive Nutrition. The comprehensive guide for health professionals. Humane Press Inc., Totowa, New Jersey, 1997, p. 580.
- [4] Fábryová Ľ. : Atherogenic dyslipidemy – part of metabolic syndrome. *Cardiol.*, 2005, **14**, 124-130.
- [5] Gajdošová A., Hozová, B., Šturdík, E.: Preventive medical and therapeutic properties of beta-glucans. *Lek. obzor*, 2006, **55**, 1-10.
- [6] Ginter E.: Prevention of cardiovascular diseases: Finnish experience and simultaneity. *Bratisl. lek. listy*, 1997, **98**, 67-72.
- [7] Ginter E.: Prevalence of obesity and diabetes in Slovakia and in USA. *Med. Monitor*, 2002, **3**, 37-38.
- [8] Gordon D.J., Probstfield, J.L., Garison, R.J. et al.: HDL-cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American Studies. *Circulation*, 1989, **79**, 8-15.
- [9] James W.P: Healthy Nutrition: preventing nutrition – related diseases in Europe. WHO regional publications, Eur. Series No. 24, Copenhagen, 1988, p. 150.
- [10] Kajaba I.: Epidemiologic study of risk metabolic-nutritional factors of parthenogenesis and their dynamics in selected population groups of Slovakia. *Bratisl. Lek. Listy*, 1974, **62**, 477-488.
- [11] Kajaba I.: Nationwide research of population nutrition. SVTI, VÚVL, Bratislava, 1989, p. 503 .

- [12] Kajaba I., Šimončič R., Ginter E., Bzdúch V. : Recommended nutritional rations for population of Slovakia (8<sup>th</sup> revision). *Výž. Zdravie*, 1999, **44**, 25-29.
- [13] Keys A.: Coronary heart disease in seven countries. *J. Amer. Heart Assoc.*, Monograph..29, New York, 1970, p. 211.
- [14] Maďarič A., Kajaba I., Nagyová A., Kadrabová J.: Health aspects of bioactive substances in functional foods of vegetable origin and their effects on antioxidant human status. Final report. SVTI, SZU, VVZ-ÚPKM, Bratislava, 2005, p. 79.
- [15] Masaryk, P.: The global strategy of WHO fight against osteoporosis. *Med. Monitor*, V, 2000, **6**, 48-50.
- [16] Ministry of Agricultural of the Slovak Republik: Basic model of food consumption with effect from January 1<sup>st</sup> 2000. *Vestník MP SR*, 1999, **31**, (22), 1-3.
- [17] Ondrejka J., Kajaba I., Šimončič R.: Program of nutrition sanitation of the Slovak republic population. Analysis of nutrition status situation in SR. Material MZ SR, Bratislava, April 1999, p. 50.
- [18] Riečanský I., Egnerová A.: Realization and results of cardiovascular program in the Slovak republic. *Publ. ÚZV*, Bratislava, 1990, p. 60.
- [19] Šimuničová V., Ehrenhaf B.: Structural transformations, realization forms and perspective consumables consumption till year 2000. *Publ. ÚÚNV*, Bratislava, 1986, p. 142.
- [20] Štiková O.: Determination of nutritional recommended rations for average SR citizen and optimizing calculations of recommended food rations. Research institute of agricultural economics, Praha, 1998, p. 19.
- [21] Statistical Office of the Slovak Republik (SO SR): Consumption of foods in SR for years 1989 – 1992, Bratislava, 1993, p. 24.
- [22] Statistical Office of the Slovak Republik (SO SR): Death rate tables for the Slovak republic. Demography and social statistics. *Publ. SO SR*, Bratislava, 2003, p. 20.
- [23] Statistical Office of the Slovak Republik (SO SR): Death rate tables for the Slovak republic. *Publ. SOSR*, Bratislava, 2003, p. 10.
- [24] Wendl J., Wendlová J., Rovenský J., Letkovská A., Masaryk P.: Osteoporosis – problem of early diagnostic. *Slovakofarma Rev.*, 1994, **4**, 29-31.

## ROLA ŻYWNOŚCI POCHODZENIA ROŚLINNEGO W ZAPOBIEGANIU CHOROBYM CYWILIZACYJNYM

### Streszczenie

Autorzy określili aktualne zagrożenia żywieniowe i kliniczne, badając ich wpływ na stan zdrowotny populacji ludności Słowacji w ciągu ponad czterdziestu lat. Wyniki uzupełniono rezultatami badań żywieniowych przeprowadzonych w skali kraju na grupie ponad 20 000 osób. Jednocześnie przeanalizowano: średni poziom lipidów we krwi, powszechność występowania takich zjawisk, jak: zaburzenia obecności tłuszczu we krwi, otyłość, cukrzyca i rak jelita grubego. Zamieszczono również wyniki czterech testów dietetycznych (diety uzupełnianej pektyną i kwasem askorbinowym, fosfolipidami, sproszkowanym boczniakiem ostrygowatym (*Pleurotus ostreatus*) oraz związkami flawonoidowymi). Na podstawie badań zaproponowano poprawę sposobu odżywiania się, zmiany przepisów dotyczące polityki żywnościowej i sposobu żywienia oraz przedstawiono sugestie odnoszące się do produkcji żywności.

**Słowa kluczowe:** konsumpcja żywności, wartość odżywcza, cholesterolemia, triacyloglicerolemia, polityka żywieniowa 

WŁADYSŁAW MIGDAŁ

## SPOŻYCIE MIĘSA A CHOROBY CYWILIZACYJNE

### Streszczenie

Mięso i przetwory mięsne, wnosząc do diety właściwości odżywcze i funkcjonalne, mogą być równocześnie przyczyną chorób cywilizacyjnych. Do podstawowych chorób cywilizacyjnych należy zaliczyć: otyłość, nadciśnienie tętnicze, chorobę wieńcową i wrzodową, schorzenia alergiczne. Otyłości nie należy rozpatrywać jako następstwa jedzenia mięsa lub małej aktywności fizycznej, chociaż są to czynniki sprzyjające powstaniu tego schorzenia. Ostatnio pojawiają się doniesienia naukowe sugerujące, że za otyłość odpowiadają bakterie żyjące w jelicie cienkim, szczególnie dwie grupy – *Bacteroidetes* i *Firmicutes*. U osób otyłych w przewodzie występują bakterie z grupy *Firmicutes*. Zagrożeniem drugiej połowy XX w. okazały się tzw. choroby prionowe oraz skażenia trucznymi. W organizmach ludzi i zwierząt diagnozuje się obecność około pięćdziesięciu truczn, w tym piętnastu dioksyn i furanów. Obróbka termiczna i długoterminowe przechowywanie źle zabezpieczonych produktów mięsnych sprzyjają utlenianiu zawartych w nich nienasyconych kwasów tłuszczowych, co zmniejsza ich przydatność do spożycia. Stosowanie soli do konserwowania i poprawy smakowitości mięsa może być szkodliwe dla organizmu. Azotany używane do peklowania mięsa, a szczególnie powstające w trakcie obróbki termicznej nitrozoaminy przekształcają hemoglobinę w methemoglobinę, co powoduje zaburzenia w układzie krążenia u ludzi. Związki te przyczyniają się do powstawania chorób nowotworowych. Obróbka termiczna mięsa, szczególnie w wysokiej temperaturze sprzyja powstawaniu związków o działaniu kancerogennym, takich jak aminy heterocykliczne i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Najwyższe koncentracje związków o działaniu kancerogennym wykrywane są w produktach mięsnych przypalonych w czasie smażenia lub pieczenia. Problemem jest skażenie mięsa wirusami, bakteriami oraz pasożytami, które mogą być dla człowieka przyczyną chorób odzwierzęcych. Choroby pasożytnicze (włośnica, toksoplazmoza, tasiemczyca) stanowią w dalszym ciągu duży problem epidemiologiczny. Coraz częściej reakcją organizmu człowieka na występujące w mięsie i wyrobach mięsnych związki są alergie.

**Słowa kluczowe:** mięso, spożycie, choroby cywilizacyjne

### Wprowadzenie

Rozwój cywilizacyjny, skażenie środowiska, hałas, nieracjonalne odżywianie i mała ruchliwość mięśniowa oraz sytuacje stresowe są przyczyną występowania tzw.

„chorób cywilizacyjnych” [2, 11, 17, 24]. Za choroby cywilizacyjne albo raczej chroniczne choroby środowiskowe uważa się przewlekłe, długotrwałe procesy poprzedzone fazą bezobjawową, które stale i w sposób postępujący upośledzają sprawność organizmu. Polacy żyją o około 8 lat krócej niż mieszkańcy Europy Zachodniej [45]. Najczęściej przyczyną zgonów w Polsce są choroby układu krążenia (ponad 48% wszystkich zgonów), a decydujący wpływ na ich występowanie ma niewłaściwy styl życia (brak ruchu, nadmierny stres) i niewłaściwe odżywianie, a szczególnie spożywanie dużych ilości mięsa i tłuszczów pochodzenia zwierzęcego [11]. Szczególnie podkreślany jest znaczny udział wieprzowiny jako podstawowego mięsa spożywanego przez Polaków.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie argumentów za i przeciw powszechnie powtarzanym opiniom, że spożycie mięsa jest główną przyczyną tzw. chorób cywilizacyjnych (chronicznych chorób środowiskowych).

### **Spożycie mięsa a długość życia człowieka**

W ciągu swojego życia statystyczny mieszkaniec Polski spożywa średnio: 5 krów, 20 świń, 760 kurcząt, 46 indyków, 15 kaczek, 7 królików, 1,5 gęsi i około 500 kg ryb. Średnia długość życia kobiet w Polsce wynosi 77,5 roku, a mężczyzn 68,8 roku, podczas gdy średnia długość życia kobiet w Europie wynosi 79 lat, a mężczyzn 72 lata. Najdłużej żyją Szwajcarzy odpowiednio 83 i 75 lat, Włosi i Hiszpanie - 82 lata kobiety i 75 lat mężczyźni, natomiast najkrócej mieszkańcy Białorusi, Łotwy i Ukrainy – 74 lata kobiety i 65 lat mężczyźni [45]. Spożycie mięsa w Europie w 2005 r. wynosiło 97,6 kg/1 mieszkańca, w tym 43,8 kg stanowiła wieprzowina, 22 kg mięso drobiowe, 19,5 kg wołowina i cielęcina oraz 3,4 kg jagnięcina i koźlina. Rekordzistami pod względem spożycia mięsa są Hiszpanie, którzy zjadają rocznie 134 kg, Duńczycy – około 110 kg, natomiast najmniej mięsa spośród wysoko rozwiniętych krajów europejskich jedzą Szwedzi – 81,6 kg i Finowie – 71,1 kg [45]. Przeciętny Polak zjada około 71 kg mięsa, w tym 40 kg wieprzowiny, 5,5 kg wołowiny, 20,5 kg mięsa drobiowego, 0,2 kg mięsa króliczego. Ponadto spożywamy tylko około 6,5 kg ryb [45]. Z tego zestawienia wynika, że spożycie mięsa nie jest główną przyczyną krótszego życia Polaków. Według drugiej tezy, przyczyną naszych problemów zdrowotnych jest wysokie spożycie wieprzowiny. Dane statystyczne wykazują, że Polacy spożywają 40 kg wieprzowiny, podczas gdy długowieczni Hiszpanie zjadają rocznie 66,1 kg, Duńczycy 64,2 kg, Niemcy 53,3 kg, Austriacy 59,5 kg, Portugalczycy 46,4 kg, Belgowie 43,5 kg wieprzowiny. Niewiele mniej wieprzowiny od nas jedzą Francuzi 37,9 kg, Włosi 36,9 kg, Irlandczycy 36,1 kg i Szwedzi 34,7 kg [45]. Tak więc to nie wieprzowina jest przyczyną krótszego życia Polaków. Kolejna teza sugeruje, że spożywa się zbyt tłuste mięso. Wyniki badań własnych prowadzonych obecnie w Katedrze Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Akademii Rolniczej w Krakowie wykazują, że zawartość tłuszczu w schabie wieprzowym wynosi 1,19–1,52%, w szynce 1,35–1,84%, w mięsie drobio-

wym od 0,6–0,9% w mięśniach piersiowych do 4,0–5,6% w mięśniach uda, a w combrach króliczych 0,5–0,9%. Z badań tych wynika, że pod względem zawartości tłuszczu mięso produkowane w Polsce jest porównywalne z mięsem produkowanym w innych krajach europejskich.

### Otyłość i nadwaga

Problemem współczesnego człowieka są nadwaga i otyłość, które bardzo często związane są z jedzeniem mięsa. Wyniki ogłoszone przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) wskazują, że 1,6 mld mieszkańców Ziemi powyżej 15 roku życia ma nadwagę [41, 44]. Okazuje się jednak, że otyłość nie jest domeną krajów bogatych. Liderem na tej liście jest Mikronezja. Aż 94% z 13 tys. mieszkańców Nauru cierpi na nadwagę, a na Tonga, Niue i Palau odsetek ten stanowi 90% mieszkańców. Oprócz taniej i gotowej żywności (fast food) w tym rejonie świata, otyłość ma wyjaśnienie kulturowe. W pierwszej dziesiątce tej listy znalazły się Stany Zjednoczone (74,1%) i Kuwejt (77%). W Kuwejcie przyczyną otyłości nie może być spożycie mięsa, a już na pewno nie spożycie wieprzowiny, gdyż w 85% jest to kraj muzułmański. W Europie Wschodniej największą masę osobniczą wykazują Białorusini, gdyż 66,8% obywateli ma nadwagę, natomiast Polacy znaleźli się na 98 miejscu listy – 47,5% z nadwagą [41, 44]. Prognozy dotyczące otyłości są niepokojące. Jeżeli w roku 1990 jedynie 8% Amerykanów, 6% Brytyjczyków i 5% Brazylijczyków cierpiało na otyłość, w 2000 roku odpowiednio 12, 8 i 7%, w roku 2010 przewiduje się odpowiednio 20, 17 i 9%, to w roku 2030 aż 41, 30 i 19% ludzi w tych krajach będzie otyłych [41, 44]. W 2006 roku w Szwajcarii jedynie 6% mężczyzn i 5% kobiet cierpiało na otyłość, we Włoszech odpowiednio 7 i 6%, w Hiszpanii, gdzie jest największe spożycie mięsa 11 i 15%, w Danii 13 i 11%, w Niemczech 17 i 19%, w Rosji 11 i 28%, podczas gdy w Polsce 29 i 2%. Tak więc, to nie mięso jest główną przyczyną nadwagi i otyłości. Pojawiają się teorie głoszące, że za otyłość odpowiadają bakterie żyjące w naszym przewodzie pokarmowym. Zespół profesora Gordona z Uniwersytetu Waszyngtona w St. Louis (USA) prowadząc badania na dwóch typach bakterii osiadłych w jelicie cienkim człowieka - *Bacteroidetes* i *Firmicutes* wykazał, że w jelitach człowieka trwa rywalizacja pomiędzy tymi typami bakterii. U osób otyłych przeważają bakterie typu *Firmicutes* [19, 20, 39]. Istnieje więc możliwość, że w przyszłości powstaną nowe sposoby walki z otyłością poprzez modyfikowanie składu flory bakteryjnej w przewodzie pokarmowym człowieka.

### Zanieczyszczenia i skażenie mięsa

Obecność w mięsie toksycznych związków chemicznych jest spowodowana zanieczyszczeniem środowiska naturalnego w wyniku świadomej lub przypadkowej działalności człowieka (pozostałości środków ochrony roślin, dioksyny) [2, 12, 13, 24].



Zanieczyszczenia te przenikają do wszystkich ogniw łańcucha troficznego (w tym również do organizmu zwierząt). Okazuje się, że nawet produkty o najwyższej jakości w wyniku nieprawidłowego przygotowania do spożycia mogą stać się źródłem związków o działaniu mutagennym lub kancerogennym [36]. Obróbka termiczna mięsa, szczególnie w wysokiej temperaturze, sprzyja powstawaniu związków o działaniu kancerogennym, takich jak aminy heterocykliczne i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne [15, 36]. Wysoka zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięsie sprzyja powstawaniu miażdżycy. Wraz ze zmniejszeniem otłuszczenia zwierząt rzeźnych obniżył się poziom cholesterolu w mięsie. Należy jednak pamiętać, że cholesterol jest substancją niezbędną do funkcjonowania organizmu, gdyż odgrywa kluczową rolę w wielu procesach biochemicznych, m.in: w syntezie witaminy D<sub>3</sub> oraz hormonów o budowie sterydowej, takich jak; kortyzol, progesteron, estrogen i testosteron. Jego obecność w błonach komórek nerwowych mózgu ma duże znaczenie w funkcjonowaniu synaps, a ponadto odgrywa znaczącą rolę w działaniu systemu immunologicznego. Trudno wyobrazić sobie dalsze trwanie gatunku ludzkiego bez cholesterolu.

Ostatnio dużą uwagę poświęca się modyfikowanie profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu zwierząt rzeźnych na drodze żywieniowej, jednak nadmierna ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu śródmięśniowym lub zapasowym wpływa niekorzystnie na właściwości technologiczne i jakościowe, głównie sensoryczne, mięsa. Miękki mazisty tłuszcz, pogorszenie smaku i zapachu mięsa, zmniejszona trwałość, ograniczone możliwości przechowywania to podstawowe problemy związane z modyfikowaniem profilu kwasów tłuszczowych mięsa i jego przetworów [18]. Dodatek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w paszy dla zwierząt wymaga dodatku przeciwutleniaczy np. witaminy E ( tokoferolu). Obecnie nie poznano jeszcze wszystkich zjawisk i zmian zachodzących w trakcie peklowania i obróbki termicznej, szczególnie w trakcie wędzenia na gorąco mięsa o zmodyfikowanym składzie kwasów tłuszczowych. Udział izomerów kwasu linolowego (CLA) i wielonienasyconych długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w mięsie wędzonym na gorąco może prowadzić do powstawania izomerów trans, które wywierają niekorzystne działanie na wiele procesów biochemicznych i fizjologicznych w organizmie człowieka.

W czasie konserwowania mięsa, a szczególnie w trakcie peklowania zachodzą reakcje, w wyniku których mogą powstawać związki szkodliwe dla organizmu [16]. Również stosowanie soli może okazać się szkodliwe dla organizmu powodując występowanie nadciśnienia i zatrucia. Azotany używane do peklowania mięsa, a szczególnie powstające w trakcie obróbki termicznej nitrozoaminy przekształcają hemoglobinę w methemoglobinę, niewiążącą tlenu, co może powodować zaburzenia w układzie krążenia u ludzi. Związki te mogą ponadto przyczyniać się do powstawania chorób nowotworowych. Jednak nitrozoaminy obecne są w środowisku naturalnym i wraz

z intensyfikacją rolnictwa jest ich coraz więcej. Obciążenie organizmu przez azotany(III) z pożywienia wynosi tylko około 7% całkowitej ich ilości w organizmie. Należy jednak pamiętać, że kwas askorbinowy i jego sole powodują zahamowanie tworzenia się nitrozoamin poprzez przerwanie łańcucha reakcji powodujących powstanie N-nitrozodimetyloaminy (NDMA) i N-nitrozopiperidyny (NPIP) czyli metabolitów będących przyczyną nowotworów [16]. Ponieważ nie można mówić o dobrej praktyce produkcyjnej (GMP) i produkcji dobrych wędlin, jeżeli w skład mieszanki peklującej, oprócz azotanów(III), nie wchodzi dodatek askorbinianów i  $\alpha$ -tokoferolu, to twierdzenie, że wędliny zawierają szkodliwe nitrozoaminy jest nieuzasadnione.

Niekiedy pojawiają się doniesienia, że mięso i wyroby mięsne są zanieczyszczone dioksynami, polichlorowanymi bifenylami i metalami ciężkimi [2, 12-14, 43]. Jest to prawda, ale mięso samo w sobie tych związków nie zawiera. Mogą one znaleźć się na skutek działalności człowieka, który w sposób nieodpowiedzialny stosuje środki ochrony roślin, czy też w żywieniu zwierząt stosuje produkty odpadowe. Przykładem takiego działania może być stwierdzona w roku 1999 przez Grochowalskiego z Politechniki Krakowskiej zawartość dioksyn w mięsie kurcząt belgijskich w okresie tzw. afery belgijskiej na poziomie 700 ng TEQ/kg tłuszczu [12, 13]. Początkowo sugerowano, że kurczęta były karmione paszą skażoną przepalonym olejem silnikowym, który zawiera śladowe ilości dioksyn. Szczegółowe badania kongenerów polichlorowanych dibenzofuranów wykazały, że pasza została skażona użytym olejem transformatorowym [12, 13]. Nie zostało ustalone czy doszło do świadomego natłuszczenia paszy. Dioksyny są dzisiaj wszechobecne w przyrodzie.

Na początku stycznia 2004 roku magazyn *Science* opublikował wyniki badań przeprowadzonych przez zespół uczonych z USA i Kanady, którzy analizowali stężenia 14, uważanych za rakotwórcze, związków chloroorganicznych w łososiu hodowlanym i dzikim [14]. Okazało się, że wszystkie badane substancje występowały w większych ilościach w łososiu hodowlanym – szczególnie pochodzącym z hodowli europejskich – niż w łososiu dzikim. Rozporządzenie Rady Europy nr 2375/2001z 29 listopada 2001 roku określa dopuszczalny poziom dioksyn na 4 pg WHO-TEQ/g świeżej tkanki, natomiast według Dyrektywy 2003/57/EC dopuszczalny poziom dioksyn w paszach, w tym w paszach dla ryb, wynosi 2,25 ng WHO-TEQ/kg [33]. Obecnie produkty spożywcze muszą być badane na obecność dioksyn, można więc eliminować produkty skażone z rynku. Pojawiają się jednak inne problemy. Wołowina nie może zawierać więcej niż 2 ng-TEQ/kg tłuszczu. Jeśli jednak wołowina zawierająca 1 ng-TEQ/kg tłuszczu (powszechnie spotykana zawartość), poddana zostanie intensywnemu smażeniu w temp. 280°C lub grillowaniu na otwartym ogniu, to wołowina ta będzie zawierała po takiej obróbce nawet do 50 ng-TEQ/kg, wskutek reakcji powstawania dioksyn w podwyższonej temperaturze [12, 13].

Problemem jest również zanieczyszczone mięsa pozostałościami środków ochrony roślin [2, 24]. Niebezpieczne dla zdrowia są także zanieczyszczenia metaliczne mięsa np. rtęcią, ołowiem, kadmem i arsenem. Niektóre metale uważane za niezbędne do życia człowieka np. cynk, selen, mangan, chrom, jod, fluor – po przekroczeniu dopuszczalnych dawek mogą być również szkodliwe. Inną grupę substancji obecnych w mięsie stanowią związki chemiczne celowo do niej dodawane w procesie produkcji. Wiele substancji uważanych za bezpieczne i dodawanych do żywności, po wielu latach stosowania okazało się szkodliwymi [16]. Oddzielny problem to zanieczyszczenie mięsa pierwiastkami promieniotwórczymi spowodowane rozwojem energetyki nuklearnej, nasileniem zbrojeń i wykorzystywaniem energii jonizacyjnej do konserwowania niektórych produktów spożywczych. W Europie postanowienia dotyczące żywności i składników żywnościowych, które poddane były działaniu promieni jonizujących, zawarte są w dyrektywach 1999/2/WE [7] i 1999/3/WE Parlamentu Europejskiego [8].

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie napromieniania żywności promieniowaniem jonizującym [32] na podstawie art. 22 ust. 1 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia [40] określa: środki spożywcze, które mogą być poddane napromienianiu promieniowaniem jonizującym, maksymalne dopuszczalne dawki oraz dozwolone źródła i warunki napromieniania żywności, wymagania w zakresie opakowania i oznakowania środków spożywczych poddanych napromienianiu, warunki przywozu z państw trzecich środków spożywczych poddanych napromienianiu promieniowaniem jonizującym. Zgodnie z tym rozporządzeniem w Polsce dopuszczone jest napromienianie: ziemniaków, cebuli, czosnku, pieczarek, przypraw suchych (w tym suszonych aromatycznych ziół, przypraw korzennych i przypraw warzywnych), suszonych pieczarek i warzyw. Zabronione jest napromienianie mięsa promieniowaniem jonizującym, jednak w wędlinach mogą się znaleźć napromienione przyprawy, czosnek. Kodeks Żywnościowy FAO/WHO [4] podaje, iż utrwalaniu radiacyjnemu mogą być poddawane między innymi:

- kurczaki - w celu przedłużenia okresu przechowywania i/lub zredukowania liczby bakterii patogennych, takich jak *Salmonella*,
- surowe ryby i przetwory rybne - w celu ochrony przed szkodnikami podczas przechowywania i sprzedaży, zredukowania skażeń mikrobiologicznych, wyeliminowania mikroflory patogennej.

Krajami, w których można napromieniać najwięcej artykułów spożywczych są RPA, Meksyk, Francja, Brazylia i Tajlandia, natomiast krajem zakazującym obrotu tak utrwaloną żywnością są np. Niemcy. W Unii Europejskiej radiacyjne utrwalanie żywności jest dozwolone w Belgii (6 produktów), Francji (16 produktów), Włoszech (3 produkty), Holandii (8 produktów) i Wielkiej Brytanii (10 produktów), a dotyczy następujących produktów: głęboko mrożonych przypraw aromatycznych, ziemniaków,

cebuli, czosnku, jadalnych nasion roślin strączkowych, świeżych owoców, suszonych owoców i warzyw, grzybów, pomidorów, rabarbaru, płatków kukurydzianych i kielków zbożowych używanych jako dodatek do wyrobów mlecznych, mąki ryżowej, gumy arabskiej, mięsa kurczaków, drobiu (kaczki, gęsi, indyki, perliczki, przepiórki), podrobów drobiowych, mrożonych żabich udek, suszonej plazmy, krwi i koagulatów, ryb (węgorze), skorupiaków i mięczaków, krewetek, białka jaja, kazeiny i kazeinatów. Międzynarodowe standardy funkcjonowania zakładów stosujących napromieniowanie oraz ogólne standardy napromieniania żywności zawarte są w "Recommended International Code of Practice for Radiation Processing of Food" [28] oraz "Revised Codex General Standard for Irradiated Foods" [29]. W USA promienie jonizujące znalazły szerokie zastosowanie do utrwalania czerwonego mięsa, a szczególnie do mięsa mielonego, w celu skażenia bakteriami *E. coli* 0157:H7, odpowiedzialnymi za poważne zatrucia pokarmowe. Wszystkie produkty żywnościowe poddane działaniu promieni jonizujących muszą być odpowiednio oznakowane - "utrwalono radiacyjnie".

Do żywności najczęściej przenikają: *stront*<sup>90</sup> i *stront*<sup>89</sup>, *cez*<sup>137</sup>, *jod*<sup>131</sup>, *bar*<sup>140</sup>. Badania dotyczące obecności plutonu <sup>238</sup>Pu i <sup>239+240</sup>Pu w czterech reprezentatywnych gatunkach ryb z południowego Bałtyku (flądra, śledź, dorsz i szprot) wykazały, że średnie wartości stężenia <sup>239+240</sup>Pu w badanych gatunkach ryb wynoszą 0,94 mBq/kg flądry, 2,22 mBq/kg śledzia, 2,35 mBq/kg dorsza oraz 0,33 mBq/kg szprota. Na podstawie wartości stosunku aktywności <sup>238</sup>Pu do <sup>239+240</sup>Pu oszacowano udział „czarnobylskiego plutonu” na poziomie 11 do 60% ogólnej jego zawartości w organach i tkankach analizowanych ryb [34]. Świadczy to o tym, że radiologiczne skutki katastrofy w Czarnobylu w odniesieniu do plutonu są, pomimo upływu kilkunastu lat, ciągle widoczne.

Panuje przekonanie, że mięso zwierząt zawiera antybiotyki. Okresem, w którym stosowano najwięcej antybiotyków były lata 60. i 70. XX w. Za sukces terapeutyczny stosowania antybiotyków ludzkość zapłaciła wysoką cenę [32]. Już Fleming zauważył, że mikroorganizmy mają zdolność przystosowywania się do niekorzystnych warunków. Eksperci są zgodni co do tego, że prawdziwą przyczyną odporności ludzi i drobnoustrojów na antybiotyki jest ich nadużywanie. Dopiero pojawienie się „odpornych” drobnoustrojów spowodowało wprowadzenie z dniem 1 stycznia 2006 r. zakazu dodawania do pasz antybiotykowych stymulatorów wzrostu. Ponieważ antybiotyki paszowe to zaledwie 10% produkowanych antybiotyków, eliminując antybiotyki z paszy wcale nie zmniejszamy ich globalnego zużycia. W Szwecji, która taki zakaz wprowadziła w 1986 r. czy też w Danii (zakaz od 1995 r.) obserwuje się większe stosowanie u zwierząt antybiotyków leczniczych, których dawki są już kilkadziesiąt razy większe [38]. Antybiotyki te, w odróżnieniu od antybiotyków paszowych, mają okresy karencji, ponieważ przechodzą do układu krwionośnego, a tym samym do mięsa. Przestrzeżenie przez hodowców okresów karencyjnych może wymóc jedynie dokładna kontrola pozostałości antybiotyków w mięsie prowadzona w rzeźniach

### Mięso a choroby XX i XXI wieku

Uważa się, że mięso może być przyczyną chorób uważanych za główne choroby XX i XXI wieku, takich jak nowotwory, choroby prionowe, HIV, SARS [1, 21, 22]. Chorobami drugiej połowy XX w. okazały się tzw. choroby prionowe, do których zalicza się między innymi: BSE („chorobę szalonych krów”), scrapie u owiec, tzw. chroniczne zmęczenie jeleni oraz występujące u ludzi: choroba Creutzfeldta-Jakoba (CJD), kuru, zespół Gertsmana-Strausslera-Scheinkera i śmiertelną rodzinną bezsenność [1, 3]. Niepokój budzą przypuszczenia naukowców, że przyczyną nowego wariantu choroby Creutzfeldta-Jakoba (vCJD) u ludzi są infekcyjne priony, pochodzące od bydła chorego na gąbczaste zwyrodnienie mózgu. Podejrzewa się, że do zakażenia dochodzi drogą pokarmową w wyniku spożycia produktów mięsnych od chorych zwierząt [1, 3]. Tanie hamburgery i inne produkty - parówki, kielbasy, pasztety, mielone pieczenie, mięsne nadzienia pierogów, placków itp. mogły zawierać obok mięsa (nieraz w śladowej ilości) także inne części tuszy wołowej (mózg, rdzeń kręgowy, grzbietowe korzonki nerwowe, śledziona, grasicca). Dzisiaj przyjmuje się, że te części tuszy wołowej mogą przenosić priony i są uważane za produkty wysokiej zakaźności. Nawet mięso, oddzielone od kręgosłupa mechanicznie może być zanieczyszczone tkanką nerwową. Dlatego ważną rolę spełniają badania histologiczne, a zwłaszcza immunohistochemiczne wycinków mózgow padłych lub ubitych zwierząt. Funkcjonuje tzw. czynny system diagnostyczny testów immunologicznych: test Prionics-Check, test E.G.-G. WALLAC, test Enfer Scientific, test Platelia [3]. Testem Brainostic można wykrywać nawet śladowe ilości pozostałości tkanki mózgowej czy rdzenia kręgowego bydła w produktach mięsnych, a firma Boehringer Ingelheim Vetmedica opracowała procedurę badania BSE we krwi żywych zwierząt [3]. Istnieją więc narzędzia, które pozwalają kontrolować choroby prionowe. Dlatego nie do pomyślenia są sytuacje, że do rzeźni trafia martwe bydło i poddawane jest ubojowi pozorowanemu. To przykład załamania się kontroli weterynaryjnej. Pierwotna przyczyna chorób prionowych tkwi prawdopodobnie w żywieniu zwierząt. Gwałtowne rozprzestrzenianie się choroby BSE („choroby szalonych krów”), której źródłem było zapewne karmienie bydła (zwierząt przeżuwających, roślinożernych) mączkami mięsną i kostną z chorych zwierząt, powiązane z ponad stu przypadkami śmiertelnej choroby Creutzfeldta-Jakoba u ludzi, którzy zjedli zainfekowane mięso [1]. Zespół naukowców z Yale Medical School kierowany przez Manuelidis sugeruje, że gąbczaste zwyrodnienie mózgu powodują regularne cząsteczki wielkości 25 nm o kształcie i budowie charakterystycznej dla wirusów [25]. Specjalne przeciwciała, które łączą się z prionami nie reagują na „wirusy” odkryte przez zespół Manuelidis [25].

Mięso zwierząt rzeźnych może być zakażone chorobotwórczymi wirusami, bakteriami i pasożytami, które mogą powodować u człowieka choroby odzwierzęce [21, 22]. Choroby pasożytnicze (włośnica, toksoplazmoza, tasiemczyca) stanowią w dalszym

ciągu duży problem epidemiologiczny. Po przejściowym spadku zakażeń włośniem spiralnym w latach 80. XX w., obecnie obserwuje się ich wzrost [21, 22]. Likwidację włośnicy utrudnia niska świadomość ludzi, którzy decydują się na spożycie niebadanego mięsa świń i dzików. W latach 1991–1995 stwierdzono w Polsce 1250 przypadków zarażenia spowodowanych głównie przez spożycie mięsa świń, w latach 1996–2000 – 393 przypadków zarażenia powodowane głównie przez spożycie mięsa dzików. W czerwcu 2007 r. w Województwie Zachodniopomorskim wystąpiło masowe zarażenie około 140 osób włośniem spiralnym. Jeżeli przy obecnych metodach analitycznych nie wykryto włośnią w mięsie, tego badania nie przeprowadzono lub świadomie dopuszczono zarażone mięso do spożycia, to znaczy, że system diagnostyczny nie działa prawidłowo. Jediną obroną przed tą chorobą jest profilaktyka i badanie mięsa, tym bardziej że niebezpieczeństwo śmierci wynosi w przypadku nasilenia włośnicy ok. 3–30%. Szacuje się, że w Polsce około 1 mln ludzi jest zarażonych włośniem, nawet o tym nie wiedząc.

Problemem ostatnich lat jest wirus ptasiej grypy i związane z tym niebezpieczeństwo zachorowania ludzi na ptasią grypę. Pamiętając, że wirus ten ginie w temperaturze 70°C, a w naszej kulturze nie je się surowego mięsa drobiowego i nie pije krwi w celach rytualnych, trudno zarazić się tą chorobą poprzez spożycie mięsa. Jednak należy zachować szczególną ostrożność i zalecenia weterynaryjne dotyczące badania i postępowania z drobiem. Co roku na grypę ludzką choruje 10–40 mln osób, z czego umiera od kilku do kilkudziesięciu tysięcy, a dotychczasowe pandemie grypy m.in. w latach 1889–90, 1918, 1948–1949, 1957, 1968 rozpoczynały się na Dalekim Wschodzie i za każdym razem przyczyną był wirus grypy typu A, izolowany również z ptaków i ssaków hodowlanych.

Jak wynika z doniesień naukowców z Hongkongu, źródłem wirusa zapalenia płuc (SARS) jest cyweta, mały ssak drapieżny z rodziny łaszowatych, przypominający kota. Uczni wyizolowali koronawirusa wywołującego SARS u cywety, a problem polega na tym, że niektórzy Chińczycy jadają cywety. Naukowcy przypominają, że powinny to być zwierzęta hodowane w ściśle nadzorowanych farmach. Już wcześniej organizacje ekologiczne żądały od władz Pekinu zakazu spożywania dzikich zwierząt, których mięso jest cenione w kuchni chińskiej. Wirus ten spowodował chorobę u 8 096 osób, z czego 774 osoby zmarły [22].

Wirus zespołu nabytego braku odporności (HIV) został wyizolowany po raz pierwszy w roku 1983. Wirus HIV-2 jest najbardziej podobny do wirusów SIV występujących u zachodnioafrykańskiej małpy mangaby szarej. Wykazano, że ludzka epidemia powstała w wyniku przeniesienia małpich wirusów do populacji ludzkiej, co było prawdopodobnie związane z częstą w niektórych regionach Afryki praktyką polowania na małpy w celach konsumpcyjnych. Takie mogą być konsekwencje, gdy

przedstawiciele naczelnych zjadają się nawzajem, kiedy przekraczane są bariery immunologiczne.

Do najbardziej szkodliwych toksyn bakteryjnych należy jad kiełbasiany (toksyna botulinowa), wytwarzany przez bakterie *Clostridium botulinum*. Zatrucia toksyną botulinową nazywane botulizmem w około 15% przypadków kończą się śmiercią, gdyż 0,001 mg toksyny botulinowej jest dawką śmiertelną dla człowieka. Jednak toksyna ta znalazła także pozytywne zastosowanie w medycynie: w terapii neurologicznej (w leczeniu kręczy karku i u dzieci z porażeniem mózgowym), w okulistyce (w leczeniu zezu i kurczu powiek) i dermatologii estetycznej (pozwala na korekcję zmarszczek mimicznych).

### Alergie

Reakcją organizmu człowieka na występujące w mięsie i wyrobach mięsnych związki są coraz częściej alergie. Poszerza się liczba substancji powodujących różnego rodzaju uczulenia, czyli alergenów (antygenów), które organizm człowieka traktuje jako ciało obce, przed którym broni się wytwarzaniem przeciwciał rozpoznawanych jako reakcje alergiczne. Najczęstszym alergenem jest białko: mleka krowiego, jaja kurzego, mięsa, ryb. Szczególnie uczula śledź, makrela, łosoś (zwłaszcza wędzone). Osoby wrażliwe na alergeny zawarte w rybach mogą również reagować na alergeny zawarte w mięczakach (ostrygi, małże), skorupiakach (krewetki, kraby, homary, langusty), a także w mięsie zwierząt rzeźnych (jeśli do paszy dla tych zwierząt dodawana była mączka rybna) lub wyrobach mięsnych, do których dodano półprodukty rybne. Uczulać może popularny wzmacniacz smaku - glutaminian sodu, występujący powszechnie w mieszankach przyprawowych i mieszankach peklujących. Skażenie gleby i powietrza, wysoki stopień technologicznego przetworzenia żywności, nadmiar chemicznych dodatków do żywności sprawia, że przeciążony układ odpornościowy przestaje odróżniać substancje szkodliwe od odżywczych i reaguje błędnie, powodując reakcję alergiczną. Problemem są również występujące w mięsie związki mutagenne i kancerogeny. Występujący w czerwonym mięsie i w mięsie przetworzonym kwas  $\alpha$ -linolenowy może powodować wzrost ryzyka raka prostaty. Znajdujące się w komórkach mięśniowych hemoglobina i mioglobina, białka zdolne wiązać tlen, uważane są za sprawców raka jelita grubego. Dotyczy to głównie mięsa czerwonego, które zawiera najwięcej mioglobiny. Dlatego też tytuł prasowy „Mięso zabija” jaki ukazał się w tygodniku „Wprost” Nr 1178 (03 lipca 2005) uogólniający i sugerujący, że każde mięso zabija jest prasowym nadużyciem. Lekarze udowodnili, że wycofanie z diety ludzi chorych na nowotwory mięsa czerwonego przedłuża życie. Jednak należy pamiętać, że oprócz mięsa czerwonego dostępne są również mięsa białe (drobiowe, królicze, cielęce), które mogą zapobiegać wycieńczeniu organizmu zaatakowanego przez nowotwór.

Mięso i wyroby mięsne wzbudzają „pozytywną agresję” objawiającą się chęcią do życia i działania [35, 37]. Francuski filozof Jean Jacques Rousseau twierdził, że „ludzie, którzy nie jedzą mięsa, są mniej agresywni”, a Benjamin Franklin wspominał, że największą bystrość umysłu zaczął wykazywać, gdy przestał jeść czerwone mięso. Tylko, że Europejczycy dalecy są od nadmiernego spożywania mięsa czerwonego na wzór amerykański, co F.M. Lappe nazwała "amerykańską religią Wielkiego Befszyka" [21]. Stare przysłowie brzmi, że „*jesteś tym, co jesz*”. Z kolei D'Adamo twierdzi „...To co żywnością jest dla jednego człowieka może być trucizną dla drugiego” [5]. Na ziemi nie ma dwóch ludzi, którzy byliby identyczni, stąd nie ma też żadnego logicznego powodu, dla którego powinno się jeść takie same pokarmy. D'Adamo w książce „Jedz zgodnie ze swoją grupą krwi” („Eat right for your type”) udowadnia, że układ czynników grupowych krwi jest jednym z ważniejszych wyznaczników naszych predyspozycji, możliwości czy narażeń. Zapewnia, że stosując się do zaleceń odpowiednich dla danej grupy krwi można uniknąć infekcji, utrzymać właściwą masę ciała, zapobiec wystąpieniu nowotworów czy chorób serca, opóźnić proces starzenia. Według D'Adamo grupa krwi jest kluczem, który otwiera drzwi do tajemnic zdrowia, choroby, długowieczności, witalności i odporności psychicznej, decyduje o podatności na choroby, o upodobaniu do żywności i nawet o rodzaju wykonywanych ćwiczeń [5, 6]. Efektem tego jest powstanie nowej dziedziny nauki – hematopsychologii - nauki badającej zależności pomiędzy krwią a osobowością iżywieniem. Pinker w książce "Tabula rasa" twierdzi, że „nasza biologiczna ewolucja zakończyła się 50 tys. lat temu, zanim ludzkość podzieliła się na grupy etniczne i od tej pory nie podlega doborowi naturalnemu, a jedynie wpływowi kulturowemu” [27]. Badania wykazują, że pogląd ten jest nieaktualny, a ewolucja *Homo sapiens* wcale się nie zatrzymała. Przez kilka tysięcy lat co najmniej 7 proc. genów człowieka podlegało ewolucji i na szczęście dla tzw. mięsożernych 24 tys. lat temu wśród Europejczyków rozpowszechniła się mutacja genu MMP-3, chroniąca ściany tętnic przed zmianami miażdżycowymi.

### Podsumowanie

Mając w pamięci pierwszą zasadę Hipokratesa „Jedzenie, picie, sen, miłość cielesna — wszystko z umiarem” trzeba żyć w harmonii z naturą, pamiętając, że selekcja naturalna nadal działa, choć dyskretniej, bo ludzie preferują partnerów o zdrowym wyglądzie, a więc szczupłych, bardziej seksownych. Żywność pochodzenia zwierzęcego, w tym również mięso, są niezbędne do życia człowieka, bo żywność pochodzenia roślinnego nie pokryje jego zapotrzebowania na podstawowe składniki pokarmowe. Właściwe odżywianie, odpowiedni udział produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym również mięsa i przetworów mięsnych, w diecie człowieka oraz odpowiedni styl życia (w tym ruch i rekreacja) to podstawowe elementy zdrowia i długowieczności człowieka.



*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*


### Literatura

- [1] Arjona A, Simarro L, Islinger F, Nishida N, Manuelidis L: Two Creutzfeldt-Jakob disease agents reproduce prion protein-independent identities in cell cultures. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004, **101**, 23, 8768-8773.
- [2] Biernat J.: Świat trucizn. Wyd. ASTRUM, Wrocław 1999.
- [3] Bosque P. J.: Prions in skeletal muscle. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 2002, **99**, 3812-3817.
- [4] Codex Alimentarius. Codex Alimentarius Commission, FAO/WHO Rome 2006.
- [5] D'Adamo P.J., Whitney C.: *Jedz zgodnie ze swoją grupą krwi*. Wyd. Mada, Warszawa 2000.
- [6] D'Adamo P.J., Whitney C.: *Żyj zgodnie ze swoją grupą krwi*. Wyd. Mada, Warszawa 2001.
- [7] Dyrektywa 1999/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lutego 1999 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego” (Dz. Urz. WE L 66 z 13.03.1999, str. 16; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 23, str. 236).
- [8] Dyrektywa 1999/3/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 lutego 1999 r. w sprawie ustanowienia wspólnotowego wykazu środków spożywczych oraz składników środków spożywczych poddanych działaniu promieniowania jonizującego” (Dz. Urz. WE L 66 z 13.03.1999, str. 24; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 23, str. 244).
- [9] EUFIC's Food Safety backgrounder: [http://www.eufic.org/en/quickfacts/food\\_safety.htm](http://www.eufic.org/en/quickfacts/food_safety.htm)
- [10] European Commission food safety section: [http://europa.eu.int/comm/food/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/food/index_en.htm)
- [11] Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.): *Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003.
- [12] Grochowalski A.: Badania nad oznaczaniem dioksyn w środowisku. *Normalizacja*, 2002, **2**, 3-9.
- [13] Grochowalski A.: Badania nad oznaczaniem polichlorowanych dibenzodioksyn, dibenzofuranów i polichlorowanych bifenyle. Monografia nr 272. Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, Kraków 2000.
- [14] Hites R. A.: Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science*, 2004, **303**, 226-229.
- [15] Kesava Rao V., Kowale B. N., Babu N. P., Bisht G. S.: Effect of cooking and storage on lipid oxidation and development of cholesterol oxidation products in water buffalo meat. *Meat Sci.*, 1996, **43**, 197-208.
- [16] Kühne D.: Azotyny, azotany i nitrozoaminy. *Mięso i Wędliny*, 2004, **6**, 66-72.
- [17] Lappe F.M.: *Diet for small planet*. 10th anniversary edition, Ballantine Books. New York 1982.
- [18] Leksanich C.O., Matthews K.R., Warkup C.C., Noble R.C., Hazzledine M.: The effects of dietary oil containing (n-3) fatty acids on the fatty acid, physicochemical and organoleptic characteristics of pig meat and fat. *J. Anim. Sci.*, 1997, **75**, 673.
- [19] Ley R.E, Knight R., Gordon J.I.: The human microbiome: eliminating the biomedical/environmental dichotomy in microbial ecology. *Environ Microbiol.*, 2007, **9**, 1, 3-4.
- [20] Ley R. E., Turnbaugh P. J., Klein S. Gordon J. I.: Microbial ecology: Human gut microbes associated with obesity. *Nature*, 2006, **444**, 1022-1023.
- [21] Lis H.: Analiza epizootologiczna włośnicy u świń i dzików w Polsce. *Med. Wet.*, 1995, **51**, 7, 406-408.
- [22] Lis H.: Choroby zakaźne zwierząt – zagrożenia w skali światowej. *Gosp. Mięs.*, 2006, **8**, 50-54.

- [23] Lu ZY, Baker CA, Manuelidis L.: New molecular markers of early and progressive CJD brain infection. *J Cell Biochem.* 2004, **93**, 4, 644-52.
- [24] Macioszczyk A., Ozimek T., Szulc M.: *Rolnictwo XX wieku – zagrożenia i nadzieje.* WSiP, Warszawa 1995.
- [25] Manuelidis L.: Transmissible encephalopathies: speculations and realities. *Viral Immunol.*, 2003, **16**, 2, 123-139.
- [26] Münch S.: Chemia tłuszczów i substancji towarzyszących tłuszczom. *Mięso i Wędliny*, 2004 **6**, 74.
- [27] Pinker S.: *Tabula rasa. Spory o naturę ludzką.* Gdańskie Wyd. Psychologiczne, Gdańsk 2004.
- [28] Recommended International Code of Practice for Radiation Processing of Food. CAC/RCP 19-1979, Rev. 2-2003.
- [29] Revised Codex General Standard for Irradiated Foods. Codex Stan 106-1983, Rev. 1-2003.
- [30] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 sierpnia 2003 r. w sprawie wykazu zoonoz, procedur ich monitorowania oraz sposobów postępowania w przypadku wystąpienia chorób lub wykrycia biologicznych czynników chorobotwórczych. *Dz. U.* 2003. Nr 166, poz. 1617.
- [31] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. *Dz. U.* 2004. Nr 120, poz. 1257.
- [32] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie napromieniowania żywności promieniowaniem jonizującym. *Dz. U.* 2007. Nr 121, poz. 841.
- [33] Rozporządzenie Rady Europy nr 2375/2001z 29 listopada 2001 zmieniające rozporządzenie Komisji (WE) nr 466/2001 ustalające maksymalny poziom zawartości niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz. U. WE.* Nr L 321 z 6 grudnia 2001 r., s. 1.
- [34] Skwarzec B., Strumińska D.I., Boryło A.: Bioaccumulation and distribution of plutonium in fish from Gdańsk bay. *J. Environ. Radioactivity*, 2001, **55**, 167-178.
- [35] Somer E.: *Wpływ jedzenia na nastrój.* Wyd. Amber Sp. z o.o., Warszawa 1998.
- [36] Stachelska A.: Obecność mutagenów i kancerogenów w żywności oraz ich wpływ na organizm człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46)**, 22-29.
- [37] Suffes S., Wurtman J.: *Serotonina, przełom w dietetyce.* Wyd. Amber Sp. z o.o., Warszawa 1997.
- [38] Truszczyński M., Pejsak Z.: Wpływ stosowania u zwierząt antybiotyków na lekooporność bakterii chorobotwórczych dla człowieka. *Med. Wet.* 2006, **62, 12**, 1339-1343.
- [39] Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER, Gordon JI.: An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. *Nature.* 2006, 21.
- [40] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. *Dz. U.* 2006. Nr 171, poz. 1225
- [41] WHO: Obesity Taskforce 2003.
- [42] WHO food safety section: <http://www.who.int/foodsafety/en/>
- [43] Żmudzki J., Niewiadowska A., Kowalski B., Szkoda J., Semeniuk S.: Pozostałości chemiczne w szynkach wieprzowych. *Med. Wet.*, 1994, **50, 12**, 623-625.
- [44] <http://pl.wikipedia.org/wiki/oty>
- [45] [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)

**MEAT CONSUMPTION AND CIVILIZATION DISEASES****S u m m a r y**

Meat and processed meat products contribute to the nutritive and functional properties of a diet; but, on the other hand, they can also cause civilization diseases. The main civilization illnesses include: obesity, arterial hypertension, coronary heart disease, chronic peptic ulcer disease, and allergosis. Obesity should not be considered only as a result of eating meat by or of low physical activity of the individual, though those factors support the supervention of this illness. Recently, scientific reports published suggest that bacteria living in the human small intestine are responsible for obesity, especially two groups of bacteria: *Bacteroidetes* and *Firmicutes*. In obese people, bacteria of the *Firmicutes* group outweigh the other bacteria. Prion diseases and poisons-related contamination appeared to be a real threat in the second half of the 20<sup>th</sup> century. In the human and animal organisms, about fifty poisons are found; among them, there are fifteen dioxins and furans. Thermal treating and long-term storage of improperly protected meat products create favourably conditions for unsaturated fatty acids contained in them to oxidize, and this reduces their usefulness for consumption. Salt applied to preserve meat and to improve its flavour can be harmful to the human body. Nitrites used to cure meat, in particular nitrosoamines produced during thermal treatment, change haemoglobin into methaemoglobin, thus, generating blood circulation system disorders both in humans and animals. Those compounds also contribute to the supervention of neoplastic diseases. Thermal treatment of meat, especially at high temperatures, creates favourable conditions for carcinogenic compounds to occur, such as heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons. The highest concentrations of carcinogenic compounds are found in meat products that are partly burnt during frying or roasting/ grilling. Another problem is meat contaminated by viruses, bacteria, and parasites, which can provoke epizootic diseases in humans. Parasitic diseases (trichinosis, toxoplasmosis, taeniasis) are still a vital epidemiological problem. More and more frequently, allergies are the reaction of human organism to compounds contained in meat and meat products.

**Key words:** meat, consumption, civilization diseases 

DANUTA ROSOŁOWSKA-HUSZCZ

## ANTYOKSYDANTY W PROFILAKTYCE I TERAPII CUKRZYCY TYPU II

### Streszczenie

Stres oksydacyjny w cukrzycy jest skutkiem wysokich stężeń glukozy i kwasów tłuszczowych. Odgrywa istotną rolę w patogenezie cukrzycy i jej powikłań. Jego patogenne działanie polega między innymi na hamowaniu syntezy insuliny w trzustkowych komórkach beta i hamowaniu przeniesienia sygnału insulinowego w komórkach docelowych. Działanie to przyczynia się do rozwoju insulinooporności oraz indukowania zmian w ścianach naczyń krwionośnych prowadzących do powikłań cukrzycy.

Stwierdzono działanie antydiabetyczne takich przeciwutleniaczy, jak: witamina E, karotenoidy, różne polifenole. Właściwości przeciwutleniające wykazują rośliny lecznicze stosowane w medycynie ludowej różnych stron świata, dzięki czemu wiele z nich wykazuje działanie antydiabetyczne.

**Słowa kluczowe:** cukrzyca, insulinooporność, stres oksydacyjny, przeciwutleniacze

### Wprowadzenie

Cukrzyca stanowi obecnie ogromny i stale rosnący problem na całym świecie. Szacuje się, że około 5% populacji choruje na cukrzycę, w tym około 95% stanowi cukrzyca typu II. Przyjmuje się, że cukrzyca typu II w około 50% pozostaje niezdiagnozowana. Pod koniec XX w. liczba chorych na cukrzycę wynosiła około 150 mln. Szacuje się, że w Polsce do roku 2010 liczba chorych ulegnie podwojeniu w porównaniu z występującą w roku 1994 – w przypadku cukrzycy typu I wzrośnie z 137 000 do 273 000, a typu II z 775 000 do 1 519 000 [7].

Cukrzyca typu II rozwija się z powodu oporności tkanek na insulinę i dysfunkcji komórek  $\beta$  wysp trzustkowych Langerhansa. Skutkiem zmian w działaniu insuliny są zmiany w metabolizmie węglowodanów, tłuszczów i białek. Podwyższone stężenie glukozy i wolnych kwasów tłuszczowych, charakterystyczne dla cukrzycy typu II, a także dla poprzedzającego ją stanu insulinooporności, prowadzi do powstania stresu oksydacyjnego zarówno w komórkach  $\beta$ , jak i w innych tkankach, docelowych dla

insuliny. Stres oksydacyjny przyczynia się do zaniku funkcji komórek  $\beta$ , pogłębiania insulinooporności oraz rozwoju powikłań naczyniowych [8].

Istnieje kilka dróg powstawania wolnych rodników w stanach hiperglikemii i hiperlipidemii. Produkcja wolnych rodników wzrasta wraz z intensywnością utleniania glukozy i kwasów tłuszczowych, a co za tym idzie, aktywnością łańcucha oddechowego [2]. Indukowana jest także przez nieenzymatyczną glikację białek. W tej reakcji, obok produktów glikozylacji (AGE) powstają takie wolne rodniki, jak anion nadtlenkowy, nadtlenek wodoru i rodniki hydroksylowe [15]. Wysokie stężenie glukozy i duża intensywność glikolizy sprzyjają także aktywacji szlaku heksozoaminowego - przemianie 6-fosforanu fruktozy do 6-fosforanu N-acetyloglukozoaminy katalizowanej przez amidotransferazę glutamina: 6-fosforan fruktozy. Przyłączenie N-acetyloglukozoaminy modyfikuje białka, w przypadku czynników transkrypcyjnych efektem jest aktywacja transkrypcji [14].

Gromadzenie zmienionych cząsteczek białek wymaga działania chaperonów w celu ich naprawy lub eliminacji. Przekroczenie możliwości naprawczych chaperonów wywołuje stres retikulum endoplazmatycznego. Aktywacji ulegają kinazy białkowe: kinaza aktywowana przez mitogeny (MAPK), kinaza N-końca białka c-Jun (JNK) i kinaza białkowa C oraz jądrowy czynnik kappa B (NF-kB). W konsekwencji następuje indukcja ekspresji prozapalnych cytokin, a nawet śmierć komórki. Specyficzne zmiany pojawiają się w komórkach zaangażowanych w wydzielanie i działanie insuliny. W komórkach beta wysp Langerhansa na skutek zmniejszenia powinowactwa do DNA swoistego dla tych komórek czynnika transkrypcyjnego PDX, obniżeniu ulega ekspresja genów transportera glukozy, enzymów metabolizmu glukozy oraz insuliny. W komórkach docelowych dla insuliny natomiast JNK hamuje przeniesienie sygnału insulinowego, katalizując fosforylację substratu receptora insulinowego w miejscach serynowych, podczas gdy białko to jest uaktywniane przez fosforylację w miejscach tyrozynowych [8, 15]. Takie działanie JNK przyczynia się do wzrostu oporności tkanek na wpływ insuliny.

U chorych na cukrzycę poziom uszkodzeń oksydacyjnych wzrasta wraz ze stopniem zaawansowania schorzenia. Stwierdzono, że stężenie glikowanej hemoglobiny, wskaźników lipidowych i nadtlenków lipidowych jest wyższe u osób chorych na cukrzycę niż u zdrowych i wzrasta po wystąpieniu mikroangiopatii. [16]. Podobnie wzrost uszkodzeń oksydacyjnych obserwowano u chorych na cukrzycę po wystąpieniu nefropatii [17]. Zagrożeniu oksydacyjnemu w cukrzycy towarzyszą zmiany aktywności enzymów przeciwutleniających, głównie obniżenie tej aktywności [16, 17].

### **Antydiabetyczne działanie witamin antyoksydacyjnych i karotenoidów**

Badania epidemiologiczne wykazały, że podatność na cukrzycę typu II może zależeć od spożycia antyoksydantów. W Seven Countries Study w populacjach Holen-

drów i Finów mniejsze spożycie witaminy C obserwowano u osób, które zachorowały na cukrzycę [9]. W Finnish Mobile Clinic Health Examination Study stwierdzono istotnie mniejsze spożycie beta-kryptoksantyny oraz luteiny i zeaksantyny u osób, które zapadły na cukrzycę. Wykazano także, że spożycie witaminy E i karotenoidów ogółem jest związane z obniżeniem ryzyka zachorowalności na cukrzycę typu II [22]. W dwóch badaniach prospektywnych wykazano ujemny związek między stężeniem  $\alpha$ -tokoferolu w surowicy i ryzykiem zachorowania na cukrzycę typu II [21, 27].

Wyniki badań epidemiologicznych można uznać za wskazujące na znaczenie witaminy E w zapobieganiu powstawaniu cukrzycy typu II. Wyniki badań interwencyjnych dowodzą jej działania terapeutycznego, chroniącego przed rozwojem powikłań cukrzycy. Stosując wysokie dawki witaminy E (1800 IU/dzień) przez 4 miesiące u osób chorych na cukrzycę uzyskano poprawę przepływu krwi w naczyniach siatkówki w przypadkach największego zmniejszenia tego przepływu [3]. Jednak za koniecznością zachowania znacznej ostrożności w stosowaniu witaminy E przemawiają dane ostatnio opublikowanych badań, w których u pacjentów otrzymujących 1200 IU  $\alpha$ -tokoferolu dziennie przez dwa tygodnie stwierdzono zwiększoną podatność na oksydatywne uszkodzenia DNA w warunkach hiperglikemii [34].

W celu uniknięcia prooksydacyjnych efektów wysokich dawek witaminy E wskazane jest stosowanie jej razem z innymi antyoksydantami, np. z witaminą C. O skuteczności takiej skojarzonej suplementacji w hamowaniu rozwoju powikłań cukrzycy mogą świadczyć rezultaty podawania przez 15 dni witaminy E (300 mg dziennie) z witaminą C (250 mg) i N-acetylocysteiną (600 mg). W badaniach tych uzyskano zmniejszenie poposiłkowego wzrostu poziomu endoteliny, czynnika krzepliwości krwi vWF i cząsteczek adhezyjnych VCAM-1 u osób z nietolerancją glukozy i u osób zdrowych. Najślabszą odpowiedź na wzbogacenie diety w antyoksydanty, polegającą jedynie na zmniejszeniu wzrostu poziomu endoteliny, osiągnięto u osób z rozwiniętą, nieleczoną cukrzycą, co sugeruje zależność skuteczności stosowania antyoksydantów od stopnia zaawansowania patologii [24].

Interesujące wyniki uzyskano traktując diabetyczne szczury preparatem złożonym z witaminy E i kwasów omega-3. Badano potencjał antyoksydacyjny mięśnia sercowego i dysfunkcję lewej komory serca. Dożołądkowe podawanie 50 mg preparatu/kg masy ciała codziennie przez 4 tygodnie wywołało u diabetycznych szczurów obniżenie stężenia glukozy, ograniczoną poprawę wskaźników pracy serca oraz przywrócenie do wartości normalnych aktywności enzymów antyoksydacyjnych, zmienionych przez cukrzycę [29].

### **Antydiabetyczne efekty polifenoli**

W doświadczeniach nad właściwościami antydiabetycznymi polifenoli, znanymi wcześniej z działania antyoksydacyjnego, osiągnięto pozytywne wyniki. Kwercetyna

podawana diabetycznym szczurom w dawkach 10 lub 15 mg/kg dziennie przez 10 dni w iniekcjach dootrzewnowych obniżyła stężenie glukozy, cholesterolu i triacylogliceroli we krwi [32].

Insulinomimetyczne, zwiększające wychwyty glukozy przez adipocyty 3T3-L1 efekty wykazano w przypadku pochodnych intermedatów w syntezie flawonoidów - chalkonów – 2-benzylloksychalkonu [13] i hydroksychalkonu [11]. Jednak działanie przeciwne, hamujące wychwyty glukozy w tych samych adipocytach 3T3L1 i przeniesienie wewnątrz tych komórek sygnału insulinowego stwierdzono w odniesieniu do naringeniny [10].

Efekty chroniące przed uszkodzeniem siatkówki wykazuje kurkumina. W badaniach na szczurach z doświadczalnie wywołaną cukrzycą kurkumina spożywana w ilości 0,5g/kg diety spowodowała w siatkówce obniżenie poziomu prozapalnej cytokiny interleukiny-1beta, 8-oksoguaniny będącej wskaźnikiem oksydacyjnych uszkodzeń DNA, nitrotyrozyny i NFkappaB. Tym zmianom towarzyszył wzrost potencjału antyoksydacyjnego i poziomu zredukowanego glutationu w siatkówce [19].

Antyoksydacyjne właściwości wina, zawierającego polifenole, skłoniły do badań nad wpływem spożycia wina na wskaźniki cukrzycowe. Białe wino chardonnay dzięki modyfikacji technologii produkcji wzbogacone w polifenole (1346 mg/l zamiast 316 mg/l, m.in. wyższy poziom katechiny, epikatechiny, procyanidyn) poprawiło u diabetycznych szczurów wskaźniki potencjału antyoksydacyjnego do poziomu nieróżniącego się istotnie od występującego u zwierząt zdrowych, ale nie wpłynęło na stężenie glukozy [20]. W badaniach ludzi uzyskano natomiast wyniki sugerujące możliwości hamowania przez czerwone wino rozwoju powikłań naczyniowych cukrzycy obok poprawy statusu antyoksydacyjnego. Spożycie przez osoby z cukrzycą typu II 300 ml czerwonego wina na czczo spowodowało zmniejszenie poposiłkowego wzrostu poziomu wolnych rodników, utlenionych lipoprotein niskiej gęstości (LDL), fragmentów protrombiny 1+2 oraz aktywowanego czynnika krzepnięcia VII [4].

Wykazano znaczne działanie antydiabetyczne procyanidyn pochodzących z pestek winogron [26]. W badaniach *in vivo* na szczurach z doświadczalnie wywołaną cukrzycą obserwowano pod wpływem jednorazowego podania ekstraktu zawierającego te związki obniżenie poziomu glukozy we krwi i pogłębienie hipoglikemizującego efektu insuliny przy podaniu razem z tym hormonem. Badania *in vitro* na wrażliwych na insulinę komórkach tkanki tłuszczowej 3T3-L1 i prekursorowych dla komórek włókien mięśniowych miotubach L6E9 wskazały na przypuszczalny mechanizm antydiabetycznego działania procyanidyn. Proporcjonalnie do stężenia w środowisku procyanidyny zwiększały wychwyty glukozy przez komórki, co wiązało się z ich stymulującym wpływem na przemieszczenie transporterów glukozy GLUT-4 z wnętrza komórki do błony komórkowej. Podobnie jak efekt insuliny, wpływ procyanidyn był hamowa-

ny przez wortmaninę, inhibitor kinaz uczestniczących w przeniesieniu sygnału insulinowego wewnątrz komórki.

Działanie insulinomimetyczne, sugerujące antydiabetyczne, stwierdzono także w przypadku katechin. W badaniach *in vitro* na szczurzych komórkach nowotworowych wątroby H4IIE i HepG2 stwierdzono pod wpływem galenianu epigallokatechiny (EGCG) między innymi wzrost fosforylacji receptora insulinowego i jego substratu (IRS-1) oraz hamowanie ekspresji genów kluczowych enzymów glukoneogenezy - karboksykinazy fosfoenolopirogronianowej i fosfatazy 6-fosforanu glukozy. Jednak, odmiennie niż w większości komórek, w zmienionych nowotworowo komórkach wątroby obserwowano pod wpływem EGCG wzrost poziomu reaktywnych form tlenu. Autorzy zwracają uwagę, że w komórkach nowotworowych działanie prooksydacyjne wykazuje także kwas askorbinowy [33]. Antyoksydacyjne i antydiabetyczne efekty ekstraktu zielonej herbaty wykazano natomiast w sercu i aorcie diabetycznych szczurów. Podawanie szczurom 300 mg ekstraktu na kg masy ciała codziennie przez 4 tygodnie spowodowało obniżenie poziomu nadtlenków lipidowych i aktywności enzymów antyoksydacyjnych oraz wzrost poziomu zredukowanego glutationu w badanych tkankach [1].

### **Antydiabetyczne i antyoksydacyjne właściwości roślin**

Jednym z ostatnich kierunków terapii cukrzycy jest dążenie do zwiększenia wykorzystania właściwości leczniczych roślin. Wynika to z między innymi z gwałtownego wzrostu zagrożenia cukrzycą w krajach ubogich, jak na przykład Indie, a także z przekonania o mniejszym zagrożeniu efektami ubocznymi niż w przypadku stosowania środków farmakologicznych. Badania ostatnich lat wykazały, że antydiabetyczne działanie roślin stosowanych w ludowej medycynie w różnych regionach świata wiąże się z ich antyoksydacyjnymi właściwościami.

#### *Heliotropium sp.*

*Heliotropium sp.* (*Boraginaceae*) jest obfitym źródłem alkaloidów pyrolizydynowych, które wywierają szereg efektów biologicznych. Podając ekstrakt z *Heliotropium zeylanicum* diabetycznym szczurom uzyskano zmniejszenie stężenia glukozy, cholesterolu i triacylogliceroli w osoczu przy jednoczesnym obniżeniu poziomu wskaźnika uszkodzeń oksydacyjnych – substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBARS) i wzroście poziomu zredukowanego glutationu oraz aktywności enzymów antyoksydacyjnych – dysmutazy ponadtlenkowej i katalazy [23].

#### *Scoparia dulcis L.*

*Scoparia dulcis L.* (*Scrophulariaceae*) stosowana jest przeciwko cukrzycy w Indiach i przeciwko nadciśnieniu na Tajwanie. Do związków aktywnych tej rośliny nale-



żą związki diterpenowe - kwasy skopariowe A, B i D, skopadulcynowe A i D, skopadulciol i skopadulina oraz amedulina. W ostatnio opublikowanych badaniach stwierdzono, że obok znanych od dawna właściwości antydiabetycznych charakteryzuje się także właściwościami antyoksydacyjnymi. Podawanie diabetycznym szczurom ekstraktu z tej rośliny dożołądkowo w ilości 200 mg/kg masy ciała codziennie przez 6 tygodni spowodowało obniżenie poziomu TBARS i stężenia glukozy, a podwyższenie aktywności katalazy, dysmutazy ponadtlenkowej, peroksydazy glutationowej, S-transferazy glutationu i zredukowanego glutationu [25].

#### *Gongronema latifolium*

Działanie antyhiperglikemiczne, na skutek stymulacji enzymów glikolizy – heksokinazy i fosfofruktokinazy oraz dehydrogenazy 6-fosforanu glukozy w wątrobie u szczurów zdrowych i diabetycznych, obok działania antyoksydacyjnego stwierdzono w przypadku ekstraktu etanolowego z liści afrykańskiej rośliny *Gongronema latifolium* (podawanego doustnie w ilości 100 mg/kg masy ciała dwa razy dziennie przez 14 dni) należącej do rodziny *Asclepiadaceae* i charakteryzującej się wysoką zawartością saponin [30, 31].

#### *Siraitia grosvenori*

Ekstrakt stosowanych w ludowej medycynie chińskiej owoców rośliny *Siraitia grosvenori* (*Cucurbitaceae*) charakteryzujących się wysoką zawartością glikozydów triterpenowych podawany spontanicznie diabetycznym szczurom przez 13 tygodni w ilości 0,4% diety spowodował zwiększenie tolerancji glukozy i poziomu insuliny w trzustce, a obniżenie stężenia glukozy w osoczu. Jednocześnie obniżył poziom TBARS w wątrobie i osoczu [28].

#### *Aloe sp.*

Rośliny należące do gatunku *Aloe* (*Aloe sp.*, *Liliaceae*) bogate są w polisacharydy, żywice, antrachinonowe glikozydy, glikomannany i  $\beta$ -sitosterol. Po 15 dniach traktowania diabetycznych szczurów wodnym ekstraktem miazgi (500 mg/kg) lub żelu (63 mg/kg) liści *Aloe vera* na podstawie obrazu histologicznego i aktywności aminotransferaz – alaninowej i asparaginianowej w osoczu obserwowano ochronny efekt preparatów przed hepatotoksycznością cukrzycy. Jednocześnie stwierdzono w wątrobie wzrost poziomu zredukowanego glutationu, a obniżenie poziomu glikozylacji i peroksydacji [5].

#### *Brassica oleracea* i *Brassica juncea*

Cenne antydiabetyczne i antyoksydacyjne cechy charakteryzują także brokuły (*Brassica oleracea*) i należąca do tej samej rodziny *Brassica juncea* (*Brassicaceae*). Obydwie te rośliny bogate są m.in. w takie związki biologicznie czynne, jak polifenole

i glukozytolany, ulegające przekształceniu do izotiocyjanianów. Doustne podawanie diabetycznym szczurom frakcji butanolowej ekstraktu kwiatu brokułu lub liści *B. juncea* w ilości 100 i 200 mg/kg masy ciała dziennie przez 20 dni spowodowało zmniejszenie stężenia glukozy i glikozylowanych białek w surowicy przy jednoczesnym obniżeniu poziomu TBARS w surowicy oraz mitochondriach wątroby i nerek [6, 18].

Hipoglikemizujący i antyoksydacyjny efekt stwierdzono także w przypadku migdałów, porównując indeks glikemiczny i poziom białkowych grup tiolowych po spożyciu przez zdrowych ochotników posiłków zawierających chleb z migdałami, ryż lub ziemniaki [12].

### Podsumowanie

Na podstawie przytoczonych wyników badań można stwierdzić, że konieczne jest uwzględnienie odpowiedniej zawartości antyoksydantów w diecie stosowanej w cukrzycy. Wykazano bowiem, że wiele związków i produktów spożywczych o cechach antyoksydacyjnych ma także właściwości antydiabetyczne, co stwarza możliwości znacznego urozmaicenia diety. Suplementy antyoksydantów powinny być stosowane w cukrzycy z dużą ostrożnością i w niezbyt wysokich dawkach. W celu zapobiegania efektom prooksydacyjnym powinno się stosować kompleksy antyoksydantów. Właściwości antydiabetyczne roślin wykorzystywanych w medycynie ludowej różnych obszarów świata stwarzają możliwości uwzględnienia ich w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Babu P.V., Sabitha K.E., Shyamaladevi C.S.: Therapeutic effect of green tea extract on oxidative stress in aorta and heart of streptozotocin diabetic rats. *Chem. Biol. Interact.*, 2006, **162**, 114 – 120.
- [2] Brownlee M.: Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications. *Nature*, 2001, **414**, 813-820.
- [3] Bursell S.E., Clermont A.C., Aiello L.P., Aiello L.M., Schlossman D.K., Feener E.P., Laffel I., King G.I.: High-dose vitamin E supplementation normalizes retinal blood flow and creatinine clearance in patients with type I diabetes. *Diabetes Care*, 1999, **22**, 1245-1251.
- [4] Ceriello A., Bortolotti N., Motz E., Lizzio S., Catone B., Assaloni R., Tonutti L., Taboga C.: Red wine protects diabetic patients from meal-induced oxidative stress and thrombosis activation: a pleasant approach to the prevention of cardiovascular disease in diabetes. *Eur. J. Clin. Invest.*, 2001, **31**, 322-328.
- [5] Can A., Akev N., Ozsoy N., Bolken S., Arda B.P., Yanardag R., Okyar A.: Effect of *Aloe vera* leaf gel and pulp extracts on the liver in type-II diabetic rat models. *Biol. Pharm. Bull.*, 2004, **27**, 694-698.

- [6] Cho E.J., Lee Y.A., Yoo H.H., Yokozawa T.: Protective effects of broccoli (*Brassica oleracea*) against oxidative damage in vitro and in vivo. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2006, **52**, 437-444.
- [7] DECODE Study Group: Age- and sex-specific prevalences of diabetes and impaired glucose regulation in 13 European Cohorts. *Diabetes Care*, 2003, **26**, 61-69.
- [8] Evans J.L., Goldfine I.D., Maddux B.A., Grodsky G.M.: Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type II diabetes. *Endocrine Rev.*, 2002, **23**, 599-622.
- [9] Feskens E.J.M., Virtanen S.M., Rasanen L., Tuomilehto J., Stengard J., Pekkanen J., Nissinen J., Kromhaut D.: Dietary factors determining diabetes and impaired glucose tolerance: a 20-year follow up of the Finnish and Dutch cohorts of the Seven Countries Study. *Diabetes Care*, 1995, **18**, 1104-1112.
- [10] Harmon A., Patel Y.M.: Naringerin inhibits phosphoinositide 3-kinase activity and glucose uptake in 3T3-L1 adipocytes. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2003, **305**, 229-234.
- [11] Jarvill-Taylor J.K., Anderson R.A., Graves D.J.: A hydroxychalcone derived from cinnamon functions as a mimetic for insulin in 3T3-L1 adipocytes. *Am. Coll. Nutr.*, 2001, **4**, 327-336.
- [12] Jenkins D.J., Kendall C.W., Josse A.R., Salvatore S., Brighenti F., Augustin L.S., Ellis P.R., Vidgen E., Rao A.V.: Almonds decrease postprandial glycemia, insulinemia, and oxidative damage in healthy individuals. *J. Nutr.*, 2006, **136**, 2987-2992.
- [13] Kamei R.K.M., Kitagawa Y., Hazeki O., Oikawa S.: 2'-Benzylchalcone derivatives stimulate glucose uptake in 3T3-L1 adipocytes. *Life Sci.*, 2003, **73**, 2091-2099.
- [14] Kaneto H., Xu G., Song K.-H., Suzuma K., Bonner-Weir S., Sharma A., Weir G.C.: Activation of the hexosamine pathway leads to deterioration of pancreatic  $\beta$ -cell function by provoking oxidative stress. *J. Biol. Chem.*, 2001, **276**, 31099-31104.
- [15] Kaneto H., Matsuoka T., Nakatani Y., Kawamori D., Miyatsuka T., Matsuhisa M., Yamasaki Y.: Oxidative stress, ER stress, and the JNK pathway in type II diabetes. *J. Mol. Med.*, 2005, **83**, 429-439.
- [16] Kesavulu M.M., Giri R., Rao B.K., Apparao Ch.: Lipid peroxidation and antioxidant enzyme levels in type 2 diabetics with microvascular complications. *Diabetes and Metabolism (Paris)*, 2000, **26**, 387-392.
- [17] Kędziora-Kornatowska K.Z., Luciak M., Błaszczak J., Pawlak W.: Lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in erythrocytes of patients with non-insulin dependent diabetes with or without diabetic nephropathy. *Nephrol. Dial. Transplant.*, 1998, **13**, 2829-2832.
- [18] Kim H.Y., Yokozawa T., Cho E.J., Cheigh H.S., Choi J.S., Hung H.Y.: *In vitro* and *in vivo* antioxidant effects of mustard leaf (*Brassica Juncea*). *Phytother. Res.*, 2003, **17**, 465-471.
- [19] Kowluru R.A., Kanwar M.: Effects of curcumin on retinal oxidative stress and inflammation in diabetes. *Nutr. Metab.*, 2007, [www.nutritionandmetabolism.com/content/4/1/8](http://www.nutritionandmetabolism.com/content/4/1/8)
- [20] Landrault N., Pouchet P., Azay J., Krosniak M., Gasc F., Jenin C., Cros G., Teissedre P.L.: Effect of polyphenols-enriched chardonnay white wine in diabetic rat. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 311-318.
- [21] Mayer-Davis E.J., Costacou T., King I., Zaccaro D.J., Bell R.A.: Plasma and dietary vitamin E in relation to incidence of type II diabetes: the Insulin Resistance and Atherosclerosis Study (IRAS). *Diabetes Care*, 2002, **25**, 2172-2177.
- [22] Montonen J., Jarvinen R., Knekt P., Reunanen A.: Dietary antioxidant intake and risk of type II diabetes. *Diabetes Care*, 2004, **27**, 362-366.
- [23] Muruges K., Yeligar V., Dash D.K., Sengupta P., Maiti B.Ch., Maiti T.K.: Antidiabetic, antioxidant and antihyperlipidemic status of *Heliotropium zeylanicum* extract on streptozotocin-induced diabetes in rats. *Biol. Pharm. Bull.*, 2006, **29**, 2202-2205.
- [24] Neri S., Signorelli S.S., Torrisi B., Pulvirenti D., Mauceri B., Abate G., Ignaccolo L., Bordonaro F., Cilio D., Calvagno S., Leotta C.: Effects of antioxidant supplementation on postprandial oxidative


- stress and endothelial dysfunction: a single blind, 15-day clinical trial in patients with untreated type 2 diabetes, subjects with impaired glucose tolerance, and healthy controls. *Clin. Ther.*, 2005, **27**, 1764-1773.
- [25] Pari L., Latha M.: Protective role of *Scoparia dulcis* plant extract on brain antioxidant status and lipid peroxidation in STZ diabetic male Wistar rats. *BMC Complement. Altern. Med.*, 2004, [www.biomedcentral.com/1472-6882/4/16](http://www.biomedcentral.com/1472-6882/4/16).
- [26] Pinet M., Blay M., Blade M.C., Salvado M.J., Arola L., Ardevol A.: Grape seed-derived procyanidin have an antihyperglycemic effect in streptozotocin-induced diabetic rats and insulinomimetic activity in insulin-sensitive cell lines. *Endocrinology*, 2004, **145**, 4985-4990.
- [27] Salonen J.T., Nyyssonen K., Tuomainen T.-P., Maenpaa P.H., Korpela H., Kaplan G.A., Lynch J., Helmrich S.P., Salonen R.: Increased risk of non-insulin dependent diabetes mellitus at low plasma vitamin E concentrations: a four year follow up study in men. *BMJ*, 1995, **311**, 1124-1127.
- [28] Suzuki Y.A., Tomoda M., Murata Y., Inui H., Sugiera M., Nakano Y.: Antidiabetic effect of long-term supplementation with *Siraitia grosvenori* on the spontaneously diabetic Goto-Kakizaki rat. *Br. J. Nutr.*, 2007, **97**, 770-775.
- [29] Tuncay E., Seymen A.A., Tanriverdi E., Yaras N., Tandogan B., Ulusu N.N., Turan B.: Gender related differential effects of omega-3E treatment on diabetes-induced left ventricular dysfunction. *Moll. Cell. Biochem.*, DOI 10.1007/s11010-007-9508-4.
- [30] Ugochukwu N.H., Babady N.N.: Antihyperglycemic effect of aqueous and ethanolic extracts of *Gongronema latifolium* leaves on glucose and glycogen metabolism in livers of normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sci*, 2003, **73**, 1925-1938.
- [31] Ugochukwu N.H., Cobourne M.K.: Modification of renal oxidative stress and lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats treated with extracts from *Gongronema latifolium* leaves. *Clin. Chim. Acta*, 2003, **336**, 73-81.
- [32] Vessal M., Hemmati M., Vasei M.: Antidiabetic effects of quercetin in streptozotocin-induced diabetic rats. *Comp. Biochem. Physiol. C.*, 2003, **135**, 357-364.
- [33] Waltner-Law M., Wang X.L., Law B.K., Hall R.K., Nawano M., Granner D.K.: Epigallocatechin gallate, a constituent of green tea, represses hepatic glucose production. *J. Biol. Chem.*, 2002, **277**, 34933-34940.
- [34] Winterbone M.S., Sampson M.J., Saha S., Hughes J.C., Hughes D.A.: Pro-oxidant effect of  $\alpha$ -tocopherol in patients with type 2 diabetes after an oral glucose tolerance test – a randomized controlled trial. *Cardiovasc. Diabetol.*, 2007, **22**, 6:8.

## ANTIOXIDANTS FOR THE PREVENTION AND THERAPY OF TYPE 2 DIABETES

### Summary

Oxidative stress in diabetes is a result of high concentration levels of glucose and fatty acids. It plays a key role in the pathogenesis of diabetes and its complications. Its pathogenic action consists, among other things, in suppressing the synthesis of insulin in pancreatic  $\beta$ -cells, as well as in hampering the insulin signal transmission in target cells. This action contributes to the development of insulin resistance and induces changes in vascular walls, thus, causing diabetic complications.

It was found that some antioxidants had anti-diabetic activity, for example: vitamin E, carotenoids, and various polyphenols. Medical plants used by folk medicine in different world regions have antioxidative features, and, therefore, many of those plants show anti-diabetic activity.

**Key words:** diabetes, insulin resistance, oxidative stress, antioxidants 

GRAŻYNA SIKORSKA-WIŚNIEWSKA

## NADWAGA I OTYŁOŚĆ U DZIECI I MŁODZIEŻY

### Streszczenie

Otyłość jest uznana za jedną z chronicznych chorób niezakaźnych, czyli tzw. chorobę cywilizacyjną i stanowi zagrożenie dla zdrowia ludzkości. Do oceny stopnia otyłości oraz przedstawienia rozkładu danych antropometrycznych wykorzystuje się: siatki centylowe, wskaźnik BMI, wskaźnik Cole'a, pomiary obwodu talii i bioder oraz fałdomierze.

Najczęściej rozpoznaje się otyłość prostą, znacznie rzadziej wtórną. Ze względu na rozmieszczenie tkanki tłuszczowej w ustroju wyróżnia się typ androidalny i gynoidalny otyłości. Typ androidalny stwarza znaczne ryzyko rozwoju zespołu metabolicznego. Do otyłości prostej prowadzi przedłużający się w czasie dodatni bilans energetyczny, któremu sprzyjają nieprawidłowe nawyki żywieniowe (słodkie napoje, żywność typu „fast food”, przekąski), mała aktywność fizyczna i problemy emocjonalne. Otyłość dziedziczna jest wielogenowa, a realizacja skłonności do nadmiaru masy ciała zależy od wpływów środowiska. Otyłość u dzieci i młodzieży stwarza ryzyko chorób układu oddechowego, endokrynologicznego, stłuszczenia wątroby, nieprawidłowości ortopedycznych i zaburzeń psychicznych, a w wieku późniejszym – schorzeń układu sercowo-naczyniowego i cukrzycy II typu. Leczenie ściśle zależy od wieku oraz stopnia nadwagi i otyłości; podstawowym celem terapii jest utrzymanie lub zmniejszenie masy ciała i zapobieganie skutkom otyłości.

**Słowa kluczowe:** nadwaga, otyłość, dzieci, powikłania, leczenie

### Wprowadzenie

Problem otyłości u dorosłych znany jest od dawna. U dzieci narasta on od kilkunastu lat. Otyłość przez wielu rodziców nie jest uważana za chorobę. Często nie dostrzegają oni problemu, uważając nawet, że jeśli dziecko jest „pulchne”, to z pewnością jest zdrowe. Tymczasem nadwaga i otyłość znacznego stopnia stanowią zagrożenie dla zdrowia i należy je uważać za jedną z chronicznych chorób niezakaźnych, do niedawna nazywanych chorobami cywilizacyjnymi.

### Nadwaga i otyłość

Nadwaga jest to różnica pomiędzy aktualną a należną masą ciała wyrażona w kilogramach lub procentach zgodnie ze wzorem:

$$\text{Nadwaga} = \frac{\text{masa ciała aktualna} - \text{masa ciała należna}}{\text{masa ciała należna}} \times 100 [\%]$$

Otyłość jest to patologiczne zwiększenie masy tkanki tłuszczowej w organizmie, co prowadzi do upośledzenia funkcji różnych narządów i w rezultacie do wzrostu ryzyka chorobowości. Zatem stan ten jest chorobą, a nie tylko defektem kosmetycznym. U dorosłych otyłość rozpoznaje się, gdy zawartość tkanki tłuszczowej jest większa niż 30% należnej masy ciała u kobiet i 25% u mężczyzn; u dzieci zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie ściśle zależy od wieku i płci.

Do oceny stopnia otyłości oraz przedstawienia rozkładu danych antropometrycznych wykorzystuje się: siatki centylowe i tzw. wskaźnik masy ciała BMI. Pediatrzy rzadziej posługują się fałdomierzami, które służą do oceny grubości tkanki podskórnej.

Siatki centylowe (m.in. masy w stosunku do wieku, wzrostu w stosunku do wieku i masy w stosunku do wzrostu) umożliwiają graficzne przedstawienie pozycji danego parametru i porównanie go z normą.

Wskaźnik BMI (Body Mass Index) oblicza się według wzoru:

$$\text{BMI} = \frac{\text{masa rzeczywista [kg]}}{(\text{wzrost [m]})^2}$$

Wartości wskaźnika między 20 a 25 uznawane są za prawidłowe. Nadwagę rozpoznaje się, gdy BMI mieści się w granicach pomiędzy 25 a 30, a otyłość, gdy BMI przekracza 30. U dzieci wartość otrzymanego z obliczeń BMI porównuje się z danymi z siatki centylowej. Mimo, że ocena wskaźnika BMI przy użyciu siatek centylowych pozwala na odpowiednią ocenę stanu odżywienia dziecka i uważana jest za „złoty standard” w rozpoznawaniu otyłości, nie jest ona często stosowana przez pediatrów, którzy w swojej praktyce najczęściej posługują się siatkami masy ciała i proporcji.

U młodszych dzieci do oceny antropometrycznej stosuje się raczej wskaźnik Cole'a (LMS - Least Mean Square) [4].

$$\text{LMS} = \frac{\text{MR[kg]} \times \text{WS [m]}^2}{\text{MS [kg]} \times \text{WR [m]}^2} \times 100 [\%]$$

gdzie: MR – rzeczywista masa ciała badanego dziecka,

WS – standardowa wysokość dla wieku i płci badanego dziecka,

WR – rzeczywista wysokość badanego dziecka (50 centyl wzrostu dla dziecka w danym wieku),

MS – standardowa masa ciała dla wieku płci badanego dziecka (50 centyl masy ciała dla dziecka w danym wieku).

Wskaźnik Cole'a jest zatem ilorazem aktualnego i standardowego Wskaźnika Masy Ciała:

$$\text{LMS} = (\text{BMI akt.} / \text{BMI stand.}) \times 100 [\%]$$

Prawidłowy LMS występuje przy wartościach między 90–110%; nadwaga obejmuje wartości 111–120%, a otyłość – wartości >120%.

### **Występowanie otyłości**

Nadmierna masa ciała jest problemem społecznym; w 1997 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) oficjalnie ogłosiła otyłość ogólnoswiatową epidemią obejmującą dzieci i dorosłych, uznając ją za jedno z największych zagrożeń dla zdrowia ludzkości. Liczba osób otyłych gwałtownie rośnie, co może dziwić wobec propagowanego w ostatnich kilkunastu latach wizerunku szczupłej aż do przesady sylwetki. Uważa się, że świat objęła obecnie pandemia otyłości, która dotyka zarówno kraje wysoko uprzemysłowione, jak i państwa o niskim dochodzie narodowym [6]. Z danych opublikowanych przez Haslama i Jamesa [8] w 2005 r. wynika, że około 10% światowej populacji do 18 roku życia ma nadwagę lub otyłość, a amerykańskie badania prowadzone na dużej grupie ponad 8 tysięcy dzieci i młodzieży, zakończone w 2002 r., wskazują na nadmiar masy ciała u około 30% z nich [9]. Według innych danych, nawet ponad połowa Amerykanów wykazuje nadmierną masę ciała [5]. Niepokojące są ogólnoswiatowe dane dotyczące małych dzieci – szacuje się, że ponad 22 miliony dzieci poniżej 5 roku życia jest otyłych [12]. Badacze europejscy uważają, że w Europie około 20% dzieci ma nadmiar masy ciała, z czego u około 5% stwierdza się otyłość [10]. Szacuje się, że do 2010 r. 26 milionów dzieci w Unii Europejskiej będzie miało nadmierną masę ciała, z czego 6,4 miliona będzie otyłych [12]. W Polsce częstość występowania otyłości waha się w różnych regionach od 2,5 do 12% dzieci i młodzieży. Wśród 3 tysięcy dzieci śląskich między 7 a 9 rokiem życia nadwagę rozpoznano u ponad 15%, a otyłość u prawie 4% [14].

### **Przyczyny i typy otyłości**

Kontrolę nad ilością spożywanego pokarmu sprawują ośrodki głodu i sytości znajdujące się w ośrodkowym układzie nerwowym: w podwzgórzu, układzie limbicznym, węchomózgowiu i w korze mózgu. Główną strukturą tego systemu jest jądro łukowate, obejmujące zarówno neurony wytwarzające neuroprzekaźniki pobudzające (neuropeptyd Y, białko agouti), jak i hamujące apetyt, czyli substancje antyoreksygenne (proopiomelanokortyna, transkrypty kokainy i amfetaminy).

Ośrodki pokarmowe otrzymują informacje natury chemicznej poprzez substraty energetyczne (glukoza, wolne kwasy tłuszczowe, aminokwasy) i poprzez neuroprzekaźniki (kwas gammaaminomasłowy GABA, acetylocholina, adrenalina, dopamina,

serotonina, endorfiny). Bodźce w sposób ciągły docierają do ośrodków regulacyjnych, które wpływają na zużycie glukozy, uwalnianie insuliny, termogenezę i pobór pożywienia. Na łaknienie mają największy wpływ neurotransmitery:

- pobudzające: noradrenalina (zwiększa apetyt na węglowodany),
- hamujące: serotonina (zmniejsza apetyt na węglowodany) i dopamina (hamująca spożywanie tłuszczów) [2].

W populacji dzieci i dorosłych najczęściej (w ponad 90% przypadków) rozpoznaje się otyłość prostą (samoistną, jednoobjawową, pierwotną), czyli taką, której nie towarzyszą inne objawy chorobowe; powstaje ona wskutek zaburzenia równowagi między ilością energii dostarczonej wraz z pożywieniem a wydatkowaną przez organizm. Ten typ otyłości jest często uwarunkowany genetycznie – u innych osób w rodzinie można stwierdzić nadmiar masy ciała, wynikający prawdopodobnie z małego tempa podstawowej przemiany materii. Istotną rolę w rozwoju otyłości prostej odgrywają czynniki środowiskowe: jedzenie bywa formą ucieczki od stresu (rozwód rodziców, nieszczęścia w rodzinie, wykorzystywanie seksualne, niepowodzenia szkolne), aktywność fizyczna jest bardzo ograniczona, w rodzinie panuje nieprawidłowy sposób odżywiania się. Do rozwoju otyłości prostej szczególnie predysponowane są dzieci z rodzin, których członkowie mają nadmiar masy ciała oraz młodzież w okresie pokwitania.

Otyłość młodzieńcza wynika ze zwolnienia szybkości wzrastania, co zmniejsza zapotrzebowanie energetyczne. Apetyt dziecka jest w tym czasie dość znaczny, zatem wyraźne bywa gromadzenie zapasów tkanki tłuszczowej, która stanie się źródłem energii w okresie znacznych wydatków metabolicznych w fazie dojrzewania.

Otyłość wtórna (patologiczna) wynika ze schorzeń endokrynologicznych, układu nerwowego, wad genetycznych lub jest skutkiem przewlekłego leczenia [13].

Przyczyny otyłości wtórnej:

- choroby układu wewnątrzwydzielniczego: choroba Cushinga, niedoczynność tarczycy, niedoczynność przynależnych, niedobór hormonu wzrostu, hyperinsulinizm, zaburzenia okresu pokwitania, przekwitania i ciąży;
- choroby układu nerwowego: mózgowo porażenie dziecięce (może przebiegać również z wyniszczeniem), rdzeniowy zanik mięśni, guzy ośrodkowego układu nerwowego, stan po zapaleniu opon mózgowych i mózgu, stan po urazach ośrodkowego układu nerwowego;
- zespoły genetyczne i chromosomalne: zespół Downa, zespół Turnera, zespół Klinefeltera, rzadkie zespoły genetyczne, choroby spichrzeniowe,
- przewlekłe stosowanie leków: steroidów, leków przeciwpadaczkowych, leków psychotropowych i uspokajających.

Podział patogenetyczny wyodrębnia otyłość regulacyjną, w której pod wpływem różnych czynników, np. psychicznych, hormonalnych, ekonomicznych, zostaje zabu-



rzony prawidłowy mechanizm głodu i sytości, a tym samym przyjmowania pokarmów. W otyłości metabolicznej podstawową przyczyną przyrostu tkanki tłuszczowej jest wrodzone lub nabyte zaburzenie przemian węglowodanów lub lipidów [17].

W zależności od rozmieszczenia tkanki podskórnej wyróżnia się typ otyłości:

- androidalny (brzuszny, trzewny, „jabłkowy”) charakterystyczny dla płci męskiej, w którym tłuszcz lokalizuje się głównie na brzuchu. W tym typie ryzyko towarzyszących zaburzeń metabolicznych, nadciśnienia tętniczego, cukrzycy i chorób układu krążenia jest szczególnie wysokie. Wynika to z faktu, że tkanka tłuszczowa obecna wewnątrz jamy brzusznej jest bardziej wrażliwa na działanie hormonów podwyższających stężenie tłuszczów we krwi niż tłuszcz w innej lokalizacji.
- gynoidalny (pośladkowo-udowy, „gruszkowy”), występujący głównie u płci żeńskiej, u której tkanka tłuszczowa lokalizuje się przede wszystkim na biodrach, pośladkach i udach.

Typy otyłości androidalnej i gynoidalnej różnią się pod względem metabolicznym. W przypadku typu brzusznego rozwija się zespół metaboliczny („zespół oporności na insulinę”), charakteryzujący się hyperinsulinemią, hyperurikemią i wysokim stężeniem fibrynogenu we krwi, a także niekorzystnym składem lipidów osocza (zwiększone stężenie triacylogliceroli, cholesterolu LDL wraz ze zmniejszeniem zawartości frakcji HDL). Zatem u osób tej grupy częściej niż z gynoidalnym typem otyłości stwierdza się nadciśnienie, cukrzycę II typu oraz różne postaci miażdżycy tętnic: chorobę wieńcową, udary, niedokrwienie kończyn, wzrasta również ryzyko choroby zatorowo-zakrzepowej. Skłonność do odkładania tłuszczu na brzuchu jest silnie zdeteminowana genetycznie i pojawia się głównie w wieku dojrzałym [2].

Przyczyny otyłości wtórnej, uwarunkowanej chorobami układu nerwowego, endokrynnego, lekami i zaburzeniami chromosomalnymi oraz genetycznymi zostały przedstawione przy omawianiu typów otyłości. Zdecydowanie najczęściej otyłość wynika z dodatniego bilansu energetycznego, spowodowanego nadmiarem energii z pokarmu w stosunku do wydatku na podstawową przemianę materii, ruch i termogenezę. Do najczęstszych przyczyn należą:

- nieprawidłowe nawyki żywieniowe: spożywanie zbyt dużych ilości żywności (przejadanie się), nieprawidłowy skład posiłków z dużą ilością cukrów prostych i tłuszczów. Szeroko propagowane w krajach uprzemysłowionych produkty gotowe do spożycia, mało wartościowe, ale kaloryczne, są w wielu rodzinach podstawą żywienia. Dzieci otrzymują do szkoły na drugie śniadanie batony, chipsy, ciastka i napoje typu cola, zamiast owoców i wody mineralnej lub dostają od rodziców pieniądze na zakup przekąsek, przy czym są to najczęściej, lubiane przez dzieci, produkty wysokokaloryczne. Młodzież często żywi się w barach szybkiej obsługi. Wysokoenergetyczna żywność typu „fast food” zwykle zawiera znaczne ilości tłuszczów nasyconych i izomerów *trans*, a jednocześnie niską – błonnika pokar-

mowego, pierwiastków śladowych i przeciwutleniaczy. Przyczynę większej częstości występowania otyłości u dzieci z biednych regionów przypisuje się nieprawidłowo zbilansowanej diecie, która obfituje w tańsze, bogato węglowodanowe i bogato tłuszczowe składniki oraz nieregularne spożywanie posiłków. Dzieci i młodzież z rodzin o niskich dochodach mają również ograniczony dostęp do obiektów sportowych;

- mała aktywność fizyczna („couch potato kid”) i nieprawidłowo ukształtowany styl życia rodziny, w której większość czasu spędza się przed telewizorem lub komputerem, przegryzając wysokokaloryczne przekąski, podczas gdy ruch na świeżym powietrzu ogranicza się do krótkiego spaceru w niedzielę;
- problemy emocjonalne, nieprawidłowe relacje rodzinne (rozwoły, separacje), wykorzystywanie seksualne, nieszczęścia, stresujący tryb życia z dużym obciążeniem psychicznym, np. wygórowane wymagania szkolne i rodzicielskie. Długotrwałe negatywne czynniki psychoemocjonalne kompensowane są przyjemnością, jaką jest jedzenie, jednocześnie mogą zaburzać prawidłowe funkcjonowanie ośrodków sytości i głodu w podwzgórzu i korze mózgowej, prowadząc do ciągłego objadania się;
- nieprawidłowe odżywianie się kobiety ciężarnej. Okres życia płodowego jest niezwykle istotny dla kształtowania masy ciała dziecka po porodzie i w wieku późniejszym. Wyniki badań wskazują, że nadwaga u matki i nadmierny dowóz energii w okresie prenatalnym sprzyjają otyłości dziecięcej [5], zwiększając ryzyko zespołu metabolicznego w związku z uszkodzeniem aparatu wyspowego trzustki, powstania insulinooporności, zmian w reaktywności naczyń i nadciśnienia tętniczego. Uważa się również, że wczesne wprowadzenie karmienia sztucznego sprzyja nadmiarowi masy ciała u niemowląt z racji zwiększonego w stosunku do niemowląt karmionych naturalnie, spożycia białka choć, dane autorów w tym względzie są niespójne [1].
- czynniki genetyczne – obserwacje kliniczne, wskazujące na częstsze występowanie otyłości u dzieci rodziców z nadwagą, aniżeli z prawidłową masą ciała, skłoniły badaczy do poszukiwania genów otyłości. Obecnie wiadomo, że prawidłowa masa ciała jest w dużej mierze uwarunkowana wielogenowo, a otyłość może być wynikiem zaburzenia funkcjonowania genów kontrolujących masę ciała poprzez wpływ na prawidłową termogenezę, gromadzenie i metabolizowanie tłuszczu, utrzymywanie odpowiedniej ilości komórek tłuszczowych itp. Realizacja genetycznie uwarunkowanej skłonności do otyłości zależy od wpływów środowiska – w warunkach łatwego dostępu do pokarmu i ograniczenia wysiłku fizycznego ekspresja genów warunkujących przyrost masy ciała doprowadza do otyłości. Wpływ środowiska prawdopodobnie jest najsilniejszy w okresie dzieciństwa, kiedy kształtują się nawyki żywieniowe, zazwyczaj zgodne z rodzicielskimi [13].

Obecnie wyizolowano kilkadziesiąt genów, które mogą mieć znaczenie w rozwoju otyłości. Odpowiadają one za syntezę białek uczestniczących w metabolizowaniu tłuszczów, hormonów, neuropeptydów i cytokin kontrolujących łaknienie. Najlepiej poznany jest gen *ob* znajdujący się na 7 chromosomie. Jego produktem jest białko leptyna, wytwarzane przez tkankę tłuszczową. Białko to dociera wraz z krwią do podwzgórza, gdzie łączy się z receptorem, w wyniku czego hamowana jest synteza i uwalnianie neuropeptydu Y, zwiększającego łaknienie i ograniczającego termogenezę. Leptyna zwiększa uczucie sytości, obniża apetyt, nasila termogenezę, zwiększając zużycie energii oraz zmniejsza stężenie insuliny i glukozy we krwi [19]. Ponieważ u osób otyłych stężenie leptyny we krwi jest zwykle wyższe aniżeli u osób z prawidłową masą ciała, uważa się, choć nie jest to do końca wyjaśnione, że istnieją u nich substancje działające antagonistycznie względem leptyny, powodujące leptynooporność. Wyniki badań wskazują na znaczne wahania ekspresji genu *ob* w czasie głodu i powrotu do normalnego odżywiania. W czasie głodzenia (np. u pacjentów z jadłowstrętem psychicznym) stężenie leptyny zmniejsza się do wartości nieoznaczalnych, a rośnie do bardzo wysokich wartości w okresie zwiększonego dowozu kalorycznego, co może powodować trudności z uzyskaniem normalnej masy ciała wobec zmniejszenia apetytu i zwiększenia wydatków energetycznych. Odwrotnie – u osób otyłych, stosujących restrykcje kaloryczne, obniża się poziom leptyny we krwi; zwiększa się zatem apetyt, zmniejsza termogeneza i wydatki energetyczne, a to może utrudniać utrzymanie uzyskanej z trudem obniżonej masy ciała [16].

Czynniki dziedziczne odgrywają istotną rolę w kształtowaniu konstrukcji psychofizycznej. Genetycznie uwarunkowana tendencja do nadmiaru masy ciała może być wynikiem znacznie zwiększonej podatności na bodźce środowiskowe sprzyjające tyciu.

### Następstwa otyłości i jej leczenie

Następstwa otyłości mogą być:

- pulmonologiczne: astma oskrzelowa (ma przebieg cięższy niż u dzieci szczupłych), ograniczona tolerancja wysiłku, bezdechy w czasie snu,
- ortopedyczne: płaskostopie, koślawość kolan, wady postawy,
- endokrynologiczne: przedwczesne dojrzewanie, cukrzyca II typu, hypogonadyzm, zespół torbielowatych jajników. Cukrzyca jest skutkiem insulinooporności rozwijającej się wskutek długotrwałe utrzymującej się poposiłkowej hyperglikemii. Doprowadza ona do spadku ilości receptorów insulinowych lub zmiany ich struktury. W porównaniu z osobami szczupłymi, otyli mają 10-krotnie zwiększone ryzyko cukrzycy. W 1992 r. zaledwie 4% nowych rozpoznań cukrzycy u dzieci stanowił typ II choroby, a już 2 lata później odsetek ten zwiększył się 4-krotnie; ponadto

zauważono, że ponad 90% chorych dzieci miało BMI powyżej 90 percentyla charakterystycznego dla wieku [15];

- gastroenterologiczne: stłuszczenie wątroby, kamica żółciowa;
- krążeniowe: nadciśnienie, w wieku dojrzałym udary i miażdżyca naczyń;
- zaburzenia profilu lipidowego krwi: ↑LDL CHOL, ↑TAG, ↓HDL CHOL;
- zaburzenia emocjonalne i konsekwencje psychopoleczne.

Dzieci otyłe są dyskryminowane przez rówieśników, mają niską samoocenę, niekiedy objawy depresyjne, a depresja jest tym silniej wyrażana, im wyższy jest wskaźnik BMI [7]. Zaburzenia te sprzyjają powstawaniu jadłowstrętu psychicznego i bulimii [18].

Według zaleceń ekspertów leczeniem powinny być objęte dzieci z otyłością rozpoznaną na podstawie wskaźnika BMI, którego wartość przekracza 95 centyl. Skuteczna terapia, która u dzieci nie obejmuje postępowania farmakologicznego (skuteczność i bezpieczeństwo leków hamujących apetyt podawanych dzieciom nie są znane), powinna być prowadzona przez zespół specjalistów obejmujący lekarza pediatrę, endokrynologa, dietetyka, psychologa i rehabilitanta.

Podstawowe zasady postępowania terapeutycznego w otyłości prostej:

- znaczne ograniczenia kaloryczne nie powinny być stosowane u dzieci do 7 roku życia, a dieta powinna być dobierana indywidualnie i pokrywać zapotrzebowanie na wszystkie składniki odżywcze, zapewniając wzrost i prawidłowy rozwój dziecka;
- należy zmodyfikować nieprawidłowe nawyki żywieniowe: zwiększyć w codziennej diecie udział warzyw i owoców (banany, winogrona i owoce kandyzowane są wysokokaloryczne), ryb, kasz i razowego pieczywa kosztem nasyconych tłuszczów zwierzęcych; należy wyeliminować napoje o znacznej zawartości cukru, a korzystanie z barów szybkiej obsługi powinno być wyłącznie sporadyczne;
- warto zadbać, aby dziecko jadło regularnie i nie pojadało, zwłaszcza słodczy, chipsów i innych wysokokalorycznych produktów;
- trzeba zwiększyć wysiłek fizyczny (jazda na rowerze, gra w piłkę, taniec, pływanie przez przynajmniej pół godziny dziennie) kosztem ograniczenia czasu spędzanego przed telewizorem i komputerem;
- zaangażować dziecko w prowadzone leczenie i w samokontrolę prowadzoną w formie dzienniczka, zawierającego informacje o ilości i kaloryczności spożywanych posiłków;
- utrata masy ciała powinna być stopniowa, ale systematyczna, a efekty stosowanego leczenia należy utrzymywać w następnych latach.

## Podsumowanie

Istnieje pilna potrzeba edukacji zdrowotnej dzieci i młodzieży, gdyż prawie 1/3 populacji młodzieży z nadmierną masą ciała ma cechy zespołu metabolicznego [11]. Zarówno rodzice, jak i lekarze, powinni zatem uświadamiać dzieciom i pacjentom konieczność stosowania prawidłowej, zbilansowanej diety, unikania sytuacji sprzyjających tyciu, jak i propagowania aktywnego trybu życia. Adresatem tych zaleceń powinny być nie tylko osoby otyłe, ale i szczupłe, ponieważ prawidłowa masa ciała w czasie dzieciństwa, dojrzewania i młodości wcale nie chroni przed rozwojem nadwagi w późniejszym okresie.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura

- [1] Agras W.S., Kramer M.S.: Does a vigorous feeding style influence early development of adiposity. *J. Pediatr.* 1987, **110**, 799-804.
- [2] Baghi D., Preuss H.G.: *Obesity. Epidemiology, Pathophysiology, and Prevention. CRC Series in Modern Nutrition Science*, Boca Raton 2007.
- [3] Berkowitz RI, Stallings VA, Maislin G, Stunkard AJ.: Growth of children at high risk of obesity during the first 6 y of life: implications for prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2005, **81** (1), 140-146.
- [4] Cole TJ.: The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1990, **44**, 45-60.
- [5] Elliott M.A., Copperman N.M., Jacobson M.S.: Pediatric obesity prevention and management. *Minerva Pediatr.*, 2004, **56**, 265-276.
- [6] Galal O.M., Hulett J.: Obesity among schoolchildren in developing countries. *Food Nutr. Bull.*, 2005, **26** (Suppl 2), 261-266.
- [7] Goodman E, Whitaker R.C.: A prospective study of the role of depression in the development and persistence of adolescent obesity. *Pediatrics*, 2002, **110**, 912-921.
- [8] Haslam D.W., James W.P.: Obesity. *Lancet*, 2005, **366**, 1197-1209.
- [9] Hedley A.A, Ogden C.L., Johnson C.L.: Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *JAMA*, 2004, **291**, 2847-2850.
- [10] International Obesity Task Force. *European Union Platform Briefing Paper*. Brussels, 15 March 2005.
- [11] Knerr I.: Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *MMW Fortschr Med.*, 2004, **146**, 41-43.
- [12] Kosti R.I., Panagiotakos D.B.: The epidemic of obesity in children and adolescents in the world. *Cent. Eur. J. Public Health*, 2006, **14**, 151-159.
- [13] Lange A., Starostecka A., Graliński S.G. Otyłość dziecięca. *Klin Ped.* 2001, **2**, 295-297.
- [14] Małecka-Tendera E., Klimek K, Matusik P.: Obesity and overweight prevalence in Polish 7- to 9-year-old children. *Obes. Res.*, 2005, **13**, 964-968.
- [15] Pinhas-Hamiel O., Dolan L.M., Daniels S.R., Standiford D., Khoury P.R., Zeitler P.: Increased incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus among adolescents. *J Pediatr.*, 1996, **128**, 608-615.

- [16] Romer T.: Rola leptyny w stanie sytości i głodu. *Pediatrica Polska*, 1997, **9**, 783-786.
- [17] Stawiarska-Pięta B., Paszczela A., Szaflarska-Stojko E.: Patofizjologia otyłości – zaburzenia mechanizmów regulacji łaknienia w aspekcie otyłości. *Ann Acad Med. Siles*, 2007, **1**, 77-88.
- [18] Szajewska H. Otyłość u dzieci. *Nowa Pediatría*, 2002, **3**, 209-211.
- [19] Tatoń J., Czech A., Bernas M.: Zaburzenia endokrynne tkanki tłuszczowej w patogenezie otyłości. W: *Otyłość. Zespół metaboliczny*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2007, s. 138-147.

## OVERWEIGHT AND OBESITY IN CHILDREN AND YOUNG PEOPLE

### S u m m a r y

Obesity is considered one of the chronic, non-contagious diseases, i.e. a civilization disease; it constitutes a threat to mankind's health. To assess the degree of obesity, as well as to present the distribution of anthropometrical data, the following is used: centile charts, body mass index (BMI), Cole's index, waist and hip size measurements, and skinfold calipers.

Most frequently, the simple (ordinary) obesity is diagnosed, and the secondary much more seldom. With regard to the fat tissue localization, two types of obesity are distinguished: android and gynoid. Android obesity creates a high risk that a metabolic syndrome can develop. A positive energy balance that continues over time leads to the simple (ordinary) obesity, that is also supported by improper nutrition habits (sweet beverages, "fast food", snacks), as do low physical activity and emotional problems. Obesity is multigene inherited, and the realization of tendency to excessive body mass depends on the impacts of environment. Obesity in children and young people generates a risk of the following diseases: respiratory system diseases, endocrine system diseases, fatty degeneration of the liver, orthopaedic malformations and psychiatric disorders, and later on: cardio-vascular diseases and type 2 diabetes. Treating obesity is closely related with the age and degree of overweight of obese patients. The basic purpose of therapy is to maintain or to reduce the patient's weight, and to prevent medical complications resulting from their obesity.

**Key words:** overweight, obesity, children, complications, treatment ☒

EWA BABICZ-ZIELIŃSKA, ROMUALD ZABROCKI

## POSTAWY KONSUMENTÓW WOBEC PROZDROWOTNEJ WARTOŚCI ŻYWNOŚCI

### Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań różnych autorów dotyczące postaw konsumentów w stosunku do diety i żywności o działaniu prozdrowotnym. Jak wykazały cytowane badania, prozdrowotna wartość żywności miała większe znaczenie dla kobiet z wyższym wykształceniem mających małe dzieci, chorych członków rodzin, dla osób starszych oraz dla tych, którzy są na specjalnej diecie. Głównymi czynnikami wyboru żywności były cechy sensoryczne produktu oraz jakość i świeżość. Zdrowa dieta i wartość prozdrowotna produktów miała mniejsze znaczenie niż smak. Jest to ważna informacja dla technologów i producentów żywności przy wprowadzaniu nowego produktu na rynek.

**Słowa kluczowe:** konsument, postawy, żywność prozdrowotna

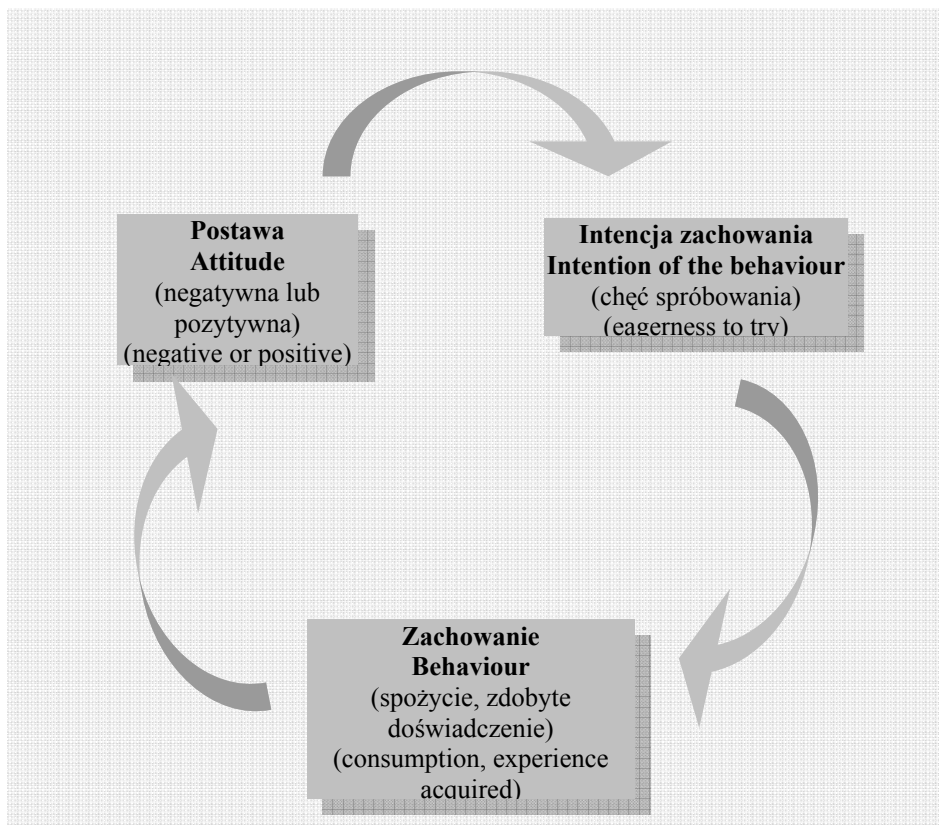
### Wprowadzenie

Dieta człowieka w cywilizacji zachodniej charakteryzuje się nadmierną konsumpcją żywności ogółem, zwłaszcza wysoko przetworzonej, niedostosowaniem spożycia do potrzeb organizmu, a także niewłaściwymi proporcjami składników odżywczych (wysokie spożycie tłuszczów nasyconych i cholesterolu, nadmierne spożycie cukru i soli oraz alkoholu). Właśnie nadkonsumpcji często towarzyszy niedobór poszczególnych składników odżywczych, ważnych dla organizmu człowieka. Prowadzi to do powstawania chorób dietozależnych, jak otyłość, cukrzyca, miażdżyca czy niektóre nowotwory. Wprawdzie w ostatnich latach zauważa się zmiany pozytywne w zachowaniach żywieniowych Polaków, jak wzrost spożycia tłuszczów roślinnych i drobiu, czy zmniejszenie konsumpcji mięsa czerwonego, jednak są one nadal zbyt małe, aby mówić o prozdrowotnych zachowaniach [12]. W związku z tym istnieje potrzeba zmian takich zachowań.

### Zachowania i postawy w badaniach stosunku konsumenta do żywności i żywienia

Oceny zmiany zachowań dokonuje się przez analizę postaw. Znajomość postaw pozwala na bliższe określenie późniejszego zachowania się, dając jednocześnie odpowiedź na przyczyny takiego, a nie innego postępowania. Postawy są ważnym czynnikiem psychologicznym mającym wpływ na zachowania i wybór żywności. Sugerowano, że preferencje, wyrażane najczęściej stopniem lubienia lub nielubienia, są właściwością postaw [24]. Potencjalny nabywca ma określone przekonania o danym produkcie i będzie oczekiwał, że spełni on jego oczekiwania.

Badania stosunku konsumenta do żywności i żywienia obejmują ocenę dwóch klas zmiennych: zachowań i postaw. Zmienne związane z zachowaniem to wybór, kupno i konsumpcja. Zmienne związane z postawami to zwykle oszacowanie reakcji afektywnych, jak lubienie/nielubienie, przyjemność/nieprzyjemność bądź określenie chęci selekcji lub spożycia wyrażane np. przez intencję zakupu lub pożądaną częstotliwość spożycia. Zależność między postawą a zachowaniem przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Zależność między postawą konsumenta a jego zachowaniem.

Fig. 1. Dependency between the consumer attitude and their behaviour.



Postawy przyjmują wartości mieszczące się między dwoma ekstremami: postawą zdecydowanie pozytywną i postawą zdecydowanie negatywną. Dzięki temu mogą być one poddane pomiarom za pomocą różnego rodzaju skal, głównie porządkowych, jak np. skala Likerta.

Skalę do badania postaw w stosunku do zdrowia i żywności o działaniu prozdrowotnym (General Health Interest) zaproponowali Roininen i Tuorila [27]:

1. Dbam o zdrowe odżywianie (postawa pozytywna P).
2. Staram się, aby moja dieta była zdrowa i zbilansowana (P).
3. Jest dla mnie ważne, aby moja dieta była ubogotłuszczowa (P).
4. Dbam, aby moja dieta była bogata w składniki mineralne i witaminy (P).
5. Jem, co lubię i nie przejmuję się zdrową dietą (postawa negatywna N).
6. Prozdrowotność żywności nie wpływa na mój wybór (N).
7. Wartość zdrowotna moich przekąsek nie ma dla mnie znaczenia (N).
8. Nie zwracam uwagi na zawartość cholesterolu w produkcie (N).

Możliwe odpowiedzi mieszczą się między 1 „nie zgadzam się całkowicie” oraz 5 „zgadzam się całkowicie”. Podobnie można ocenić postawy w stosunku do produktów typu „light” (Light Product Interest) oraz w stosunku do produktów naturalnych (Natural Product Interest).

### **Czynniki decydujące o wyborze żywności prozdrowotnej**

W badaniach przeprowadzonych w krajach UE za zdrową dietę konsumenci uznali dietę o obniżonej zawartości tłuszczu i cholesterolu (48%), zbilansowaną (43%), ze zwiększoną ilością warzyw i owoców (41%), zawierającą świeże, nieprzetworzone produkty, bezmiesną, bogatą w błonnik i owoce, z ograniczoną zawartością cukru i soli. Z kolei motywem stosowania takiej diety była chęć utrzymania dobrego stanu zdrowia (65%), profilaktyka chorób (66%), zmniejszenie masy ciała (53%), utrzymanie dobrego samopoczucia (53%), poprawa jakości życia (45%) [37]. Wg Lindemana i Starka [20] samopoczucie, motywacja i wiedza w równym stopniu wpływają na zmniejszenie masy ciała i dobry stan zdrowia, a te dwa czynniki łącznie z profilaktyką chorób kształtują zdrowe odżywianie.

Wiedza żywieniowa znacząco korelowała ze zwiększonym spożyciem warzyw i owoców i zmniejszonym – tłuszczu [35]. Jednak wiedza nie wpłynęła na zmianę zachowań na prozdrowotne, jeśli dana osoba nie ma ku temu motywacji [22]. Taką motywacją może być dieta odchudzająca [8].

Czynniki decydującymi o wyborze żywności w badaniach europejskich były jakość/świeżość (74%), cena (43%), smak (38%), chęć zdrowego odżywiania (32%), wpływ rodziny (29%) [19]. W badaniach amerykańskich były to w kolejności: smak, cena, prawidłowe żywienie, wygoda (komfort) [11]. Podobne wyniki uzyskano w badaniach krajowych [3].

We wszystkich przeprowadzonych badaniach cechy sensoryczne były decydującym czynnikiem wyboru żywności. Zdrowa dieta w dotychczasowych badaniach miała mniejsze znaczenie niż smak i świeżość. Jest to ważna informacja dla technologów żywności przy wprowadzaniu nowego produktu na rynek.

Do żywności o działaniu prozdrowotnym zalicza się szereg produktów takich, jak [30, 33]:

- naturalne produkty wykazujące właściwości prozdrowotne, zarówno pochodzenia roślinnego (soja i jej produkty, czekolada, winogrona, wino i piwo, pomidory i przetwory z nich, owoce cytrusowe, herbata, czosnek, ryż, brokuły), jak i zwierzęcego (tłuste ryby morskie, tradycyjne mleczne napoje fermentowane – kefir, jogurt),
- żywność wzbogaconą w składniki odżywcze, np. w błonnik lub witaminy,
- żywność o obniżonej zawartości składników niepożądanych, np. o zmniejszonej zawartości cholesterolu, soli, cukru, tłuszczu itp.,
- żywność o zwiększonej dostępności prozdrowotnych składników na drodze modyfikacji technologicznej.

W USA konsumentem żywności prozdrowotnej były głównie kobiety, dobrze wykształcone, o wyższych dochodach, w wieku 35-55 lat [5]. Do innych czynników decydujących o zainteresowaniu tą żywnością należały posiadanie małych dzieci lub chorych członków rodziny [33].

Przy wyborze żywności prozdrowotnej znaczącą rolę odgrywają także poglądy: o możliwości wpływu na własne zdrowie [14], o zdrowotnych właściwościach produktów naturalnych [6]. Korzyści zdrowotne były głównym powodem jej zakupu także przez polskie respondentki [7]; aż 74% respondentek deklarowało zakup tej żywności, a 66% było zadowolonych z oferowanego asortymentu tej żywności.

Z badań przeprowadzonych w grupie studentek wynika, że młode kobiety w większości opowiadały się za wzbogacaniem żywności w składniki odżywcze. Jako głównych odbiorców żywności funkcjonalnej wskazano małe dzieci, osoby w wieku podeszłym oraz kobiety ciężarne i karmiące [15].

Troska o zdrowie wyraża się między innymi zmniejszonym spożyciem produktów bogatych w tłuszcze i zwiększonym spożyciem warzyw i owoców [36]. Zainteresowanie produktami lekkimi korelowało z większym spożyciem produktów mlecznych niskotłuszczowych oraz warzyw i owoców. W badaniach postaw konsumentów krajowych wobec prozdrowotnych artykułów żywnościowych wykazano, że większe znaczenie w profilaktyce chorób mają produkty o obniżonej zawartości tłuszczu i cholesterolu niż produkty o obniżonej zawartości cukru i soli [29]. Czynniki prozdrowotne miały większe znaczenie w przy wyborze produktów wśród osób odchudzających się i dbających o swoją sylwetkę [8].

W badaniu preferencji i spożycia olejów roślinnych wykazano istotny wpływ wartości prozdrowotnej produktu na zdrowie i dobre samopoczucie [23]. Czynnikiem ten był wymieniany jako najważniejszy. Oceniając wpływ preferencji, informacji i charakterystyki konsumenta na intencję zakupu i wolę zapłacenia więcej za tłuszcze o udowodnionej wartości zdrowotnej wykazano, że głównymi powodami do podjęcia decyzji o zakupie były wartość zdrowotna i cena. Wartość zdrowotna tłuszczu była ceniona wyżej przez kobiety, osoby starsze i respondentów ceniących zdrowotne aspekty żywności [4].

Stosunkowo często badane były postawy konsumentów w odniesieniu do produktów o obniżonej zawartości tłuszczu. W badaniach preferencji mięsa, ryb i produktów mlecznych oraz tłuszczów, przeprowadzonych wśród studentów polskich, 64% wybierało produkty o zmniejszonej zawartości tłuszczu, co świadczy o istotnej roli czynnika prozdrowotnego [2]. Wśród konsumentów amerykańskich preferowane były raczej produkty o niskiej kaloryczności, choć niepozbawione tłuszczu [28].

Stwierdzono także ważny wpływ informacji o wartości zdrowotnej produktu na jego akceptację. Informacja o zmniejszonej zawartości tłuszczu zmniejszała preferencje i intencje spożycia batonów czekoladowych, natomiast zwiększała margaryn, ale tylko u tych respondentów, którzy dbali o własne zdrowie [17].

Znaczną grupę produktów prozdrowotnych stanowią produkty zawierające żywe kultury bakterii. W badaniu wyboru soków wykazano wzrost preferencji soków probiotycznych wraz z wiekiem konsumenta [21].

Minimalnie przetworzone warzywa i pakowane owoce są ważne dla zdrowia, ponieważ zachowują właściwości świeżych produktów przy zwiększeniu ich funkcjonalności. Dowiedziono [26], że w istocie podstawowymi motywami zakupu takich produktów były wygoda i szybkość sporządzania, a tylko część respondentów jest świadoma zachowania przez tak przetworzone produkty walorów żywieniowych. Taka żywność była wybierana częściej przez osoby młode, z wyższym wykształceniem, prowadzące niewielkie gospodarstwa domowe [13].

Informacja o prozdrowotnej wartości ryb [10] oraz wiedza konsumentów [1] wpływała na ich spożycie. Większe spożycie ryb o zmniejszonej zawartości tłuszczu zauważono wśród osób z wyższym wykształceniem i młodszych, pragnących się odchudzać, spożywających więcej ryb w dzieciństwie, o wyższych dochodach [31].

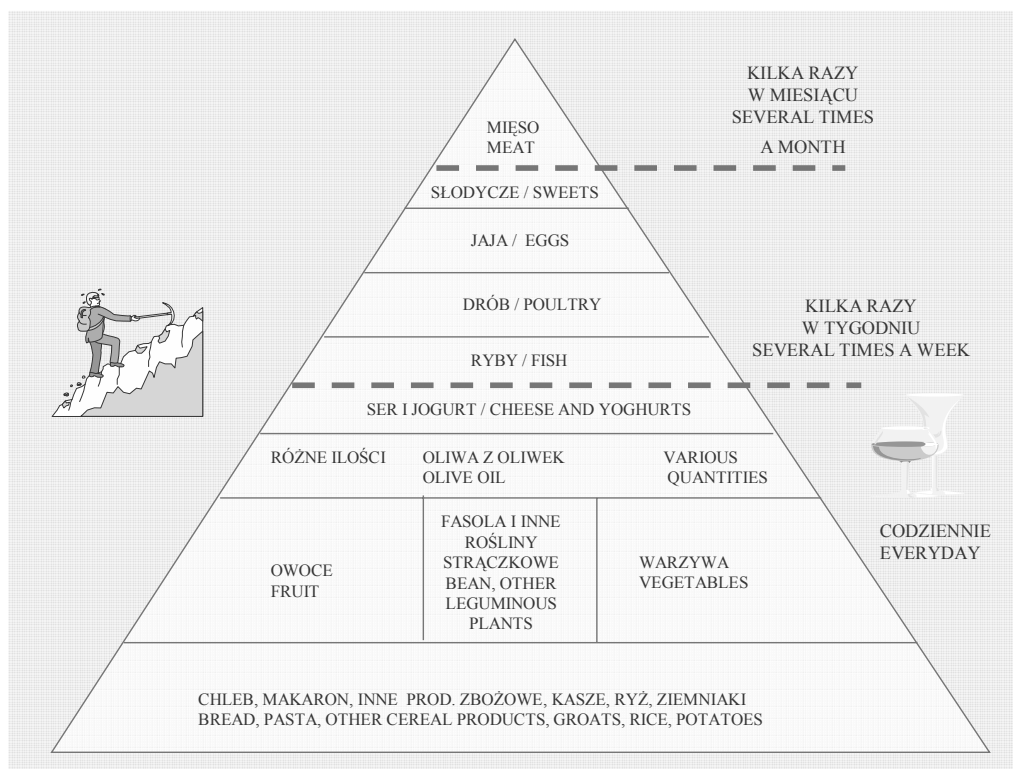
Badania wśród kobiet w wieku 45-69 lat w Norwegii wykazały, że spożycie ryb wzrastało ze wzrostem przekonania o ich wartości zdrowotnej, częstości występowania chorób serca, wieku, wielkości rodziny, a malało przy niskich dochodach [32].

Kryzysy żywnościowe zmieniają poglądy, postawy i zachowania w stosunku do określonych rodzajów żywności. Przykładem może być zmiana odnotowana w stosunku do mięsa, które mogło być zanieczyszczone dioksynami. W tym okresie odnotowano [33, 34] wyraźny wzrost wymagań konsumentów odnośnie bezpieczeństwa i zawar-

tości hormonów na etapie produkcji, dostaw i gwarancji. Za najbardziej istotne zagrożenia dla zdrowia uznano obecność substancji obcych (metale ciężkie, pestycydy), na drugim miejscu znalazło się obfite i tłuste jedzenie (34% respondentów), a na trzecim zatrucia pokarmowe [18]. Badania przeprowadzone wśród polskich konsumentów [16] wykazały, że za żywność bezpieczną dla zdrowia uznają oni przede wszystkim żywność świeżą, bez konserwantów i dodatków oraz żywność z upraw ekologicznych. Tylko 1% respondentów uważał, że każda żywność dostępna na rynku jest bezpieczna dla zdrowia.

Marka produktu, postrzegana jako gwarancja jakości, większe znaczenie miała dla kobiet młodych, z wyższym wykształceniem [13].

W badaniach spożycia żywności w krajach UE [25] wykazano, że najbardziej optymalny wzorzec żywieniowy realizowany jest w krajach basenu Morza Śródziemnego, w których praktykowana jest tzw. dieta śródziemnomorska. Piramidę śródziemnomorskiego modelu żywienia przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Piramida śródziemnomorskiego modelu żywienia.

Fig. 2. Pyramid of the Mediterranean diet model.

Jednym ze składników tej diety o prozdrowotnym znaczeniu jest wino. Jak wykazały badania, dla konsumenta greckiego najważniejsze znaczenie przy zakupie wina mają smak, klarowność, region pochodzenia, aromat oraz atrakcyjna etykieta, a nie walory zdrowotne [9].

### Podsumowanie

Żywność o prozdrowotnych właściwościach pełni ważną rolę w profilaktyce chorób dieto zależnych, jak też opóźnieniu procesu starzenia się organizmu. Jednak najbardziej optymalny skład oraz wysoka wartość odżywcza żywności nie spowoduje pozytywnych skutków, jeśli nie zostanie przez konsumenta zaakceptowana. Jak wykazano na podstawie cytowanych badań, wartość prozdrowotna żywności ma dla konsumenta, zwłaszcza młodszego, mniejsze znaczenie niż walory sensoryczne.

Należy wziąć pod uwagę ten aspekt zarówno w działaniach marketingowych przy wprowadzaniu nowych produktów na rynek, jak i szeroko pojętej edukacji żywieniowej, bowiem (wypowiedź Prof. N. Baryłko-Pikielnej z konferencji w Krakowie w 2007 r.) „wartość odżywcza ma tylko ta żywność, która zostanie spożyta” .

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21 - 22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Altekruise S.F., Timbo B.B., Headdrick M.L., Klontz K.C.: Associations between diet and health behaviour – results from the 1992 Rhode Island behaviour risk factor survey. *J. Behavioral Medic.*, 1995, **18**, 225-232.
- [2] Babicz-Zielińska E.: Food preferences among the Polish young adults. *Food Quality Prefer.*, 1999, **10**, 139-145.
- [3] Babicz-Zielińska E.: Zachowania konsumentów w stosunku do żywności i żywienia. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość*, 2001, **4 (29) Supl.**, 5-15.
- [4] Bower J.A., Saadat M.A., Whitten C.: Effect of liking, information and consumer characteristics on purchase intention and willingness to pay more for a fat spread with a proven health benefit. *Food Quality Prefer.*, 2003, **14**, 65-74.
- [5] Childs N.M.: Functional foods and the food industry: consumer, economic and product development issues. *J. Nutraceuticals, Function. Medic. Foods*, 1997, **1**, 25-43.
- [6] Childs N.M., Poryzees G.H.: Foods that help prevent disease: consumer attitudes and public policy implications. *J. Cons. Marketing*, 1997, **14**, 433-447.
- [7] Czapska M., Jeznach M., Świącicka A.: Zachowania konsumentów na rynku żywności funkcjonalnej. *Handel Wewnętrzny*, 2002, **48**, 30-33.
- [8] Czarnocińska J., Babicz-Zielińska E., Wądołowska L., Przysławski J., Schlegel-Zawadzka M.: Czynniki wyboru żywności a modyfikacje w odżywianiu. Badania POFPRES. W: Wybrane problemy nauki o żywieniu człowieka u progu XXI wieku. Wyd. SGGW, Warszawa 2004, s. 302-306.

- [9] Fotopoulos C., Krystallis A., Ness M.: Wine produced by organic grapes in Greece: using means-end chains to reveal organic buyers' purchasing motives in comparison to the non-buyers. *Food Quality Prefer.*, 2003, **14**, 549-566.
- [10] Foxall G., Leek S., Maddock S.: Cognitive antecedents of consumers' willingness to purchase fish rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA). *Appetite*, 1998, **31**, 391-402.
- [11] Glanz K., Kristal AR., Tilley BC, Hirst K.: Psychosocial correlates of healthful diets male auto workers. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 1998, **7**, 119-126.
- [12] Gronowska-Senger A.: Zachowania żywieniowe Polaków w świetle zaleceń FAO/WHO z 2003 roku. W: *Konsument i jego zachowania w warunkach polskiego członkostwa w UE*. Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 43-50.
- [13] Gutkowska K., Ozimek I.: Wybrane aspekty zachowań konsumentów na rynku żywności – kryteria różnicowania. Wyd. SGGW, Warszawa 2005.
- [14] Hilliam M.: Functional foods: the Western consumer viewpoint. *Nutrit. Rev.*, 1996, **54**, S189-S194.
- [15] Kabacińska A., Babicz-Zielińska E.: Konsumencka ocena żywności funkcjonalnej. *Bromatol. Chemia Toksykol.*, 2004, supl., 59-64.
- [16] Kabacińska A., Rybowska A., Babicz-Zielińska E.: Rodzaje żywności zaliczanej przez konsumentów do tzw. zdrowej. W: *Konsument żywności i jego zachowania rynkowe w warunkach członkostwa w UE*. Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 255-258.
- [17] Kähkönen P., Tuorila H.: Consumer responses to reduced and regular fat content in different product, involvement and health concern. *Food Quality Prefer.*, 1999, **10**, 83-91.
- [18] Kowrygo B.: Studium wpływu gospodarki rynkowej na sferę żywności i żywienia w Polsce. Wyd. SGGW, Warszawa 2000.
- [19] Lappalainen R., Kearney J., Gibney M.: A pan EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health: an overview. *Food Quality Prefer.*, 1998, **9**, 467-478.
- [20] Lindeman M., Stark K.: Pleasure, pursuit of health or negotiation of identity? Personality correlates of food choice motives among young and middle-aged women. *Appetite*, 1999, **33**, 141-161.
- [21] Luckow T., Delahunty C.: Which juice is „healthier”? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks. *Food Quality Prefer.*, 2004, **15**, 541-548.
- [22] Moorman C., Matulich E.: A model of consumers preventive health behaviours: the role of health motivation and health ability. *J. Cons. Res.*, 1993, **20**, 206-228.
- [23] Nielsen N.A., Bech-Larsen T., Grunert K.G.: Consumer purchase motives and product perceptions: a laddering study on vegetable oil in three countries. *Food Quality Prefer.*, 1998, **9**, 455-466.
- [24] Olsen S.O.: Strength and conflicting valence in the measurement of food attitudes and preferences. *Food Quality and Preference*, 1999, **10**, 483-494.
- [25] Poczta W., Pawlak K.: Typologia wzorców konsumpcji podstawowych artykułów żywnościowych w krajach UE. *Roczn. Nauk. SERiA*, 2005, **7**, 195-203.
- [26] Ragaert P., Verbeke W., Devlieghere F., Debevere J.: Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruit. *Food Quality Prefer.*, 2004, **15**, 259-270.
- [27] Roininen K., Tuorila H.: Health and taste attitudes in the prediction of use frequency and choice between less healthy and more healthy snacks. *Food Quality and Preference*, 1999, **10**, 357-365.
- [28] Sloan A.E., Stiedmann M.K.: Free fat at last? Don't bet on it ! *Cereal Foods World*, 1995, **40**, 803-805, 808-809.
- [29] Szczepaniak B., Górecka D., Flaczyk E.: Postawy konsumentów wobec prozdrowotnych artykułów żywnościowych. *Żyw. Człow. Met.*, 2003, **30**, 1158-1162.
- [30] Świdorski F. (red): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT, Warszawa 1999.
- [31] Trondsen T., Braaten T., Lund E., Eggen A.E.: Consumption of seafood – the influence of overweight and health beliefs. *Food Quality Prefer.*, 2004, **15**, 361-374.

- [32] Trondsen T., Braaten T., Lund E., Eggen A.E.: Health and seafood consumption patterns among women aged 45-69 years. A Norwegian seafood consumption study. *Food Quality and Preference*, 2004, **15**, 117-128.
- [33] Verbeke W.: Consumer acceptance of functional foods: socio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. *Food Quality Preser.*, 2005, **16**, 45-57.
- [34] Verbeke W., Viaene J.: Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat in Belgium: empirical evidence from a consumer survey. *Food Quality Preser.*, 2001, **10**, 437-44.
- [35] Wardle J., Parmenter K., Walter J.: Nutrition knowledge and food intake. *Appetite*, 2000, **34**, 269-275.
- [36] Zandstra E.H., Graaf DE C., Staveren W.A.: Influence of health and taste attitudes on consumption of low- and high-fat foods. *Food Quality and Preference*, 2001, **12**, 75-82.
- [37] Zunft H.J.F., Friebe D.: Perceived benefits of healthy eating among a nationally-representative sample of adults in the European Union. *Europ. J. Clinic. Nutrit.*, 1997, **51**, 41-46.

### CONSUMER ATTITUDES TOWARD THE PRO-HEALTHY VALUE OF FOOD

#### S u m m a r y

In the paper, the research results obtained by various authors were presented, who focused on the consumer attitudes toward healthy diet and healthy food. As shown in the research cited, the pro-healthy food was more important for women with university education, who had young children and sick family members, for the elderly, and for those on a special diet. The main factors influencing food choice were: food sensory properties, quality, and freshness. A healthy diet and a pro-healthy value of foodstuffs were less important than the taste. This is important information for food technologists and food manufacturers when introducing a new product in the market.

**Key words:** consumer, attitudes, pro-healthy food ☒

BARBARA RATKOVSKA, HANNA KUNACHOWICZ, BEATA PRZYGODA

## KRAJOWY RYNEK PRODUKTÓW WZBOGACONYCH W WITAMINY I SKŁADNIKI MINERALNE WOBEC WYMAGAŃ PRAWNYCH UE

### Streszczenie

Podstawowym dokumentem, który reguluje zagadnienia dotyczące wzbogacania żywności jest rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji. W sprawach znakowania oraz w kwestiach nieuregulowanych jeszcze prawnie na szczeblu wspólnotowym, ww. rozporządzenie odwołuje się do istniejących dyrektyw i rozporządzeń WE oraz przepisów poszczególnych Państw Członkowskich.

Przestrzeganie ustalonych wymagań, zwłaszcza w odniesieniu do znakowania żywności wartością odżywczą, stanowi ważny element ochrony zdrowia konsumentów oraz ich edukacji żywieniowej.

Na podstawie etykiet 51 wzbogaconych produktów spożywczych – dostępnych na rynku warszawskim, należących do różnych grup asortymentowych – oceniono przestrzeganie przez producentów obowiązujących przepisów dotyczących wzbogacania i znakowania żywności. Stwierdzono, że produkty spożywcze były wzbogacane wyłącznie w witaminy i składniki mineralne dozwolone do dodawania do żywności, jednak w przypadku 11 produktów w ilościach niezgodnych z wymaganymi przepisów krajowych. Wymaganą informację żywieniową (według grupy 2. dyrektywy 90/496/EWG oraz całkowite ilości witamin i składników mineralnych w żywności po wzbogaceniu) zamieszczono jedynie na etykietach 9 spośród 51 ocenianych produktów. W wielu przypadkach informacja żywieniowa była niezbyt widoczna i mało czytelna. Zdecydowana większość produktów opatrzona była oświadczeniami żywieniowymi o zastosowanym dodatku witamin i/lub składników mineralnych.

**Słowa kluczowe:** dodawanie witamin i składników mineralnych, żywność wzbogacona, znakowanie wartością odżywczą, etykiety środków spożywczych, oświadczenia żywieniowe

### Wprowadzenie

Dodawanie witamin i składników mineralnych do żywności jest powszechną praktyką przemysłową związaną z chęcią produkowania żywności o charakterze funkcjonalnym i zapobiegającej niedoborom. Niedobory te mogą być wykazane na podsta-

---

*Mgr inż. B. Ratkowska, prof. dr hab. H. Kunachowicz, mgr inż. B. Przygoda, Instytut Żywności i Żywienia, ul. Powsińska, 02-903 Warszawa*



wie symptomów klinicznych lub subklinicznych lub wykazane na podstawie oszacowanego zbyt niskiego spożycia. Przeprowadzone w Polsce badania sposobu żywienia różnych grup populacyjnych [1, 2, 3, 8, 9, 10, 15, 17, 19, 20] wykazały zbyt niskie, w porównaniu z zaleceniami, spożycie wapnia, żelaza, szczególnie w grupach dziewcząt i kobiet oraz witamin rozpuszczalnych w wodzie. Spożycie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach pokrywało lub przewyższało normy na poziomie bezpiecznym. W grupie chłopców w wieku 16-18 lat, w wielu przypadkach spożycie witaminy A przekraczało poziom najwyższego dziennego pobrania.

Zgodnie z definicją podaną w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia: wzbogacanie żywności jest to dodawanie do środków spożywczych jednego lub kilku składników odżywczych, niezależnie od tego, czy naturalnie występują one w tym środku spożywczym, czy nie, w celu zapobiegania niedoborom lub korygowania niedoborów tych składników odżywczych w całych populacjach lub określonych grupach ludności [18]. Witaminy i składniki mineralne mogą być też dodawane do żywności ze względu na rozwój ogólnie uznanej wiedzy naukowej na temat ich roli w żywieniu człowieka. Dozwolone jest też dodawanie witamin i składników mineralnych w celu uzupełnienia strat, które nastąpiły w czasie przetwarzania lub w wyniku zmian zachodzących podczas przechowywania żywności. Dodawanie witamin i składników mineralnych do środków spożywczych, mających być zamiennikami, służy uzyskaniu żywności o podobnej wartości odżywczej [12, 14].

Niedostateczne spożycie z dietą witamin i składników mineralnych może być skutkiem niekorzystnych zmian w zwyczajach żywieniowych, stosowaniem niezbyt urozmaiconej zwyczajowej diety, jak również wynikać ze zwiększonego zapotrzebowania na wybrane witaminy i składniki mineralne (np. młodzież, kobiety ciężarne i karmiące, osoby wykonujące znaczny wysiłek fizyczny). Narażone na niedobory mogą być też osoby stosujące diety wykluczające spożywanie pewnych grup produktów (np. diety bezmleczne, wegetariańskie) lub ograniczające znacznie spożycie wszystkich produktów (np. diety niskoenergetyczne).

Żywność z dodatkiem witamin i składników mineralnych umożliwia uzupełnienie brakujących ilości składników odżywczych do ich zalecanego poziomu spożycia.

Na polskim rynku znalazło się w ostatnich latach wiele produktów wzbogaconych, m.in.: soki i napoje (43% ogólnej ilości produktów wzbogaconych w Polsce), przetwory zbożowe (17%), mleko i przetwory mleczne oraz wyroby cukiernicze – po 13% [16]. Do produktów wzbogaconych dostępnych najczęściej na rynku warszawskim należą: soki i napoje – 24%, margaryna i inne tłuszcze roślinne – 15%, desery – 15%, przetwory zbożowe – 13% [6].

Do tej pory wymagania dotyczące dodawania witamin i składników mineralnych do żywności w różnych Państwach Członkowskich UE określały odmienne przepisy krajowe. W Polsce, dokumentem regulującym te zagadnienia było rozporządzenie

Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania [12]. W roku 2006 opublikowano rozporządzenie WE nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji [14], które opracowano w celu zharmonizowania ustawodawstwa Państw Członkowskich oraz zapewnienia wysokiego poziomu ochrony konsumentów. Zawiera ono listę witamin i składników mineralnych, których dodawanie do żywności jest dozwolone. Ponadto zawiera też wymagania dotyczące minimalnej ilości witamin i składników obecnych w żywności po ich dodaniu. Ilości maksymalne zostaną dopiero ustalone na podstawie górnych bezpiecznych poziomów witamin i składników mineralnych oraz spożycia witamin i składników mineralnych dostarczanych z dietą. Dopóki nie zostaną przyjęte odpowiednie środki wspólnotowe w tym zakresie, Państwa Członkowskie mogą nadal stosować istniejące przepisy krajowe. Podobnie nadal obowiązują krajowe przepisy dotyczące obowiązkowego wzbogacania żywności wprowadzone ze względu na zdrowie publiczne. W Polsce dotyczy to dodawania witamin A i D do margaryn oraz jodu do soli kuchennej [12].

Znakowanie wszystkich wzbogaconych produktów spożywczych wartością odżywczą jest obowiązkowe [14]. Wszelkie informacje dotyczące wartości odżywczej środka spożywczego podaje się w jednym polu widzenia i, jeśli to możliwe, w formie tabeli. Środki spożywcze muszą być oznakowane w sposób zrozumiały dla konsumenta, napisy muszą być wyraźne, czytelne i nieusuwalne, umieszczone w widocznym miejscu [18].

Obowiązujące w Polsce przepisy dotyczące znakowania środków spożywczych [11, 18], które powstały na podstawie dyrektyw WE [4, 5], precyzują szczegółowe wymagania zamieszczania informacji dotyczących środków spożywczych, w tym informacji o wartości odżywczej.

Celem pracy była ocena etykiet środków spożywczych z dodatkiem witamin i składników mineralnych, pod względem spełnienia wymogów określonych w obowiązujących przepisach prawnych dotyczących wzbogacania i znakowania żywności.

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowiło 51 wybranych produktów spożywczych z dodatkiem witamin i/lub składników mineralnych, dostępnych na rynku warszawskim. Pochodziły one z różnych grup asortymentowych: wyrobów cukierniczych (15 produktów), napojów (11 produktów), przetworów zbożowych (9 produktów), innych produktów (8 produktów), przetworów mlecznych (4 produkty), tłuszczów (4 produkty).

W grupie wyrobów cukierniczych oceniano: batonik-płatki i mleko; batonik-płatki i mleko o smaku owoców leśnych; zielone cukierki z witaminą C; karmelki witaminowe nadziewane sokiem owocowo-marchwiowym; ciasteczko zbożowe z kre-

mem jogurtowym i muesli; ciastka nadziewane mlecznym kremem (wzbogacone w wapń i żelazo); herbatniki z 4 rodzajami zbóż, orzechami i miodem oraz dodatkiem witamin; cukierki o smaku jabłkowym z dodatkiem witaminy C; żelki witaminowe wzbogacone witaminami; nadziewane cukierki pomarańczowe i cytrynowe wzbogacone witaminami; twarde karmelki z sokami owocowymi i witaminą C; witaminizowane kakao rozpuszczalne; napój kakaowy instant z witaminami i wapniem; napój kakaowy instant z dodatkiem witamin i składników mineralnych; napój kakaowy instant z wapniem.

Grupa „napoje” obejmowała następujące soki, napoje i nektary: napój z jabłek, wiśni i poziomek wzbogacony w witaminy: C, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, kwas foliowy oraz żelazo; napój wieloowocowo-marchwiowy wzbogacony w wapń, magnez i witaminy; sok warzywno-gruszkowy wzbogacony witaminą C; sok z marchwi, jabłek i bananów wzbogacony w witaminy C i E; sok z marchwi i owoców wzbogacony w witaminy C i E; napój wieloowocowy witaminizowany; napój jabłkowo-aroniowo-wiśniowy wzbogacony witaminą C; sok warzywny łagodny wzbogacony witaminą C; sok z bananów, jabłek, kiwi i dyni; sok z marchwi i owoców; nektar jabłkowy.

Wśród przetworów zbożowych, których etykiety oceniano, znajdowały się głównie produkty śniadaniowe: kóleciska z pełnych ziaren zbóż, pszenne płatki z jabłkami i rodzynkami, zbożowe kuleczki o smaku czekoladowym, muszelki o smaku czekoladowym, zbożowe gwiazdki cynamonowe, kóleciska zbożowe z miodem i orzechami wzbogacone witaminami; oraz mąka pszenna: typu 450 pszenna tortowa witaminowa, mąka tortowa pszenna typu 450 i mąka pszenna typu 650 wiejska.

Grupa o nazwie „inne produkty” obejmowała koncentraty deserów: kisiel o smaku brzoskwiowym, kisiel o smaku wiśniowym, kisiel witaminizowany z kawałkami owoców, budyń o smaku czekoladowym z wapniem; sól kuchenną: warzoną, próżniową, jodowaną; oraz cappuccino w proszku wzbogacone związkami magnezu i dwa produkty o nazwie cappuccino z magnezem.

Spośród przetworów mlecznych z dodatkiem witamin i/lub składników mineralnych występujących na rynku wybrano do oceny następujące: serek homogenizowany o smaku czekoladowym z witaminami A, D, E; deser mleczny z czekoladą i orzechami; twarożek owocowy wzbogacony w wapń i witaminę D; kakao o zawartości tłuszczu 1,1% wzbogacone w wapń.

Spośród dostępnych na rynku margaryn i tłuszczów roślinnych (do których dodawanie witaminy A i D jest w Polsce obowiązkowe) oceniono etykiety następujących produktów: margaryna o normalnej zawartości tłuszczu, margaryna o obniżonej zawartości tłuszczu, masło roślinne oraz tłuszcz roślinny do wypieków, kremów, gotowania i smażenia.

Spełnianie wymagań zawartych w przepisach oceniano wyłącznie na podstawie informacji umieszczonych na etykietach 51 wybranych środków spożywczych z dodatkiem witamin i składników mineralnych.

## Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że dodawane były wyłącznie witaminy i składniki mineralne dozwolone do wzbogacania żywności. Do ocenianych produktów stosowany był dodatek następujących witamin: A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, niacyna, kwas pantotenowy, B<sub>6</sub>, kwas foliowy, B<sub>12</sub>, biotyna, C oraz następujących składników mineralnych: wapń, magnez, żelazo, jod. Spośród witamin, najpowszechniej dodawana była witamina C. Wzbogacono nią 27 produktów, głównie napoje i wyroby cukiernicze. Spośród wymienionych składników mineralnych, najczęściej dodawany był wapń. Jego dodatek zastosowano do 22 produktów, głównie przetworów zbożowych i wyrobów cukierniczych.

Wszystkie badane produkty zawierały dodatek witamin i składników mineralnych w takiej ilości, która powodowała, że ich zawartość w 100 g lub 100 ml albo w opakowaniu zawierającym tylko jedną porcję produktu odpowiadała co najmniej 15% zalecanego dziennego spożycia ustalonego do celów znakowania.

W przypadku 11 produktów nie były spełnione wymagania dotyczące ilości maksymalnych. Dotyczyło to głównie wyrobów cukierniczych (4 produkty), w których zawartość dodanych witamin przekraczała dopuszczone maksymalne poziomy. W niektórych produktach ich zawartość w 100 g wahała się od 300 do 800% zalecanego dziennego spożycia. W grupie przetworów zbożowych, w 4 produktach śniadaniowych zawartość witamin i składników mineralnych w 100 g produktu przekraczała 50% zalecanego dziennego spożycia, natomiast w przeliczeniu na podaną przez producenta porcję samego produktu zbyt mała była zawartość wapnia (ok. 9% zalecanego dziennego spożycia). W przypadku jednego produktu z grupy „tłuszcze” – margaryny o obniżonej zawartości tłuszczu - zawartość witaminy B<sub>6</sub> w 100 g produktu pokrywała 250% zalecanego dziennego spożycia, natomiast folacyny i witaminy B<sub>12</sub> – 500%. W tym kontekście niepokojący może być także fakt, że deklarowane przez producentów na etykietach ilości witamin są często dużo mniejsze od ich zawartości rzeczywistej, oznaczonej analitycznie [7].

Wymagana, na podstawie rozporządzenia WE nr 1925/2006, informacja o wartości odżywczej, określonej jako grupa 2. w dyrektywie 90/496/EWG [5], czyli o wartości energetycznej oraz zawartości: białka, węglowodanów, cukrów, tłuszczu, kwasów tłuszczowych nasyconych, błonnika i sodu, a także o zawartości witamin i składników mineralnych, które zostały dodane do środka spożywczego, pojawiło się na etykietach jedynie 9 badanych produktów (5 zbożowych produktów śniadaniowych, 3 wyrobów cukierniczych i 1 margaryny o obniżonej zawartości tłuszczu). W przypadku dwóch produktów, poza wyżej wymienionymi składnikami odżywczymi, podano także zawar-

tość innych składników, których nie dodawano do produktu, a których znacząca ilość wynikała ze składu zastosowanych surowców.

Na większości etykiet (27 badanych produktów) podana była informacja określona jako grupa 1 (wartość energetyczna, zawartość białka, węglowodanów i tłuszczu) oraz zawartość witamin i składników mineralnych, w które dany produkt wzbogacono.

Na etykietach 12. produktów podano dodatkowo (oprócz grupy 1 i dodanych witamin i składników mineralnych) zawartość innych składników, np.: kofeiny, cukrów, kwasów tłuszczowych, cholesterolu, witaminy E, witaminy A, potasu, fosforu, witaminy B<sub>12</sub>.

W przypadku 3. produktów (koncentraty deserów, sól kuchenna) podana informacja żywieniowa dotyczyła wyłącznie zawartości składnika, w który produkt wzbogacono (witamina C, wapń, jod).

Informację żywieniową w formie tabeli podano na etykietach 41 ocenianych produktów spożywczych.

Wartość odżywcza 50. badanych produktów podana była zgodnie z wymaganiami, w przeliczeniu na 100 g lub 100 ml produktu; w przypadku 49. produktów odnosiła się do środka spożywczego w formie dostępnej w obrocie, a tylko w jednym przypadku odnosiła się do 100 g produktu po przygotowaniu.

Wartość odżywczą 13. produktów podano dodatkowo w przeliczeniu na 1 porcję/1 opakowanie/1 cukierek środka spożywczego dostępnego w obrocie lub po przygotowaniu, uwzględniając w niektórych przypadkach, np. produktów śniadaniowych lub koncentratów deserów (budyń), także wartość odżywczą mleka potrzebnego do przygotowania gotowego do spożycia dania.

W przypadku jednego produktu, informację o jego wartości odżywczej podano wyłącznie w przeliczeniu na 1 porcję produktu.

Zgodnie z przepisami [4, 11], zawartość wyszczególnionych w informacji żywieniowej witamin i składników mineralnych musi być, poza zawartością w określonych jednostkach, podana także jako procent zalecanego dziennego spożycia [%] RDA ustalonego do celów znakowania. Informacji takiej brakowało na etykietach dwóch produktów: cappuccino z magnezem i soli spożywczej. Na etykietach pozostałych 49 produktów zawartość witamin i składników mineralnych podawana była jako [%] RDA, chociaż nie zawsze w sposób prawidłowy, m.in. tylko w odniesieniu do ilości tych składników zawartych w porcji (w przypadku niektórych produktów włączano także ilości witamin i składników mineralnych dostarczanych przez mleko używane do przygotowania dania/napoju); informacja o procentowej zawartości nie była podana w jednym polu widzenia z innymi informacjami o wartości odżywczej, ale stanowiła odrębny komunikat; zamieszczano informację o tym, jaka ilość danego środka spożywczego (np. ile cukierków) pokrywa 100% zalecanego dziennego spożycia.

Informacje odnoszące się do wartości odżywczej produktów zamieszczone na etykiecie były widoczne, wyraźne i czytelne w przypadku 32 badanych wzbogacanych produktów spożywczych. Na etykietach pozostałych 19 produktów informacje te były trudne do zauważenia, wydrukowane niewyraźnie lub zbyt małą czcionką. Słaby kontrast kolorów tła opakowania i czcionki, a także podawanie nazw składników odżywczych w wielu językach powodowały, że informacje o wartości odżywczej były trudne do odczytania.

Zgodnie z rozporządzeniem WE nr 1925/2006, produkty spożywcze, do których dodawane są witaminy i składniki mineralne mogą zawierać informację o takim dodatku, o ile spełnione będą wymagania rozporządzenia WE nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności [13]. Zgodnie z definicją zawartą w tym dokumencie, oświadczenie żywieniowe oznacza każdy komunikat lub przedstawienie, które nie są obowiązkowe, łącznie z przedstawieniem obrazowym, graficznym lub symbolicznym w jakiegokolwiek formie, które stwierdza, sugeruje lub daje do zrozumienia, że dana żywność ma szczególne właściwości odżywcze ze względu na energię (której dostarcza, dostarcza w zmniejszonej lub zwiększonej ilości, lub nie dostarcza) lub substancje odżywcze lub inne substancje (które zawiera, zawiera w zmniejszonej lub zwiększonej ilości lub których nie zawiera).

Oświadczenia żywieniowe dotyczące dodanych witamin i/lub składników mineralnych zostały umieszczone na etykietach 40 badanych produktów. Na etykietach 14 produktów zamieszczono oświadczenia żywieniowe odnoszące się nie do dodanych witamin i składników mineralnych, ale tych składników żywności (np.: białek, węglowodanów, błonnika pokarmowego, witamin, makro- i mikroelementów), które dostarczane są przez surowce lub odnoszące się do zawartości cholesterolu.

Wymagane jest też, aby informacja o ilości substancji, której (których) dotyczy oświadczenie żywieniowe, powinna zostać włączona do informacji o wartości odżywczej. Wymaganie to nie było spełnione w przypadku 4 produktów.

W przypadku oświadczeń żywieniowych porównawczych, można dokonywać jedynie porównań żywności należącej do tej samej kategorii. Podaje się różnicę ilości danego składnika odżywczego, a porównanie dotyczy tej samej ilości żywności. Na podstawie tego zapisu, jako niespełniające wymogów należy uznać oświadczenia zamieszczone na opakowaniach 2 badanych wyrobów cukierniczych, porównujące zawartość wapnia w batoniku wzbogacanym w wapń do zawartości tego pierwiastka w szklance mleka.

Żywność niespełniająca wymagań zawartych w rozporządzeniu WE nr 1925/2006, wprowadzona do obrotu lub etykietowana przed 1 lipca 2007 r., może być dostępna w obrocie nie dłużej niż do końca 2009 r. W przypadku żywności niespełnia-

jącej wymagań rozporządzenia WE nr 1924/2006 w sprawie oświadczeń dotyczących żywności, również przewidziano okresy przejściowe.

### **Wnioski**

1. Obecność żywności z dodatkiem witamin i składników mineralnych stanowi urozmaicenie rynku krajowego i może być korzystna ze względu na możliwość uzupełniania nią niedostatecznego spożycia składników odżywczych, zwłaszcza w grupach ryzyka.
2. Dodawanie witamin i składników mineralnych do żywności musi spełniać wymagania zawarte w obowiązujących przepisach wspólnotowych i krajowych. Przestrzeganie ustalonych wymagań, zwłaszcza w odniesieniu do znakowania żywności wartością odżywczą, stanowi ważny element ochrony zdrowia konsumentów oraz ich edukacji żywieniowej.
3. Dostępne na rynku warszawskim, wybrane produkty spożywcze z dodatkiem witamin i składników mineralnych na ogół spełniały wymagania określone w obowiązujących przepisach dotyczących wzbogacania żywności i jej znakowania.
4. Na wszystkich 51 ocenianych produktach zamieszczono informację o ich wartości odżywczej, ale tylko w przypadku 9 z nich, informacja ta obejmowała wszystkie wymagane składniki odżywcze. W przypadku 19 produktów informację żywieniową trudno było zauważyć lub odczytać.
5. Oświadczenia żywieniowe dotyczące dodanych witamin i/lub składników mineralnych zamieszczono na etykietach 40 badanych produktów.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### **Literatura**

- [1] Bolesławska J., Przysławski J.: Zawartość wybranych makropierwiastków w całodziennych racjach pokarmowych osób dorosłych z regionu Wielkopolski. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32** supl. 1, cz. I, 129-132.
- [2] Chwojnowska Z., Charzewska J., Chabros E., Rogalska-Niedźwiedź M., Wajszczyk B.: Sposób żywienia i stan odżywienia warszawskiej młodzieży w wieku pokwitania. *Żyw. Człow. Metab.*, 2002, **29**, supl., 123-127.
- [3] Czeczulewski J., Raczyński G.: Ocena poziomu spożycia wapnia i fosforu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci z powiatu bialskiego. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, supl. 1, cz. I, 109-115.
- [4] Dyrektywa 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 marca 2000 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa Państw Członkowskich w zakresie etykietowania, prezentacji i reklamy środków spożywczych (Dziennik Urzędowy L 109 z dnia 6.05.2000 z późniejszymi zmianami).
- [5] Dyrektywa Rady 90/496/EWG z dnia 18 września 1990 r. w sprawie znakowania wartością odżywczą środków spożywczych (Dziennik Urzędowy UE, L 276 z dnia 6.10.1990 z późniejszymi zmianami).

- [6] Dziecioł A.: Rola żywności wzbogacanej w żywieniu człowieka. Praca magisterska, SGGW, Warszawa 2006.
- [7] Jantarska D., Ratkowska B., Kunachowicz H.: Wzbogacanie żywności – wartości deklarowane a rzeczywiste. *Przem. Spoż.*, 2007, **61** (1), 24-27.
- [8] Jarosz M. (red.): Otyłość, żywienie, aktywność fizyczna, zdrowie Polaków. Diagnoza stanu odżywienia, aktywności fizycznej i żywieniowych czynników ryzyka otyłości oraz przewlekłych chorób niezakaźnych w Polsce (1960 – 2005). *Prace IŻŻ*, Warszawa 2006, s. 149-218.
- [9] Krejpcio Z., Staniek H., Śmigiel-Papińska D., Wójciak R.W., Król E.: Ocena zawartości wapnia i magnezu w całodziennych racjach pokarmowych wybranych grup ludności. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, supl.1, cz.I, 133-136.
- [10] Rogalska-Niedźwiedz M., Charzewska J., Chwojnowska Z., Chabros E., Wajszczyk B.: Źródła wapnia w dietach kobiet. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 411-417.
- [11] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie znakowania środków spożywczych i dozwolonych substancji dodatkowych. *Dz. U.* 2002 r. Nr 220, poz. 1856 z późn. zm..
- [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania. *Dz. U.* 2003 r. Nr 27, poz. 237.
- [13] Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności (Dziennik Urzędowy UE, L 404 z dnia 30.12.2006).
- [14] Rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie dodawania do żywności witamin i składników mineralnych oraz niektórych innych substancji. *Dziennik Urzędowy UE*, L 404 z dnia 30.12.2006.
- [15] Szponar L., Sekuła W., Rychlik E., Oltarzewski M., Figurska K.: Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych. *Prace IŻŻ* 2003, 101, s. 230-443.
- [16] Szponar L., Walkiewicz A., Traczyk I.: Rynek żywności ogólnego spożycia wzbogacanej w witaminy i składniki mineralne dopuszczonej do obrotu w Polsce w latach 1995-2001. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003, **36**, 193-197.
- [17] Szymelfejnik E.J., Wądołowska L., Cichon R., Bandurska-Stankiewicz E.: Spożycie wapnia z produktów mlecznych przez 18-letnią młodzież w zależności od czynników socjoekonomicznych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, supl. 1, cz. I, 143-151.
- [18] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia. *Dz. U.* 2006 r. Nr 171, poz. 1225.
- [19] Waśkiewicz A., Piotrowski W., Sygnowska E., Broda G., Bielecki W., Zdrojewski T., Kozakiewicz K., Biela U., Posadzy-Mańczyńska A.: Wpływ statusu społeczno-ekonomicznego na zawartość wybranych witamin i składników mineralnych w diecie dorosłych mieszkańców Polski – Wieloośrodkowe Ogólnopolskie Badanie Stanu Zdrowia Ludności. *Żyw. Człow. Metab.*, 2006, **33**, 4, 287-299.
- [20] Weker H., Strucińska M., Więch M.: Źródła składników pokarmowych, w tym mineralnych, w żywieniu kobiet w okresie ciąży. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, supl. 1, cz. I, 104-108.

#### DOMESTIC MARKET OF FOOD PRODUCTS FORTIFIED BY VITAMINS AND MINERALS IN THE LIGHT OF THE EUROPEAN REGULATIONS

##### Summary

A fundamental document regulating issues referring to food fortification is the Regulation (EC) No. 1925/2006 of the European Parliament and the Council of 20 December 2006 on the addition of vitamins,



minerals, and some other substances to foods. With regard to labelling food products and to issues not yet regulated at the Community level, the above mentioned Regulation appeals to the existing directives and regulations of the Community, and to relevant national regulations of the Member Countries.

An important element in the protection of the consumers' health and of their education in the domain of nutrition is to observe the rules in force, especially those referring to labelling foodstuffs providing nutritional information.

On the basis of labels placed on 51 fortified food products, available on the Warsaw market and belonging to various assortment groups, it was evaluated how the manufacturers of those products observed the rules in force on food fortification and food labelling. It was found that the foodstuffs investigated were fortified exclusively using vitamins and minerals permitted to be added to food, but in the case of 11 products, the quantities of those fortifiers exceeded the levels as required by the national rules. The required nutrition information (according to group 2, Directive 90/496/EEC, and total amounts of the vitamins and minerals in those products after fortification) was included in the labels on 9 products out of 51 investigated products. In many cases, the information on nutritional value of products was neither clearly visible nor enough legible. The majority of food products had nutritional claims of manufacturers attached to them and informing that certain vitamins and/or minerals were added.

**Key words:** adding vitamins and minerals, fortified food, labelling with data on nutritional value, packages of food products, nutritional claims ☒

AGNIESZKA SZAJDEK, EULALIA J. BOROWSKA, JERZY BOROWSKI,  
BARTŁOMIEJ SACZUK

## MUSY OWOCOWE JAKO ŹRÓDŁO NATURALNYCH PRZECIWUTLENIACZY

### Streszczenie

Celem pracy było scharakteryzowanie handlowych musów: jabłkowego, jabłkowo-brzoskwiniowego, jabłkowo-gruszkowego, jabłkowo-truskawkowego, jabłkowo-wiśniowego i jabłkowo-porczezkowego pod względem zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup> oraz podstawowych wyróżników chemicznych, jak: sucha masa, ekstrakt i kwasowość. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Do oceny istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Duncana.

Wykazano statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) zróżnicowanie badanych musów pod względem zawartości związków fenolowych ogółem oraz aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>, uzależnione od gatunku owoców. Najwięcej związków fenolowych ogółem (216,97 mg/100 g) zawierał mus jabłkowo-porczezkowy. Jednocześnie wykazywał on najsilniejszą aktywność neutralizacji rodników DPPH<sup>•</sup> ( $EC_{50} = 2,83$  mg musu). Najniższą natomiast aktywnością ( $EC_{50} = 17,10$  mg musu) charakteryzował się mus jabłkowo-gruszkowy, o najmniejszej zawartości związków fenolowych ogółem, wynoszącej 54,20 mg/100 g. Mus jabłkowo-porczezkowy wyróżniał się największą „efektywnością antyrodnikową” (AE) w odniesieniu do rodników DPPH<sup>•</sup>. W odniesieniu do rodników OH<sup>•</sup> najbardziej aktywny okazał się mus jabłkowo-gruszkowy.

Wykazane różnice zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>, a także „efektywności antyrodnikowej”, zależne od komponentów owocowych badanych musów, mogą być podstawą do projektowania składu recepturowego, w celu otrzymania produktu o określonych właściwościach przeciwutleniających.

**Słowa kluczowe:** musy owocowe, związki fenolowe, aktywność wygaszania rodników, DPPH<sup>•</sup>, OH<sup>•</sup>

### Wprowadzenie

Wśród konsumentów obserwuje się zainteresowanie produktami bogatymi w naturalnie występujące składniki biologicznie aktywne, zwłaszcza o działaniu przeciwu-

---

*Dr inż. A. Szajdek, prof. dr hab. J. Borowski, Katedra Żywnienia Człowieka, prof. dr hab. E.J. Borowska, mgr inż. B. Saczuk, Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych, Wydz. Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Pl. Cieszyński 1, 10-957 Olsztyn*

tleniającym. Jak wykazały badania kliniczne, przyswajalność i skuteczność działania naturalnie występujących przeciwutleniaczy w produktach żywnościowych znacznie przewyższa pod względem efektów zdrowotnych ich suplementację w postaci preparatów farmaceutycznych [15, 30]. Liao i Yin [13] dowodzą, że wynikać to może z synergicznego oddziaływania tych związków względem siebie.

Na krajowym rynku znajduje się wiele produktów owocowych, jak soki, nektary czy mrożonki, które z racji dużej koncentracji związków o właściwościach przeciwutleniających można zaliczyć do grupy żywności funkcjonalnej. Wśród najbardziej aktywnych związków wymieniane są polifenole – przede wszystkim antocyjany, kwasy fenolowe, flawanole, flawonole, taniny, a ponadto witamina C i karotenoidy. Z danych przedstawionych przez Horubałę [11] wynika, że niektóre polifenole wykazują aktywność kilkakrotnie większą niż kwas askorbinowy; np. cyjanidyna jest 4,4-krotnie aktywniejsza, kwercetyna 4,7-krotnie, a taniny aż 3-30-krotnie. W licznych badaniach wykazano, że związki fenolowe zapobiegają występowaniu wielu chorób, w tym sercowo-naczyniowych i nowotworowych, a także opóźniają procesy starzenia organizmu [7, 15, 28]. Wśród wymienionych związków szczególną rolę przypisuje się związkom fenolowym, które do niedawna postrzegane były przede wszystkim jako składniki przeciwwyżnieniowe, a obecnie podkreśla się potwierdzone w wielu badaniach ich funkcje prozdrowotne [1, 22]. Wykazują one działanie przeciwbakteryjne [14, 22], przeciwwirusowe, przeciwzapalne, przeciwalergiczne [14, 23], przeciwmutagenne [9] i przeciwnowotworowe [16, 25]. Należy podkreślić, że wiele ich funkcji w organizmie wynika z właściwości przeciwutleniających [23].

Celem pracy było scharakteryzowanie musów, wyprodukowanych na bazie przecieru jabłkowego z dodatkiem przecierów uzupełniających z owoców innych gatunków, pod względem zawartości polifenoli i aktywności wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup>. Oznaczano także zawartość podstawowych składników chemicznych w badanym materiale.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiło sześć rodzajów musów: jabłkowy, jabłkowo-gruszkowy, jabłkowo-brzoskwiniowy, jabłkowo-wiśniowy, jabłkowo-truskawkowy i jabłkowo-porzeczkowy, wyprodukowanych przez firmę krajową. Musy zakupiono w sieci detalicznej w Olsztynie w 2005 roku. Bazę musów stanowił przecier jabłkowy, uzupełniającymi były przecieri z owoców: gruszki, brzoskwini, wiśni, truskawki i porzeczki czarnej.

W celu uzyskania reprezentatywnej próby do analiz chemicznych, sporządzono mieszaninę musów pochodzących z 10 opakowań każdego rodzaju produktu. W otrzymanych próbach musów oznaczano zawartość związków fenolowych ogółem (jako ekwiwalent kwasu galusowego) wg Singletona i Rossi [27], właściwości przeci-

wutleniające określone poprzez aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> wg Brand-Williams i wsp. [4] w modyfikacji Sánchez-Moreno i wsp. [24] i aktywność inhibicji rodników OH<sup>•</sup> wg procedury podanej przez Chu i wsp. [6]. Aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> wyrażano jako współczynnik EC<sub>50</sub>, określający ilość musu w mg potrzebną do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> w warunkach reakcji oraz jako ekwiwalent Troloxu (μmol Trolox/g musu). Niższe wartości współczynnika EC<sub>50</sub> wskazują na większą aktywność musu. W odniesieniu do rodników DPPH<sup>•</sup> obliczano także „efektywność antyrodnikową” (AE), korzystając ze wzoru podanego przez Sánchez-Moreno i wsp. [24]:

$$AE = 1/EC_{50} T_{EC50}$$

gdzie:

EC<sub>50</sub> – masa próbki potrzebnej do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> [mg]

T<sub>EC50</sub> – czas potrzebny do 50% redukcji początkowego stężenia syntetycznego rodnika DPPH<sup>•</sup> [min].

Ponadto, w badanym materiale oznaczano podstawowe składniki: zawartość suchej masy [19], ekstrakt [18] i kwasowość ogólną [20]. Wszystkie analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Wyniki podano w przeliczeniu na świeżą masę musów.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono stosując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano testem Duncana, na poziomie istotności  $p < 0,05$ , posługując się programem komputerowym Statistica 6.0.

## Wyniki i dyskusja

Musy stanowiące materiał badawczy różniły się pod względem zawartości suchej masy, ekstraktu i kwasowości ogólnej (tab. 1).

W przypadku większości rodzajów musów były to różnice statystycznie istotne przy  $p < 0,05$ . Największą zawartością suchej masy wyróżniał się mus jabłkowo-porzeczkowy, a największy ekstrakt na poziomie 21% stwierdzono w musach: jabłkowo-wiśniowym i jabłkowo-truskawkowym. W przypadku kilku rodzajów musów uzyskano wyższe wartości ekstraktu od suchej masy. Mogło to być wynikiem dość dużej lepkości musów, spowodowanej dodatkiem mączki drzewa świętojańskiego. Zdecydowanie największą kwasowością, od 2- do 5-krotnie większą niż pozostałe, charakteryzował się mus jabłkowo-porzeczkowy. Wykazane różnice w materiale badawczym uwarunkowane były różnicami w składzie chemicznym gatunków owoców uzupełniających [12].

Tabela 1

Podstawowe wyróżniki chemiczne musów.  
Major chemical characteristics of mousses.

Rodzaj musu Type of mousse	Sucha masa Dry matter [%]	Ekstrakt Extract [%]	Kwasowość ogólna Total acidity [g /100 g]
Jabłkowy Apple	18,32 <sup>e</sup> ± 0,07	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,43 <sup>d</sup> ± 0,01
Jabłkowo-gruszkowy Apple-pear	18,26 <sup>c</sup> ± 0,01	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,40 <sup>e</sup> ± 0,01
Jabłkowo-brzoskwiniowy Apple-peach	18,87 <sup>d</sup> ± 0,01	18,5 <sup>c</sup> ± 0,0	0,30 <sup>f</sup> ± 0,01
Jabłkowo-wiśniowy Apple-cherry	20,03 <sup>c</sup> ± 0,11	21,0 <sup>a</sup> ± 0,0	0,78 <sup>b</sup> ± 0,02
Jabłkowo-truskawkowy Apple-strawberry	20,96 <sup>b</sup> ± 0,04	21,0 <sup>a</sup> ± 0,0	0,54 <sup>c</sup> ± 0,01
Jabłkowo-porzeczkowy Apple-currant	21,38 <sup>a</sup> ± 0,01	20,5 <sup>b</sup> ± 0,0	1,67 <sup>a</sup> ± 0,02

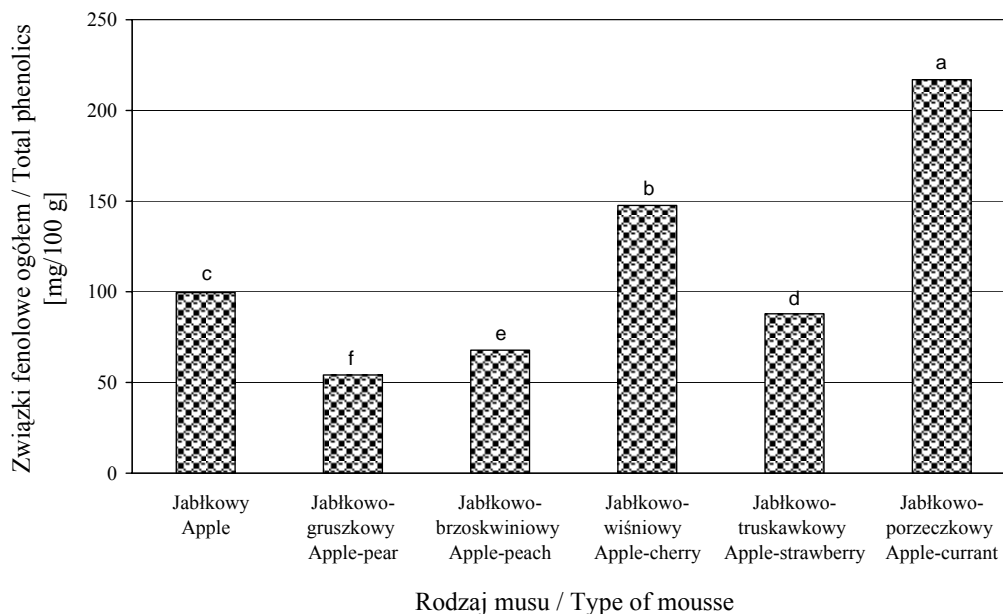
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery (a, b, c...) w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / Different letters (a, b, c...) in the same column indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ );

Kwasowość ogólną wyrażono jako ekwiwalent kwasu jabłkowego / Total acidity was expressed as the apple acid equivalent.

Wykazano, że badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) pod względem zawartości związków fenolowych ogółem (rys. 1). Zdecydowanie największą zawartością polifenoli (216,97 mg/100 g) wyróżniał się mus jabłkowo-porzeczkowy. Stosunkowo dobrym źródłem tych związków (147,57 mg/100 g) był także mus jabłkowo-wiśniowy. W pozostałych musach zawartość polifenoli była zdecydowanie mniejsza i kształtowała się w zakresie od 54,20 mg/100 g do 99,60 mg/100 g. Zróżnicowana zawartość związków fenolowych ogółem w badanych musach była uwarunkowana różnym składem gatunkowym owoców wchodzących w skład musów. Jak wynika z danych literaturowych, owoce jagodowe i pestkowe zawierają większe ilości związków fenolowych aniżeli ziarnkowe [26], co potwierdza ich większą zawartość w musach zawierających przeciery z owoców porzeczki czarnej i wiśni.

Właściwości przeciwutleniające związków fenolowych, w zależności od ich budowy, wynikają z różnych mechanizmów działania. Mogą one oddziaływać jako substancje redukujące, jako związki blokujące wolne rodniki, tworząc kompleksy z metalami katalizującymi reakcje utleniania, zapobiegając reakcjom powodowanym przez pojedynczy aktywny atom tlenu, a także hamując aktywność enzymów utleniających [17].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery (a, b, c...) oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ).

Different letters (a, b, c...) indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ ).

Rys. 1. Zawartość związków fenolowych ogółem w musach.

Fig. 1. Content of total phenolic compounds in mousses.

Wykazano, że badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) aktywnością wygaszania rodników DPPH<sup>\*</sup> (tab. 2). Największą aktywnością charakteryzował się mus jabłkowo-porczezkowy, którego EC<sub>50</sub> odpowiadało 2,83 mg musu. Wyrażając aktywność jako ekwiwalent Troloxu, była to wartość na poziomie 15,53 μmol Trolox/g musu. Należy podkreślić, że mus ten charakteryzował się jednocześnie największą zawartością związków fenolowych ogółem. Najmniejszą natomiast aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>\*</sup> wykazywał mus jabłkowo-gruszkowy. EC<sub>50</sub> tego musu było równe 17,10 mg, co odpowiada 2,57 μmoli Troloxu/g musu.

W odniesieniu do rodników DPPH<sup>\*</sup> obliczono także „efektywność antyrodnikową” – parametr, który uwzględnia nie tylko aktywność wygaszania rodników przez obecne w musach przeciwutleniacze, ale również i czas, w jakim następuje 50% redukcja początkowego stężenia rodnika. Pod względem „efektywności antyrodnikowej” analizowane musy można uszeregować następująco: jabłkowo-porczezkowy > jabłkowo-truskawkowy > jabłkowy > jabłkowo-wiśniowy > jabłkowo-gruszkowy > jabłkowo-brzoskwiniowy (tab. 2).

Musy scharakteryzowano ponadto pod względem aktywności wygaszania rodników hydroksylowych. Wykazano, że podobnie jak w przypadku rodników DPPH<sup>•</sup>, badane musy różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) aktywnością wygaszania rodników OH<sup>•</sup> (tab. 2). Jednakże w odniesieniu do rodników OH<sup>•</sup> najefektywniejszy był mus jabłkowo-gruszkowy o aktywności równej 1,35  $\mu\text{moli Troloxu/g}$  (81,57%). Z kolei najmniej aktywny (0,79  $\mu\text{mola Trolox/g}$ ) był mus jabłkowy, którego aktywność wygaszania rodników OH<sup>•</sup> wynosiła 70,36%.

Tabela 2

Aktywność wygaszania rodników DPPH<sup>•</sup> i OH<sup>•</sup> przez musy.  
DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity of mousses.

Rodzaj musu Type of mousse	Aktywność wygaszania rodników DPPH <sup>•</sup> DPPH <sup>•</sup> radical scavenging activity		Efektywność antyrodnikowa Antiradical efficiency	Aktywność wygaszania rodników OH <sup>•</sup> OH <sup>•</sup> radical scavenging activity	
	EC <sub>50</sub> [mg musu] EC <sub>50</sub> [mg of mousse]	[ $\mu\text{mol Trolox/g musu}$ ] [ $\mu\text{mol Trolox/g of mousse}$ ]		[%]	[ $\mu\text{mol Trolox/g musu}$ ] [ $\mu\text{mol Trolox/g of mousse}$ ]
Jabłkowy Apple	8,00 <sup>d</sup> ± 0,14	5,49 <sup>c</sup> ± 0,10	0,37 × 10 <sup>-3</sup>	70,36 <sup>f</sup> ± 0,43	0,79 <sup>f</sup> ± 0,01
Jabłkowo-brzoskwiniowy Apple-peach	14,95 <sup>b</sup> ± 0,64	2,94 <sup>e</sup> ± 0,13	0,16 × 10 <sup>-3</sup>	74,94 <sup>e</sup> ± 0,50	0,97 <sup>e</sup> ± 0,02
Jabłkowo-gruszkowy Apple-pear	17,10 <sup>a</sup> ± 0,42	2,57 <sup>f</sup> ± 0,06	0,22 × 10 <sup>-3</sup>	81,57 <sup>a</sup> ± 0,16	1,35 <sup>a</sup> ± 0,01
Jabłkowo-truskawkowy Apple-strawberry	9,90 <sup>c</sup> ± 0,71	4,45 <sup>d</sup> ± 0,32	0,58 × 10 <sup>-3</sup>	78,73 <sup>d</sup> ± 0,41	1,16 <sup>d</sup> ± 0,03
Jabłkowo-wiśniowy Apple-cherry	5,35 <sup>e</sup> ± 0,07	8,22 <sup>b</sup> ± 0,11	0,35 × 10 <sup>-3</sup>	80,08 <sup>c</sup> ± 0,55	1,25 <sup>c</sup> ± 0,03
Jabłkowo-porzeczkowy Apple-currant	2,83 <sup>f</sup> ± 0,05	15,53 <sup>a</sup> ± 0,21	1,26 × 10 <sup>-3</sup>	80,90 <sup>b</sup> ± 0,12	1,29 <sup>b</sup> ± 0,01

Objaśnienia: / Explanatory notes:

EC<sub>50</sub> - ilość mg musu potrzebna do 50% redukcji początkowego stężenia rodnika DPPH<sup>•</sup> / amount in mg of the mousse necessary to decrease the initial DPPH concentration by 50%.

Różne litery (a, b, c...) w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ) / Different letters (a, b, c...) in the same column indicate statistically significant differences ( $p < 0,05$ ).

Oznaczone różnice aktywności wygaszania poszczególnych rodników (DPPH<sup>•</sup>, OH<sup>•</sup>) przez musy uwarunkowane były gatunkiem owoców uzupełniających wchodzących w ich skład. Wg badań własnych [2, 3] i wyników innych autorów [21, 29], za-

równa ogólna zawartość związków fenolowych, jak i ich skład jakościowy w owocach różnych gatunków jest znacząco zróżnicowany, czego następstwem jest ich różna aktywność przeciwutleniająca [5, 8]. Należy również podkreślić, że aktywność przeciwutleniająca produktów owocowych uwarunkowana jest nie tylko zawartością związków pochodzących z owoców, ale również powstałych w wyniku przemian podczas procesu technologicznego. Przemiany związków zachodzące podczas procesu mogą mieć skutek pozytywny i powodować zwiększenie aktywności przeciwutleniaczy lub prowadzić do jej obniżenia. Do przemian korzystnych należy zaliczyć transformację cząsteczek przeciwutleniaczy w formę o większej aktywności, co dotyczy np. przejścia formy glikozydowej w formę aglikonową. Inną korzystną przemianą może być tworzenie nowych związków chemicznych, czego przykładem może być kondensacja aminokwasów i cukrów. Podczas procesu technologicznego mogą mieć miejsce również przemiany niekorzystne, a mianowicie utlenianie, tworzenie kompleksów z innymi składnikami żywności, straty spowodowane lotnością przeciwutleniaczy, modyfikacje enzymatyczne, zwiększenie potencjału oksydacyjnego środowiska i przejście formy aktywnej w formę proutleniacza [10].

### **Wnioski**

1. Musy owocowe różniły się statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ) pod względem zawartości związków fenolowych ogółem oraz aktywności wygaszania rodników DPPH $\cdot$  i OH $\cdot$ .
2. Najbogatszym źródłem związków fenolowych okazał się mus jabłkowo-porzeczkowy, jednocześnie wykazywał on najsilniejszą aktywność wygaszania rodników DPPH $\cdot$ .
3. Największą „efektywnością antyrodnikową” (AE) w odniesieniu do rodników DPPH $\cdot$  charakteryzował się mus jabłkowo-porzeczkowy, najmniejszą natomiast mus jabłkowo-gruszkowy.
4. W odniesieniu do rodników OH $\cdot$  najefektywniejszy okazał się mus jabłkowo-gruszkowy.
5. Wykazane różnice zawartości związków fenolowych ogółem, aktywności wygaszania rodników DPPH $\cdot$  i OH $\cdot$ , zależne od komponentów owocowych badanych musów, mogą stanowić podstawę do projektowania produktów o określonych właściwościach przeciwutleniających.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*



### Literatura

- [1] Borowska J.: Owoce i warzywa jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy (1). Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2003, **5**, 11-12.
- [2] Borowska J., Szajdek A.: Antioxidant activity of berry fruits and beverages. Pol. J. Natur. Sc., 2003, **2**, 521-528.
- [3] Borowska E.J., Szajdek A.: Składniki dietetyczne i substancje bioaktywne w owocach aronii, borówki czernicy i porzeczki czarnej. Brom. Chem. Toksykol., 2005, **2**, 181-184.
- [4] Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C.: Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 1995, **28**, 25-30.
- [5] Cao G., Sofic E., Prior R.L.: Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationship. Free Radic. Biol. Med., 1997, **22**, 749-760.
- [6] Chu Y-H., Chang C-I, Hsu H-F.: Flavonoids content of several vegetables and their antioxidant activity. J. Sci. Food Agric., 2000, **80**, 561-566.
- [7] Chun O.K., Kim D.-O., Smith N., Schroeder D., Han J.T., Lee C.Y.: Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. J. Sci. Food Agric., 2005, **85**, 1715-1724.
- [8] Fukumoto L.R., Mazza G.: Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 3597-3604.
- [9] Gąsiorowski K., Szyba K., Brokos B., Kołaczyńska B., Jankowiak-Włodarczyk M., Oszmiański J.: Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. Cancer Lett., 1997, **119**, 37-46.
- [10] Grajek W.: Zmiany potencjału przeciwutleniającego surowców roślinnych w procesach przetwórczych i w czasie trawienia. Żywność. Nauk. Technologia. Jakość, 2003, **4** (37), 26-35.
- [11] Horubała A.: Pojemność przeciwutleniająca i jej zmiany w procesach przetwarzania owoców i warzyw. Przem. Ferm., 1999, **3**, 30-32.
- [12] Jarczyk A., Berdowski J.B.: Przetwórstwo owoców i warzyw. Cz. 1. WSiP, Warszawa 1997.
- [13] Liao K., Yin M.: Individual and combined antioxidant effects of seven phenolic agents in human erythrocyte membrane ghosts and phosphatidylcholine liposome systems: importance of the partition coefficient. J. Agric. Food Chem., 2000, **48**, 2266-2273.
- [14] Łata B.: Owoce jagodowe źródłem antyoksydantów. Ogrodnictwo, 2002, **6**, 11-13.
- [15] Mitek M., Kalisz S.: Współczesne poglądy na właściwości przeciwutleniające soków owocowych i warzywnych. Przem. Spoż., 2003, **5**, 37-39, 49.
- [16] Neto C.C., Kruger C.G., Lamoureaux T.L., Kondo M., Vaisberg A.J., Hurta R.A.R., Curtis S., Matchett M.D., Yeung H., Sweeney M.I., Reed J.D.: MALDI-TOF MS characterization of proanthocyanidins from cranberry fruit (*Vaccinium macrocarpon*) that inhibit tumor cell growth and matrix metalloproteinase expression *in vitro*. J. Sci. Food Agric., 2006, **86**, 18-25.
- [17] Oszmiański J.: Polifenole jako naturalne przeciwutleniacze w żywności. Przem. Spoż., 1995, **3**, 94-96.
- [18] PN-90/A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [19] PN-90/A-75101/03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [20] PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej.
- [21] Proteggente A.R., Pannala A.S., Paganga G., Van Buren L., Wagner E., Wiseman S., Van de Put F., Dacombe C., Rice-Evans C.A.: The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. Free Radic. Res., 2002, **2**, 217-233.

- [22] Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Alakomi H.-L., Oksman-Caldentey K.-M.: Bioactive berry compounds – novel tools against human pathogens. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2005, **67**, 8-18.
- [23] Rosicka-Kaczmarek J: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2004, **6**, 12-16.
- [24] Sánchez-Moreno C., Larrauri J.A., Saura-Calixto F.: A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **76**, 270-276.
- [25] Seeram N.P., Adams L.S., Hardy M.L., Heber D.: Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 2512-2517.
- [26] Shahidi F., Naczek M.: *Phenolics in Food and Nutraceuticals*. CRC Press LLC 2004.
- [27] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 1965, **16**, 144-158.
- [28] Szponar L., Sekuła W.: Owoce, warzywa i ich przetwory w zapobieganiu i zwalczaniu chorób na tle wadliwego żywienia. *Żyw. Człow. Met.*, **1**, 64-78.
- [29] Vinson J.A., Su X., Zubik L., Bose P.: Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 5315-5321.
- [30] Wartanowicz M., Ziemiański Ś.: Stres oksydacyjny oraz mechanizmy obronne. *Żyw. Człow. Met.*, 1999, **1**, 67-80.


## FRUIT MOUSSES AS THE SOURCE OF NATURAL ANTIOXIDANTS

### Summary

The objective of the paper was to characterize the trade mousses made of apple, apple-pear, apple-peach, apple-strawberry, apple-cherry, and apple-currant with regard to their: total content of phenolic compounds, DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity, and to such major chemical characteristics as dry matter, extract, and acidity. The results obtained were statistically analyzed. To evaluate the significance of differences among the means, a Duncan's test was applied.

It was proved that the analyzed mousses differed statistically significantly ( $p < 0.05$ ) with regard to the content of total phenolic compounds and DPPH<sup>•</sup> & OH<sup>•</sup> radical scavenging activity depending on the fruit species. The apple-currant mousse had the highest content of total phenolic compounds (216.97 mg/100 g) and, at the same time, it showed the highest DPPH<sup>•</sup> radical scavenging activity ( $EC_{50} = 2.83$  mg of mousse). But this activity was the lowest ( $EC_{50} = 17.10$  mg of mousse) in the apple-pear mousse that also had the lowest concentration of total phenolic compounds (54.20 mg/100 g). The apple-currant mousse was characterized by the highest antiradical efficiency (AE) with respect to DPPH<sup>•</sup>. As for the OH<sup>•</sup> radicals, the apple-pear mousse was found to be the most active.

The differences found in the contents of total phenolic compounds, in the DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity, and in the antiradical efficiency, depending on the fruit components contained in the analyzed mousses, may provide a basis for designing special composition formulas for the purpose of manufacturing products showing specific, necessary antioxidant properties.

**Key words:** fruit mousses, total phenolic compounds, DPPH<sup>•</sup> and OH<sup>•</sup> radical scavenging activity 

DOROTA WALKOWIAK-TOMCZAK, RÓŻA BIEGAŃSKA-MARECIK,  
JULITA REGUŁA

## AKTYWNOŚĆ PRZECIWUTLENIAJĄCA WYBRANYCH ODMIAN ŚLIWEK (*PRUNUS DOMESTICA*) UPRAWIANYCH W KRAJU

### Streszczenie

Celem pracy była ocena aktywności przeciwutleniającej oraz zawartości antocyjanów w wybranych odmianach śliwek (*Prunus domestica*) uprawianych w warunkach krajowych. W badaniach użyto śliwek odmian: Bluefre, Čačanska Najbolja, Węgierka Dąbrowicka, Stanley, Valjevka, Valor i Węgierka Zwykła, pochodzących z Rolniczo-Sadowniczego Zakładu Doświadczalnego w Przybrodzie, należącego do Katedry Sadownictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano kolorymetrycznie z użyciem kationorodnika kwasu 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolin-6-sulfonowego (ABTS), a otrzymane wyniki wyrażano w równoważnikach  $\mu\text{mol Trolox/g}$ . Zawartość antocyjanów oznaczano metodą różnicową spektrofotometryczną wg Fuleki i Francis.

Aktywność przeciwutleniająca świeżych owoców wynosiła od 12,5 do 22,9  $\mu\text{M Trolox/g}$ . Wysokim jej poziomem charakteryzowały się odmiany śliwek: Čačanska Najbolja, Bluefre oraz Valor. W przeliczeniu na suchą masę wysoki poziom aktywności przeciwutleniającej przejawiały odmiany Bluefre i Čačanska Najbolja, odpowiednio 162 i 144  $\mu\text{M Trolox/g s.m.}$  Odmiany śliwek Węgierka Zwykła i Dąbrowicka oraz Valjevka wykazywały niską aktywność przeciwutleniającą. Najwięcej antocyjanów stwierdzono w śliwkach odmiany Valor – 73,4  $\text{mg}\%$  s.m.

**Słowa kluczowe:** śliwki, aktywność przeciwutleniająca, ABTS, antocyjany

### Wprowadzenie

Obserwuje się wzrost zainteresowania konsumentów żywnością bogatą w naturalne składniki, kształtujące nie tylko oryginalny smak, barwę czy zapach produktu, ale także jego wartość prozdrowotną. Pod tym względem szczególną rolę odgrywają owoce i warzywa, zarówno w formie świeżej, jak i przetworzonej. Jako źródło witamin i związków polifenolowych wykazują właściwości przeciwutleniające. Dane literatu-

---

Dr inż. D. Walkowiak-Tomczak, dr inż. R. Biegańska-Marecik, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, dr inż. J. Reguła, Katedra Higieny Żywnienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

rowe dostarczają bowiem wielu dowodów na wysoką korelację między zawartością związków polifenolowych w tych surowcach a ich aktywnością przeciwutleniającą [1, 2, 3, 9]. Dieta bogata w te składniki wpływa m.in. na obniżenie ciśnienia krwi, poprawę jej profilu lipidowego, zmniejszenie zachorowalności na nowotwory, usprawnienie działania przewodu pokarmowego [12, 13, 19].

Śliwki są surowcem bogatym w związki fenolowe, cechują się wysoką aktywnością przeciwutleniającą, przewyższając w tym względzie owoce takie, jak: winogrona, pomarańcze, jabłka, borówki czernice, truskawki i in. [6, 10]. Spożywanie śliwek świeżych bądź suszonych oddziałuje na szereg funkcji organizmu, jak np. poprawa składu lipidowego krwi, metabolizmu lipidów i glukozy, regulacja wypróżnień [12, 17, 18]. Największe znaczenie w krajowym przetwórstwie mają dwie odmiany: Stanley i Węgierka Zwykła. W ostatnich latach wprowadzono szereg nowych odmian śliwek, których produkcja wykazuje tendencje wzrostowe.

Celem pracy było określenie aktywności przeciwutleniającej oraz zawartości antocyjanów w owocach wybranych odmian śliw uprawianych w kraju.

### **Materiały i metody badań**

W badaniach użyto śliwek pochodzących z Rolniczo-Sadowniczego Zakładu Doświadczalnego w Przybrodzie, należącego do Katedry Sadownictwa Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu. Badaniom poddano śliwki następujących odmian: Bluefre, Čačanska Najbolja, Węgierka Dąbrowicka, Stanley, Valjevka, Valor i Węgierka Zwykła. Owoce pochodziły z drzew w pełni owocowania, rosnących na podkładce Węgierka Wangenheima, na glebie płowej, w rozstawie 5 x 3 m. W sadzie monitorowane były warunki meteorologiczne oraz prowadzone zabiegi ochrony drzew zgodnie z zaleceniami Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (2005 r.).

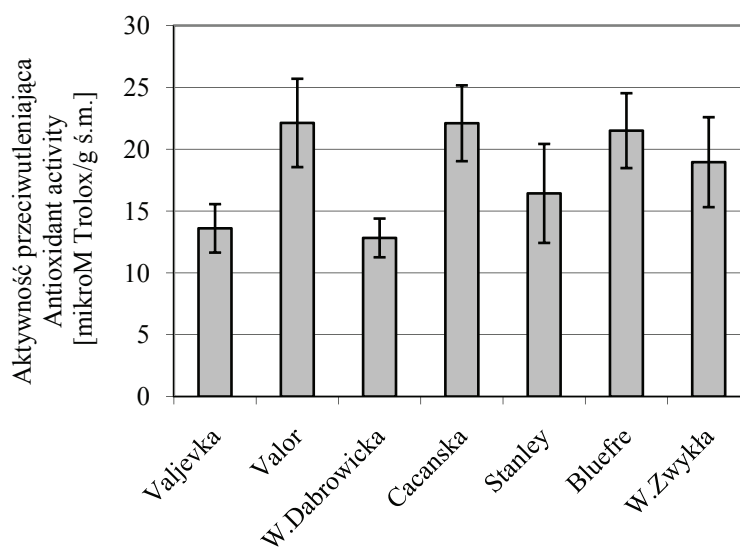
Aktywność przeciwutleniającą oznaczano kolorymetrycznie z użyciem kationorodnika kwasu 2,2'-azynobis-3-etylobenzotiazolin-6-sulfonowego (ABTS), a otrzymane wyniki wyrażano w równoważnikach  $\mu\text{mol Trolox/g}$  [16]. Oznaczenia wykonywano w metanolowym ekstrakcie z rozdrobnionych owoców, przy długości fali 734 nm. Zawartość antocyjanów oznaczano metodą różnicową spektrofotometryczną wg Fuleki i Francis [4], przy długości fali 515 nm. Zawartość suchej masy oznaczano metodą wagową [15], a zawartość ekstraktu metodą refraktometryczną [14]. Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech partiach surowca po trzy powtórzenia.

Ocenę statystyczną wyników przeprowadzono metodą analizy wariancji na poziomie istotności  $p < 0,01$ , w programie Statistica 7.1.

### **Wyniki i dyskusja**

Aktywność przeciwutleniająca badanych odmian śliwek kształtowała się na poziomie 12-22  $\mu\text{M Trolox/g}$  świeżej masy (rys. 1). Wysoką aktywność wykazywały

śliwki odmiany Čačanska Najbolja, Valor i Bluefre, zaś niski poziom odmiany Valjevka i Węgierka Dąbrowicka. Uwzględniając znaczne zróżnicowanie badanych śliwek pod względem zawartości suchej masy, aktywność przeciwutleniającą wyrażano również w przeliczeniu na  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m. (tab. 1). Najmniejszą zawartością suchej masy



Rys. 1. Aktywność przeciwutleniająca śliwek (ś.m.) w zależności od odmiany.

Fig. 1. Antioxidant activity of plums (fresh matter) depending on the cultivar.

Tabela 1

Aktywność przeciwutleniająca oraz zawartość antocyjanów w suchej masie śliwek, w zależności od odmiany.

Antioxidant activity and content of anthocyanins in the dry matter of plums depending on the cultivar.

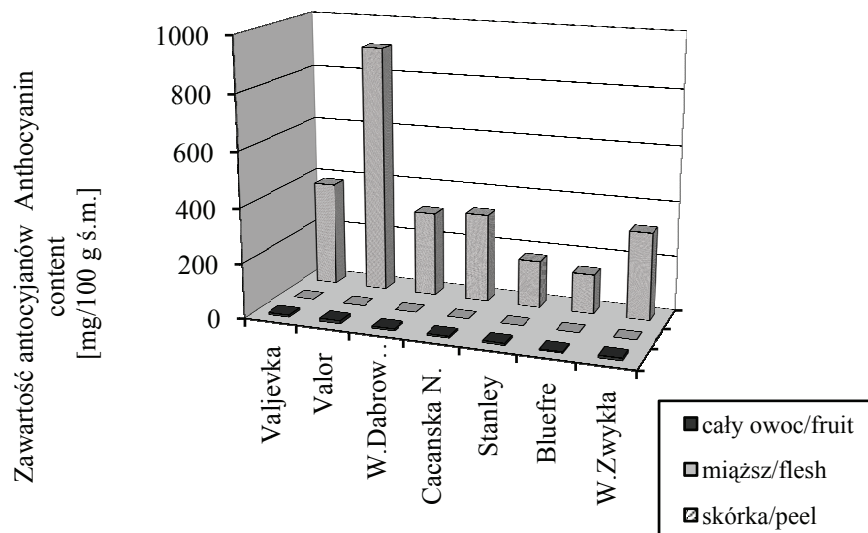
Odmiana Cultivar	Zawartość suchej masy Content of dry mass [%]	Zawartość ekstraktu Content of extract [%]	Aktywność przeciwutleniająca [ $\mu\text{M}$ Trolox/ g s.m.] Antioxidant activity [ $\mu\text{M}$ Trolox/ g d.m.]	Zawartość antocyjanów [mg/100 g s.m.] Content of anthocyanins [mg/100 g d.m.]
Valjevka	16,2 ± 1,33	14,7 ± 0,10	84,0	51,7
Valor	16,2 ± 1,53	14,4 ± 0,05	136,1	73,4
W. Dąbrowicka	12,7 ± 1,42	11,0 ± 0,21	101,1	61,9
Čačanska Najbolja	15,1 ± 0,81	13,1 ± 0,17	146,5	47,4
Stanley	14,2 ± 0,65	12,5 ± 0,60	115,7	57,8
Bluefre	12,5 ± 0,19	11,3 ± 0,84	172,3	38,2
W. Zwykła	19,9 ± 0,47	18,1 ± 0,58	95,3	50,7

± - odchylenie standardowe z trzech powtórzeń / Standard deviation of 3 repeat measurements

cechowwały się śliwki odmiany Bluefre, a największą owoce odmiany Węgierka Zwykła, odpowiednio 12 i 20%. Podobnie, jak w oznaczeniach w świeżej masie, śliwki odmian Bluefre, Čačanska Najbolja i Valor charakteryzowały się wysoką aktywnością przeciwutleniającą, odpowiednio 172, 146 i 136  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m. Natomiast owoce odmian najbardziej popularnych w Polsce, Węgierka Zwykła i Dąbrowicka, wykazywały aktywność przeciwutleniającą na poziomie 100  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m. Analiza wariancji wykazała istotny wpływ odmiany śliwek na poziom aktywności przeciwutleniającej ( $p < 0,01$ ). Przedstawione wyniki korespondują z danymi literaturowymi. Wg Wang i wsp. [20] aktywność przeciwutleniająca śliwek wynosiła 9,5  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m. i odpowiednio 79,1  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m. Autorzy ci przebadali 12 gatunków owoców, w rezultacie czego śliwki znalazły się na drugiej pozycji w szeregu owoców wg aktywności przeciwutleniającej, po truskawkach (15,3  $\mu\text{M}$  Trolox/g s.m.), a przed takimi owocami, jak: pomarańcze, winogrona, kiwi, grapefruity, banany, jabłka. Jednakże dane przedstawiane w literaturze są bardzo zróżnicowane, bowiem zawartość polifenoli, antocyjanów i aktywność przeciwutleniająca owoców zależy od wielu czynników, głównie od odmiany, stopnia dojrzałości, warunków środowiskowych i agrotechnicznych [7].

Wymienione wyżej odmiany popularnych śliw w Polsce mają bardzo smaczne owoce, z pestką dobrze odchodzącą od miąższu i są raczej małych rozmiarów, ale jednocześnie wykazują średnią lub dużą wrażliwość na szarkę (choroba wirusowa śliw) i mróz. Z tego względu sadownicy nie zwiększają ich nasadzeń, choć konsumenci bardzo cenią owoce tych odmian. Stąd w ostatnich latach rozwija się hodowla nowych odmian śliw o małej wrażliwości na mróz i szarkę, jak np. odmiana Bluefre, której owoce są bardzo smaczne i osiągają masę około 60 g [5].

Wszystkie badane odmiany śliwek charakteryzowały się fioletowo-czerwonym lub fioletowo-granatowym wybarwieniem skórki, dzięki obecności antocyjanów. Zawartość antocyjanów w poszczególnych odmianach była bardzo zróżnicowana, ze względu na różną wielkość owoców i stosunek masy skórki do masy miąższu. Zarówno w świeżej masie, jak i w suchej masie owoców najwięcej antocyjanów było w odmianie Valor, zaś najmniej w odmianie Bluefre (tab. 1). W przeliczeniu na suchą masę śliwek tych odmian, zawartość antocyjanów wynosiła, odpowiednio, 73 i 38 mg%. Wg danych literaturowych zawartość antocyjanów w śliwkach waha się od 18-170 mg/100 g s.m. [2, 8, 11], a w skórce jest ich 3-9-krotnie więcej niż w miąższu [2]. W niniejszej pracy różnica ta była większa. W skórce badanych odmian śliwek zawartość antocyjanów była kilkadziesiąt razy większa niż w całych owocach (rys. 2). W miąższu zawartość antocyjanów była mała, na poziomie 0,1–0,4 mg/100 g s.m. (Bluefre, Węgierka Zwykła, Valor) bądź śladowa, na poziomie 0,01–0,06 mg/100 g s.m. (Valjevka, Węgierka Dąbrowicka, Čačanska Najbolja, Stanley).



Rys. 2. Zawartość antocyjanów w świeżej masie śliwek, w miąższu i skórce.

Fig. 2. Content of anthocyanins in the fresh matter of plum fruit, its flesh and its peel.

### Wnioski

1. Wysoką aktywność przeciwutleniającą, spośród badanych śliwek, wykazywały owoce odmian: Čačanska Najbolja, Bluefre i Valor.
2. Popularne w Polsce odmiany śliwek, Węgierka Zwykła i Dąbrowicka oraz Stanley charakteryzowały się stosunkowo niską aktywnością przeciwutleniającą.
3. Największą zawartością antocyjanów w owocach cechowała się odmiana Valor.
4. Antocyjany zlokalizowane były w skórce, natomiast w miąższu ich zawartość była śladowa.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Bermudez-Soto M.J., Tomas-Barberan F.A.: Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, **219**, 133-141.
- [2] Cevallos-Casals B., Byrne D., Okie W., Cisneros-Zevallos L.: Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chem.*, 2006, **96**, 273-280.
- [3] Elisia I., Hu C., Popovich D.G., Kitts D.D.: Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. *Food Chem.*, 2007, **101**, 1052-1058.

- [4] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. 2. determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 78-83.
- [5] Grzyb Z.S., Rozpara E.: Nowoczesna uprawa śliw. Wyd. Hortpress, Warszawa 2000.
- [6] Kayano S., Kikuzaki H., Fukutsaka N., Mitani T., Nakatani N.: Antioxidant activity of prune (*Prunus domestica* L.) constituents and a new synergist. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 3708-3712.
- [7] Kim D-O., Jeong S.W., Lee C.Y.: Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.*, 2003, **81**, 321-326.
- [8] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G.: Wpływ wybranych dodatków na jakość mrożonych śliwek odmiany Węgierka Zwykła. *Roczn. PZH*, 1995, **XLVI**, **4**, 363-371.
- [9] Kosar M., Bozan B., Temelli F., Baser K.H.C.: Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts. *Food Chem.*, 2007, **103**, 952-959.
- [10] Leong L.P., Shui G.: An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chem.*, 2002, **76**, 69-75.
- [11] Łoś J., Wilska-Jeszka J., Pawlak M.: Polyphenolic compounds of plums (*Prunus domestica*). *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2000, **9/50**, **1**, 35-38.
- [12] Lucas E., Hammond L., Mocanu V., Arquitt A., Trolinger A., Khalil D., Smith B., Soung D., Daggy B., Arjmandi B.: Daily consumption of dried plum by postmenopausal women does not cause undesirable changes in bowel function. *J. Appl. Res.*, 2004, **1** (4), 37-43.
- [13] Mateos R., Lecumberri E., Ramos S., Goya L., Bravo L.: Determination of malondialdehyde (MDA) by high-performance liquid chromatography in serum and liver as a biomarker for oxidative stress. Application to a rat model for hypercholesterolemia and evaluation of the effect of diets rich in phenolic antioxidants from fruits. *J. Chromatography B*, 2005, **827**, 76-82.
- [14] PN-A-75101/02. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego.
- [15] PN-A-75101/03. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową.
- [16] Re R., Pellegrini N., Preteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 1999, vol. 26, **9/10**, 1231-1237.
- [17] Tinker LF., Davis PA., Schneeman BO.: Prune fiber or pectin compared with cellulose lowers plasma and liver lipids in rats with diet induced hyperlipidemia. *J. Nutr.*, 1994, **124**, 31-40.
- [18] Tinker LF., Schneeman BO., Davis PA., Gallaher DD., Waggoner CR.: Consumption of prunes as a source of dietary fiber in men mild hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1991, **53**, 1259-1265.
- [19] Utsunomiya H., Takekoshi S., Gato N., Utatsu H., Motley E., Eguchi K., Fitzgerald T., Mifune M., Frank G., Eguchi S.: Fruit-juice concentrate of Asian plum inhibits growth signals of vascular smooth muscle cells induced by angiotensin II. *Life Science*, 2002, **72**, 659-667.
- [20] Wang H., Cao G., Prior R.L.: Total antioxidant capacity of fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 701-705.

#### ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SOME SELECTED PLUM CULTIVARS (*PRUNUS DOMESTICA*) GROWN IN POLAND

##### Summary


The objective of the study was to determine the antioxidant activity and the content of anthocyanins in some selected plum cultivars (*Prunus domestica*) grown in Poland. The following cultivars constituted an experimental material used in the study: 'Bluefre', 'Čačanska Najbolja', 'Węgierka Dąbrowicka',



'Stanley', 'Valjevka', 'Valor', and 'Węgierka Zwykła', all of them originating from the pilot plant in Przybroda run by the Department of Pomology, the August Cieszkowski Agricultural University in Poznań.

The antioxidant activity was determined colourmetrically using a cation-radical of 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS), and the results were expressed in equivalents of  $\mu\text{mol Trolox/g}$ . The content of anthocyanins was determined using a differential spectrophotometric method according to Fuleki and Francis

The antioxidant activity of fresh fruit ranged from 12.5 to 22.9  $\mu\text{mol Trolox/g}$ . The cultivars of 'Čačanska Najbolja', 'Bluefre', and 'Valor' showed a high level of the antioxidant activity. The antioxidant activity converted per dry matter was high in the cultivars of 'Bluefre' and 'Čačanska Najbolja', and amounted to 162 and 144  $\mu\text{mol Trolox/g d.m}$ , respectively. The cultivars of 'Węgierka Zwykła', 'Węgierka Dąbrowicka', and 'Valjevka' had a low antioxidant activity level. The highest content of anthocyanins was noted in the 'Valor' cultivar, 73,4 mg % d.m.

**Key words:** plums, antioxidant activity, ABTS, anthocyanins 

MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA, ANDRZEJ ZŁOBECKI

**ZMIANY JAKOŚCI PRZECHOWYWANYCH SYROPÓW Z OWOCÓW  
ŻURAWINY (*VACCINIUM OXYCOCCUS* L.) I BRUSZNICY  
(*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.) OTRZYMANÝCH RÓŻNYMI  
METODAMI**

Streszczenie

W pracy scharakteryzowano syropy z owoców żurawiny i brusznicy, otrzymane trzema zmodyfikowanymi metodami stosowanymi w gospodarstwach domowych, pod względem zawartości związków biologicznie czynnych (antocyjanów, polifenoli, witaminy C) oraz właściwości przeciwutleniających i barwy ( $L^*a^*b^*$ ).

Modyfikacje metod otrzymywania syropów dotyczyły rozgniataania i podgrzewania owoców z cukrem. Ze względu na zawartość analizowanych związków oraz barwę uzyskanych produktów, najwłaściwszą modyfikacją uznano równoczesne rozgniataanie i podgrzewanie surowca.

W przechowywanych syropach, do czwartego miesiąca zwiększała się ogólna zawartość związków fenolowych, a do ósmego miesiąca siła redukująca, będąca miernikiem właściwości przeciwutleniających. Zawartość pozostałych składników, w tym witaminy C, wyraźnie zmniejszała się. Antocyjany zawarte w brusznicy przechodziły do syropów w mniejszym stopniu niż zawarte w żurawinie i szybciej ulegały rozkładowi w czasie przechowywania.

**Słowa kluczowe:** *Vaccinium oxycoccus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., syropy, antocyjany, barwa, przechowywanie

**Wprowadzenie**

Owoce żurawiny i brusznicy są popularnym w Polsce surowcem przetwarzanym na soki, syropy, dzemy oraz susze. Duża część tych przetworów wytwarzana jest w warunkach domowych. Produkty takie na ogół mają znacznie większy udział surowca w gotowym wyrobie niż wytwarzane przez przemysł. Są więc w wielu przypadkach cennym źródłem związków biologicznie czynnych i składników odżywczych. Jest to ważne zwłaszcza w przypadku takich owoców, którym przypisuje się pewne właści-

---

*Dr inż. M. Michalczyk, dr inż. R. Macura, Katedra Chłodnictwa i Koncentratów Spożywczych, ul. Balicka 122, dr inż. A. Złobek, Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, ul. Balicka 104, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja, 30-149 Kraków*

wości profilaktyczne, m.in. żurawinie i w nieco mniejszym stopniu brusznicy. Najwięcej uwagi zwrócono na możliwość zapobiegania infekcjom układu moczowego dzięki spożyciu soków i napojów żurawinowych [6, 9, 14, 20]. Zdaniem autorów, mechanizm działania soków i preparatów żurawinowych polega przede wszystkim na zapobieganiu adherencji bakterii, głównie *E. coli*, do komórek nabłonka [14, 20]. Ponadto w niektórych badaniach stwierdzono korzystny wpływ łączenia terapii antybiotykami i podawania preparatów żurawinowych na leczenie zakażeń wywołanych przez bakterie *Helicobacter pylori* [17]. Wykazano również niespecyficzny efekt antywirusowy wobec różnych gatunków wirusów m. in. małego rotawirusa S.A.-11 przez dostępne w handlu napoje żurawinowe [12], jak również inhibitujący wpływ związków o wysokich masach cząsteczkowych zawartych w sokach żurawinowych na adhezję i zakaźność wirusa grypy [21]. Duthie i wsp. [4] wykazali ponadto, że spożywanie soku żurawinowego było przyczyną wyraźnego wzrostu poziomu salicylanów i kwasu salicylowego w moczu oraz kwasu salicylowego w plazmie krwi badanych wolontariuszy. Na tej podstawie autorzy wnioskuje, że regularne spożywanie omawianego produktu może się przyczynić do poprawy zdrowia m. in. dzięki przeciwzapalnemu działaniu tych związków.

Owoce brusznicy w tradycyjnej medycynie ludowej zalecane są przy gorączce i bólu i rzeczywiście udało się potwierdzić jej skuteczność w testach *in vitro* PAF [19].

W związku z profilaktycznymi i prozdrowotnymi właściwościami owoców żurawiny i brusznicy, w pracy podjęto próbę oceny wpływu różnych stosowanych w gospodarstwach domowych metod wytwarzania syropów na ich jakość w trakcie długotrwałego przechowywania.

### **Material i metody badań**

Świeże owoce pozyskano ze stanowisk naturalnych. Syropy uzyskano trzema metodami. W metodzie pierwszej, na zimno, jagody dokładnie rozgniatano, a następnie mieszano z cukrem w takiej proporcji, aby uzyskać końcową zawartość ekstraktu 67%. Po dokładnym wymieszaniu surowiec pozostawiano na 1 miesiąc celem wyrównania stężeń i całkowitego rozpuszczenia cukru w warunkach pokojowych bez dostępu światła. W ciągu miesięcznego przechowywania mieszaninę kilkakrotnie mieszano. Następnie oddzielano ciecz od części stałych.

W metodzie drugiej, na gorąco, całe jagody przesypywano cukrem w takich samych proporcjach, ogrzewając je równocześnie do temp. 90°C przez 30 min, a następnie pozostawiano na 1 miesiąc bez dostępu światła. Po tym czasie oddzielano ciecz od odwodnionych jagód.

Trzeci rodzaj syropu wytwarzano mieszając rozdrobnione jagody z cukrem w takiej proporcji, jak w metodzie pierwszej, ogrzewając jednocześnie surowiec do temp. 90°C przez 30 min. Po miesiącu oddzielano ciecz od części stałych.

Wszystkie rodzaje syropów przechowywano następnie przez 8 miesięcy w warunkach pokojowych (20-23°C), bez dostępu światła i bez dodatkowego utrwalenia.

Składniki fenolowe ogółem, po ekstrakcji wodnej, oznaczano przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a, mierząc absorbancję przy długości fali 750 nm w spektrofotometrze Cecil UV/VIS CE 9500 (Cecil Instruments, Cambridge England). Krzywą kalibracyjną wykreślono z użyciem kwasu galusowego. Wynik wyrażano jako równoważnik kwasu galusowego (GAE) w mg/100 g soku. Zastosowano metodykę opisaną przez Singletona i Rossi'ego [18].

Antocyjany ogółem, wyrażane jako mg cyjanidyno-3-glukozydu w 100 g soku, oznaczano zgodnie z metodyką Giusti'ego i Wrolstada [7]. Indeks degradacji tych związków oznaczano metodą różnicowego pH, obliczając go na podstawie absorbancji próbek rozcieńczanych buforami o pH 1,0 i 4,5, mierzonymi przy długości fali 510 nm [5].

Siłę redukującą (określającą właściwości przeciwutleniające surowca poprzez zdolność jego ekstraktu do redukcji jonów  $Fe^{+3}$  do  $Fe^{+2}$ ) analizowano zgodnie z metodyką podaną przez Yena i Chena [22], stosując syropy rozcieńczone do stężenia 5%. Siłę redukującą wyrażano jako absorbancję przy długości fali 700 nm mierzoną w spektrofotometrze po 7 min od rozpoczęcia reakcji.

Zawartość witaminy C oznaczano metodą z wykorzystaniem HPLC, zgodnie z PN-EN [15].

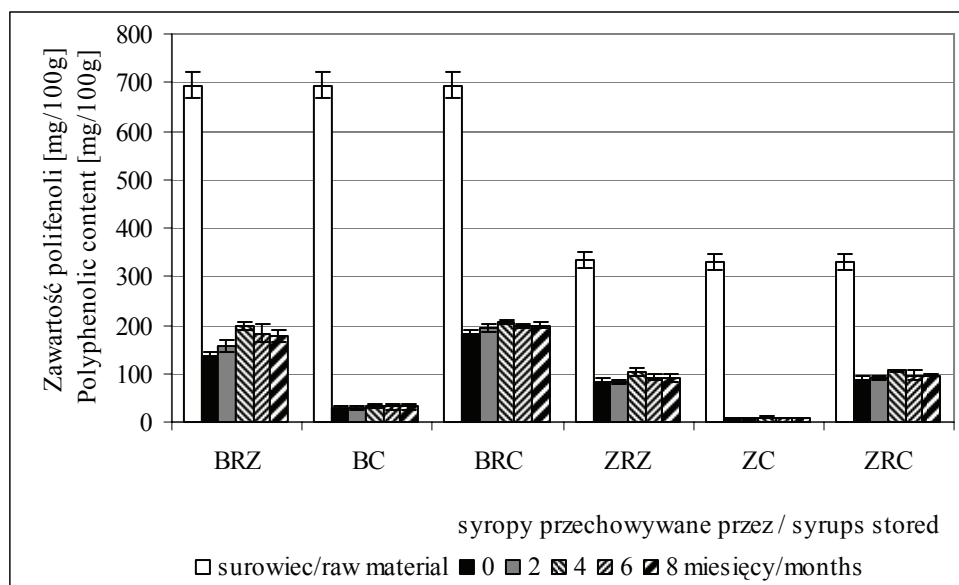
Barwę, wyrażoną w systemie  $L^*a^*b^*$ , oznaczano za pomocą aparatu Minolta CM-3500d (Osaka, Japan). Całkowitą różnicę barwy  $\Delta E$  obliczano jako pierwiastek sumy kwadratów różnic poszczególnych parametrów  $L^*a^*b^*$ .

Wszystkie oznaczenia wykonywano w co najmniej 3 powtórzeniach z każdej próby, obliczając średnie i odchylenia standardowe. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano przy poziomie  $\alpha = 0,05$  z wykorzystaniem programu CSS Statistica.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość polifenoli w świeżych owocach oraz przechowywanych przetworach przedstawiono na rys. 1. Zawartość tych związków w brusznicy była bardzo duża i porównywalna z czarną porzeczką czy aronią, natomiast zawartość polifenoli w żurawinie była zbliżona do ilości, jaka występuje w jeżynach [2]. Brusznica była również zdecydowanie bogatsza w antocyjany (rys. 2). Natomiast żurawina była znacznie lepszym źródłem witaminy C (rys. 4), a jej zawartość była porównywalna z wynikami Häkkinena i wsp. [8]. W syropach z całych owoców, ze względu na ich stosunkowo grubą, elastyczną i pokrytą woskowym nalotem skórę, pomimo stosowania podwyższonej temperatury i długiego czasu maceracji w procesie otrzymywania syropów, zawartość wszystkich oznaczanych związków była bardzo mała. Syropy takie były w zasadzie aromatyzowanymi roztworami cukru. Znacznie lepsze efekty uzyskano

rozgniatając owoce, nawet bez zastosowania podgrzewania. Procentowo, więcej składników fenolowych, antocyjanów i witaminy C przeszło do syropu żurawinowego niż syropu z brusznicy. Najlepsze rezultaty osiągnięto podgrzewając rozdrobnione owoce. Zawartość składników w uzyskanych w ten sposób syropach była największa (rys. 1, 2, 4). W trakcie przechowywania produktów zaobserwowano we wszystkich przypadkach, w czasie pierwszych 4 miesięcy wzrost zawartości polifenoli. Jedynie w syropie z całych owoców brusznicy był on statystycznie nieistotny. Dość wysoki przyrost odnotowano w syropie z brusznicy uzyskanym z owoców rozdrobnionych, nieogrzewanych (47%), a w pozostałych produktach był mniejszy i wynosił od 19 do 24%. Dopiero w późniejszym okresie zarysował się niewielki, ale w większości statystycznie nieistotny ubytek zawartości analizowanych związków.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

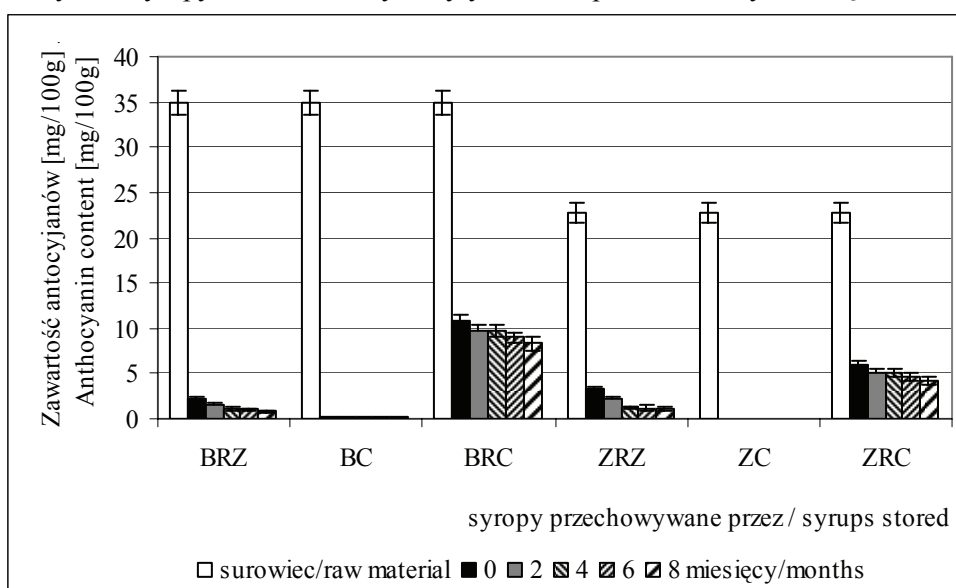
BRZ – syrop z brusznicy otrzymany na zimno z owoców rozdrobnionych, BC – syrop z brusznicy otrzymany na ciepło z owoców nierozdrobnionych, BRC – syrop z brusznicy otrzymany na ciepło z owoców rozdrobnionych, ZRZ – syrop z żurawiny otrzymany na zimno z owoców rozdrobnionych, ZC – syrop z żurawiny otrzymany na ciepło z owoców nierozdrobnionych, ZRC – syrop z żurawiny otrzymany na ciepło z owoców rozdrobnionych,

BRZ – cowberry syrup made of squashed fruit with no heating; BC – cowberry syrup made of whole fruit with heating; BRC – cowberry syrup made of squashed fruit with heating; ZRZ - cranberry syrup made of squashed fruit with no heating; BC – cranberry syrup made of whole fruit with heating; BRC – cranberry syrup made of squashed fruit with heating.

Rys. 1. Zawartość polifenoli w świeżych owocach żurawiny i brusznicy oraz w przechowywanych syropach [mg GAE/100 g].

Fig. 1. Polyphenol content [mg GAE/100 g] in fresh cranberry and cowberry fruit, as well as in the stored syrups.

Zafrilla i wsp. [23], badając stężenie wolnego kwasu ellagowego i jego pochodnych w przechowywanych dżemach malinowych, tłumaczą wzrost ilości tych związków po przetworzeniu i przechowywaniu uwalnianiem ich z ellagitanin. Być może podobne procesy zachodzą w przechowywanych syropach, a uwalniane związki podnoszą wyniki uzyskiwane z odczynnikiem Folina-Ciocalteu'a. Zawartość antocyjanów w owocach brusznicy była 1,5 razy większa niż w żurawinie, proporcje te zostały zachowane jedynie w syropach z owoców ogrzewanych i rozdrobnionych. W nieogrzewanych nieco większą zawartość antocyjanów stwierdzono w przetworach żurawinowych, a syropy z owoców całych były niemal pozbawione tych związków.



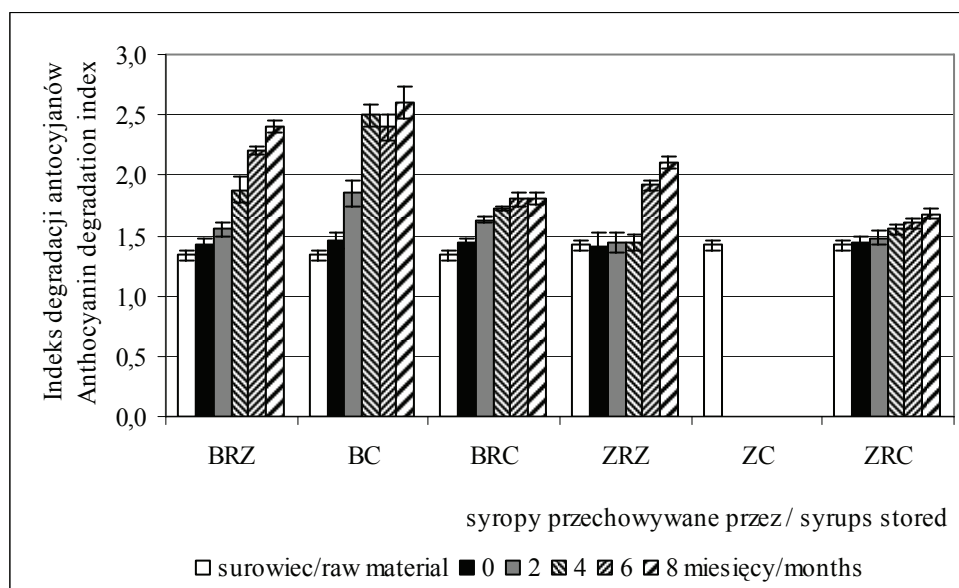
Objaśnienia: jak przy rys. 1. / Explanatory notes: see Fig. 1.

Rys. 2. Zawartość antocyjanów w świeżych owocach żurawiny i brusznicy oraz w przechowywanych syropach [mg cyjanidyno-3-glukozydu/100 g].

Fig. 2. Anthocyanins content in fresh cranberry and cowberry fruit, as well as in the stored syrups [mg of cyanidin-3-glucoside/100 g].

W trakcie przechowywania zawartość omawianych składników systematycznie istotnie malała w pierwszych 4 miesiącach, po 8 osiągając ok. 35 i 75% wartości początkowej, odpowiednio w syropach z owoców rozdrobnionych nieogrzewanych i syropach z owoców rozdrobnionych ogrzewanych. W przetworach z owoców całych zmiany te były nieistotne. Indeks degradacji antocyjanów zwiększał się zdecydowanie bardziej w przypadku syropów z brusznicy i to zarówno ogrzewanych, jak i nieogrzewanych (rys. 3). W przetworach żurawinowych wskaźnik ten wzrastał nieznacznie, ale po 8 miesiącach składowania zmiany były również statystycznie istotne. Według Fule-

ki i Francisa [5] indeks degradacji antocyjanów lepiej odzwierciedla aktualną barwę próbki niż ich zawartość. Rozkład antocyjanów, nawet w produktach poddawanych obróbce w wysokiej temperaturze, jest zjawiskiem opisywanym w literaturze i wynika m.in. z wysokiej ciepłooporności odpowiedzialnych za to enzymów [13]. Podatność antocyjanów na rozkład jest ponadto zależna m.in. od początkowego sumarycznego ich poziomu, udziału w nich składników bardziej reaktywnych, poziomu pH, zawartości cukrów i kwasów organicznych [1].



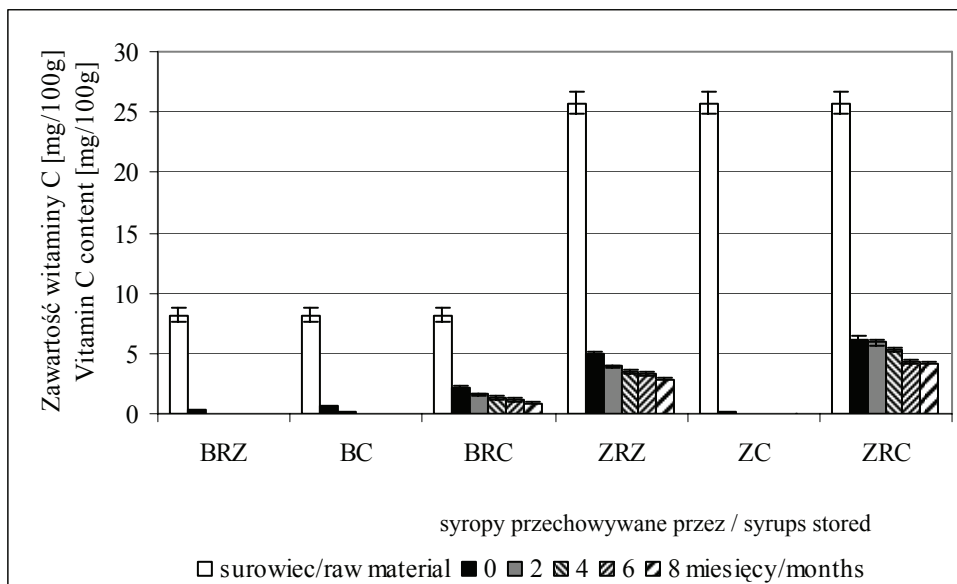
Objaśnienia: jak przy rys. 1. / Explanatory notes: see Fig. 1.

Rys. 3. Indeks degradacji antocyjanów w świeżych owocach żurawiny i brusznicy oraz w przechowywanych syropach.

Fig. 3. Anthocyanins degradation index in fresh cranberry and cowberry as well as in stored syrups.

Zawartość witaminy C w syropach była niewielka, bowiem nie przekraczała 6,2 mg/100 g w syropie żurawinowym i 2,1 mg/100 g w brusznicowym. W trakcie przechowywania zawartość tego składnika systematycznie i statystycznie istotnie malała (rys. 4).

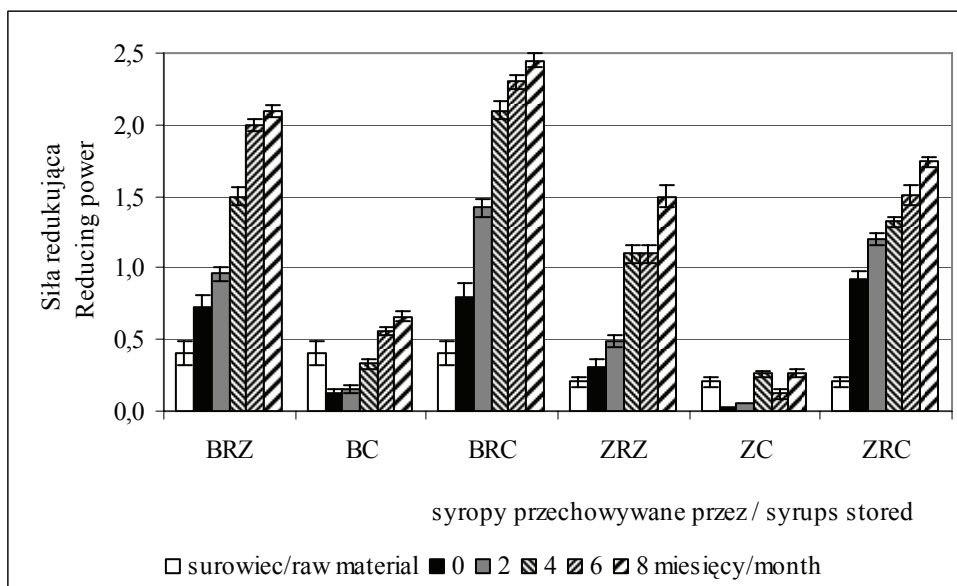
Zdaniem wielu autorów [10, 11, 16], zawartość polifenoli dobrze koreluje z właściwościami przeciwutleniającymi surowców. Uzasadnia to w pewien sposób obserwowany wzrost siły redukującej, świadczący o stałym wzroście właściwości przeciwutleniających w trakcie przechowywania syropów (rys. 5). Chaowanalikit i Wrolstad [3] podają również, że związki Maillarda tworzące się pomiędzy cukrami redukującymi i aminokwasami także wpływają na wzrost omawianych właściwości.



Objaśnienia: jak przy rys. 1. / Explanatory notes: see Fig. 1.

Rys. 4. Zawartość witaminy C w świeżych owocach żurawiny i brusznicy oraz w przechowywanych syropach [mg/100 g].

Fig. 4. Vitamin C content in fresh cranberry and cowberry fruit, as well as in the stored syrups [mg/100 g].



Objaśnienia: jak przy rys.1. / Explanatory notes: see Fig. 1.

Rys. 5. Wartość siły redukującej ( $A_{700}$ ) świeżych owoców żurawiny i brusznicy oraz przechowywanych syropów.

Fig. 5. Reducing power value ( $A_{700}$ ) in fresh cranberry and cowberry fruit, as well as in the stored syrups.



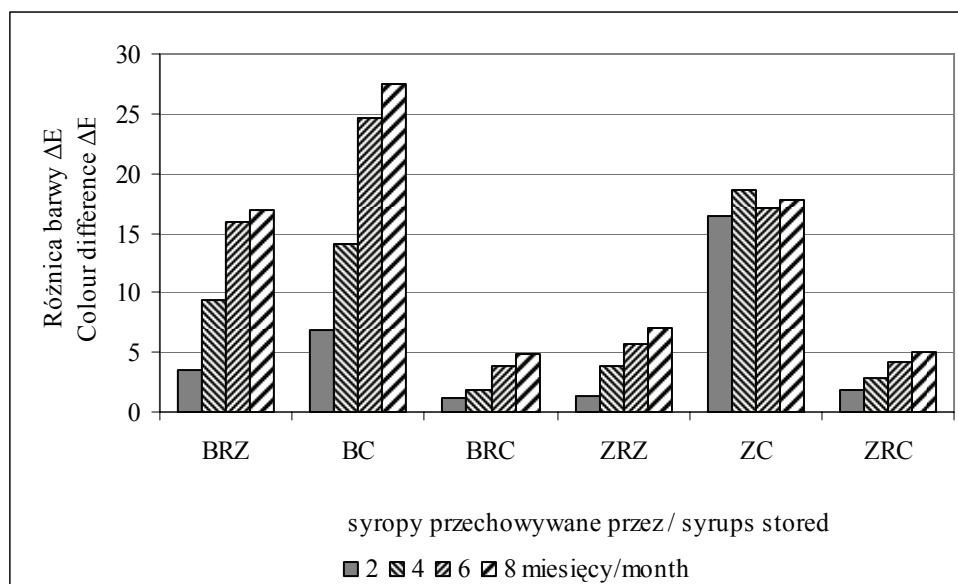
Z uzyskanych wyników pomiaru barwy w systemie L\*a\*b\* wyliczono indeksy różnicy barwy  $\Delta E$ , syropów uzyskanych różnymi metodami, w stosunku do tego o najbardziej pożądaney i głębokiej barwie (tab. 1). W obu przypadkach (żurawiny i brusznicy) tym punktem odniesienia były produkty uzyskane na ciepło z owoców rozdrobnionych. Barwa pozostałych syropów, szczególnie tych z surowców nierozdrobnionych była zdecydowanie jaśniejsza.

Tabela 1

Różnice barwy  $\Delta E$  syropów świeżych w zależności od sposobu wytworzenia w stosunku do syropu o barwie najbardziej pożądaney.

Colour differences,  $\Delta E$ , of fresh syrups depending on the method of manufacturing in relation to the syrup showing the most acceptable colour.

Surowiec Raw material	Metoda wytworzenia Manufacturing way		
	Owoce rozdrobnione proces na zimno Fruit squashed without heating (RZ)	Owoce całe proces na ciepło Whole fruit treated with heating (C)	Owoce rozdrobnione proces na ciepło Fruit squashed with heat (RC)
Żurawina (Z) Cranberry	9,47	51,45	0,00
Brusznica (B) Cowberry	10,09	62,04	0,00



Objaśnienia: jak przy rys. 1. / Explanatory notes: see Fig. 1.

Rys. 6. Zmiany barwy ( $\Delta E$ ) przechowywanych syropów.

Fig. 6. Colour differences ( $\Delta E$ ) of the stored syrups.

Obliczono również indeksy zmiany barwy  $\Delta E$  poszczególnych produktów w czasie przechowywania (rys. 6). Punktem odniesienia były poszczególne syropy bezpośrednio po wytworzeniu. Jedynie przetwory z rozdrobnionych, ogrzewanych owoców, zarówno bruszniczy jak i żurawiny, charakteryzowały się dość stabilną barwą. W pozostałych przypadkach jej zmiany były szybkie i bardzo duże.

Jeżeli wartości  $\Delta E$  wynoszą od 1 do 2 różnica barw jest minimalna, zauważalna jedynie dla bardzo wprawnego obserwatora, 2–3,5 różnica jest niewielka, ale już dla większości obserwatorów zauważalna, 3,5–5 różnica barw wyraźna, 5–7,5 duża, a powyżej 7,5 bardzo duża, można już wtedy mówić o odmiennej barwie.

### Wnioski

1. Najwłaściwszą metodą otrzymywania syropów z żurawiny i bruszniczy w warunkach domowych jest rozgniatanie owoców z cukrem, a następnie podgrzewanie tej mieszanki.
2. W trakcie przechowywania syropów przez 8 miesięcy wzrastała w nich zawartość polifenoli oraz wartość siły redukującej, będącej jednym z mierników właściwości przeciwutleniających.
3. Antocyjany zawarte w bruszniczy ekstrahują się do syropu w mniejszym stopniu niż zawarte w żurawinie i szybciej rozkładają się w trakcie przechowywania.
4. Zmiany barwy w czasie przechowywania były szybsze w syropach bruszniczych niż żurawinowych oraz z obu gatunków owoców całych w stosunku do rozdrobnionych.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] De Ancos B., Ibañez E., Reglero G., Cano M. P.: Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 873-879.
- [2] Benvenuti S., Pellati F., Melegari M., Bertelli D.: Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. *J. Food Sci.*, 2004, **69** (3), 164-169.
- [3] Chaovanalikit A., Wrolstad R.E.: Total anthocyanins and total phenolic of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *J. Food Sci.*, 2004, **69** (1), 67-72.
- [4] Duthie G.G., Kyle J.A.M., Jenkinson A. McE., Duthie S.J., Baxter G.J., Paterson J.R.: Increased salicylate concentrations in urine of human volunteers after consumption of cranberry juice. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 2897-2900.
- [5] Fuleki T., Francis F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice. *J. Food Sci.*, 1968, **33**, 78-83.
- [6] Gettman M.T., Ogan K., Brinkley L.J., Adams-Huet B., Pak Ch. Y. C., Pearle M.S., Effect of cranberry juice consumption on urinary stone risk factors. *J. Urology*, 2005, **174**, 590-594.

- [7] Giusti M.M., Wrolstad R.G.: Characterisation and measurement of anthocyanins by UV – visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry. Eds J. Wiley and Sons, New York, 2001, pp. F1.2.1 – F1.2.13.
- [8] Häkkinen S.H., Kärenlampi S.O., Heinonen I.M., Mykkänen H.M., Törrönen A.R.: Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. J. Agric. Food Chem., 1999, **47**, 2274-2279.
- [9] Henig Y.S., Leahy M.M.: Cranberry juice and urinary-tract health: Science supports folklore. Nutrition, 2000, **16**, (7/8), 684-687.
- [10] Kalt W., Forney C.H.F., Martin A., Prior R.L.: Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. J. Agric. Food Chem., 1999, **47**, 4638-4644.
- [11] Kalt W., McDonald J.E., Donner H.: Antocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. J. Food Sci., 2000, **65** (3), 390-393.
- [12] Lipson S.M., Sethi L., Cohen P., Gordon R.E., Tan J.P., Burdowski A., Stotzky G.: Antiviral effects on bacteriophages and rotavirus by cranberry juice. Phytomedicine 2007, **14**, 23-30.
- [13] López-Serrano M., Ros Barceló A.: Purification and characterization of a basic peroxidase isoenzyme from strawberries. Food Chem., 1996, **55** (2), 133-137.
- [14] Lowe F.C., Fagelman E.: Cranberry juice and urinary tract infections: what is the evidence? Urology 2001, **57**: 407-413.
- [15] PN-EN 14130, 2003 Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy C za pomocą HPLC.
- [16] Prior R.L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien Ch., Lischner N., Ehlenfeldt M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.M.: Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. J. Agric. Food Chem., 1998, **46**, 2686-2693.
- [17] Shmueli H., Burger O., Neeman I., Yahav J., Samra Z., Niv Y., Sharon N., Weiss E., Athamna A., Tabak M., Ofek I.: Susceptibility of *Helicobacter pylori* isolates to the antiadhesion activity of a high-molecular-weight constituent of cranberry. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 2004, **50**, 231-235.
- [18] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic., 1965, **16**, 144-158.
- [19] Tunón H., Olavsdotter C., Bohlin L.: Evaluation of anti-inflammatory activity of some Swedish medicinal plants. Inhibition of prostaglandin biosynthesis and PAF-induced exocytosis. J. Ethnopharm., 1995, **48**, 61-76.
- [20] Turner A., Shao-Nong Chen, Joike M.K., Pendland S.L., Pauli G.F., Farnsworth N.R.: Inhibition of uropathogenic *Escherichia coli* by cranberry juice: A new antiadherence assay. J. Agric. Food Chem., 2005, **53**, 8940-8947.
- [21] Weiss E.I., Houry-Haddad Y., Greenbaum E., Hochman N., Ofek I., Zakay-Rones Z.: Cranberry juice constituents affect influenza virus adhesion and infectivity. Antiviral Res., 2005, **66**, 9-12.
- [22] Yen G. C.; Chen H. Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. J. Agric. Food Chem., 1995, **43**, 27-32.
- [23] Zafrilla P., Ferreres F., Tomás-Barberán F.A., Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jams. J. Agric. Food. Chem., 2001, **49**, 3651-3655.

**QUALITY CHANGES FOUND IN THE STORED CRANBERRY (*VACCINIUM OXYCOCCUS* L.) AND COWBERRY (*VACCINIUM VITIS-IDAEA* L.) SYRUPS MANUFACTURED USING DIFFERENT METHODS**

**S u m m a r y**

In this paper, the cranberry (*Vaccinium oxycoccus* L.) and cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) syrups manufactured using three modified home methods were characterized with regard to their biologically active substances (anthocyanins, polyphenols, vitamin C), as well as to their antioxidant activity and colour (L\*a\*b\*).

The modifications in the methods of manufacturing syrups referred to squashing and heating fruit with sugar. Considering the content of the compounds analyzed and colour of the final product, the simultaneous squashing and heating of raw material was found to be the most fitting modification.

In the syrups stored, their total phenolic content increased until the fourth month, and the reducing strength, an indicator of antioxidant properties, increased until the eighth month. The content of the remaining compounds, including vitamin C, significantly decreased. Anthocyanins contained in the cowberry passed into the syrups less effectively than those originating from the cranberry, and, also, they faster decomposed during the storage period.

**Key words:** *Vaccinium oxycoccus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., syrups, anthocyanins, colour, storage ☒

MAŁGORZATA JAŁOSIŃSKA

## PRZEŻYWALNOŚĆ SZCZEPU PROBIOTYCZNEGO W NAPOJU BANANOWO-MLECZNYM W ZALEŻNOŚCI OD DODATKU RÓŻNYCH PREBIOTYKÓW

### Streszczenie

Celem pracy było określenie przeżywalności szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym (3:2) przechowywanym w temp. 10°C przez 32 dni, w zależności od dodatku prebiotyków: oligofruktozy (0,5%) oraz inuliny z sacharozą (łącznie 0,5%). Badano także zmiany pH napoju podczas przechowywania. Zakres pracy obejmował: przygotowanie napoju, zaszczepienie szczepem probiotycznym, przeprowadzenie 12-godzinnej fermentacji w temp. 37°C, badanie przeżywalności zastosowanego szczepu oraz oznaczanie pH napoju podczas przechowywania. Badania mikrobiologiczne przeprowadzono metodą płytkową wgłębną na agarze MRS firmy Biocar Diagnostics (warunki inkubacji: temp. 37°C; 48 godz.).

Stwierdzono, że podczas fermentacji napoju bananowo-mlecznego nastąpił wzrost liczby bakterii *L. casei* KNE-1 w napoju z dodatkiem oligofruktozy o 3 rzędy logarytmiczne oraz o 7 rzędów logarytmicznych w napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy. Natomiast podczas przechowywania liczba komórek badanego szczepu w napoju z dodatkiem oligofruktozy wzrosła o 4 rzędy logarytmiczne, a z dodatkiem inuliny zmniejszyła się o 1 rząd logarytmiczny. Wartość pH obu napojów uległa znacznemu obniżeniu podczas przechowywania (z wartości 5,41 do 3,93 w przypadku napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy oraz z wartości 5,43 do 3,83 w napoju z dodatkiem oligofruktozy), co wpłynęło na obniżenie ich jakości sensorycznej.

**Słowa kluczowe:** fermentowany napój mleczny, probiotyki, przeżywalność, prebiotyki, inulina, oligofruktoza

### Wprowadzenie

Żywność probiotyczna to produkty zawierające żywe komórki drobnoustrojów (bakterii lub drożdży) o udowodnionych naukowo właściwościach, poprawiająca stan zdrowia człowieka, wywierająca korzystne działanie w przewodzie pokarmowym [1, 12]. Stanowi ona rodzaj żywności funkcjonalnej (ang. functional food), o działaniu

korzystnym dla zdrowia człowieka, stworzonej na podstawie wiedzy o zależnościach między pokarmem, jego składnikami a zdrowiem; żywności, po spożyciu której można oczekiwać uzyskania efektu zdrowotnego [10]. Żywność ta musi mieć postać podobną do tradycyjnych jej odpowiedników. Ma wywierać pożądane efekty w ilościach, które są zwyczajowo spożywane z dietą (nie może mieć formy pigułek, kapsułek) [21].

Pojęcie probiotyku pochodzi od greckich słów pro-, czyli dla i bios- oznaczającego życie. Aktualnie obowiązującą definicję probiotyków przedstawiły w 2002 r. FAO i WHO. Terminem tym określa się wyselekcjonowane żywe organizmy, które spożyte w stanie żywym, w odpowiednio dużej liczbie, mają zdolność przeżycia pasażu jelitowego i wywierają korzystny wpływ na zdrowie człowieka [18]. Według Fullera [5]: „Probiotyki to żywe, bakteryjne dodatki do żywności, stymulujące i poprawiające funkcjonowanie przewodu pokarmowego”.

Niektóre sacharydy (prebiotyki) przez stymulację wzrostu bakterii probiotycznych mogą odgrywać istotną rolę w funkcjonowaniu przewodu pokarmowego, a szczególnie jelita grubego. Spożywanie żywności zawierającej pro- i prebiotyki może uchronić człowieka, przynajmniej częściowo, przed wieloma chorobami cywilizacyjnymi, a także poprawić kondycję ludzi w podeszłym wieku [14].

Według Gibsona i Roberfroida [7] prebiotyki to nietrawione przez człowieka dodatki do żywności, które mają korzystny wpływ na konsumenta poprzez selektywną stymulację wzrostu i/lub aktywności jednego lub ograniczonej liczby gatunków bakterii w okrężnicy, co prowadzi do poprawy zdrowia gospodarza. Do związków prebiotycznych zalicza się niektóre białka, peptydy, tłuszcze oraz oligo- i polisacharydy. Najlepiej poznaną grupą substancji prebiotycznych są sacharydy otrzymywane na drodze hydrolizy polisacharydów lub syntezy enzymatycznej. Najlepiej udokumentowane prebiotyki to: fruktooligosacharydy (FOS), z których najpowszechniejszymi są inulina i oligofruktoza, galaktooligosacharydy, glukozylosacharoza, izomaltooligosacharydy, palatinoooligosacharydy, oligosacharydy sojowe, ksyloooligosacharydy i laktozosacharoza [14].

Inulina i oligofruktoza są to polimery D-glukozy połączone wiązaniami  $\beta$ -1,2-glikozydowymi do reszty fruktozowej w cząsteczce sacharozy [14]. Stosowane są jako składniki żywnościowe z wielu powodów: zastępują tłuszcz i cukier, są wypełniaczem o niskiej wartości energetycznej, środkiem teksturotwórczym i żelującym. Stosuje się je także ze względu na ich właściwości fizjologiczne: są rozpuszczalnym błonikiem pokarmowym i prebiotykiem – korzystnie wpływają na proces trawienia. Dzięki tak wielu pożądanym właściwościom inulina i oligofruktoza stosowane są w coraz szerszej gamie produktów. Są to: wyroby mleczarskie (napoje jogurtowe, desery, lody, produkty na bazie sera), wyroby piekarnicze (pieczywo, ciastka), produkty do smarowania pieczywa, napoje, produkty mączne, wyroby cukiernicze oraz preparaty odchudzające [15].

Fermentowane napoje mleczne znane są od dawna i mają szczególne znaczenie żywieniowe. Obok produkcji tradycyjnych fermentowanych napojów mlecznych na-

stąpił szybki rozwój nowych fermentowanych napojów mlecznych, tzw. napojów mlecznych nowej generacji, o określonych właściwościach prozdrowotnych. Są one produkowane z mleka pasteryzowanego w dwojaki sposób: z wykorzystaniem wyłącznie bakterii wyizolowanych z przewodu pokarmowego zdrowych ludzi lub łączonych ze szczepionkami tradycyjnymi, zawierającymi mezofilne i termofilne bakterie kwasu mlekowego. Napoje produkowane z udziałem mikroflory jelitowej łącznie ze szczepionkami tradycyjnymi, otrzymywane w wyniku fermentacji, zalicza się do napojów II generacji. Coraz powszechniejsze stają się obecnie napoje mleczne fermentowane wyłącznie przez mikroflorę jelitową, tzw. napoje III generacji. W porównaniu z napojami mlecznymi tradycyjnymi, produkty fermentowane przy udziale bakterii jelitowych mają nieco inny smak, zazwyczaj łagodnie kwaśny oraz inny aromat. Rosnąca wiedza konsumentów na temat znaczenia diety w zapewnieniu zdrowia powoduje wyraźny wzrost spożycia produktów wytworzonych z udziałem bakterii jelitowych o właściwościach probiotycznych [14].

Celem pracy była ocena przeżywalności szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym, przechowywanym w temp. 10°C przez 32 dni, w zależności od dodatku prebiotyków: oligofruktozy (0,5%) oraz inuliny z sacharozą (łącznie 0,5%).

### **Material i metody badań**

Materiałem do badań był fermentowany szczepem probiotycznym *Lactobacillus casei* KNE-1, napój bananowo-mleczny (stosunek nektaru bananowego do mleka 3:2) z dodatkiem prebiotyku oligofruktozy (0,5%) lub mieszanki inuliny z sacharozą (łącznie 0,5%), przygotowany w warunkach laboratoryjnych. Receptura napoju ustalona została we wcześniejszych badaniach, tj. wybór odpowiedniego nektaru/soku oraz proporcje nektaru i mleka. We wcześniejszych badaniach przeprowadzono także dobór odpowiedniego szczepu probiotycznego oraz warunków fermentacji [11]. Dodatek sacharozy do napoju z inuliną miał na celu poprawę smakowitości, gdyż badania wstępne wskazały na wyższą akceptację tego napoju z dodatkiem mieszanki inuliny z sacharozą niż samej inuliny.

Surowcami do sporządzenia napoju były: mleko UHT 0,5% tłuszczu; nektar bananowy (pasteryzowany, przygotowany na bazie koncentratu, słodzony); szczep probiotyczny *Lactobacillus casei* KNE-1 pochodzący z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej; prebiotyk oligofruktoza (o nazwie handlowej Raftilose P95 firmy Orafit); prebiotyk inulina (o nazwie handlowej Frutafit firmy Sensus); cukier sacharozą.

Po przeprowadzeniu fermentacji w temp. 37°C przez 12 godz., produkt był przechowywany w temp. 10°C przez 32 dni. Przez cały okres przechowywania badano przeżywalność szczepu probiotycznego oraz oceniano pH napoju.

Posiew mikrobiologiczny wykonywano metodą płytkową wgłębną, z trzech kolejnych rozcieńczeń, w dwóch powtórzeniach, a płytki zalewano podłożem MRS Agar firmy Biocar Diagnostics. Płytki inkubowano w temp. 37°C przez 48 godz. Oznaczenia wykonywano przed fermentacją - w napoju bezpośrednio zaszczipionym szczepem probiotycznym, w napoju bezpośrednio po fermentacji oraz w napoju fermentowanym przechowywanym 32 dni w temp. 10°C (badania co 4 dni).

Pomiar pH wykonywano za pomocą aparatu Elmetron CP 551, po jego wcześniejszym wyskalowaniu z uwzględnieniem temperatury napoju. W celu wykonania pomiaru pH, z losowo wybranych prób każdego rodzaju napoju pobierano po 25 ml. Mierzono pH napoju przed fermentacją, bezpośrednio po fermentacji oraz podczas przechowywania przez 32 dni w temp. 10°C (badania co 4 dni).

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z wykorzystaniem programu Microsoft Excel oraz Statgraphics Plus. Narzędziami statystycznymi była analiza korelacji i regresji oraz jednoczynnikowa analiza wariancji.

## Wyniki i dyskusja

Głównym celem pracy było zbadanie przeżywalności szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* KNE-1 w dwóch napojach bananowo-mlecznych, różniących się rodzajem dodanego prebiotyku, który stymulować miał wzrost badanego szczepu bakterii. Liczne badania nad prawidłowym żywieniem wskazują, że spożycie prebiotyków zmienia mikroflorę jelitową i jej aktywność metaboliczną [13, 17]. Wykazano, że przyjmowanie umiarkowanych ilości Raftiline® (preparatu zawierającego inulinę) lub Raftilose® (oligofruktozę) powoduje znaczny wzrost (5 -10 krotny) liczby bakterii typu bifidobakterii w przewodzie pokarmowym [2].

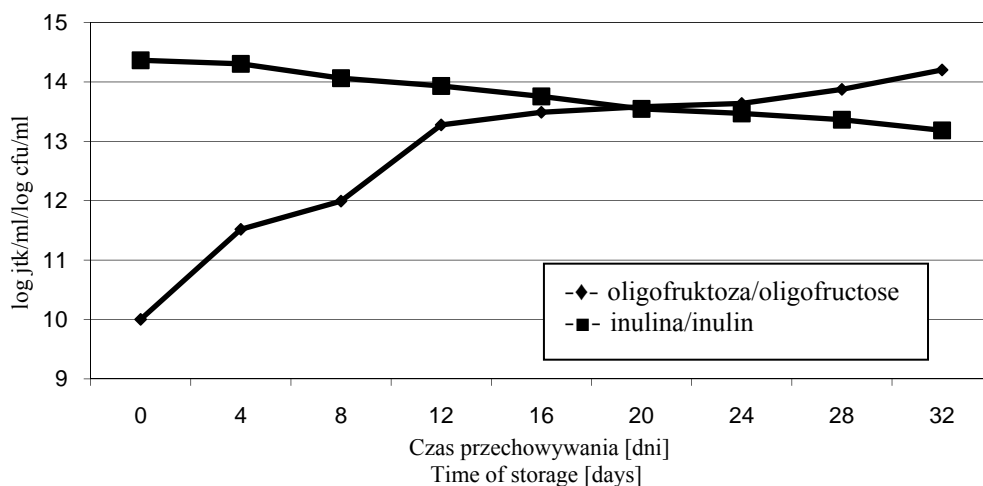
Oprócz stymulowania wzrostu bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym, prebiotyki korzystnie wpływają także na wzrost tych bakterii w produktach żywnościowych. Produkty probiotyczne z dodatkiem prebiotyków powinny cechować się lepszą przeżywalnością szczepów jelitowych, w porównaniu z produktami bez prebiotyków. Potwierdzają to m.in. badania Goderskiej i wsp. [8], w których analizowano przeżywalność bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 oraz *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 w soku z marchwi bez dodatku prebiotyków. Liczba żywych bakterii *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 i *Lactobacillus acidophilus* DSM 20242 utrzymywała się na poziomie  $10^7$  jtk/ml, odpowiednio przez dwa i trzy dni od zaszczipienia, później gwałtownie zmniejszała się.

Przy rozpatrywaniu potencjalnie prozdrowotnych właściwości preparatów probiotycznych i produktów fermentowanych z udziałem mikroflory jelitowej należy uwzględnić, że produkt musi zawierać dostateczną liczbę żywych i aktywnych komórek w chwili spożycia, minimalnie  $10^6$  komórek/ml produktu [12, 16].



W niniejszych badaniach liczba bakterii *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju z dodatkiem prebiotyku inuliny z sacharozą (łącznie 0,5%) podczas procesu fermentacji wzrosła o siedem rzędów logarytmicznych z  $2,2 \times 10^7$  do  $2,31 \times 10^{14}$  jtk/ml. Natomiast w przypadku napoju z dodatkiem oligofruktozy liczba bakterii badanego szczepu wzrosła z  $2,2 \times 10^7$  do  $1,01 \times 10^{10}$  jtk/ml. Można więc wnioskować, że poszczególne cukry wykazują bardzo zróżnicowaną podatność na procesy fermentacji. Badany szczep bakterii *Lactobacillus casei* KNE-1 o wiele lepiej wykorzystał mieszaną inulinę z sacharozą podczas fermentacji. Mieszanka ta jest zatem lepszym źródłem węgla niż oligofruktoza i lepiej wpływa na wzrost badanego szczepu podczas fermentacji. Badania Gałązki i wsp. [6] potwierdzają, że szczepy *Lactobacillus* spp. mają różnorodną zdolność do fermentowania oligosacharydów i oligopolioli. Przyrost biomasy w obecności  $\beta$ -fruktooligosacharydów jest o około 50% większy niż w pożywkach z  $\beta$ -galaktozylolopoliolami. Bielecka [3] stwierdziła, że większość badanych szczepów *Bifidobacterium*, należących do 9 gatunków, wykorzystywała fruktooligosacharydy (FOS, oligofruktozę i niskopolimeryzowaną inulinę) jako substraty fermentacji, a wzrost tych szczepów był przez nie stymulowany [6].

Przeżywalność szczepu probiotycznego *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym z dodatkiem prebiotyku oligofruktozy była dobra. Z przeprowadzonych badań wynika, że liczba bakterii badanego szczepu *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym z dodatkiem tego prebiotyku wzrosła o 4 rzędy logarytmiczne przez 32 dni przechowywania. Liczba początkowa, bezpośrednio po fermentacji, wynosiła  $1,01 \times 10^{10}$  jtk/ml, a w 32. dniu przechowywania  $1,59 \times 10^{14}$  jtk/ml (rys. 1).



Rys. 1. Krzywe wzrostu bakterii *Lactobacillus casei* KNE-1 w napojach bananowo-mlecznych, przechowywanych przez 32 dni w temp. 10°C, w zależności od rodzaju prebiotyku (n = 10).

Fig. 1. Growth curves of *Lactobacillus casei* KNE-1 bacteria in the banana-milk drinks stored at a temperature of 10°C for 32 days, depending on the prebiotics added (n = 10)

W napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy (łącznie 0,5%) w trakcie przechowywania w warunkach chłodniczych (10°C) przez 32 dni, liczba bakterii probiotycznych zmniejszyła się o jeden rząd logarytmiczny. Liczba początkowa, bezpośrednio po fermentacji wynosiła  $2,31 \times 10^{14}$  jtk/ml, a w 32. dniu przechowywania  $1,54 \times 10^{13}$  jtk/ml (rys. 1).

Badania Trząskowskiej [19] potwierdzają, że dodatek inuliny do soku z marchwi nie wpływa istotnie na wzrost badanego szczepu bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2. Liczba bakterii przez cały okres badawczy (także w temp. 10°C) utrzymywała się na podobnym poziomie, w pierwszym dniu badawczym wynosiła 9,02 log jtk/ml, a w ostatnim zmniejszyła się do 9,09 log jtk/ml.

Badania własne wskazują na różną przeżywalność badanego szczepu w zależności od rodzaju prebiotyku, ale ze względu na fakt, że mieszanka inuliny z sacharozą powodowała znaczny wzrost liczby bakterii podczas procesu fermentacji, liczba bakterii pod koniec okresu przechowywania w obu napojach była bardzo zbliżona i odpowiadała wymaganiom dot. liczby bakterii szczepu probiotycznego w produktach probiotycznych.

Tabela 1

Wyniki jednoczynnikowej analizy wariancji dotyczącej liczby bakterii *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym przechowywanym przez 32 dni w temp. 10°C; czynnik zmienności – rodzaj prebiotyku.

One-way analysis of variance of microbiological researches for *Lactobacillus casei* KNE-1 strain in the fruit-milk drinks, during storage at temperature 10°C for 32 days, depending on prebiotics.

Źródło zmienności / Source of changeability	SS	Df	Współczynnik F / F-Ratio	Wartość-P / P-Value	Test F / F Test
Napój z dodatkiem oligofruktozy / Drink with oligofructose added					
Pomiędzy grupami / Among the groups	448,829	1	8,122	0,004	3,894
W obrębie grup / Within the groups	9836,5	178	-	-	-
Razem / Totally	10285,33	179	-	-	-
Napój z dodatkiem inuliny z sacharozą / Drink with inulin and saccharose added					
Pomiędzy grupami / Among the groups	222,541	1	4,101	0,044	3,894
W obrębie grup / Within the groups	9659,255	178	-	-	-
Razem / Totally	9881,797	179	-	-	-

Objaśnienia: / Explanatory notes:

SS – Suma kwadratów / Sum of Squares

Df – Liczba stopni swobody / Degree of Freedom

Z testu jednoczynnikowej analizy wariancji wynika (tab. 1), że czas przechowywania istotnie wpłynął na liczbę bakterii badanego szczepu w przypadku obu napojów (z dodatkiem oligofruktozy oraz inuliny z sacharozą) ( $P < 0,05$ ).

Na podstawie analizy korelacji i regresji wnioskować można o statystycznie wysokiej zależności pomiędzy liczbą bakterii a czasem przechowywania, zarówno w napoju z dodatkiem inuliny z sacharozą, jak i oligofruktozy (tab. 2). Potwierdzają to współczynniki korelacji, które wynoszą odpowiednio:  $R = -0,48$  (inulina z sacharozą) i  $R = 0,72$  (oligofruktoza). W napoju zawierającym dodatek oligofruktozy współczynnik jest dodatni, co oznacza, że im dłuższy jest czas przechowywania tym liczba bakterii wyższa. Odwrotnie jest natomiast w przypadku napoju z dodatkiem inuliny. Współczynnik jest ujemny, zatem czas przechowywania wpływa na zmniejszenie liczby bakterii badanego szczepu probiotycznego.

Tabela 2

Wyniki analizy korelacji i regresji pomiędzy liczbą bakterii *Lactobacillus casei* KNE-1 w napoju bananowo-mlecznym a czasem przechowywania napoju (z dodatkiem różnych prebiotyków) w temp. 10°C przez 32 dni.

Analysis results of the correlation and regression between the count of *Lactobacillus casei* KNE-1 bacteria in the banana-milk drink and the time of storing the drink (with various prebiotics added) at a temperature of 10°C for 32 days.

Wyszczególnienie Specification	SS	Df	Współczynnik F F-Ratio	Wartość-P P-Value
Napój z dodatkiem oligofruktozy / Drink with oligofractose added				
Model 1 / Model 1	125,656	1	99,76	0,000
Reszty / Residuals	110,844	88	-	-
Współczynnik korelacji / Correlation coefficient $R = 0,729$				
Współczynnik determinacji / Determination coefficient $R^2 = 53,13\%$				
Błąd standardowy / Standard error = 1,122				
Napój z dodatkiem inuliny z sacharozą / Drink with inulin and sacharose added				
Model 1 / Model 1	13,846	1	26,83	0,000
Reszty / Residuals	45,409	88	-	-
Współczynnik korelacji / Correlation coefficient $R = -0,483$				
Współczynnik determinacji / Determination coefficient $R^2 = 23,37\%$				
Błąd standardowy / Standard error = 0,718				

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

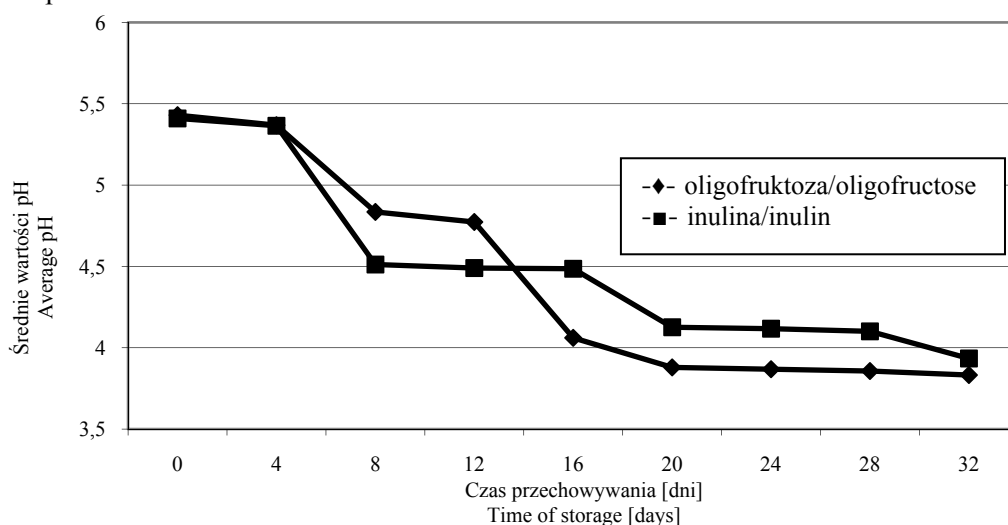
Utrwalanie biologiczne jest jedną z najstarszych metod konserwowania żywności. Jest to metoda prosta, tania i nadająca produktowi atrakcyjne cechy sensoryczne. Jedną z głównych funkcji w naturalnym konserwowaniu żywności odgrywają bakterie mle-

kowe, które mają zdolność fermentacji cukrów do kwasów organicznych, redukując jednocześnie pH produktu [9]. Obecność kwasu mlekowego w wielu produktach spożywczych, takich jak: kiszona kapusta, kwaśne mleko, jogurt czy kefir jest wynikiem działalności życiowej bakterii kwasu mlekowego [4].

Homofermentatywne gatunki bakterii mlekowych, do których zalicza się *Lactobacillus casei* KNE-1, w wyniku fermentacji produkują głównie kwas mlekowy (od 0,6 do 3%), natomiast heterofermentatywne, oprócz kwasu mlekowego, produkują dodatkowo kwas octowy, mrówkowy, benzoesowy i inne [9].

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono obniżenie pH napojów bananowo-mlecznych, przechowywanych w temp. 10°C (rys. 2). W okresie 32 dni przechowywania pH obniżyło się z 5,41 do 3,83 w napoju zawierającym oligofruktozę, natomiast w napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy pH w zerowym dniu badawczym wynosiło 5,43, a w 32. dniu 3,93, co może oznaczać, że przez cały okres badawczy bakterie badanego szczepu probiotycznego produkowały kwas mlekowy.

Wartości pH obu napojów po fermentacji były zbliżone, mimo że wzrost bakterii podczas fermentacji różnił się znacznie. Zatem prebiotyki były prawdopodobnie wykorzystane głównie jako źródło węgla do wzrostu biomasy, a nie jako cukier do metabolizmu fermentacyjnego, któremu towarzyszy wytworzenie kwasu mlekowego i obniżenie pH.



Rys. 2. Krzywe zmian pH fermentowanych napojów bananowo-mlecznych, przechowywanych w temp. 10°C przez 32 dni, w zależności od rodzaju prebiotyku.

Fig. 2. Curves of changes in pH values of the fermented banana-milk drinks during their storage at a temperature of 10°C for 32 days, depending on the type of prebiotic added.

W napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy nastąpiło wprawdzie zmniejszenie liczby bakterii, jednak pH końcowe było zbliżone do pH końcowego napoju z oligofruktozą. Stosunkowo niższą aktywność kwaszącą wykazał badany szczep probiotyczny w napoju z dodatkiem oligofruktozy. W pierwszym dniu badawczym liczba bakterii wynosiła  $1,01 \times 10^{10}$  jtk/ml, a pH napoju 5,43, natomiast w 32. dniu przechowywania liczba bakterii wzrosła o cztery cykle logarytmiczne do  $1,59 \times 10^{14}$  jtk/ml, natomiast pH napoju obniżyło się do wartości 3,83. W przypadku napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy przy początkowej liczbie bakterii  $2,31 \times 10^{14}$  jtk/ml, pH napoju było równe 5,41 i po 32 dniach przechowywania obniżyło się do wartości 3,93, czyli niższej niż w napoju z oligofruktozą przy zmniejszeniu liczby bakterii o jeden rząd logarytmiczny, do wartości  $1,54 \times 10^{13}$  jtk/ml. Wynika z tego, że prawdopodobnie oligofruktoza nie wpływa na metabolizm fermentacyjny i produkcję kwasu mlekowego tylko na inne procesy sprzyjające wzrostowi oraz przeżywalności szczepu *Lactobacillus casei* KNE-1. Kwas mlekowy mógł zostać wytworzony z innych cukrów zawartych w napoju, głównie z laktozy mleka i sacharydów nektaru bananowego.

Wartość pH fermentowanego napoju bananowo-mlecznego z dodatkiem inuliny i sacharozy w 32. dniu badań ustaliła się na poziomie 3,98, a z dodatkiem oligofruktozy wyniosła 3,83. Kwas mlekowy dzięki obniżaniu pH środowiska zwiększa trwałość surowców, półproduktów i produktów żywnościowych, spełniając tym samym rolę bardzo dobrego naturalnego konserwanta żywności [20].

Z przeprowadzonej jednoczynnikowej analizy wariancji wynika, że wystąpiły statystycznie istotne różnice ( $P < 0,05$ ) pomiędzy średnimi wartościami pH w poszczególnych dniach przechowywania, zarówno w napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy, jak i oligofruktozy.

Zależność pH od czasu przechowywania została także potwierdzona współczynnikiem korelacji. Współczynnik korelacji napoju z inuliną wyniósł  $r = -0,92$ , natomiast napoju z oligofruktozą  $r = -0,94$ . W obu przypadkach współczynnik jest ujemny, a zależność jest statystycznie wysoko istotna.

## Wnioski

1. Rodzaj prebiotyku determinuje wzrost i przeżywalność bakterii probiotycznych szczepu *Lactobacillus casei* KNE-1. Znacznie lepszą przeżywalność stwierdzono w napoju z dodatkiem oligofruktozy (stały wzrost liczby bakterii, o cztery cykle logarytmiczne), jednak w napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy, pomimo że nastąpiło zmniejszenie liczby bakterii podczas przechowywania (o jeden cykl logarytmiczny), to ogólna liczba bakterii badanego szczepu pod koniec okresu badawczego utrzymała się na podobnym poziomie i odpowiadała liczbie bakterii szczepu probiotycznego wymaganej w produktach probiotycznych.

2. Wzrost liczby bakterii *L. casei* KNE-1 przez cały okres przechowywania napoju z dodatkiem oligofruktozy świadczyć może o niezakończonym burzliwej fazie fermentacji produktu (bakterie w fazie logarytmicznej wzrostu), co może być wskazówką, aby wprowadzić fazę dojrzewania produktu w obniżonej temperaturze lub przechowywać produkt w niższej temperaturze (np. 5°C).
3. Obniżenie liczby bakterii *L. casei* KNE-1 podczas przechowywania napoju z dodatkiem inuliny i sacharozy (bakterie w fazie zamierania) sugerować może zastosowanie większego stężenia mieszanki tego prebiotyku z sacharozą.

*Badania wykonano w ramach badań własnych SGGW (Projekt Badawczy nr 504-10050019). Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Achremowicz B., Łukaszewicz M.: Probiotyki w profilaktyce zdrowia. *Zdrowa Żywność - Zdrowy Styl Życia*, 2006, **1 (71)**, 4-6.
- [2] Anonim: Dowody na korzyści zdrowotne płynące ze stosowania probiotyków. *Przegl. Mlecz.*, 2003, **3**, 104-107.
- [3] Bielecka M.: Żywność probiotyczna. *Pediatrics Współczesna. Gastroenterologia. Hepatologia i Żywnienie Dziecka*, 2002, **1 (4)**, 27-32.
- [4] Bogaczek R., Napierała W.: Kwas mlekowy jakość, właściwości i kierunki zastosowań. *Przem. Spoż.*, 1998, **6 (52)**, 43-47.
- [5] Fuller R.: Probiotic in human medicine. *Gut*, 1991, **32**, 439-443.
- [6] Gałązka I., Klewicki R., Śliżewska K.: Zdolność wybranych szczepów *Lactobacillus* spp. do fermentowania oligosacharydów i oligopoliooli o zróżnicowanym stopniu polimeryzacji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2 (35)** Supl., 28-32.
- [7] Gibson G. R., Roberfroid M. B.: Dietary modulation of the colonic microbiots: introducing the concept of probiotics. *J. Nutr.*, 1995, **125**, 1401-1406.
- [8] Goderska K., Matuszewska M., Czarnecki Z.: Charakterystyka wybranych szczepów *Lactobacillus acidophilus* i ich przeżywalność w soku marchwiowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **3 (32)** (Supl.), 63-67.
- [9] Grajek W., Sip A.: Biologiczne utrwalanie żywności z wykorzystaniem metabolitów bakterii mlekowych. W: *Bakterie fermentacji mlekowej – Klasyfikacja, Metabolizm, Genetyka, Wykorzystanie – pod red. Z. Libudzisz, P. Walczaka i J. Bardowskiego*, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998, s. 175-180.
- [10] Heasman M.: The regulation of functional food and beverages in Japan. *Proc. Vitafood International Conference, Copenhagen 1997*, 88-92.
- [11] Jałosińska-Pieńkowska M.: Prognozowanie wzrostu i przeżywalności wybranego szczepu bakterii probiotycznych w napoju owocowo-mlecznym. *Żywność – aspekty technologiczne i prozdrowotne, Materiały XXXV Sesji Naukowej KNoŻ PAN, Łódź 2004*, s. 149-149.
- [12] Kołożyn-Krajewska D.: Żywność probiotyczna w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **4 (29)**, 93-98.
- [13] Kruse H. P., Kleessen B., Blaut M.: Effects of inulin on faecal bifidobacteria in human subject. *Br. J. Nutr.*, 1999, **5 (82)**, 375-380.


- [14] Libudzisz Z.: Probiotyki i prebiotyki w fermentowanych napojach mlecznych. *Pediatrica Współczesna*, 2002, **1** (4), 19-25.
- [15] Meyer D.: Nietrawione oligosacharydy i polisacharydy – ich efekt fizjologiczny i implikacje zdrowotne oraz zastosowanie. W: *Sacharydy i substancje słodzące – pod red. A. Rutkowskiego*, Wyd. PTTŻ, 2002, **57** (65), 67-72.
- [16] Motyl I., Libudzisz Z.: Właściwości probiotyczne bakterii mlekowych i ich wykorzystanie w przetwórstwie mleczarskim. *Przeł. Mlecz.*, 1996, **3**, 72-77.
- [17] Roberfroid M., van Loo J., Gibson G.: The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.*, 1998, **1** (128), 11-17.
- [18] Schrezenmeier J., Vrese M.: Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, **73**, 361-367.
- [19] Trzaskowska M.: Prognostyczne modele wzrostu i przeżywalności bakterii probiotycznych w wybranych produktach żywnościowych. Praca doktorska, SGGW, Warszawa 2006.
- [20] Warchalewski J. R.: Kwas mlekowy w przemianach biochemicznych i ich praktyczne zastosowanie w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.*, 1998, **7** (52), 43-48.
- [21] Włodarek D.: Żywność funkcjonalna i wzbogacona. *Żywność dla Zdrowia*, 2006, **4**, 22-25.

#### THE SURVIVABILITY OF PROBIOTIC STRAIN IN A BANANA-MILK DRINK DEPENDING ON THE VARIOUS PREBIOTICS ADDED

##### S u m m a r y

The objective of the study was to determine the survivability of an *Lactobacillus casei* KNE-1 probiotic strain in the banana-milk drink (3:2), stored at a temperature of 10°C for 32 days, depending on the added prebiotics: oligofructose (0.5%) and inulin with sucrose (totally 0.5%). For the purpose of this study, during of the period of storing the drink, changes in its pH value were also measured. The scope of the study included: preparing the drink; inoculating it by the *L. casei* KNE-1 probiotic strain; accomplishing a fermentation process at a temperature of 37°C for 12 hours; examining the survivability of the strain used; and determining the pH-value of the drink during its storing. Microbiological examinations were conducted using a pour plate method on an MRS agar manufactured by a 'BIOCAR DIAGNOSTICS' Company (the incubation conditions: temperature: 37°C; duration: 48 hrs).

It was found that while the banana-milk drink fermented, the count of *Lactobacillus casei* KNE-1 bacteria in the drink increased by 3 logarithmic orders in the drink with oligofructose added, and by 7 logarithmic orders in the drink with inulin and sucrose added. And during storing, the cell count of the examined strain increased by 4 logarithmic orders in the drink with oligofructose added, whereas the cell count of this strain decreased by 1 logarithmic order in the drink with the addition of inulin. During the period when two fermented drinks were stored, their pH-values significantly decreased (from 5.41 to 3.93 in the drink with inulin and sucrose, and from 5.43 to 3.83 in the drink with oligofructose), and this decrease resulted in the decrease of their sensory quality.

**Key words:** fermented milk drink, probiotics, survivability, prebiotics, inulin, oligofructose 

MONIKA TRZĄSKOWSKA, DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA,  
ANTONI GORYL

## PROGNOZOWANIE WZROSTU I PRZEŻYWALNOŚCI BAKTERII PROBIOTYCZNYCH W FERMENTOWANYM SOKU MARCHWIOWYM

### Streszczenie

Celem pracy było skonstruowanie prognostycznych modeli wzrostu i przeżywalności bakterii potencjalnie probiotycznych w fermentowanym soku marchwiowym.

Stwierdzono, że liczba bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2, zastosowanych do fermentacji soku marchwiowego, utrzymywała się na wysokim poziomie przez cały badany okres przechowywania.

Na podstawie badań empirycznych liczby bakterii potencjalnie probiotycznych w soku marchwiowym, skonstruowano modele prognostyczne, które w zadowalający sposób opisują wzrost i przeżywalność tych bakterii w badanym produkcie. Skonstruowane matematyczne modele wzrostu i przeżywalności bakterii probiotycznych fermentowanego soku marchwiowego umożliwiają szacowanie okresu przydatności do spożycia tego produktu, w zależności od warunków przechowywania.

**Słowa kluczowe:** mikrobiologia prognostyczna, bakterie kwasu mlekowego, sok marchwiowy, probiotyk

### Wprowadzenie

W latach 80. XX w. powstała nowa subdyscyplina mikrobiologii żywności – mikrobiologia prognostyczna. Schaffner i Labuza [15] zdefiniowali mikrobiologię prognostyczną jako połączenie wyników badań „dyscyplin: mikrobiologii żywności, inżynierii i statystyki, aby zapewnić użyteczne przewidywanie zachowania mikroorganizmów w żywności”.

Według Ross i McMeekin [14], wyniki przedstawiane w formie równań matematycznych przez interpolację mogą służyć do przewidywania zachowania drobnoustro-

---

Dr inż. M. Trzaskowska, prof. dr hab. D. Kołożyn-Krajewska, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, dr A. Goryl, Katedra Ekonometrii, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków



jów w nowych warunkach otoczenia, tj. takich, które nie były rzeczywiście testowane. Taki sposób postępowania umożliwia:

1. Przewidywanie przydatności do spożycia produktu i jego bezpieczeństwa lub zmian w jego strukturze. Pozwoli to także racjonalnie projektować nowe procesy i produkty o odpowiednim poziomie bezpieczeństwa i trwałości.
2. Obiektywną kontrolę procesu produkcji w celu zapewnienia bezpieczeństwa, w związku z tym realizację założeń systemu HACCP.
3. Obiektywną ocenę skutków uchybień w warunkach przechowywania produktów żywnościowych.

Modele fermentacji zazwyczaj dotyczą koncentracji substratów lub produktów, podczas gdy modele prognostyczne zwykle opisują liczbę komórek lub czynniki hamujące wzrost drobnoustrojów, np. temperaturę, pH lub aktywność wody ( $a_w$ ) [17].

Do tej pory zastosowano modelowanie prognostyczne do kilku gatunków bakterii kwasu mlekowego traktowanych jako drobnoustroje niepożądane [2, 3, 6, 7, 13]. Podjęto również badania interakcji bakterii kwasu mlekowego i bakterii patogennych [1, 9, 10, 18]. Ma to związek z możliwością produkcji przez LAB pewnych substancji bakteriostatycznych i bakteriobójczych. Najmniej liczna jest grupa modeli bakterii dobroczynnych, dodawanych celowo do produktu, aby kształtować cechy sensoryczne i zdrowotne żywności fermentowanej [4, 5].

Ze względu na niewielką liczbę modeli prognostycznych drobnoustrojów celowo dodawanych do żywności, podjęto próbę zbadania wybranych czynników wzrostu i przeżywalności bakterii potencjalnie probiotycznych w soku warzywnym i opracowanie matematycznego modelu przeżywalności tych bakterii.

Celem pracy było skonstruowanie prognostycznych modeli wzrostu i przeżywalności bakterii potencjalnie probiotycznych w fermentowanym soku marchwiowym. Zakresem badań objęto oznaczenie liczby bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2 w fermentowanym soku marchwiowym przechowywanym przez 32 dni w temperaturze 5, 10 i 15°C oraz skonstruowanie mikrobiologicznych modeli prognostycznych (liniowych, nieliniowych i modeli powierzchni odpowiedzi).

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowił sok marchwiowy z dodatkiem sacharozy i wybranego w etapie projektowania szczepu bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2. Sok marchwiowy z dodatkiem *Lactobacillus acidophilus* CH-2 fermentowano w temp. 32°C przez 15 godz. Stosowany w badaniu szczep bakterii kwasu mlekowego pochodził z kolekcji Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej.

Liczbę bakterii fermentacji mlekowej *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym oznaczano metodą płytkową przez posiew wgłębny na podłożu MRS, inkubacja w temp. 30°C przez 72 godz. Wyniki podano w jednostkach tworzących kolonie w  $\text{cm}^3$

produktu (jtk/cm<sup>3</sup>), natomiast podczas konstruowania modeli zastosowano logarytm dziesiętny liczby bakterii. Liczę bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym oznaczano bezpośrednio po fermentacji i co 4 dni do 32. dnia przechowywania.

Fermentowany sok marchwiowy przechowywano w wysterylizowanych kolbach stożkowych z korkiem z waty, w temp. 5, 10 i 15°C, w cieplarni z chłodzeniem o termostabilności  $\pm 0,05^\circ\text{C}$ .

Do konstruowania mikrobiologicznych modeli prognostycznych zastosowano następujące funkcje: regresji liniowej, regresji wykładniczej, funkcję Gompertza, funkcję logistyczną, powierzchnię odpowiedzi Gompertza, powierzchnię odpowiedzi logistyczną, powierzchnie wielomianowe.

Przyjęto poziom istotności  $p = 0,05$ . Obliczeń dokonano w programie TableCurve 2D (jedna zmienna niezależna) i TableCurve 3D (dwie zmienne niezależne) firmy SYSTAT Software Inc.

## Wyniki i dyskusja

Do pasteryzowanego soku marchwiowego dodawano szczep *L. acidophilus* CH-2 w liczbie średnio 7,2 log jtk/cm<sup>3</sup>. Fermentacja tego soku w temp. 32°C, przez 15 godz., powodowała wzrost liczby bakterii do średnio 8,96-9,01 log jtk/cm<sup>3</sup>. W soku przechowywanym w temp. 5, 10 i 15°C, przez 32 dni średnia liczba bakterii wynosiła odpowiednio 8,86, 8,95 i 8,84 jtk/cm<sup>3</sup> (tab. 1).

Prozdrowotne działanie żywności fermentowanej, dobroczynny wpływ zawartych w niej bakterii jest związany z liczbą żywych komórek obecnych w produkcie w okresie przydatności do spożycia. Wielu autorów zaleca spożywanie odpowiednio dużej liczby żywych bakterii probiotycznych. W definicji probiotyków nie podaje się dokładnej liczby bakterii, która wywiera efekt zdrowotny, jednak zaleca się spożywanie co najmniej 6 log do 9 log dziennie, aby go wywołać [8, 11, 16].

Mikrobiologiczny model prognostyczny jest wyrażeniem matematycznym opisującym wzrost, przeżywalność, inaktywację lub zmiany biochemiczne mikroorganizmów w żywności. Modele pierwszorzędowe opisują zmiany liczby bakterii w czasie, pod wpływem określonych warunków środowiska i kultury bakteryjnej. Dane empiryczne opisujące zmiany liczby drobnoustrojów są dopasowywane do funkcji takich, jak: funkcja liniowa, logistyczna, funkcja Gompertza [12].

W przypadku pierwszorzędowego modelu liniowego (funkcja regresji liniowej) statystycznie istotne oszacowanie ( $p < 0,05$ ) uzyskano jedynie odnośnie zmian zachodzących w produkcie przechowywanym w temp. 5°C, współczynnik determinacji  $r^2 = 0,68$ . Dane uzyskane w soku marchwiowym przechowywanym w temp. 10 i 15°C nie pozwoliły statystycznie istotnie oszacować wzrostu i przeżywalności *L. acidophilus* CH-2 ( $p > 0,05$ ).

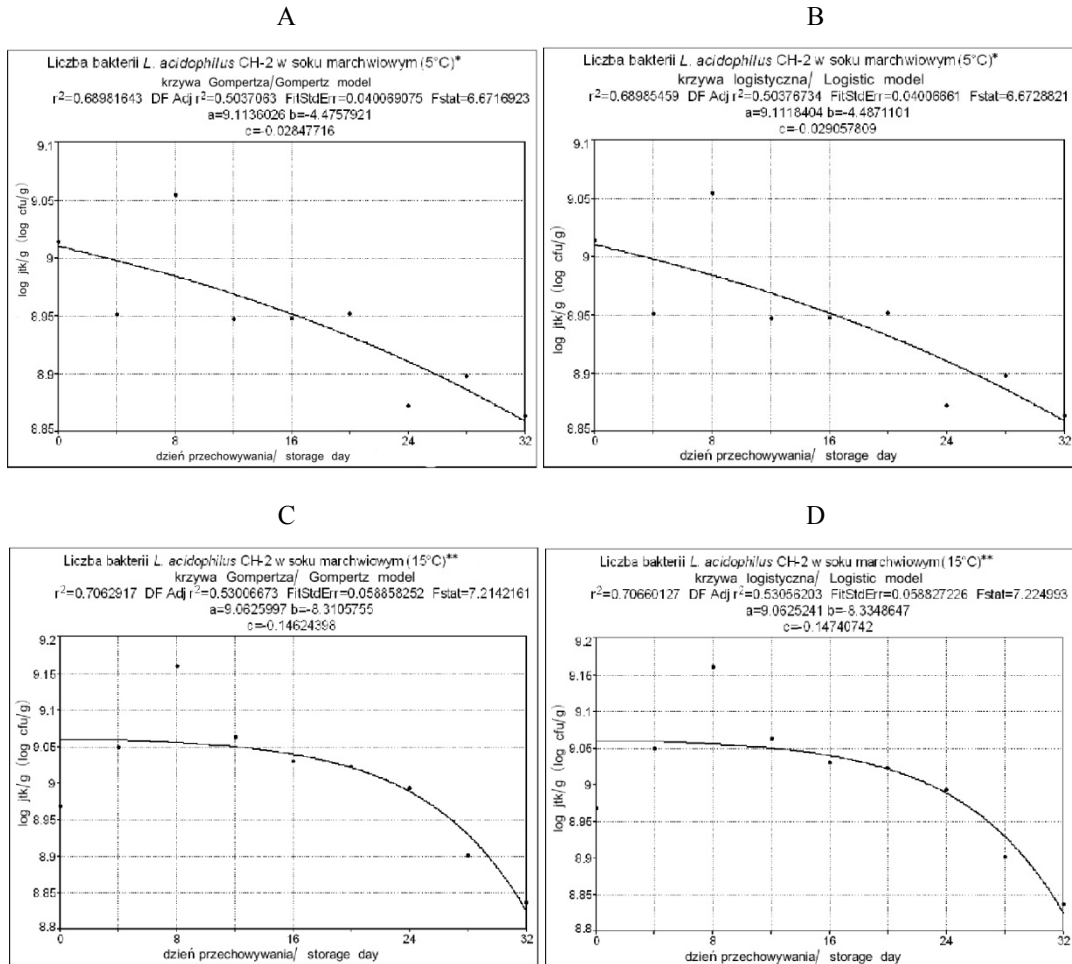
Tabela 1

Liczba bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2 w fermentowanym soku marchwiowym, przechowywanym w temp. 5, 10 i 15°C, przez 32 dni.  
*Lactobacillus acidophilus* CH-2 count in fermented carrot juice stored at a temperature of 5, 10 and 15°C, during a period of 32 days.

Temperatura Temperature	Dzień przechowywania Day of storing	0	4	8	12	16	20	24	28	32
5°C	Liczba powtórzeń Number of repeats	18	21	23	17	22	18	19	24	22
	Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	9,01	8,95	9,05	8,95	8,95	8,95	8,87	8,90	8,86
	Odchylenie standardowe Standard deviation	0,24	0,10	0,23	0,10	0,10	0,06	0,06	0,11	0,07
10°C	Liczba powtórzeń Number of repeats	12	12	12	12	12	11	12	11	12
	Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	8,96	8,98	8,99	9,03	8,98	8,90	8,97	8,91	8,95
	Odchylenie standardowe Standard deviation	0,03	0,05	0,04	0,08	0,07	0,15	0,04	0,10	0,04
15°C	Liczba powtórzeń Number of repeats	16	18	18	18	18	17	20	20	20
	Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	8,97	9,05	9,16	9,06	9,03	9,02	8,99	8,90	8,84
	Odchylenie standardowe Standard deviation	0,06	0,06	0,07	0,06	0,04	0,06	0,06	0,09	0,07

Wśród zastosowanych pierwszorzędowych modeli nieliniowych (funkcja wykładnicza, logistyczna i Gompertza) najlepsze dopasowanie uzyskano stosując funkcję logistyczną i Gompertza. Współczynnik determinacji  $r^2 = 0,70$  wskazuje na umiarkowanie dobre dopasowanie danych eksperymentalnych do modelu. Na rys. 1. przedstawiono wykresy krzywych Gompertza i logistycznych zmiany liczby bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym przechowywanym w temp. 5 i 15°C przez 32 dni. W próbach przechowywanych w temp. 10°C uzyskane statystyki nie objaśniały zmienności zmiennej (czasu przechowywania) w zadowalający sposób. Wartość współczynnika determinacji była niższa od  $r^2 = 0,30$ .

Model powierzchni odpowiedzi (drugorzędowy) jest to równanie regresji, które może zawierać składniki liniowe ( $x$ ), kwadratowe ( $x^2$ ), sześciennicze ( $x^3$ ), odwrotne  $1/x$  oraz interakcje tych składników. Często stosuje się logarytmowanie danych źródłowych, które ułatwia dopasowanie modelu do danych [17]. Zaletą tych modeli jest łatwość stosowania, jednak ze względu na zawarte w nich liczne parametry mogą stać się nieczytelne. Dlatego należy ze szczególną uwagą analizować uzyskane modele czy wiarygodnie przewidują wzrost mikroorganizmów [19].



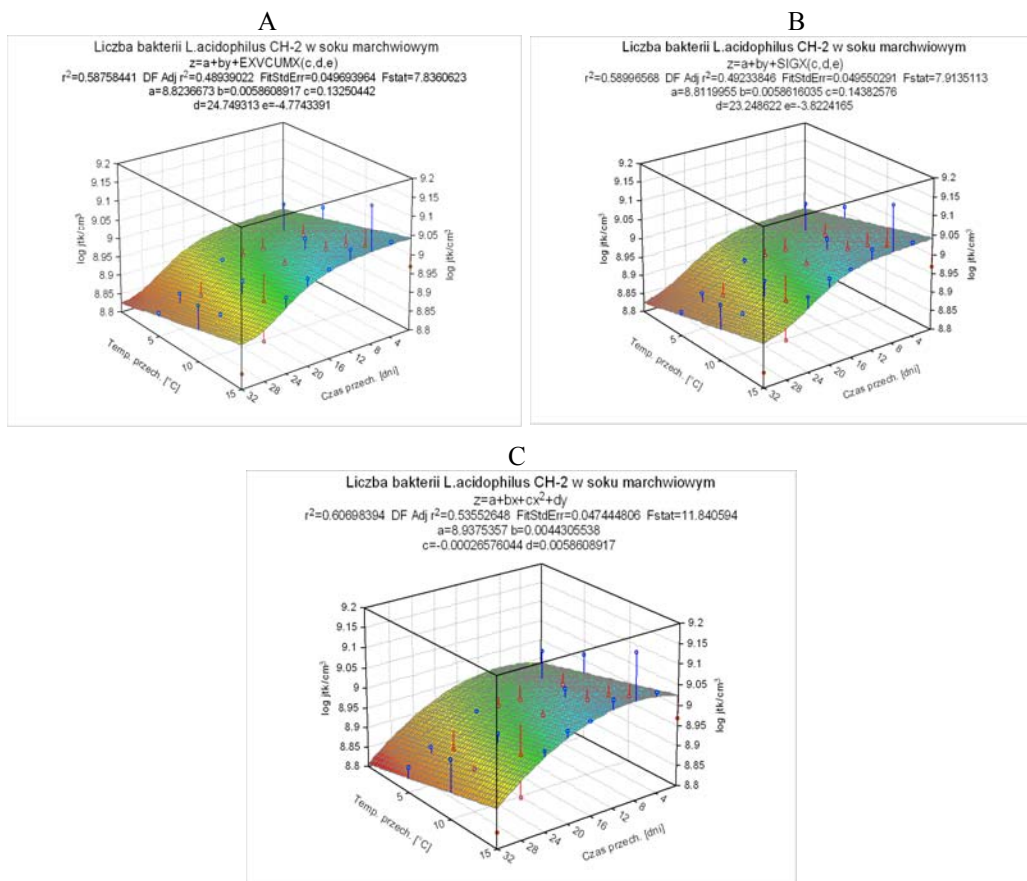
Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* *L. acidophilus* CH-2 count in the fermented carrot juice stored at a temperature of 5°C;

\*\* *L. acidophilus* CH-2 count in the fermented carrot juice stored at a temperature of 15°C.

Rys. 1. Krzywa Gompertza (A i C) i krzywa logistyczna (B i D) zmiany liczby bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym przechowywanym w temp. 5°C (A i B) 15°C (C i D) przez 32 dni.

Fig. 1. Gompertz curve (A and C) and logistic curve (B and D) of the change in the *L. acidophilus* CH-2 bacteria count in the carrot juice stored for 32 days at a temperature of 5°C (A and B) and of 15°C (C and D).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* *L. acidophilus* CH-2 count in the fermented carrot juice

Rys. 2. Model powierzchni odpowiedzi Gompertza (A), logistyczny (B) i wielomianowy (C) zmiany liczby bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym.

Fig. 2. Surface Model of the Gompertz response (A), and logistic (B) & polynomial (C) surface models of the change in *L. acidophilus* CH-2 bacteria count in the carrot juice.

W przeprowadzonym doświadczeniu, na podstawie otrzymanych danych eksperymentalnych, skonstruowano modele powierzchni odpowiedzi Gompertza, modele powierzchni odpowiedzi logistyczne i modele wielomianowe wzrostu i przeżywalności bakterii *L. acidophilus* CH-2 w fermentowanym soku marchwiowym. W modelach, na osi z przedstawiono logarytm dziesiętny jednostek tworzących kolonie (jtk) w  $\text{cm}^3$  produktu, jako funkcję czasu (oś x) i temperatury przechowywania (oś y) fermentowanego soku marchwiowego. Na rys. 2. zamieszczono modele powierzchni odpowiedzi Gompertza ( $r^2 = 0,58$ ), logistyczny ( $r^2 = 0,58$ ) i wielomianowy ( $r^2 = 0,60$ ) zmiany liczby

bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym. Modele skonstruowano na podstawie wyników badań własnych. W tab. 2. przedstawiono natomiast szczegółowe wyniki estymacji, obejmujące nie tylko miary jakości modeli i oceny parametrów, ale także ich błędy średnie szacunku i statystyki t-Studenta, pozwalające ocenić statystyczną istotność otrzymanych ocen parametrów.

Większość ocen parametrów statystycznie istotnie różni się od zera na poziomie istotności 0,05 ( $p < 0,05$ ) (wskazuje na to też wysoka wartość statystyki F), co oznacza, że w większości parametry zostały dostatecznie precyzyjnie oszacowane, aby mieć do nich zaufanie. To z kolei oznacza także, że zmienne występujące w modelu (czas i temperatura) wywierają istotny wpływ na zmienną zależną (log liczby drobnoustrojów). Niestety niezbyt duża wartość współczynnika determinacji  $r^2$  wskazuje na umiarkowany stopień wyjaśnienia zmienności zmiennej zależnej przez model.

Tabela 2

Wyniki estymacji modeli powierzchni odpowiedzi Gomperta (A), logistyczny (B) i wielomianowy (C) zmiany liczby bakterii *L. acidophilus* CH-2 w soku marchwiowym.

Estimation results of the surface model of the Gompertz response (A), and of the logistic (B) & polynomial (C) surface models of the change in *L. acidophilus* CH-2 bacteria count in the carrot juice.

**A**

Model powierzchni odpowiedzi Gomperta $z=a+by+EXVCUMX(c,d,e)$ Gompertz model $EXVCUMX(c,d,e)=c*\exp(-\exp(-(x-d)/e))$						
$r^2$	Adjustowany $r^2$	Dopasowanie błędu standardowego	Wartość F			
$r^2$	DF Adj $r^2$	Fit standard Error	F-value			
0,5876	0,4894	0,0497	7,8361			
Parametr	Wartość Value	Błąd standardowy Standard Error	Wartość t t-value	95% granica ufności 95% Confidence Limits		P> t  P> t
a	8,8237	0,0422	209,2206	8,7362	8,9111	0,000
b	0,0059	0,0023	2,5019	0,0010	0,0107	0,020
c	0,1325	0,0441	3,0056	0,0411	0,2239	0,007
d	24,7493	3,4693	7,1338	17,5544	31,9443	0,000
e	-4,7743	3,6895	-1,2940	-12,4259	2,8773	0,209
Źródło Source	Suma kwadratów Sum of Squares	Stopnie swobody DF	Średnia kwadratowa Mean Square	Statystyka F F Statistic	P>F P>F	
Regresja Regression	0,0774	4	0,0194	7,84	0,000	
Błąd Error	0,0543	22	0,0025			
Suma Total	0,1317	26				

**B**

Logistic $z=a+by+SIGX(c,d,e)$ Logistic model $SIGX(c,d,e)=c*(1/(1+exp(-(x-d)/e)))$						
$r^2$	Adjustowany $r^2$	Dopasowanie błędu standardowego	Wartość F			
$r^2$	DF Adj $r^2$	Fit standard Error	F-value			
0,5900	0,4923	0,0496	7,9135			
Parametr	Wartość Value	Błąd standardowy Standard Error	Wartość t t-value	95% granica ufności 95% Confidence Limits		P> t  P> t
a	8,8120	0,0676	130,3156	8,6718	8,9522	0,0000
b	0,0059	0,0023	2,5094	0,0010	0,0107	0,0200
c	0,1438	0,0727	1,9776	-0,0070	0,2947	0,0606
d	23,2486	4,6861	4,9611	13,5302	32,9671	0,0001
e	-3,8224	3,6806	-1,0385	-11,4556	3,8108	0,3103
Źródło Source	Suma kwadratów Sum of Squares		Stopnie swobody DF	Średnia kwadratowa Mean Square	Statystyka F F Statistic	P>F P>F
Regresja Regression	0,0777		4	0,0194	7,9135	0,000
Błąd Error	0,0540		22	0,0025		
Suma Total	0,1317		26			

**C**

Powierzchnia wielomianowa/ Polynomial surfaces						
$r^2$	Adjustowany $r^2$	Dopasowanie błędu standardowego	Wartość F			
$r^2$	DF Adj $r^2$	Fit standard Error	F-value			
0,6070	0,5355	0,0474	11,8406			
Parametr	Wartość Value	Błąd standardowy Standard Error	Wartość t t-value	95% granica ufności 95% Confidence Limits		P> t  P> t
a	8,9375	0,0316	283,2107	8,8723	9,0028	0,0000
b	0,0044	0,0032	1,3656	-0,0023	0,0111	0,1853
c	-0,0003	0,0001	-2,7243	-0,0005	-0,0001	0,0121
d	0,0059	0,0022	2,6205	0,0012	0,0105	0,0153
e	8,9375	0,0316	283,2107	8,8723	9,0028	0,0000
Źródło Source	Suma kwadratów Sum of Squares		Stopnie swobody DF	Średnia kwadratowa Mean Square	Statystyka F F Statistic	P>F P>F
Regresja Regression	0,0518		3	0,0023	0,000	0,000
Błąd Error	0,1317		23	0,0057		
Suma Total	0,1835		26			

W tab. 3. zestawiono oszacowaną, obliczoną za pomocą skonstruowanego modelu powierzchni odpowiedzi liczbę bakterii  $L_{LAB}$  (O) oraz dane eksperymentalne (E) uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu przechowalniczym. W świetle powyższych uwag o jakości oszacowanych modeli, dane oszacowane wydają się wiarygodne w badanym i niezbadanym czasie (dzień 36.) i temperaturze (20°C) przechowywania.

Tabela 3

Porównanie oszacowanej liczby bakterii  $L_{LAB}$  w soku marchwiowym przechowywanym w temp. 5, 10 i 15°C obliczonej na podstawie modelu powierzchni odpowiedzi Gomperta do uzyskanych danych eksperymentalnych oraz prognoza  $L_{LAB}$  w soku marchwiowym przechowywanym w temp. 20°C i w 36. dniu przechowywania.

Comparing the estimated  $L_{LAB}$  bacteria count in the carrot juice stored at a temperature of 5, 10 and 15°C, calculated on the basis of the surface model of the Gompertz response with the experimental data, and the prediction of the bacteria count in the carrot juice at a temperature of 20°C and on the 36<sup>th</sup> day of storing.

Dzień Day	Temperatura Temperature	5°C	10°C	15°C	20°C
0	O*	8,9847	9,0140	9,0433	9,0726
	E*	9,0144	8,9693	8,9693	
4	O	8,9838	9,0131	9,0424	9,0717
	E	8,9513	8,9826	9,0489	
8	O	8,9816	9,0109	9,0402	9,0695
	E	9,0545	8,9890	9,1611	
12	O	8,9766	9,0059	9,0352	9,0645
	E	8,9471	9,0336	9,0633	
16	O	8,9659	8,9952	9,0245	9,0538
	E	8,9479	8,9826	9,0297	
20	O	8,9445	8,9738	9,0031	9,0324
	E	8,9522	8,9020	9,0235	
24	O	8,9093	8,9386	8,9679	8,9973
	E	8,8723	8,9736	8,9938	
28	O	8,8713	8,9007	8,3000	8,9593
	E	8,8977	8,9053	8,9017	
32	O	8,8643	8,8837	8,9130	8,9423
	E	8,8636	8,9456	8,8374	
36	O	8,8530	8,8823	8,9116	8,9409

Objaśnienia: / Explanatory notes:

O\* -dane oszacowane / estimated data; E\* - dane eksperymentalne / experimental data

## Wnioski

1. Liczba bakterii *Lactobacillus acidophilus* CH-2, zastosowanych do fermentacji soku marchwiowego, utrzymywała się na wysokim poziomie (ok.  $10^9$  jtk/cm<sup>3</sup>) przez cały badany okres przechowywania, co jest cechą konieczną do uznania produktu za probiotyczny.



2. Na podstawie badań empirycznych liczby bakterii potencjalnie probiotycznych w soku marchwiowym, przechowywanym w temperaturze 5, 10 i 15°C, skonstruowano modele prognostyczne (powierzchni odpowiedzi Gomperta ( $r^2 = 0,58$ ), logistyczny ( $r^2 = 0,58$ ) i wielomianowy [ $r^2 = 0,60$ ]), które w zadowalający sposób opisują wzrost i przeżywalność tych bakterii w badanym produkcie. W celu potwierdzenia zdolności modelu do szacowania wzrostu i przeżywalności bakterii w badanym produkcie należy przeprowadzić jego weryfikację.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Breidt, F., Fleming, H. P.: Modeling of the competitive growth of *Listeria monocytogenes* and *Lactococcus lactis* in vegetable broth. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1998, **64** (9), 3159–3165.
- [2] Devlieghere, F., Debevere, J., van Impe, J.: Effect of dissolved carbon dioxide and temperature on the growth of *Lactobacillus sake* in modified atmospheres. *Int. J. Food Microbiol.*, 1998, **41** (3), 231–238.
- [3] Devlieghere, F., van Belle, B., Debevere, J.: Shelf life of modified atmosphere packed cooked meat products: a predictive model. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **46** (1), 57–70.
- [4] Gianotti, A., Vannini, L., Gobetti, M., Corsetti, A., Gardini, F., Guerzoni, M. E.: Modelling of the activity of selected starters during sourdough fermentation. *Food Microbiol.*, 1997, **14** (4), 327–337.
- [5] Gomes, A. M. P., Vieira, M. M., Malcata, F. X.: Survival of probiotic microbial strains in a cheese matrix during ripening: simulation of rates of salt diffusion and microorganism survival. *J. Food Eng.*, 1998, **36** (3), 281–301.
- [6] Gómez, N., García, D., Álvarez, I., Raso, J., Condón, S.: A model describing the kinetics of inactivation of *Lactobacillus plantarum* in a buffer system of different pH and in orange and apple juice. *J. Food Eng.* 2005, **70** (1), 7–14.
- [7] Kilimann, K., Hartmann, C., Delgado, A., Vogel, R., Ganzle, M.: A fuzzy logic-based model for the multistage high-pressure inactivation of *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* MG 1363. *Int. J. Food Microbiol.*, 2005, **98** (1), 89–105.
- [8] Lee, Y.-K., Salminen, S.: The coming of age of probiotics, *Trends Food Sci. Technol.*, 1995, **6** (7), 241–245.
- [9] Malakar, P., Martens, D., Zwietering, M., Béal, C., van 't Riet, K.: Modelling the interactions between *Lactobacillus curvatus* and *Enterobacter cloacae*: I. Individual growth kinetics. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **51** (1), 67–79.
- [10] Martens, D., Béal, C., Malakar, P., Zwietering, M., van 't Riet, K.: Modelling the interactions between *Lactobacillus curvatus* and *Enterobacter cloacae*: II. Mixed cultures and shelf life predictions, *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **51** (1), 53–65.
- [11] Mattila-Sandholm, T., Myllärinen, P., Crittenden, R., Mogensen, G., Fondén, R., Saarela, M.: Technological challenges for future probiotic foods. *Int. Dairy J.*, 2002, **12** (2-3), 173–182.
- [12] McDonald, K., Sun, D.-W.: Predictive food microbiology for the meat industry: a review. *Int. J. Food Microbiol.*, 1999, **52** (1-2), 1–27.

- [13] Rodrigo, D., Ruíz, P., Barbosa-Cánovas, G., Martínez, A., Rodrigo, M.: Kinetic model for the inactivation of *Lactobacillus plantarum* by pulsed electric fields. *Int. J. Food Microbiol.*, 2003, **81** (3), 223–229.
- [14] Ross, T., McMeekin, T.: Predictive microbiology. *Int. J. Food Microbiol.*, 1994, **23**, 241–264.
- [15] Schaffner, D., Labuza, T.: Predictive microbiology: where are we and where are we going? *Food Technol.*, 1997, **51**, 95–99.
- [16] Schrezenmeir, J., de Vrese, M.: Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, **73** (2), 361S–364.
- [17] Whiting, R. C.: Microbial modeling in foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1995, **35**, 467–494.
- [18] Vereecken, K., Devlieghere, F., Bockstaele, A., Debevere, J., van Impe, J.: A model for lactic acid-induced inhibition of *Yersinia enterocolitica* in mono- and coculture with *Lactobacillus sakei*. *Food Microbiol.* 2003 **20** (6), 701–713.
- [19] Zwietering, M. H., Rombouts, F. M., van't Riet, K.: Some aspects of modeling microbial quality of food. *Food Control*, 1993, **4** (2), 89–96.

## PREDICTING THE GROWTH AND SURVIVAL OF PROBIOTIC BACTERIA IN FERMENTED CARROT JUICE

### S u m m a r y

The objective of the research was to construct predictive models of growth and survival of potentially probiotic bacteria in a fermented carrot juice.

It was found that the count of *Lactobacillus acidophilus* CH-2 bacteria used in the fermentation process of carrot juice remained at the same high level during the entire period of storing.

On the basis of the empirical investigations into the count of potentially probiotic bacteria in the carrot juice, predictive models were constructed, which satisfactorily described the growth and survival of those bacteria in the product investigated. The constructed mathematical models of growth and survival of probiotic bacteria of the fermented carrot juice make it possible to estimate shelf life of the product studied in relation to its storage conditions.

**Key words:** predictive microbiology, lactic acid bacteria, carrot juice, probiotic ☒

JAROSŁAW KORUS

**ZAWARTOŚĆ FOSFORANÓW INOZYTOLU W SUCHYCH  
I EKSTRUDOWANYCH NASIONACH FASOLI  
(*PHASEOLUS VULGARIS* L.)**

Streszczenie

W pracy określono zawartość tri-, tetra-, penta- i heksafosforanów inozytolu w suchych nasionach pięciu odmian fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) oraz wpływ parametrów ekstruzji na zawartość tych składników. Suche nasiona fasoli nie zawierały IP<sub>3</sub>, natomiast dominującą formą był heksafosforan. Ekstruzja spowodowała hydrolizę IP<sub>6</sub> i wzrost zawartości pozostałych fosforanów. Najmniejszy wzrost zawartości IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub> i IP<sub>5</sub> i najmniejsze straty IP<sub>6</sub> stwierdzono w ekstrudatach uzyskanych przy wilgotności początkowej surowca 20% i temperaturze 120°C, a największy wzrost zawartości IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub> i IP<sub>5</sub> i największe straty IP<sub>6</sub> – przy wilgotności 14% i temperaturze 180°C.

**Słowa kluczowe:** fasola, ekstruzja, fosforany inozytolu

**Wstęp**

Właściwości fosforanów inozytolu zależą od stopnia ich fosforylacji. Pochodne o wyższym stopniu fosforylacji (IP<sub>4</sub>, IP<sub>5</sub>, IP<sub>6</sub>) są zdolne tworzyć nierozpuszczalne kompleksy z wielowartościowymi kationami, np. wapnia, miedzi, żelaza, kobaltu, manganu i cynku, ograniczając w ten sposób ilość tych pierwiastków wchłanianych z przewodu pokarmowego. Natomiast pochodne inozytolu o niższym stopniu fosforylacji (IP<sub>1</sub>, IP<sub>2</sub> i IP<sub>3</sub>) nie tworzą takich kompleksów [10]. Najdokładniej poznano działanie na organizm heksafosforanu inozytolu IP<sub>6</sub> (kwas fitynowy), który w największych ilościach znajduje się w nasionach roślin strączkowych i ziarnach zbóż. W badaniach klinicznych stwierdzono, że wysoka zawartość tego składnika w diecie (wynikająca z dużego udziału w niej nasion roślin strączkowych i zbóż) była ujemnie skorelowana z występowaniem raka jelita grubego. Jego skuteczność wzrastała przy jednoczesnym podawaniu inozytolu. Oprócz działania antykancerogennego IP<sub>6</sub> stwierdzono również

wpływ tego składnika na zmniejszenie tendencji tworzenia się kamieni nerkowych, redukcję ryzyka rozwoju chorób sercowo-naczyniowych, wykazano także efekt hipocholesterolemiczny [6, 17]. Także produkty defosforylacji  $IP_6$  odgrywają istotną rolę w organizmie. Na przykład  $IP_3$  działając na poziomie komórkowym, wpływa na zwiększenie aktywności komórek NK (ang. natural killer), co intensyfikuje odpowiedź systemu immunologicznego na karcynogenezę [6].

Kwas fitynowy jest główną formą magazynowania fosforu w nasionach roślin strączkowych. W nasionach fasoli występuje głównie w postaci soli potasowych lub magnezowych, a w nasionach soi – wapniowych i potasowych [4, 5, 15]. Podczas przetwarzania żywności fityniany, pod działaniem natywnych fitaz znajdujących się w roślinach lub zewnętrznych enzymów, np. pochodzenia mikrobiologicznego, ulegają hydrolizie do inozytolu i fosforanu nieorganicznego poprzez pośrednie mono-, di-, tri-, tetra- i pentafosforany inozytolu. Także procesy termiczne podczas przetwarzania żywności mogą prowadzić do częściowej nieenzymatycznej hydrolizy fitynianów [13]. Fityniany mogą tworzyć kompleksy z białkami, zmniejszając tym samym ich biodostępność, dlatego są uważane za związki przeciwodżywcze. Jednak z drugiej strony spełniają także w organizmie pozytywną rolę, działając jako przeciwutleniacze przez kompleksowanie jonów żelaza, co redukuje powstawanie wolnych rodników hydroksylowych i zmniejsza peroksydację membran komórkowych [4, 6, 14].

Celem badań było określenie wpływu wilgotności materiału i temperatury ekstruzji fasoli na zawartość w otrzymanych ekstrudatach poszczególnych fosforanów inozytolu.

### **Materiał i metody badań**

Materiałem badawczym były suche nasiona pięciu polskich odmian fasoli, o różnym zabarwieniu okrywy nasiennej: czerwonym - Augusta, Rawela, czarnym - Nigeria, Tip-Top i kremowym - Toffi, pochodzące z hodowli twórczej Zakładu Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego PlantiCo w Szymanowie. Nasiona rozdrabniano w młynku Pulverisette 14 firmy Fritsch i nawilżano do 14 lub 20% wilgotności. Ekstruzję prowadzono w ekstruderze jednoślindakowym 20DN firmy Brabender. Stosowano dwa profile temperaturowe:  $80^{\circ}C/100^{\circ}C/120^{\circ}C$  i  $120^{\circ}C/160^{\circ}C/180^{\circ}C$ . Ekstrudaty chłodzono w temperaturze pokojowej, mielono jak opisano wyżej i przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,5 mm.

Oznaczenia zawartości tri-, tetra-, penta- i heksafosforanu inozytolu wykonywano według Sandberga i Adherinne [12]. Próbkę w ilości 0,5 g ekstrahowano  $20\text{ cm}^3$  0,5 M roztworu HCl w probówce wirówkowej, stale mieszając mieszadłem magnetycznym przez 5 godz. Po odwirowaniu supernatant mrożono przez noc w temp.  $-18^{\circ}C$ . Po rozmrożeniu próbkę ponownie wirowano i  $10\text{ cm}^3$  uzyskanego supernatantu przenoszono do próbki wirówkowej, po czym odparowywano do sucha (przy użyciu nadmuchu

powietrza). Wysuszoną próbę rozpuszczano w 15 cm<sup>3</sup> 0,025 M HCl, наносzono na kolumnienkę wypełnioną Dowexem AG 1x8 i przemywano kolejno 10 i 5 cm<sup>3</sup> 0,025 M roztworu HCl. Fosforany inozytoli wymywano z kolumnienki pięcioma porcjami 4 cm<sup>3</sup> 2M roztworu HCl. Eluent zbierano do próbki szklanej, odparowywano do sucha i rozpuszczano w 2 cm<sup>3</sup> fazy ruchomej.

Zawartość poszczególnych form fosforanów inozytoli oznaczano przy użyciu chromatografu cieczowego Shimadzu (pompa LC-10 AD, detektor RID-6A). Rozdziału związków dokonywano w kolumnie NovaPac RP-18 (Waters) o wymiarach 3,9 x 150 mm. Jako fazy ruchomej używano mieszaniny 0,05 M kwasu mrówkowego i metanolu w stosunku 49:51 z dodatkiem wodorotlenku tetrabutylamonu w ilości 1,5 cm<sup>3</sup>/100 cm<sup>3</sup> fazy. Stosowano przepływ 0,5 cm<sup>3</sup>/min. Standardem zewnętrznym była sól sodowa heksaforfanu inozytoli.

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

## Wyniki i dyskusja

W suchych nasionach badanych odmian fasoli nie stwierdzono obecności trifosforanu inozytoli. Podobnie Villavicencio i wsp. [16] w fasoli, Alonso i wsp. [2] w fasoli i grochu oraz Morris i Hill [11] w fasoli i ciecierzycy nie stwierdzili IP<sub>3</sub>, natomiast ci ostatni w nasionach soczewicy oznaczyli 0,13 mg tego składnika w 1 g suchej masy. Natomiast po ekstruzji zawartość IP<sub>3</sub> kształtowała się w zakresie 0,03–1,45 mg/g suchej masy (tab. 1). Najmniej zawierały go ekstrudaty uzyskane w temp. 120°C i wilgotności początkowej 20%, a najwięcej ekstrudaty otrzymane przy 14% wilgotności i maksymalnej temp. ekstruzji 180°C. Alonso i wsp. [2] nie stwierdzili obecności tego związku w ekstrudatach z fasoli i grochu. Inni autorzy [11] stwierdzili w gotowanych nasionach fasoli zawartość IP<sub>3</sub> w zakresie 0,07–0,08 mg, w ciecierzycy 0,04 mg, a w soczewicy 0,18 mg.

Tetrafosforan inozytoli był obecny w nieprzetworzonych nasionach czterech odmian fasoli, za wyjątkiem Toffi (tab. 2). Najwięcej IP<sub>4</sub> zawierały nasiona odmiany Rawela – 0,33 mg, a najmniej odmiany Augusta – 0,04 mg/g. Villavicencio i wsp. [16] oraz Máñez i wsp. [10] nie stwierdzili tetrafosforanu inozytoli w badanych odmianach fasoli, ciecierzycy i soczewicy. Natomiast Morris i Hill [11] oznaczyli w trzech odmianach fasoli – Pinto, Red Kidney i Black – od 0,065 do 0,08 mg tego składnika, a w ciecierzycy i soczewicy odpowiednio 0,02 mg i 0,105 mg/g. Alonso i wsp. [2] nie stwierdzili w nasionach fasoli tetrafosforanu inozytoli, natomiast nasiona grochu zawierały go 0,02 mg/g.

Po ekstruzji odnotowano znaczny wzrost zawartości tego składnika, zależny od parametrów procesu. W odniesieniu do surowca, średni wzrost zawartości IP<sub>4</sub> w pięciu odmianach wynosił w ekstrudatach otrzymanych przy kombinacji wilgotności począt-

kowej surowca i maksymalnej temperatury procesu: 20%/120°C – 118%, 14%/120°C – 757%, 20%/180°C – 994% i 14%/180°C – 2319%. Alonso i wsp. [2] stwierdzili w ekstrudatach z fasoli i grochu odpowiednio 0,23 mg tego składnika (nieobecnego w surowcu) i 0,04 mg (wzrost zawartości o 100%). Także inni autorzy wskazują na wzrost zawartości tego fosforanu w nasionach roślin strączkowych po obróbce termicznej. W trzech odmianach gotowanej fasoli wynosił on od 435 do 654%, w ciecierzycy 1300%, a w soczewicy 362% [11].

Tabela 1

Zawartość trifosforanu inozytolu (IP<sub>3</sub>) w suchej masie nasion fasoli i ekstrudatów.  
Content of inositol triphosphate (IP<sub>3</sub>) in the dry substance of bean seeds and extrudates.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Surowiec Raw bean seeds	Parametry ekstruzji (wilgotność [%] / temperatura [°C]) Extrusion parameters (moisture content in percent/temperature in DC)								Wartość średnia po ekstruzji Mean value after extrusion		NIR <sup>2</sup> LSD <sup>2</sup> p=0,01
		14/120		20/120		14/180		20/180		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	
		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]			
Augusta	0,00	0,16	-	0,03	-	1,25	-	0,36	-	0,45	-	I – 0,042 II – 0,042 I×II – 0,095
Nigeria	0,00	0,54	-	0,03	-	1,58	-	0,47	-	0,66	-	
Rawela	0,00	0,72	-	0,03	-	1,87	-	0,55	-	0,79	-	
Tip-Top	0,00	0,15	-	0,04	-	1,25	-	0,81	-	0,56	-	
Toffi	0,00	0,00	-	0,00	-	1,30	-	0,08	-	0,35	-	
Wartość średnia Mean value	0,00	0,31	-	0,03	-	1,45	-	0,45	-	X	X	

<sup>1</sup> zmiana w stosunku do surowca / change relative to raw seeds;

<sup>2</sup> NIR: czynnik I – odmiana, czynnik II – parametry ekstruzji, czynnik III – współdziałanie (I×II)  
LSD for: factor I – cultivar; factor II – extrusion parameters; factor III – interaction (I×II).

Pentafosforan inozytolu zawierały nieprzetworzone nasiona wszystkich odmian fasoli, najwięcej odmiany Tip-Top – 3,03 mg, a najmniej odmiany Nigeria – 0,81 mg/g (tab. 3). Morris i Hill [11] stwierdzili w fasoli 1,07 – 1,19 mg IP<sub>5</sub>/g s.m., w nasionach ciecierzycy 1,02 mg, a w soczewicy 0,81 mg, natomiast Alonso i wsp. [2] – 0,2 mg/g w fasoli i 0,39 mg/g w grochu. Villavicencio i wsp. [16] oznaczyli w fasoli 1,9 μmol/g (ok. 1,1 mg/g) tego składnika.

W ekstrudatach uzyskanych z nasion pięciu odmian fasoli zawartość IP<sub>5</sub> była większa niż w surowcu, a wzrost kształtował się w zakresie od 11% (ekstrudaty uzyskane przy 20% wilgotności i w temp. 120°C) do 186% (14%/180°C). Inni autorzy wykazali po ekstruzji wzrost zawartości IP<sub>5</sub> w fasoli i grochu do poziomu 1,04 mg i 0,62 mg, tj. o 420 i 59% [2]. Także gotowanie spowodowało niewielki wzrost zawar-

tości tego składnika, w nasionach fasoli kształtował się on w zakresie 53–94%, w ciecierzycy 16%, a w soczewicy 160% [11].

Tabela 2

Zawartość tetrafosforanu inozytoli (IP<sub>4</sub>) w suchej masie nasion fasoli i ekstrudatów.  
Content of inositol tetrakisphosphate (IP<sub>4</sub>) in the dry substance of bean seeds and extrudates.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Surowiec Raw bean seeds	Parametry ekstruzji (wilgotność [%] / temperatura [°C]) Extrusion parameters (moisture content in percent/temperature in DC)								Wartość średnia po ekstruzji Mean value after extrusion		NIR <sup>2</sup> LSD <sup>2</sup> p=0,01
		14/120		20/120		14/180		20/180				
		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	
Augusta	0,04	0,45	1025	0,10	150	1,93	4725	0,80	1900	0,82	1950	I – 0,666 II – 0,666 I×II – 0,149
Nigeria	0,09	1,22	1256	0,27	200	2,32	2478	0,99	1000	1,20	1233	
Rawela	0,33	1,34	306	0,43	30	2,62	694	1,21	267	1,40	324	
Tip-Top	0,10	0,54	440	0,19	90	1,48	1380	0,91	810	0,78	680	
Toffi	0,00	0,90	-	0,00	-	1,45	-	0,39	-	0,69	-	
Wartość średnia Mean value	0,11	0,89	757	0,20	118	1,96	2319	0,86	994	X	X	

<sup>1</sup> zmiana w stosunku do surowca / change relative to raw seeds;

<sup>2</sup> NIR: czynnik I – odmiana, czynnik II – parametry ekstruzji, czynnik III – współdziałanie (I×II)  
LSD for: factor I – cultivar; factor II – extrusion parameters; factor III – interaction (I×II).

Tabela 3

Zawartość pentafosforanu inozytoli (IP<sub>5</sub>) w suchej masie nasion fasoli i ekstrudatów.  
Content of inositol pentakisphosphate (IP<sub>5</sub>) in the dry substance of bean seeds and extrudates.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Surowiec Raw bean seeds	Parametry ekstruzji (wilgotność [%] / temperatura [°C]) Extrusion parameters (moisture content in percent/temperature in DC)								Wartość średnia po ekstruzji Mean value after extrusion		NIR <sup>2</sup> LSD <sup>2</sup> p=0,01
		14/120		20/120		14/180		20/180				
		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	
Augusta	0,84	2,26	169	0,87	4	3,72	343	3,27	289	2,53	201	I – 0,161 II – 0,161 I×II – 0,361
Nigeria	0,81	3,32	310	1,14	41	3,45	326	3,03	274	2,74	238	
Rawela	2,03	4,19	106	2,16	6	4,33	113	3,56	75	3,56	75	
Tip-Top	3,03	4,31	42	2,91	-4	3,70	22	3,62	19	3,64	20	
Toffi	1,18	3,56	202	1,30	10	2,69	128	2,65	125	2,55	116	
Wartość średnia Mean value	1,58	3,53	166	1,68	11	3,58	186	3,23	157	X	X	

<sup>1</sup> zmiana w stosunku do surowca / change relative to raw seeds;

<sup>2</sup> NIR: czynnik I – odmiana, czynnik II – parametry ekstruzji, czynnik III – współdziałanie (I×II)  
LSD for: factor I – cultivar; factor II – extrusion parameters; factor III – interaction (I×II).

Zarówno nasiona nieprzetworzone, jak i uzyskane z nich ekstrudaty zawierały najwięcej heksafosforanu inozytolu. Najbogatsze w ten składnik były surowe nasiona odmiany Toffi – 21,56 mg, zaś najmniej zawierały go nasiona odmiany Augusta – 16,22 mg (tab. 4). Máñez i wsp. [10] oznaczyli w badanej przez nich odmianie fasoli podobną ilość  $IP_6$  – 18,7 mg/g s.m., a w ciecierzycy i soczewicy odpowiednio 16,0 i 15,1 mg. Znacząco niższe wartości przedstawiają inni autorzy: 7,72 – 9,37 mg w fasoli, 3,96 mg w ciecierzycy i 5,52 mg w soczewicy [11]; 4,7 mg w fasoli i 4,77 mg w grochu [2] oraz 13,5  $\mu\text{mol}$  (ok. 8,9 mg) w fasoli [16]. W wyniku ekstruzji nastąpiło zmniejszenie zawartości  $IP_6$  w stosunku do surowca. Średnie straty w ekstrudatach pięciu odmian fasoli były najmniejsze w przypadku stosowania 20% wilgotności początkowej i temp. procesu 120°C – wynosiły wtedy 24%. Natomiast najwyższe, 60% straty wystąpiły przy 14% wilgotności surowca i w maksymalnej temp. ekstruzji 180°C. Alonso i wsp. [2] uzyskali po ekstruzji nasion fasoli i grochu zawartość  $IP_6$  na poziomie odpowiednio 3,44 mg i 3,45 mg, tj. zmniejszenie o 27 i 28%. Podobnie Máñez i wsp. [10] stwierdzili ubytek zawartości heksafosforanu w gotowanych nasionach fasoli, ciecierzycy i soczewicy. Procentowy udział  $IP_6$  w sumie wszystkich fosforanów inozytolu obniżył się z 90% w suchych nasionach fasoli do 86% w gotowanych tradycyjnie. Inni autorzy stwierdzili w gotowanych nasionach fasoli, ciecierzycy i soczewicy ubytek zawartości  $IP_6$  odpowiednio o 30, 14 i 15% [11]. Znaczne straty heksafosforanu inozytolu podczas przetwarzania żywności są wynikiem jego hydrolizy pod wpływem fitaz znajdujących się naturalnie w roślinach lub pochodzenia mikrobiologicznego. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającym rozkładowi  $IP_6$  jest wysoka temperatura, która prowadzi do nieenzymatycznej hydrolizy fitynianów [13]. W przypadku ekstruzji, właśnie ten czynnik odgrywa największą rolę w rozkładzie heksafosforanu [2].

W niniejszych badaniach procentowy udział heksafosforanu inozytolu w sumie  $IP_3$ - $IP_6$  wynosił w surowcu 92%, a w ekstrudatach wahał się w zakresie od 50% (14%/180°C) do 88% (20%/120°C) (rys. 1). Procentowy udział  $IP_6$  w sumie wszystkich fosforanów wykazywał wysoką ujemną korelację z procentowym udziałem  $IP_3$ ,  $IP_4$  i  $IP_5$  – odpowiednio  $r = -0,934$ ,  $-0,985$  i  $-0,949$ . Najmniejsze straty  $IP_6$  wystąpiły przy zastosowaniu kombinacji wilgotności surowca i temperatury procesu 20%/120°C, a największe – 14%/180°C. Na tej podstawie można wnioskować, że niska temperatura ekstruzji i wysoka zawartość wody powodują najmniejsze zmiany w przetwarzanym surowcu. Podobną zależność obserwowano także w innych badaniach w odniesieniu do składników chemicznych czy też aktywności przeciwutleniającej [7, 8, 9].



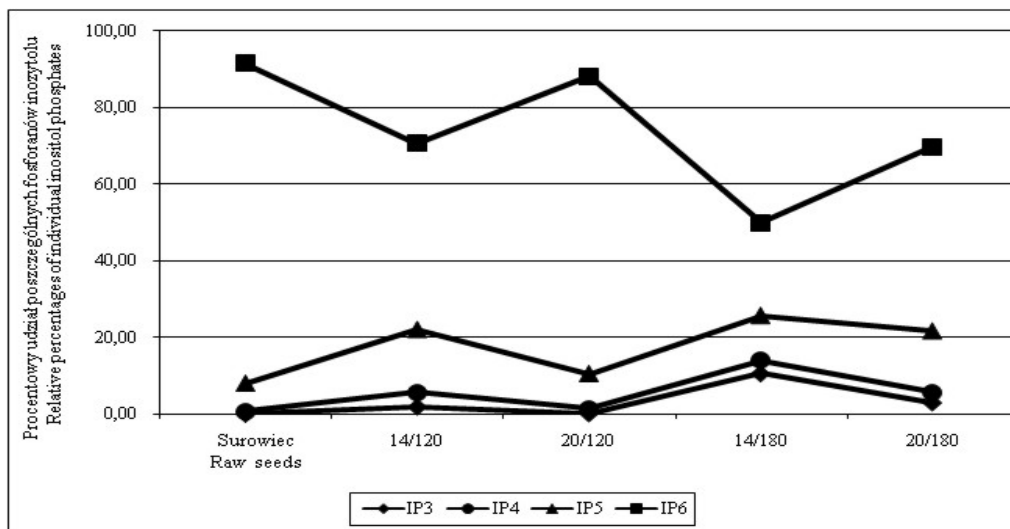
Tabela 4

Zawartość heksafosforanu inozytoli (IP<sub>6</sub>) w suchej masie nasion fasoli i ekstrudatów.  
Content of inositol hexakisphosphate (IP<sub>6</sub>) in the dry substance of bean seeds and extrudates.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Surowiec Raw bean seeds	Parametry ekstruzji (wilgotność [%] / temperatura [°C]) Extrusion parameters (moisture content in percent/temperature in DC)								Wartość średnia po ekstruzji Mean value after extrusion		NIR <sup>2</sup> LSD <sup>2</sup> p=0,01
		14/120		20/120		14/180		20/180		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	
		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]			
Augusta	16,22	8,63	-47	11,48	-29	7,70	-53	10,75	-34	9,64	-41	I – 0,214 II – 0,214 I×II – 0,478
Nigeria	16,67	9,85	-41	13,19	-21	7,68	-54	10,26	-38	10,25	-39	
Rawela	18,34	13,31	-27	16,41	-11	6,82	-63	10,88	-41	11,86	-35	
Tip-Top	17,34	14,84	-14	14,12	-19	8,92	-49	9,89	-43	11,94	-31	
Toffi	21,56	10,08	-53	12,93	-40	4,30	-80	10,25	-52	9,39	-56	
Wartość średnia Mean value	18,03	11,34	-37	13,63	-24	7,08	-60	10,41	-42	X	X	

<sup>1</sup> zmiana w stosunku do surowca / change relative to raw seeds;

<sup>2</sup> NIR: czynnik I – odmiana, czynnik II – parametry ekstruzji, czynnik III – współdziałanie (I×II)  
LSD for: factor I – cultivar; factor II – extrusion parameters; factor III – interaction (I×II).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

14, 20 - wilgotność ekstrudowanego materiału [%]; 120, 180 – temperatura ekstruzji [°C],

14, 20 – (initial humidity of the extruded material [%]; 120, 180 – extrusion temperature [°C])

Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych fosforanów inozytoli w surowcu i w ekstrudatach.

Fig. 1. Relative percentage rates of individual inositol phosphates in raw bean seeds and extrudates.

Na łączną zawartość fosforanów inozytolu w suchych nasionach fasoli i ekstrudatach największy wpływ miał heksafosforan, ze względu na jego wyraźnie dominującą zawartość (tab. 5). Największą zawartość sumy IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub>, IP<sub>5</sub> i IP<sub>6</sub> miały suche nasiona odmiany Toffi – 22,74 mg, nasiona odmian Rawela i Tip-Top zawierały zbliżoną, i nieco mniejszą ilość tych składników – odpowiednio 20,70 i 20,47 mg, a najmniejszą zawartość stwierdzono w nasionach odmian Nigeria i Augusta – odpowiednio 17,57 i 17,10 mg. Po ekstruzji, w zależności od parametrów tego procesu, zawartość IP<sub>3</sub> - IP<sub>6</sub> kształtowała się w zakresie od 14,07 mg (14%/180°C) do 16,07 mg (14%/120°C). Coelho i wsp. [3] stwierdzili w suchych nasionach dwóch odmian fasoli 12,5 oraz 7,1 mg fitynianów w 1 g materiału, zaś Abebe i wsp. [1] 7,2 mg/g w fasoli odmiany Red Kidney. Z kolei Alonso i wsp. [2] podają w fasoli znacznie mniejszą zawartość sumy fosforanów inozytolu, na poziomie 5,16 mg/g s.m. i 4,9 mg w grochu, a po ekstruzji odpowiednio 4,71 i 4,10 mg, co oznacza ubytek odpowiednio o 3,9 i 20%.

Tabela 5

Zawartość sumy fosforanów inozytolu (IP<sub>3</sub>- IP<sub>6</sub>) w suchej masie nasion fasoli i ekstrudatów.  
Content of the total inositol phosphates (IP<sub>3</sub>- IP<sub>6</sub>) in the dry substance of bean seeds and extrudates.

Odmiana fasoli Bean cultivar	Surowiec Raw bean seeds	Parametry ekstruzji (wilgotność [%] / temperatura [°C]) Extrusion parameters (moisture content in percent/temperature in DC)								Wartość średnia po ekstruzji Mean value after extrusion		NIR <sup>2</sup> LSD <sup>2</sup> p=0,01
		14/120		20/120		14/180		20/180		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	
		[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]	[mg/g]	A <sup>1</sup> [%]			
Augusta	17,10	11,50	-33	12,48	-27	14,60	-15	15,18	-11	13,44	-21	I – 0,347 II – 0,347 I×II – 0,276
Nigeria	17,57	14,93	-15	14,63	-17	15,03	-14	14,75	-16	14,84	-16	
Rawela	20,70	19,56	-6	19,03	-8	15,64	-24	16,20	-22	17,61	-15	
Tip-Top	20,47	19,84	-3	17,26	-16	15,35	-25	15,23	-26	16,92	-17	
Toffi	22,74	14,54	-36	14,23	-37	9,74	-57	13,37	-41	12,97	-43	
Wartość średnia Mean value	19,72	16,07	-18	15,53	-21	14,07	-27	14,95	-23	X	X	

<sup>1</sup> zmiana w stosunku do surowca / change relative to raw seeds;

<sup>2</sup> NIR: czynnik I – odmiana, czynnik II – parametry ekstruzji, czynnik III – współdziałanie (I×II)  
LSD for: factor I – cultivar; factor II – extrusion parameters; factor III – interaction (I×II).

## Wnioski

- Ekstruzja wpłynęła na zmniejszenie w ekstrudatach, w porównaniu z surowcem, zawartości IP<sub>6</sub> oraz zwiększenie zawartości IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub> i IP<sub>5</sub>.
- Wzrost zawartości fosforanów inozytolu o niższym stopniu fosforylacji związany był z hydrolizą heksafosforanu, o czym świadczą wysokie ujemne współczynniki

- korelacji między procentową zawartością IP<sub>6</sub> w sumie wszystkich fosforanów a procentowym udziałem IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub> i IP<sub>5</sub> – odpowiednio  $r = -0,934$ ,  $-0,985$  i  $-0,949$ .
3. Najmniejsze straty IP<sub>6</sub> odnotowano przy zastosowaniu kombinacji wilgotności surowca i temperatury procesu 20%/120°C, a największe – 14%/180°C.
  4. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że niska temperatura ekstruzji powoduje mniejsze zmiany w przetwarzanym surowcu, zwłaszcza w połączeniu z jego wyższą wilgotnością.

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki w latach 2004-2006 jako projekt badawczy zamawiany nr PBZ-KBN-094/P06/2003/29; była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Abebe Y., Bogale A., Hambidge K.M., Stoecker B.J., Bailey K., Gibson R.S.: Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *J. Compos. Anal.*, 2007, **20**, 161-168.
- [2] Alonso R., Rubio L.A., Muzquiz M., Marzo F.: The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2001, **94**, 1-13.
- [3] Coelho C.M.M., Bellato C.M., Santos J.C.P., Ortega E.M.M., Tsai S.M.: Effect of phytate and storage conditions on the development of the “hard-to-cook” phenomenon in common beans. *J. Sci. Food Agric.*, 2007, **87**, 1237-1243.
- [4] Coelho C.M.M., Santos J.C.P., Tsai S.M., Vitorello V.A.: Seed phytate content and phosphorus uptake and distribution in dry bean genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.*, 2002, **14** (1), 51-58.
- [5] Coelho C.M.M., Tsai S.M., Vitorello V.A.: Dynamics of inositol phosphate pools (tris-, tetra- and pentakisphosphate) in relation to the rate of phytate synthesis during seed development in common bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Plant Physiol.*, 2005, **162**, 1-9.
- [6] Fox C.H., Eberl M.: Phytic acid (IP6), novel broad spectrum anti-neoplastic agent: a systematic review. *Complement. Ther. Med.*, 2002, **10**, 229-234.
- [7] Ismail F.A., Zahran G.H.: Studies on extrusion conditions of some cereals and legumes. *Egypt. J. Food Sci.*, 2002, **30** (1), 59-76.
- [8] Korus J., Gumul D., Achremowicz B.: The influence of extrusion on chemical composition of dry seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Elect. J. Pol. Agric. Univ., Food Sci. Technol.*, 2006, **9** (1), <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue1/art-10.html>
- [9] Korus J., Gumul D., Gibiński M.: Wpływ ekstruzji na zawartość polifenoli i aktywność antyoksydacyjną nasion fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47), 102-111.
- [10] Mániz G., Alegria A., Farré R., Frigola R.: Effect of traditional, microwave and industrial cooking on inositol phosphate content in beans, chickpeas and lentils. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2002, **53**, 503-508.
- [11] Morris E.R., Hill A.D.: Inositol phosphate content of selected dry beans, peas, and lentils, raw and cooked. *J. Food Compos. Anal.*, 1996, **9**, 2-12.
- [12] Sandberg A.S., Ahderinne R.: HPLC method for determination of inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates in food and intestinal contents. *J. Food Sci.*, 1986, **51**, 547-550.

- [13] Sandberg A.S., Brune M., Carlsson N.G., Hallberg L., Skoglund E., Rossander-Hulthén L.: Inositol phosphates with different numbers of phosphate groups influence iron absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999, **70**, 240-246.
- [14] Shi J., Arunasalam K., Yeung D., Kakuda Y., Mittal G.: Phytate from edible beans: chemistry, processing and health benefits. *J. Food Agric. Environ.*, 2004, **2 (1)**, 49-58.
- [15] Steiner T., Mosenthin R., Zimmermann B., Greiner R., Roth S.: Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2007, **133**, 320-334.
- [16] Villavicencio A.L.C.H., Manicni-Filho J., Delincée H., Greiner R.: Effect of irradiation on anti-nutrients (total phenolics, tannins and phytate) in Brazilian beans. *Radiat. Phys. Chem.*, 2000, **57**, 289-293.
- [17] Vucenik I., Shamsuddin A.M.: Cancer inhibition by inositol hexaphosphate (IP<sub>6</sub>) and inositol: from laboratory to clinic. *J. Nutr.*, 2003, **133**, 3778S-3784S.

#### THE CONTENT OF INOSITOL PHOSPHATES IN DRY AND EXTRUDED BEAN SEEDS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)

##### S u m m a r y

In the paper, the content of inositol tris-, tetrakis-, pentakis-, and hexakisphosphate in dry seeds of five bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars was determined, and the effect of extrusion parameters on the content of those compounds was defined. IP<sub>3</sub> was not detected in dry bean seeds yet IP<sub>6</sub> was a dominant form in them. The extrusion process caused IP<sub>6</sub> to hydrolyze and the other phosphates to increase in their amounts. The lowest increase in the contents of IP<sub>3</sub>, IP<sub>4</sub>, and IP<sub>5</sub> and the lowest losses in the IP<sub>6</sub> content were found in the extrudates produced at an initial humidity of the raw material amounting to 20% and at a temperature of 120°C, and the highest losses in the IP<sub>6</sub> content - at 14% of humidity, and at a temperature of 180°C.

**Key words:** bean, extrusion, inositol phosphates ☒

MAŁGORZATA GUMIENNA, MARIA CZARNECKA, ZBIGNIEW CZARNECKI

**ZMIANY ZAWARTOŚCI WYBRANYCH SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI  
W PRODUKTACH OTRZYMANYCH Z NASION ROŚLIN  
STRĄCZKOWYCH POD WPLYWEM OBRÓBK  
BIOTECHNOLOGICZNEJ**

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu procesu fermentacji mlekowej nasion niektórych roślin strączkowych na zawartość związków fenolowych, aktywność przeciwutleniającą oraz poziom składników białkowych i węglowodanowych w wytworzonych z nich chrupkach i makaronach. Wśród badanych surowców największą zawartością polifenoli oraz największą aktywnością przeciwutleniającą charakteryzowała się soczewica zielona odpowiednio – 6,0 mg/g s.s., 20,25 mgTx/g s.s i fasola kolorowa – 5,12 mg/g s.s., 19,80 mgTx/g s.s. Proces fermentacji istotnie zmniejszył zawartość związków fenolowych i aktywność przeciwutleniającą we wszystkich analizowanych produktach. Jednak fermentacja mlekowa i następująca po niej obróbka fizyczna surowca (ekstruzja, wyciskanie surowca) spowodowała wzrost strawności składników odżywczych. Najwyższą strawność białka *in vitro* odnotowano po procesie ekstruzji nasion bobu (75,64%).

**Słowa kluczowe:** fasola czerwona, soczewica zielona, bób, fermentacja mlekowa, ekstruzja, polifenole, aktywność przeciwutleniająca

## Wprowadzenie

Związek pomiędzy dietą a zdrowiem człowieka dostrzegany był od bardzo dawna, jednak świadome wykorzystywanie składników żywności w prewencji i leczeniu schorzeń datuje się od pierwszej połowy XX w., tj. od czasu odkrycia witamin i niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu składników mineralnych. Intensywne badania ostatniego ćwierćwiecza, połączone z obserwacjami grup ludności rzadziej zapadających na choroby cywilizacyjne, wykazały, że żywność oprócz składników odżywczych zawiera szereg substancji nieodżywczych, które mogą działać pro-

filaktycznie, a niekiedy leczniczo w różnych chorobach, nawet tych najgroźniejszych, jak miażdżyca i nowotwory. Kierunek prowadzonych badań zmierza w stronę poznania oddziaływań aktywnych biologicznie składników na organizm człowieka na poziomie molekularnym.

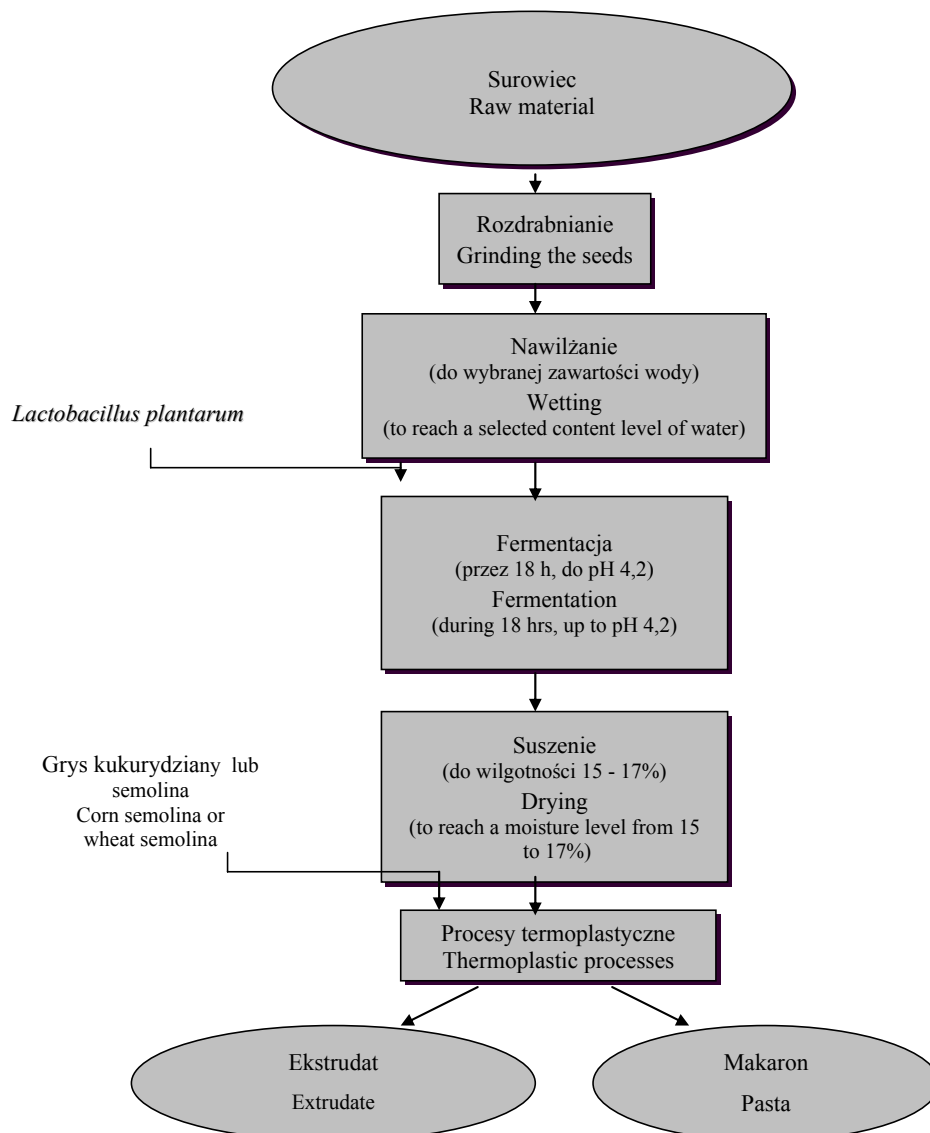
Rośliny strączkowe są bogatym źródłem białka, witamin, węglowodanów, substancji mineralnych, związków biologicznie aktywnych oraz oligosacharydów uważanych przez niektórych badaczy za substancje przeciwodżywcze, charakteryzujące się nadmierną gazotwórczością w przewodzie pokarmowym [14, 15, 18]. Wśród czynników przeciwodżywczych istotne znaczenie mają również inhibitory enzymów, głównie proteaz, takich jak inhibitory tripsyny i chymotrypsyny. Mają one zdolność hamowania aktywności enzymatycznej poprzez tworzenie nieaktywnych kompleksów enzym – inhibitor. Tym samym przyczyniają się do osłabienia metabolizmu, powodując zaburzenia wzrostu lub nieprawidłowy rozwój organów wewnętrznych [2]. Dlatego też, aby zwiększyć strawność tych roślin poddaje się je wielu zabiegom technologicznym. Najczęstszą formą obróbki jest gotowanie, a w warunkach przemysłowych w celu uzyskania szerszego asortymentu produktów z nasion roślin strączkowych stosuje się takie zabiegi, jak np.: moczenie, parowanie, ekstruzję, blanszowanie czy procesy biotechnologiczne (fermentacja), wykorzystujące bakterie kwasu mlekowego lub grzyby strzępkowe. Procesy te w dużym stopniu wpływają na zmniejszenie zawartości oligosacharydów, dając tym samym szansę na lepsze wykorzystanie roślin strączkowych w technologii żywności [5, 6]. Fermentacja, oprócz podniesienia strawności składników odżywczych nasion roślin strączkowych, może powodować również generowanie funkcjonalnych komponentów, takich jak: witaminy, przeciwutleniacze i inne składniki. Sam proces fermentacji z udziałem *Lactobacillus plantarum* i *Leuconostoc mesenteroides* może również zmniejszać toksyczność żywności, co ma miejsce w przypadku produkcji tzw. gari – fermentowanych korzeni kasawy. Jednocześnie przeprowadzony proces fermentacji mlekowej korzeni kasawy wpłynął na zmniejszenie zawartości polifenoli, tanin oraz kwasu fitynowego [1, 17].

Spożycie roślin strączkowych w krajach rozwijających się stale rośnie, w związku z tym uzasadnione wydaje się bardziej szczegółowe poznanie ich składu i właściwości funkcjonalnych. Mogą mieć one bowiem dobroczynne oddziaływanie na organizm człowieka. Ponadto wzrasta zainteresowanie naturalną, mało przetworzoną żywnością. Dlatego, też produkty fermentowane otrzymane z roślin strączkowych mogą być oferowane jako naturalna żywność, atrakcyjna pod względem sensorycznym, jak i funkcjonalnym.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu procesu fermentacji mlekowej nasion wybranych roślin strączkowych na zawartość związków fenolowych, ich aktywność przeciwutleniającą oraz poziom składników odżywczych zawartych w produktach, takich jak chrupki i makaron.

### Material i metody badań

Material badawczy stanowiły nasiona roślin strączkowych bobu (*Vicia faba*), odmiany Hangdown Biały, fasoli czerwonej (*Phaseolus vulgaris*) odmiany Red Kidney oraz soczewicy zielonej (*Lens culinaris*). Surowiec zakupiono w handlu detalicznym w 2005 r.



Rys. 1. Schemat obróbki biotechnologicznej nasion roślin strączkowych.

Fig. 1. Diagram of the biotechnological treatment process of leguminous plant seeds.

Nasiona po rozdrobieniu i nawilżeniu do wilgotności około 50% poddawano procesowi fermentacji bakteryjnej (*Lactobacillus plantarum* T-106 – Biolacta, Olsztyn) w temp. 37°C przez 18 godz., a następnie wykonano obróbkę termoplastyczną surowca. Proces ekstruzji prowadzono w ekstruderze jednoślindakowym, typ S-45-Metalchem-Gliwice, makaron wytłaczano w laboratoryjnej tłoczni makaronowej. Parametry procesu ekstruzji dobrano na podstawie badań wykonanych przez Czarnecką i wsp. [5] w modyfikacji własnej. Ekstrudat uzyskiwano ze śruty pofermentacyjnej i grysu kukurydzianego (stosunek 1:1), makarony po zmieszaniu z semoliną w stosunku 1:1 (rys. 1). Makarony otrzymywano wg metody podanej przez Obuchowskiego i wsp. [16].

W surowcu, jak i w gotowym produkcie, oznaczano: ogólną zawartość polifenoli, potencjał przeciwutleniający, zmiany ilościowe składników węglowodanowych i białkowych (białko ogółem oraz strawność białka „*in vitro*”).

Oznaczanie całkowitej zawartości polifenoli wykonywano w ekstraktach z wykorzystaniem reakcji z odczynnikiem fenolowym Folina i Ciocalteu’a wg metody Singletona i Rossiego [22]. Do ekstrakcji używano mieszaniny acetonu i wody w stosunku 70:30 przy jednokrotnej ekstrakcji polifenoli z badanych surowców.

Aktywność przeciwutleniającą oznaczano wobec odczynnika ABTS\* (2,2'-azynobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) według metody opisaną przez Re i wsp. [19]. Aktywność wyrażano w przeliczeniu na mg Troloxu odpowiadającego sile przeciwutleniających właściwości badanego ekstraktu.

Taniny (proantocyjanidyny) oznaczano w reakcji z odczynnikiem wanilinowym [3]. Zawartość tanin w badanym produkcie wyrażano w przeliczeniu na mg katechiny.

Oznaczanie cukrów redukujących wykonywano metodą Millera [14], białko ogółem oznaczano metodą Kiejdahla (AOCC, Method 46-08) natomiast strawność białka *in vitro* – metodą pepsynowo-pankreatynową wg Saundersa i wsp. [21]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w co najmniej trzech powtórzeniach. Obliczono wartości średnie oraz odchylenie standardowe.

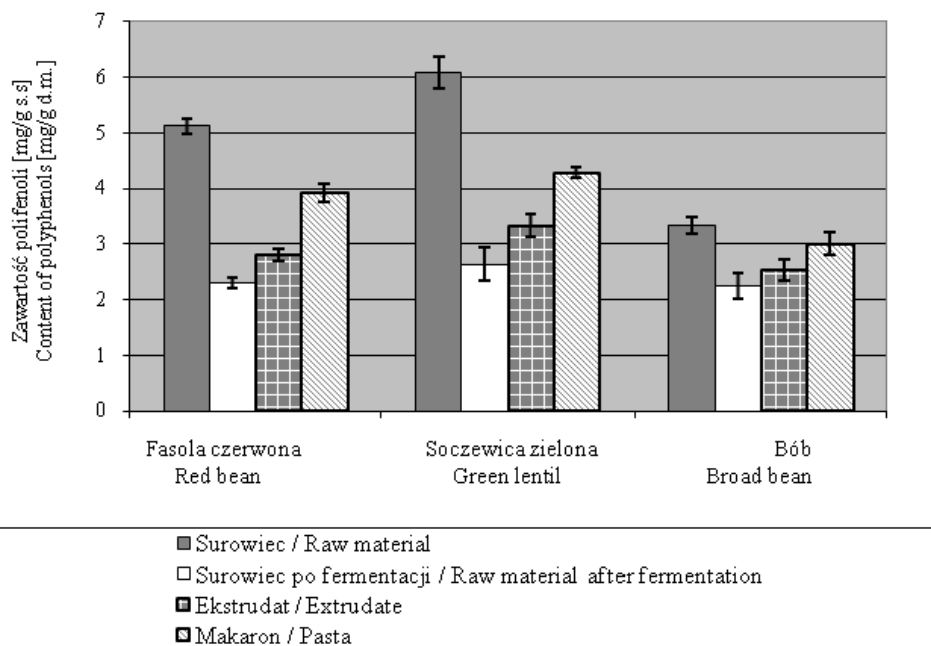
## Wyniki i dyskusja

W niniejszej pracy do badań nad zmianami związków o charakterze polifenoli wybrano nasiona roślin strączkowych o dużej zawartości zarówno związków fenolowych, jak i wysokim potencjale przeciwutleniającym (rys. 2 i 3). Otrzymane ekstrakty charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością polifenoli w zależności od wybranych do badań nasion roślin strączkowych. Największą zawartość polifenoli, jak i aktywność przeciwutleniającą wykazywały ekstrakty otrzymane z soczewicy zielonej. Natomiast największą zawartość tanin niehydrolizujących oznaczono w fasoli czerwonej (rys. 4).

Dokonując wstępnej charakterystyki nasion roślin strączkowych stwierdzono obecność cukrów redukujących na poziomie od 0,78% w fasoli kolorowej do 0,88%



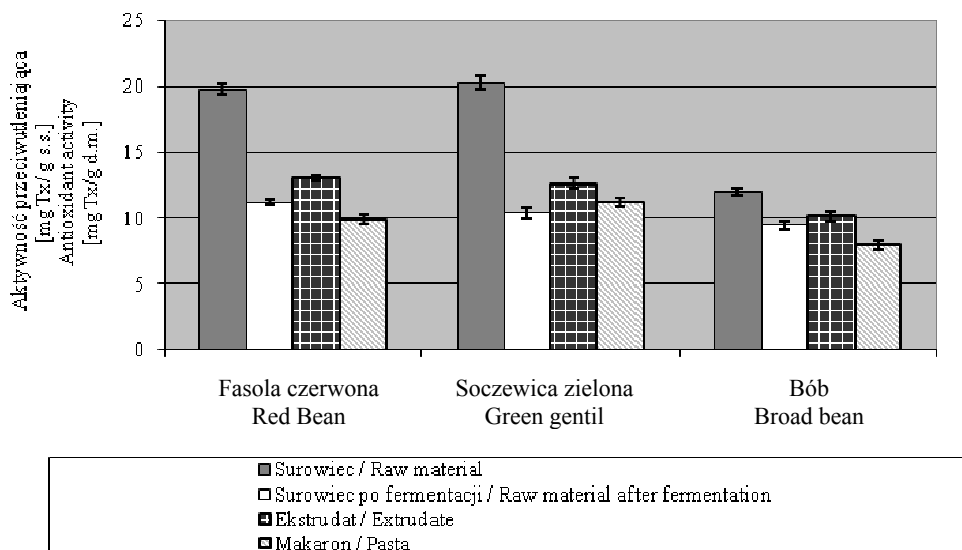
w bobie. Zawartość białka ogółem w suchej masie badanych nasion wahała się w granicach od 25,60% w soczewicy zielonej do 32,65% w bobie (tab. 1 i 2).



Rys. 2. Zawartość sumy polifenoli oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 2. Content of total polyphenols as determined in the raw material and in products produced from red bean, green lentil, and broad bean.

Przeprowadzony proces fermentacji mlekowej surowca wpłynął istotnie na zmniejszenie ogólnej zawartości polifenoli, jak i potencjału przeciwutleniającego otrzymanych półproduktów (rys. 2, 3, 4). Jednocześnie stwierdzono, że zastosowany sposób obróbki plastycznej surowca poddanego wcześniej procesowi fermentacji istotnie wpłynął na zawartość oznaczanych związków, jak również na pojemność przeciwutleniającą analizowanych produktów. Uzyskane ekstrudaty (chrupki), niezależnie od użytego surowca, wykazywały istotnie mniejszą zawartość polifenoli niż otrzymane makarony. Różnica ta jest znaczna zarówno w przypadku fasoli czerwonej, jak i soczewicy zielonej. Z drugiej jednak strony wyższy potencjał przeciwutleniający wykazywały chrupki uzyskane z fasoli czerwonej i bobu. Wyjątek stanowiły produkty otrzymane z soczewicy zielonej. Zastosowana obróbka termoplastyczna nie spowodowała bowiem istotnych zmian aktywności przeciwutleniającej tych produktów (rys. 3).

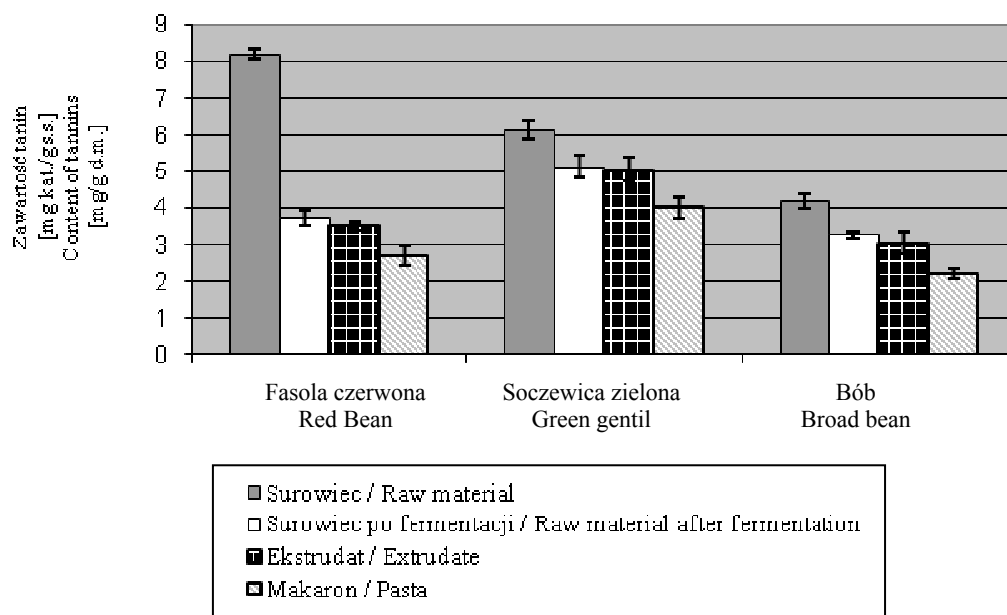


Rys. 3. Aktywność przeciwutleniająca oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 3. Antioxidant activity as determined in the raw material and in products produced from red bean, green lentil, and broad bean.

Zmniejszenie zawartości sumy polifenoli w wyniku przeprowadzonego procesu termicznego (ekstruzji, podczas której temperatura sięgała 160°C) mogło być spowodowane utratą bardziej labilnych związków np. antocyjanów (mniej odpornych na wysoką temperaturę) w procesie przetwarzania. Tezę tę potwierdzają wyniki uzyskane w przypadku makaronów, przy otrzymywaniu których temperatura tłoczenia dochodziła tylko do 60°C, w wyniku czego odnotowano znacznie mniejszy ubytek związków fenolowych niż w przypadku ekstrudatów (rys. 2). Z drugiej jednak strony mimo mniejszej zawartości przeciwutleniaczy ekstrudaty wykazywały wyższy potencjał przeciwutleniający niż makarony (rys. 3). Najprawdopodobniej można to przypisać zmianom zachodzącym w czasie przeprowadzonego procesu ekstruzji. Sam wzrost aktywności przeciwutleniającej może być związany z obecnością związków powstałych w wyniku reakcji Maillarda. W reakcjach tych duży potencjał przeciwutleniający związany jest z melanoidowym brązowieniem, w czasie którego uwalniane są związki o biologicznie aktywnych właściwościach, co w konsekwencji prowadzi do powstania nowych form antyoksydantów - produktów reakcji Maillarda i karmelizacji [11, 12]. Zwiększeniu aktywności przeciwutleniającej ekstrudatów sprzyja także rozkład enzymatyczny białek - wynik aktywności mikrobiologicznej w czasie procesu fermentacji [8, 20]. Uwolnione do środowiska aminokwasy wykazują synergistyczne działanie z przeciwutleniaczami i stanowią dodatkową ochronę produktu. Z tej przyczyny hydro-

lizaty białkowe uzyskane z soi działają synergistycznie z tokoferolem. Produkty hydrolizy składników nasion soi zwiększają potencjał przeciwutleniający poprzez modyfikacje prekursorów, co obserwowano w produktach fermentowanych typu tempeh [9, 10].



Rys. 4. Zawartość tanin oznaczona w surowcu i produktach otrzymanych z fasoli czerwonej, soczewicy zielonej i bobu.

Fig. 4. Content of tannins as determined in the raw material and in products produced from red bean, lentil, and broad bean.

Zawartość tanin (niehydrolizujących) po obróbce biotechnologicznej istotnie uległa zmniejszeniu, przy czym najsilniej oddziaływały na straty tanin procesy gotowania w przypadku makaronu (rys. 4). Najprawdopodobniej zmniejszenie się zawartości tanin jest wynikiem degradacji lub powstania nierozpuszczalnych kompleksów tych związków [2].

Określając wpływ obróbki biotechnologicznej na zawartość cukrów redukujących stwierdzono, że po procesie fermentacji najwyższy wzrost odnotowano w przypadku soczewicy zielonej (tab. 1). Prawdopodobnie wzrost cukrów redukujących po procesie fermentacji spowodowany był zmianami hydrolitycznymi skrobi zawartej w nasionach pod wpływem enzymów pochodzenia bakteryjnego. Natomiast proces ekstruzji surowca, jak i proces jego tłoczenia, spowodował znaczne zmniejszenie zawartości cukrów redukujących w otrzymanych produktach (tab. 1). Zjawisko to tłumaczyć można powstawaniem kompleksów białkowo-węglowodanowych np. w reakcji Maillarda, które istotnie wpływają na oznaczany w tych produktach potencjał przeciwutleniający.

Tabela 1

Zawartość cukrów redukujących w surowcu, półproduktach i produktach gotowych [% s.s].

Content of reducing sugars in raw material, semi-finished products, and ready-made products [% d.m.].

Produkt Product	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad been
Surowiec Raw material	0,78 ± 0,02	0,86 ± 0,02	0,88 ± 0,02
Surowiec po fermentacji Raw material after fermentation	1,43 ± 0,01	2,39 ± 0,04	1,97 ± 0,02
Ekstrudat Extrudate	0,87 ± 0,01	1,46 ± 0,02	0,95 ± 0,01
Makaron Pasta	1,04 ± 0,01	0,91 ± 0,03	1,23 ± 0,01

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

± odchylenie standardowe / standard deviation

Stosowane procesy termoplastyczne nie wpłynęły na zawartość białka ogółem. Fermentacja mlekowa, jak i procesy termiczne, spowodowały natomiast istotny wzrost stopnia strawności białka *in vitro*. Najwyższą strawnością białka charakteryzowały się nasiona bobu (odpowiednio: ekstrudat – 52,02%, makaron – 69,57%), a najmniejszą nasiona fasoli czerwonej (odpowiednio: ekstrudat – 44,27%, makaron – 56,15%) (tab. 2).

Fermentacja, podobnie jak kiełkowanie nasion roślin strączkowych, powoduje wzrost zawartości witamin oraz zmniejszenie stężenia kwasu fitynowego czy gazotwórczych sacharydów (głównie z rodziny rafinozy) [7]. Fermentacja mlekowa nasion grochu i fasoli z zastosowaniem szczepu bakterii *Lactobacillus plantarum* przeprowadzona przez Czarnecką i wsp. [5] potwierdziła znaczne zmniejszenie zawartości cukrów z rodziny rafinozy po 12 godz. fermentacji w temp. 30°C. W nasionach grochu odnotowano redukcję stachiozy o 86%, a werbaskozy o 92%. Przeprowadzone badania wykazały również poprawę strawności białka *in vitro* w przypadku nasion fasoli, co mogło być spowodowane częściową denaturacją białka i obniżeniem pH na skutek fermentacji.

Innym sposobem poprawy strawności białka roślin strączkowych jest obróbka nasion enzymami w połączeniu z obróbką termiczną. Czarnecka i wsp. [4] traktowali wysokobiałkową frakcję otrzymaną w wyniku rozdrobnienia nasion fasoli i grochu enzymami: papainą i celulazą, poddając ją następnie procesowi fermentacji z udziałem bakterii *Lactobacillus casei*. Po procesie fermentacji materiał poddano procesowi ekstruzji z 30% dodatkiem grysu kukurydzianego. W wyniku tych procesów, szczególnie z dodatkiem celulazy uzyskano produkty, w których odnotowano poprawę strawności białka i zmniejszenie ilości oligosacharydów. Podobne tendencje zaobserwowano w niniejszej pracy.

Tabela 2

Zawartość białka ogółem oraz strawność białka w surowcu i produktach gotowych [% s.s].  
Content of total protein and digestibility of protein in the raw material and in ready-made products [% d.m.].

Produkt Product	Białko ogółem Total protein		
	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad bean
Surowiec Raw material	27,67 ± 0,03	25,60 ± 0,14	32,65 ± 0,18
Ekstrudat Extrudate	18,92 ± 0,18	18,72 ± 0,02	21,32 ± 0,01
Makaron Pasta	21,47 ± 0,06	21,19 ± 0,04	24,17 ± 0,06
Strawność białka Digestibility of protein			
Produkt Product	Fasola czerwona Red bean	Soczewica zielona Green lentil	Bób Broad bean
Surowiec Raw material	44,27 ± 0,08	46,81 ± 0,45	54,02 ± 0,37
Ekstrudat Extrudate	68,66 ± 0,28	72,71 ± 0,57	75,64 ± 0,23
Makaron Pasta	56,15 ± 1,79	65,87 ± 0,37	69,87 ± 0,16

Objaśnienia:/ Explanatory notes:

± odchylenie standardowe / standard deviation.

Podsumowując można powiedzieć, że zastosowana obróbka biotechnologiczna stwarza nowe możliwości przetwarzania nasion roślin strączkowych w produkty łatwo strawne dodatkowo zawierające związki aktywne biologicznie.

### Wnioski

1. Proces obróbki biotechnologicznej wybranych nasion roślin strączkowych w istotny sposób zmniejszył zawartość związków fenolowych i ich aktywność przeciwutleniającą.
2. Charakter zmian oznaczanych wyróżników w chrupkach i makaronie uzależniony był od rodzaju zastosowanej obróbki termicznej.
3. Zastosowane procesy wpłynęły korzystnie na strawność *in vitro* białka w otrzymanych produktach. Najwyższą strawność *in vitro* odnotowano w przypadku ekstrudatów z bobu – 75,64% s.s.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.

### Literatura

- [1] Achi O., K.: The potential for upgrading traditional fermented foods through biotechnology. *African J. Biotechnol.*, 2005, **4** (5), 375-380.
- [2] Alonso R., Grant G., Fruhbeck G., Marzo F.: Muscle and liver protein metabolism in rats fed raw or heat-treated pea seeds. *J. Nutr. Biochem.*, 2002, **13**, 611-618.
- [3] Approved methods of the American Association of Cereals Chemists (AACC), 2000.
- [4] Broadhurst R.B., Joanes W.T.: Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci. Food Agric.*, 1978, **29**, 788-794.
- [5] Czarnecka M., Czarnecki Z., Nowak J., Roszyk H.: Enzymatyczne i mikrobiologiczne modyfikacje nasin grochu i fasoli jako składników produktów ekstrudowanych. *Rocz. AR Poznań CCLXXXII, Technol. Żywn.*, 1996, **20**, 69-79.
- [6] Czarnecka M., Czarnecki Z., Nowak J., Roszyk H.: Effect of lactic fermentation and extrusion of bean and pea seeds on nutritional and functional properties. *Nahrung*, 1998, **42**, 7-11.
- [7] Czarnecki Z., Czarnecka M., Nowak J., Kiryluk J.: Wykorzystanie wybranych frakcji nasion grochu i fasoli po rozdzieleniu pneumatycznym w produktach ekstrudowanych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **2** (23), 49-58.
- [8] Egonlety M., Aworh O.C.: Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *J. Food Eng.*, 2003, **56**, 249-254.
- [9] Hag M. E. El., Tinay A. H. El., Yousif N. E.: Effect of fermentation and dehulling on starch, total polyphenols, phytic acid content and in vitro protein digestibility of pearl millet. *Food Chem.*, 2002, **77**, 193-196.
- [10] Kim J.J., Kim S.H., Hahn S.J., Chung I.M.: Changing soybean isoflavone composition and concentrations two different storage conditions over three years. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 435-444.
- [11] Kim S., Yeun D.M., Yeo S.I.: Antioxidative effect of food protein hydrolysates by protease. *Korean J. Food Sci., Technol.*, 1989, **21**, 492-497.
- [12] Maillard M.N., Soun M.H., Bereset C., Bovini P.: Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1996, **35**, 158-164.
- [13] Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M.C., Lerici C.R.: Role of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed food. *Trends Food Sci. Technol.*, 2001, **11**, 340-346.
- [14] Miller G. L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chem.*, 1959, **31** (3), 426-428.
- [15] Nowak J.: Effect of pea and soybean extracts on the growth of five *Clostridium* Strains. *Acta Biotechnol.*, 1992, **12** (6), 521-525.
- [16] Nowak J., Szabotko K.: Wpływ homogenizatorów i wyciągów wodnych z grochu i soi na produkcję gazu i wzrost *Clostridium perfringens* pochodzenia jelitowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1992, **25** (2), 203-208.
- [17] Obuchowski W.: Makarony z nietypowych surowców. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1994, **7**, 19-23.
- [18] Oyewole O.B.: Lactic fermented food in Africa and their benefits. *Food Control*, 1997, **8** (5/6), 289-297.
- [19] Porzucek H., Duszkiewicz-Reinhard W., Piecyk M., Klepacka M., Gniewosz M.: Changes of flatulence-causing sugars in legume protein samples by high hydrostatic pressure. *EJPAU, Food Sci. Technol.*, 2002, **2** (5), 1-7.
- [20] Re R., Pellegirini N., Protegente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical. Biol. Medicine*, 1999, 1231-1232.

- [21] Sakakibara H., Honda Y., Nakagawa S., Ashida H., Kanazawa K.: Simultaneous determination of all polyphenols in vegetables, fruits and teas. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, **51**, 571-581.
- [22] Saunders R.M., Coonor M.A., Booth A.N., Bickoff E.M., Kohler G.O.: Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrates by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Nutr.*, 1973, **103**, 530-535.
- [23] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phodphotungstics acid reagents. *Am. J. Etanol. Vitic.*, 1965, **16**, 144-158.

### CHANGES IN THE CONTENT OF SOME SELECTED FOOD COMPONENTS IN PRODUCTS PRODUCED FROM LEGUMINOUS PLANT SEEDS OWING TO BIOTECHNOLOGICAL TREATMENT

#### S u m m a r y

The objective of this research was to assess the effect of lactic fermentation process of some leguminous plant seeds on the content of phenolic compounds, antioxidant activity, and levels of protein and carbohydrate components in chips and pastas manufactured from those seeds. Among the raw materials studied, green lentil and red bean had the highest content of polyphenols and the highest antioxidant activity: 6.0 mg/g d.m and 20.25 mg Tx/g d.m, and 5.12 mg/g d.m., 19.60 mgTx/g d.m, respectively. The process of fermentation significantly decreased both the content of phenolic compounds and the antioxidant activity in all the products analyzed. However, the lactic fermentation process and the subsequent physical treatment of raw material (extrusion, pressing the raw material) caused the digestibility rate of nutrient components to increase. The highest digestibility of protein *in vitro* was recorded after the extrusion process of broad bean (75.64%).

**Key words:** red bean, green lentil, broad bean, lactic fermentation, extrusion, polyphenols, antioxidant activity ☒

JOSEF AUGUSTÍN, GRAŻYNA JAWORSKA, ALEXANDER DANDÁR,  
KAMIL CEJPEK

## BOCZNIAK OSTRYGOWATY (*PLEUROTUS OSTREATUS*) JAKO ŹRÓDŁO $\beta$ -D-GLUKANÓW

### Streszczenie

W pracy scharakteryzowano aktywność biologiczną  $\beta$ -glukanów zawartych w grzybach wyższych, szczególnie w boczniku ostrygowatym.  $\beta$ -glukany są to naturalne polisacharydy stymulujące układ immunologiczny przede wszystkim poprzez aktywację makrofagów. Ponadto selektywnie obniżają poziom cholesterolu LDL we krwi. W boczniku ostrygowatym występuje pleuran, który charakteryzuje się wysoką aktywnością biologiczną. Na aktywność tę wpływają także inne związki zawarte w boczniku m.in. chityna i chitozan.

**Słowa kluczowe:**  $\beta$ -glukany, aktywność biologiczna, grzyby jadalne, bocznik ostrygowaty

### Wprowadzenie

Ostatnio dużo uwagi poświęca się badaniom dotyczącym specyficznych polisacharydów i ich kompleksów z białkami, zawartych w grzybach wyższych, czyli glukanom i glikanom [1, 15, 23]. Najważniejszym źródłem  $\beta$ -D-glukanów są ściany komórkowe drożdży *Saccharomyces cerevisiae* oraz *Sclerotium glaucum* i *Rhodotorula rubra*. Glukany występują także w bakteriach, roślinach wyższych oraz w grzybach jadalnych, szczególnie rosnących na drewnie. Jednym z głównych źródeł  $\beta$ -glukanów jest bocznik ostrygowaty. Wyizolowane z bocznika rozpuszczalne w wodzie  $\beta$ -1,3-glukany charakteryzują się wysoką aktywnością biologiczną, z wyraźnymi właściwościami stymulowania systemu immunologicznego [2, 15, 17, 22, 23].

Pod względem botanicznym bocznik ostrygowaty zaliczany jest do klasy *Basidiomycetes*. W warunkach środkowoeuropejskich gatunek ten spotykany jest na martwych pniach, kłodach i karpach drzew liściastych. Może też być uprawiany na róż-

---

Dr J. Augustín, prof. A. Dandár, Ústav biotechnológie a potravinárstva FCHPT STU Bratislava, dr hab. inż. G. Jaworska, Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr K. Cejpek, Faculta prírodných vied Univerzita Mateja Bella, Banská Bystrica



nych substratach, wytworzonych z lignocelulozowych odpadów. Owocniki bocznika występują często w postaci grup składających się z kilkunastu większych i mniejszych okazów, które wyrastają ze wspólnej podstawy lub są ułożone dachówkowato jeden nad drugim [21].

W pracy omówiono rolę i aktywność biologiczną  $\beta$ -glukanów zawartych w grzybach wyższych, szczególnie w boczniku ostrygowatym, z uwzględnieniem wartości odżywczej tego gatunku grzyba.

### **Charakterystyka wartości odżywczej bocznika ostrygowatego**

Bocznik ostrygowaty zaliczany jest do grzybów dietetycznych. Podstawowym jego składnikiem jest woda. Manzi i wsp. [10] podają kaloryczność świeżych owocników na poziomie 154 kJ. Według cytowanych autorów sucha masa stanowi od 9,6 do 13,8% świeżej masy tego grzyba. W największej ilości występują węglowodany, które stanowią 6,7% świeżej masy. Znaczna część węglowodanów to polisacharydy, wśród których wymienić należy glikogen, będący związkami zapasowymi grzybów [7], oraz związki nierozpuszczalne, takie jak: błonnik, celuloza i chityna, które pełnią ważne funkcje w procesach trawienia. Zawartość błonnika w świeżej masie bocznika wynosi 4,1-8,5 g [10, 16], a chityny 0,32 g [10]. W owocnikach grzybów jadalnych znajdują się niewielkie ilości cukrów redukujących, jednak bocznik, w przeciwieństwie do innych gatunków, zawiera znaczące ilości wolnej glukozy, mannozy, ksylozy i fruktozy. Wymienione cukry mogą stanowić nawet do 30% ogólnej ilości węglowodanów. W boczniku stwierdzono ponadto obecność galaktozy, sacharozy, maltozy, trehalozy, laktozy i rafinozy, przy czym trehalozy wykazano około 6,5%. W owocnikach bocznika występuje także mannitol w ilości 1,8% [7].

Spośród składników bocznika ostrygowatego na szczególną uwagę zasługuje białko. Manzi i wsp. [10] podają, że w świeżej masie jest go około 1,6%, natomiast według Shaha i wsp. [16] 18,1%, ale w suchej masie. Białko bocznika charakteryzuje się dużą ilością lizyny, leucyny, argininy oraz kwasu asparaginowego i glutaminowego [16]. Owocniki bocznika zawierają niewielką ilość tłuszczu, około 0,4% świeżej masy [10] lub 1,8% suchej masy [16], przy czym większość stanowią kwasy nienasycone.

Grzyby są bogatym źródłem dobrze przyswajalnych substancji mineralnych. W boczniku ostrygowatym wykazano w 100 g suchej substancji około 3 g potasu, 150 mg wapnia i 125-757 mg sodu [16]. W śladowych ilościach, w owocnikach występują takie pierwiastki, jak: jod, fluor, miedź, cynk, rtęć i mangan [19, 20].

Bocznik zawiera znaczne ilości witamin z grupy B i D. W owocnikach stwierdzono obecność tiaminy, ryboflawiny, niacyny, pirydoksyny, kwasu pantotenowego, kwasu foliowego i prowitaminy D<sub>2</sub> [8, 10, 18]. Znaczące ilości tiaminy i ryboflawiny wykazała Çağlarirmak [5], bowiem odpowiednio 0,15 i 0,21 mg w 100 g świeżej masy.

Grzyby charakteryzują się specyficznymi walorami smakowo-zapachowymi. Dotychczas wykryto i zidentyfikowano około 150 lotnych składników w różnych gatunkach grzybów, wśród których głównymi związkami odpowiedzialnymi za zapach są 1-oktanol, 3-oktanol, 3-oktanon, 1-okten-3-ol, oraz 1-okten-3-on i aldehyd benzoesowy [3, 13, 14]. Spośród nich za charakterystyczny zapach grzybów jest odpowiedzialny 1-okten-3-ol [13].

### Charakterystyka $\beta$ -glukanów

$\beta$ -glukany są polimerami składającymi się, podobnie jak celuloza, z cząsteczek  $\beta$ -D-glukozy, najczęściej sprzężonych wiązaniami  $1\beta\rightarrow3$  dla każdego trzech albo  $1\beta\rightarrow4$  dla każdego czterech jednostek glukozy. Ich łańcuch może być liniowy, bez rozgałęzień bądź z odgałęzieniami. Zawierają do około 250 000 jednostek glukozy. Rozmiar cząsteczki glukanu, jak również różnorodność łańcuchów bocznych wpływa na ich rozpuszczalność. Im prostsza jest struktura tego związku, tym z reguły lepsza jego rozpuszczalność [1, 23].

Najważniejszymi źródłami  $\beta$ -D-glukanów są ściany komórkowe drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, *Sclerotium glaucum* i *Rhodotorula rubra*. Glukany występują także w bakteriach, roślinach wyższych, szczególnie w ziarnach zbóż, takich jak jęczmień i owies oraz w grzybach jadalnych. W zależności od źródła pochodzenia  $\beta$ -glukany różnią się strukturą chemiczną, przede wszystkim masą cząsteczkową oraz sposobem i liczbą odgałęzień łańcuchów bocznych, co z kolei wpływa na ich aktywność biologiczną. Można nawet stwierdzić, że każdy rodzaj  $\beta$ -glukanu ma specyficzną, aktywną grupę [1, 2, 17, 22]. Pod względem fizjologicznym omawiane polisacharydy wraz z innymi wielocukrami tworzą matrycę ściany komórkowej bakterii, drożdży i grzybów wyższych, tym samym je wzmacniając. Na podstawie właściwości fizykochemicznych glukany można podzielić na [1]:

- grupę reprezentowaną przez rozgałęzione  $\beta$ -1,3 glukany o dużej masie cząsteczkowej. Ich główny poliglukozowy łańcuch zwija się w wodzie w jeden do trzech kłębków. W tej grupie możemy wyróżnić zarówno rozpuszczalne, jak i nierozpuszczalne formy, takie jak pleuran, lentinian, grifolan i schizofyllan, wywodzące się odpowiednio z następujących gatunków grzybów: bocznik ostrygowaty, shiitake, żagwica listkowata (*Grifola frondosa*) i rozszczepka pospolita (*Schizophyllum commune*);
- grupę reprezentowaną przez  $\beta$ -glukany o niższej masie cząsteczkowej. Zawierają one hydrofilowe grupy glukozy oraz tworzą przypadkowe konfiguracje przestrzenne w wodzie. Do tej grupy należy np. karboksymetylo-glukan;
- grupa reprezentowana przez drobnocząsteczkowe glukany. Typowym przedstawicielem jest zymosan wyizolowany z drożdży *Saccharomyces cerevisiae* i innych podobnych organizmów;

- grupa glukanów, które w chemicznej strukturze zawierają grupę hydroksylową w  $\alpha$ -konfiguracji przy C<sub>1</sub>. Obecnie uważa się, że  $\alpha$ -glukany nie mają aktywności biologicznej ani farmakologicznej.

### Glukany grzybów wyższych

Ściany komórkowe grzybów zawierają chitynę, hemicelulozy, mangany i najbardziej interesujące składniki, jakimi są  $\beta$ -glukany. Wyizolowano wiele typów glukanów z grzybów zaliczanych do klasy *Basidiomycetes*. Są to m.in. lentinian, schizophyllan i pleuran. Izolacja wymienionych polisacharydów polega na eliminacji niskocząsteczkowych związków za pomocą 80% etanolu, a następnie ekstrakcji kolejno gorącą wodą, 2% szczawianem amonu oraz 5% wodorotlenkiem sodu. W wyniku ekstrakcji wodnej otrzymuje się frakcję polisacharydów rozpuszczalną w wodzie, a przy ekstrakcji rozpuszczalnikami alkalicznymi frakcję nierozpuszczalną [23].

Zdaniem Manzi i wsp. [11] grzyby z rodzaju *Pleurotus* sp. zawierają nawet około 414 mg  $\beta$ -glukanów w 100 g części jadalnych. Bocznik ostrygowaty w 100 g świeżej masy ma tych związków 139 mg [10], natomiast w 100 g suchej masy od 240 do 380 mg [9, 12]. W owocnikach shii-take (*Lentinula edodes*) stwierdzono 220 mg w 100 g suchej masy. Najwięcej  $\beta$ -glukanów wykazano w gatunku *Pleurotus pulmonarius*, bowiem 530 mg/100 g suchej masy [12].

Aktywność biologiczna poszczególnych rodzajów  $\beta$ -glukanów w dużej mierze zależy od budowy chemicznej, w tym przede wszystkim od ich masy cząsteczkowej oraz sposobu i liczby odgałęzień łańcuchów bocznych. Na przykład pleuran,  $\beta$ -glukan występujący w boczniku, charakteryzuje się masą cząsteczkową od 600 000 do 700 000. Wykazano, że najwyższą aktywnością charakteryzują się glukany ze stopniem odgałęzienia w zakresie 0,20-0,33 w stosunku do masy cząsteczkowej. Pleuran ma bardzo korzystny ten stopień, bowiem 0,25. W takich gatunkach jak *Poria cocos* i *Saccharomyces cerevisiae* notowano obecność pachymanu i zymozanu o stopniu rozgałęzienia 0,05-0,20 i 0,03-0,20. Wyższym stopniem rozgałęzienia omawianych związków, w zakresie 0,23-0,33, charakteryzują się glukany o nazwie lentinan, tylopilan, schizophyllan oraz skleroglukan zawarte odpowiednio w takich grzybach, jak *Lentinus edodes*, *Tylopilus peleus*, *Schizophyllum commune* oraz w rodzaju *Sclerotina* [1, 2, 17, 23]

Z reguły większą aktywność wykazują glukany rozpuszczalne w wodzie. Występujące w grzybach wyższych  $\beta$ -glukany mogą być rozpuszczalne i nierozpuszczalne. W zależności od rasy bocznik ostrygowaty zawiera od 27 do 38% frakcji rozpuszczalnych. Najwięcej frakcji rozpuszczalnych  $\beta$ -glukanów występuje w owocnikach shii-take, nawet do 46% [12].

### Aktywność biologiczna glukanów

Udowodniono bardzo silne stymulowanie systemu immunologicznego człowieka przez  $\beta$ -glukany. W wyniku tego zwiększa się odporność organizmu na choroby bakteryjne, wirusowe oraz grzybice i pasożyty. Związki te zwiększają także efektywność działania leków np. antybiotyków. Stymulacja systemu immunologicznego polega przede wszystkim na aktywowaniu neutrofilii, makrofagów, monocytów i kilku innych komórek układu odpornościowego. W wyniku aktywacji nie tylko zwiększa się przeciwbakteryjna i przeciwnowotworowa wydolność układu, ale również następuje pobudzenie produkcji przez makrofagi cytokiny, interleukiny i  $\gamma$ -interferon.  $\beta$ -glukany nie wywierają bezpośredniego toksycznego wpływu na komórki mikroorganizmów, a jedynie pobudzają do działania system immunologiczny, przede wszystkim makrofagi [1, 2, 15, 22].

$\beta$ -glukany mogą być również wykorzystane w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób nowotworowych. Niektóre z tych chorób mogą być rezultatem osłabienia systemu immunologicznego. Glukany pobudzają receptory komórek układu odpornościowego, aktywując m.in. limfocyty T, które z kolei wraz z innymi limfocytami niszczą komórki rakowe. Stwierdzono, że pochodne karboksymetylowane (1 $\rightarrow$ 3)- $\alpha$ -D-glukanu wyodrębnionego z zarodników *Ganoderma lucidum* przy stosunkowo niskim stopniu substytucji (<0,28) wykazują silne działanie wzmagające namnażanie limfocytów [2]. Ekstrakty grzybowe zawierające lentinan z *Lentinula edodes* były przetestowane w próbach klinicznych. Lentinan, jak się sądzi, wydłuża życie pacjentów z rakiem żołądka.  $\beta$ -glukan wyekstrahowany z *Grifola frondosa* zmniejsza efekty uboczne chemioterapii i ból. Ekstrakty grzybowe wydają się najefektywniejsze w leczeniu bardzo małych guzów (<2-3 mm). Uważa się, że są bezpieczne do długoterminowego podawania, mogą być wymiennie stosowane z konwencjonalną terapią i skuteczne w wydłużaniu okresu przeżycia pacjenta, remisji guzów i zmniejszaniu bólu [15, 22].

Badania wskazują na niszczenie komórek nowotworowych, poprzez zahamowanie rozwoju guzów, związane z właściwościami antyproliferacyjnym i proapoptotycznym działaniem frakcji wyodrębnionej z *Pleurotus ostreatus* wobec komórek HT-29 raka jelita grubego. Wyodrębniono rozpuszczalną w wodzie na gorąco frakcję grzybni *Pleurotus ostreatus*, którą pod względem chemicznym zidentyfikowano jako  $\alpha$ -glukan o niskiej masie cząsteczkowej [2, 15, 17, 23].

Pleuran,  $\beta$ -1,3-D-glukan zawarty w boczniku ostrygowatym ma właściwości lecznicze oraz odbudowuje nabłonek. Stwierdzono, że omawiany  $\beta$ -glukan zwiększa migrację fagocytów i granulocytów bezpośrednio do ogniska zapalnego, powodując tym samym degradację mikroorganizmów [1, 23].

Innym kierunkiem badań jest możliwość wykorzystania glukanów do zmniejszenia poziomu cholesterolu we krwi. Porównywano wpływ diety z dodatkiem bocznika z dietą wzbogaconą w  $\beta$ -glukany (pleuran) wyodrębnione z bocznika na poziom cholesterolu we krwi i jego akumulację w wątrobie szczurów [4]. Bobek i wsp. [4] stwier-

dzili, że dieta zawierająca całe owocniki boczniaka wyraźnie zmniejszała poziom cholesterolu w surowicy i w wątrobie (odpowiednio do 27 i 46%) oraz znacząco obniżała stężenie koniugowanych dienów w krwinkach czerwonych i wątrobie (odpowiednio do 43 i 35%), podczas gdy dieta suplementowana  $\beta$ -glukanami nie wpłynęła na utlenianie lipidów ani aktywność enzymów przeciwutleniających. Autorzy zasugerowali, że przyspieszenie katabolizmu cholesterolu przez dietę zawierającą boczniaka jest prawdopodobnie wynikiem jednoczesnego działania kilku związków zawartych w tym gatunku grzyba, a mianowicie steroli, chityny i chitozanu, białek oraz rozpuszczalnych frakcji błonnika, czyli  $\beta$ -glukanów [4].

### Podsumowanie

$\beta$ -glukany, m.in. polisacharydy występujące w bakteriach, roślinach wyższych oraz w grzybach jadalnych, są dość zróżnicowane pod względem struktury chemicznej. Wpływa to w znacznym stopniu na aktywność biologiczną tych związków. Związki te przede wszystkim stymulują układ immunologiczny, aktywując makrofagi i przyczyniają się do produkcji cytokiny, interleukiny i  $\gamma$ -interferonu. Mogą więc być wykorzystywane w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób nowotworowych. Stwierdzono także, że  $\beta$ -glukany zmniejszają poziom cholesterolu we krwi. Wspomniane wyżej właściwości ma także pleuran,  $\beta$ -glukan zawarty w boczniaku ostrygowatym. Aktywność biologiczna pleuranu jest prawdopodobnie podwyższana poprzez obecność w tkance boczniaka ostrygowatego innych związków prozdrowotnych m.in. chityny i chitozanu.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Augustin J.: Glucans as modulating polysaccharides: their characteristics and isolation from microbiological sources. *Biologia*, Bratislava, 1998, **53** (3), 277-282.
- [2] Bao X., Duan J., Fang X., Fang J.: Chemical modifications of the (1 $\rightarrow$ 3)- $\alpha$ -D-glucan from spores of *Ganoderma lucidum* and investigation of their physicochemical properties and immunological activity. *Carbohydrate Res.*, 2001, **336**, 127–140.
- [3] Beltran-García M.J., Estarrón-Espinosa M., Ogura T.: Volatile compounds secreted by the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) and their antibacterial activities. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45** (10), 4049-4052.
- [4] Bobek P., Ozdin L., Kuniak L.: Effect of oyster mushroom and isolated  $\beta$ -glukan on lipid peroxidation and on the activities of antioxidative enzymes in rats fed the cholesterol diet. *Nutr. Biochem.*, 1995, **8**, 469-471.
- [5] Çağlarirmak N.: The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and an estimated approach to the volatile compounds. *Food Chem.*, 2007, **105**, 1188-1194.
- [6] Chovancová A., Šturdík E.: Vplyv  $\beta$ -glukánov na imunitný systém človeka. *Nová Biotechnológia*, 2005, **V-I**, 105-120.

- [7] Florczak J., Wędzisz A., Karmańska A.: Substancje biologicznie czynne grzybów wielkoowocnikowych. *Brom. Chem. Toksykol.*, 2002, **35** (4), 329-340.
- [8] Furlani R.P.Z., Godoy H.T.: Vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> contents in cultivated mushrooms. *Food Chem.*, 2008, **106** (2), 816-819.
- [9] Ko Y.-T., Lin Y.-L.: 1,3-β-glucan quantification by a fluorescence microassay and analysis of its distribution in foods. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52** (11), 3313-3318.
- [10] Manzi P., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Nutritional value of mushrooms widely consumed in Italy. *Food Chem.*, 2001, **73** (3), 321-325.
- [11] Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chem.*, 2004, **84**, 2, 201-206.
- [12] Manzi P., Pizzoferrato L.: Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chem.*, 2000, **68** (3), 315-318.
- [13] Mau J.-L., Beelman R.B., Ziegler G.R.: Factors affecting 1-octen-3-ol in mushrooms at harvest and during postharvest storage. *J. Food Sci.*, 1993, **58**(2), 331-334.
- [14] Mau J.-L., Lin Y.-P., Chen P.-T., Wu Y.-H., Peng J.-T.: Flavor compounds in king oyster mushrooms *Pleurotus eryngii*. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46** (11), 4587-4591.
- [15] Ooi V. E. C., Liu F.: Immunomodulation and anti-cancer activity of polysaccharide-protein complexes. *Cur. Med. Chem.*, 2000, **7**, 715-729.
- [16] Shah H., Iqtidar A. Khalil, Shagufta Jabeen.: Nutritional composition and protein quality of *Pleurotus* mushroom. *Sarhad J. Agric.*, 1997, **13** (6), 621-626.
- [17] Tao Y., Zhang L., Cheung P. C. K.: Physicochemical properties and antitumor activities of water-soluble native and sulfated hyperbranched mushroom polysaccharides. *Carbohydrate Res.*, 2006, **341**, 2261-2269.
- [18] Teichmann A., Dutta P.C., Staffas A., Jägerstad M. Sterol and vitamin D<sub>2</sub> concentrations in cultivated and wild grown mushrooms: Effects of UV irradiation. *Food Sci. Technol.*, 2007, **40** (5), 815-822.
- [19] Vetter J.: Mineral elements in the important cultivated mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus osteratus*. *Food Chem.*, 1994, **50** (3), 277-279.
- [20] Watanabe T., Tsuchihashi N., Takai Y., Tanaka K., Suzuki A.: Effects of ozone exposure during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on chemical components of the fruit bodies. *J. Japan. Soc. Food Sci. Technol.*, 1994, **41** (10), 705-708.
- [21] Yildiz A., Karakaplan M., Aydin F.: Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum. Var *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. et Maubl.: cultivation, proximate composition, organic and mineral composition of carpophores. *Food Chem.*, 1998, **61** (1/2), 127-130.
- [22] Zhang P., Cheung P. C. K.: Evaluation of sulfated *Lentinus edodes* α-(1,3)-D-glukan as a potential antitumor agent. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2002, **66** (5), 1052-1056.
- [23] Zhang M., Cui S. W., Cheung P. C. K., Wang Q.: Antitumor polysaccharides from mushrooms: a review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. *Trends in Food Sci. Technol.*, 2007, **18**, 4-19.

### PLEUROTUS OSTREATUS AS A SOURCE OF BETA-D-GLUCANES

#### S u m m a r y

In the paper, the biological activity of beta-glucanes present in higher fungi, especially in *Pleurotus ostreatus*, was characterized. Beta-glucanes are natural polysaccharides, which stimulate the immune system mainly by activating macrophages. Moreover, they selectively reduce the level of LDL cholesterol in blood. Pleuran is contained in *Pleurotus ostreatus*; it is characterized by a high biological activity. Its biological activity is impacted by other compounds contained in *Pleurotus ostreatus*, among other things, by chitin and chitosan.

**Key words:** β-glucanes, biological activity, edible fungi, *Pleurotus ostreatus* ☒

GRAŻYNA JAWORSKA, ADRIANA BIERNACKA, SŁAWOMIR WYBRANIEC,  
EMILIA BERNAŚ

## **PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI WITAMIN B<sub>1</sub> I B<sub>2</sub> W MROŻONKACH I STERYLIZOWANYCH KONSERWACH Z BOCZNIAKA, BOROWIKA I PIECZARKI**

### Streszczenie

Celem pracy było porównanie zawartości witamin B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> w mrożonkach i konserwach sterylizowanych otrzymanych z owocników bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.), borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull: Fr.)) i pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.), poddanych przed konserwowaniem blanszowaniu w wodzie oraz w roztworze wodnym pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego. Witaminy analizowano symultanicznie, metodą HPLC.

Zawartość tiaminy w produktach wahała się od 0,008 do 0,211 mg w 100 g świeżej masy i od 0,09 do 2,21 mg w 100 g suchej masy, natomiast ryboflawiny odpowiednio od 0,039 do 0,252 mg i od 0,44 do 2,87 mg. Największy wpływ na różnicowanie poziomu witamin miał gatunek grzyba. Najmniej oznaczanych witamin zawierały produkty z bocznika. Najwięcej tiaminy występowało w wyrobach z borowika, a pod względem zawartości ryboflawiny dominowały produkty z pieczarki i z borowika. Mrożonki, w porównaniu z konserwami, były bogatsze w witaminę B<sub>1</sub> średnio 3,5-krotnie, a w witaminę B<sub>2</sub> o około 25%. Użycie pirosiarczynu(IV) sodu i kwasu cytrynowego do blanszowania spowodowało zmniejszenie zawartości tiaminy w produktach średnio o 33%.

**Słowa kluczowe:** grzyby jadalne, mrożonki, konserwy sterylizowane, tiamina, ryboflawina

### **Wprowadzenie**

Grzyby jadalne charakteryzują się nie tylko specyficznym smakiem, zapachem czy teksturą, ale także są cennym źródłem witamin z grupy B, szczególnie tiaminy i ryboflawiny [2, 7]. Tiamina i ryboflawina to witaminy rozpuszczalne w wodzie, wrażliwe na działanie temperatury, a dodatkowo witamina B<sub>2</sub> na działanie światła. W procesie technologicznym produkcji mrożonek i konserw sterylizowanych występu-

---

*Dr hab. inż. G. Jaworska, mgr inż. A. Biernacka, dr inż. E. Bernaś, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, dr inż. S. Wybraniec, Zakład Chemii Analitycznej, Wydz. Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

je oddziaływanie wymienionych czynników na tkankę grzybów i w związku z tym mają miejsce ubytki wyżej wymienionych witamin, które ilościowo są trudne do oszacowania na podstawie dostępnej literatury źródłowej [3, 4, 8].

Celem pracy było porównanie zawartości witamin B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> w mrożonkach i konserwach sterylizowanych otrzymanych z owocników boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.), borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull.: Fr.)) i pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.) poddanych przed konserwowaniem blanszowaniu w wodzie oraz w roztworze wodnym pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego.

### **Materiał i metody badań**

Materiałem doświadczalnym były mrożonki i konserwy sterylizowane otrzymane z owocników boczniaka ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.), borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull.: Fr.)) i pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus* (Lange) Sing.).

Świeże grzyby po myciu w bieżącej, zimnej wodzie blanszowano w wodzie lub w roztworze wodnym 0,2% pirosiarczanu(IV) sodu i 0,5% kwasu cytrynowego. Zabieg blanszowania owocników boczniaka i pieczarki oraz kapeluszy borowika prowadzono w temp. 96-98°C, w ciągu 3 min, a trzonów borowika w ciągu 1,5 min. Po blanszowaniu i chłodzeniu owocniki krojono na paski o grubości około 5 mm i po umieszczeniu w opakowaniach jednostkowych zamrażano. Mrożonki składowano w temp. -25°C. Sterylizację grzybów w zalewie solankowej o stężeniu 2% (stosunek owocników do solanki wynosił 3:2) prowadzono w temp. 118-121°C przez 12 min. Konserwy sterylizowane przechowywano w temp. 8-10°C.

Zawartość suchej masy, tiaminy i ryboflawiny oznaczano po 4 miesiącach magazynowania produktów gotowych. Analizy wykonywano w 4 powtórzeniach. Suchą masę oznaczano metodą suszenia [1], zawartość witamin metodą HPLC. Witaminy analizowano w materiale liofilizowanym. Próbkę do oznaczeń techniką HPLC przygotowano zgodnie z metodyką zawartą w EN 14122 [5] i EN 14152 [6]. Tiaminę i ryboflawinę oznaczano po reakcji utleniania przed kolumną. W tym celu do próbki dodawano roztworu heksacyjanożelazianu(III) potasu w roztworze wodorotlenku sodu i wytrząsano, po czym odstawiano ją na 2 min. Po korekcie pH roztworem kwasu ortofosforowego(V) do wartości 7, odwirowaniu w wirówce, ekstrakty oczyszczano na SPE, ponownie odwirowywano i poddawano analizie techniką HPLC.

Detekcję tiaminy i ryboflawiny prowadzono przy użyciu chromatografu cieczowego (HPLC) Merck HITACHI wyposażonego w degazer on-line, autosampler, pompę, detektor fluorescencyjny, termostat kolumn, z oprogramowaniem: D-7000 HPLC – System – Manager (HSM). Analizę prowadzono w kolumnie monolitycznej OnyxMonolithic C 18 100 x 4,6 mm z prekolumną. Pomiar wykonywano przy długościach fal



wzbudzenia i emisji: 360/503 nm, umożliwiającymi symultaniczne oznaczanie tiaminy i ryboflawiny. Fazą mobilną była woda z acetonitrylem. Prowadzono elucję gradientową:  $t = 0$  w/ac 88/12;  $t = 12$  w/ac 0/100. Do identyfikacji tiaminy i ryboflawiny oraz do ich analizy ilościowej użyto zewnętrznych wzorców tiaminy i ryboflawiny w kwasie chlorowodorowym c (HCl) = 0,1 mol/l o stężeniach 0,2–0,8 µg/ml. Roztwory były przygotowane w dniu analizy.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, stosując test F Snedecora i test t-Studenta oraz obliczono najmniejszą istotną różnicę (NIR) przy poziomie istotności  $\alpha = 0,01$ .

### Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w 100 g mrożonych owocników bocznika ostrygowatego, borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej wahała się od 8,31 do 9,58 g, a w wyrobach konserwowanych od 8,80 do 9,37 g (tab. 1). Ze względu na zróżnicowanie zawartości suchej masy pomiędzy badanymi gatunkami grzybów jadalnych, jak również pomiędzy ocenianymi produktami, zawartość witamin B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> podano w 100 g ś.m., jak i w 100 g s.m.

Tabela 1

Zawartość suchej masy w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z bocznika ostrygowatego, borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej [g/100 g ś.m.].  
Content of dry matter in frozen and sterilized canned products made of *Pleurotus ostreatus*, *Boletus edulis* and *Agaricus bisporus* [g/100 g f.m.].

Gatunek grzyba Type of mushroom	Mrożonka z owocników blanszowanych Frozen product of blanched pilei of mushrooms		Konserwa sterylizowana z owocników blanszowanych Sterilized blanched canned product of pilei of mushrooms	
	w wodzie in water	w roztworze piro-siarczynu sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution	w wodzie in water	w roztworze piro-siarcz- czanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution
Bocznik ostrygowaty <i>Pleurotus ostreatus</i>	8,31 ± 0,01	8,78 ± 0,20	8,80 ± 0,02	8,81 ± 0,06
Borowik szlachetny <i>Boletus edulis</i>	9,56 ± 0,06	9,58 ± 0,07	9,37 ± 0,07	9,06 ± 0,09
Pieczarka dwuzarodnikowa <i>Agaricus bisporus</i>	8,39 ± 0,02	8,40 ± 0,07	9,08 ± 0,07	9,09 ± 0,06

W ocenianych produktach zawartość tiaminy była znacznie zróżnicowana, gdyż kształtowała się od 0,008 do 0,211 mg/100 g ś.m. i od 0,18 do 2,21 mg/100 g s.m. (tab.

2, rys. 1). Według źródeł literaturowych, świeża pieczarka zawiera w 100 g ś.m. 0,05 – 0,09 mg witaminy B<sub>1</sub> [3, 8]. Çaglarlrmak [2] wykazała w shii-take od 0,04 do 0,17 mg tej witaminy, a w boczniaku ostrygowatym 0,15 mg. W tym ostatnim gatunku grzyba źródła podają od 0,07 mg do nawet 0,93 mg wit. B<sub>1</sub> w 100 g części jadalnych [8, 10].

Odnosnie produktów z grzybów – jedynie w konserwach sterylizowanych z pieczarki dwuzarodnikowej Çaglarlrmak i wsp. [3], Czapski [4] oraz Martin-Belloso i Llanos-Barriobero [9] oznaczyli zawartość tiaminy na poziomie 0,010–0,041 mg/100 g.

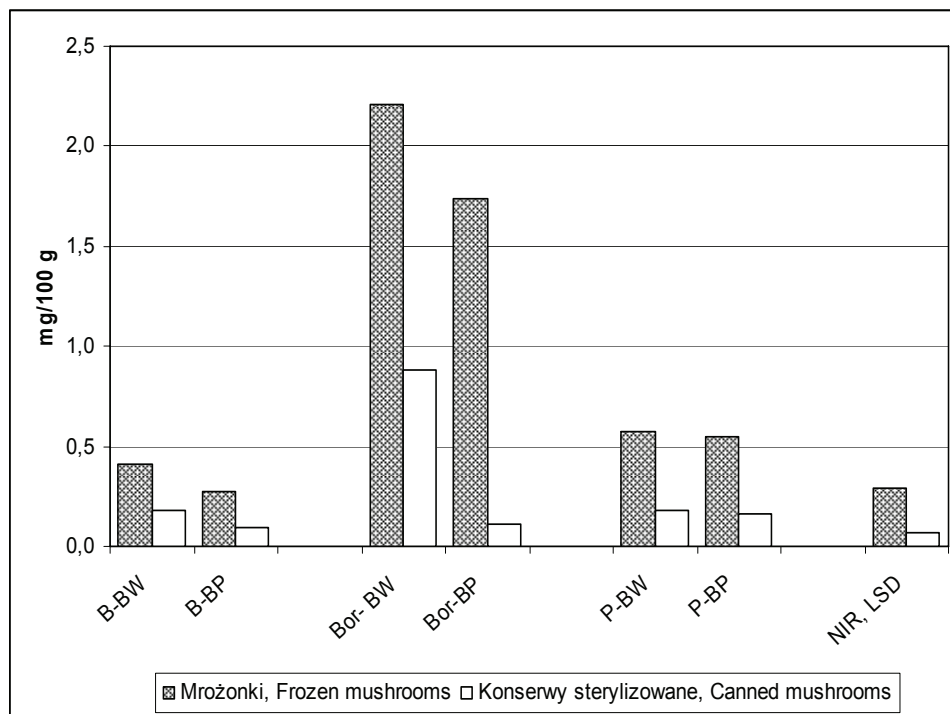
Tabela 2

Zawartość tiaminy w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z boczniaka ostrygowatego, borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej [mg/100 g ś.m.].

Content of thiamine in frozen and sterilized canned products of *Pleurotus ostreatus*, *Boletus edulis* and *Agaricus bisporus* [mg/100 g f.m.].

Gatunek grzyba Type of mushroom	Mrożonka z owocników blanszowanych Frozen product of blanched pilei of mushrooms		Konserwa sterylizowana z owocników blanszowanych Sterilized canned product of blanched pilei of mushrooms	
	w wodzie in water	w roztworze piro-siarczynu sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution	w wodzie in water	w roztworze piro-siarczynu sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution
Bocznik ostrygowaty <i>Pleurotus ostreatus</i>	0,034 ± 0,001	0,024 ± 0,002	0,016 ± 0,001	0,008 ± 0,001
Borowik szlachetny <i>Boletus edulis</i>	0,211 ± 0,031	0,167 ± 0,010	0,082 ± 0,007	0,010 ± 0,001
Pieczarka dwuzarodnikowa <i>Agaricus bisporus</i>	0,048 ± 0,002	0,046 ± 0,002	0,016 ± 0,002	0,015 ± 0,001
NIR / LSD, α = 0,01	0,0280		0,0064	

Największy wpływ na zróżnicowanie zawartości tiaminy w produktach miał gatunek grzyba. Najmniej omawianej witaminy stwierdzono w produktach z boczniaka ostrygowatego. Mrożonki z pieczarki zawierały o 41–92% więcej witaminy B<sub>1</sub>, a konserwy o 0–88%. Szczególnie zasobne w tiaminę były mrożonki z borowika, bowiem charakteryzowały się one ponad sześciokrotnie większą zawartością niż mrożone boczniaki i prawie czterokrotnie większą niż mrożone pieczarki.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

B-BW - produkty z bocznika blanszowanego w wodzie / products of *Pleurotus ostreatus* blanched in water,

B-BP - produkty z bocznika blanszowanego w roztworze pirosiarczynu(IV) sodu i kwasu cytrynowego / products of *Pleurotus ostreatus* blanched in sodium metabisulfite and citric acid solution,

Bor-BW – produkty z borowika blanszowanego w wodzie / products of *Boletus edulis* blanched in water,

Bor-BP - produkty z borowika blanszowanego w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego / products of *Boletus edulis* blanched in sodium metabisulfite and citric acid solution,

P-BW - produkty z pieczarki blanszowanej w wodzie / products of *Agaricus bisporus* blanched in water,

P-BP – produkty z pieczarki blanszowanej w roztworze pirosiarczynu sodu i kwasu cytrynowego / products of *Agaricus bisporus* blanched in sodium metabisulfite and citric acid solution.

Rys. 1. Zawartość tiaminy w produktach z wybranych grzybów jadalnych [mg/100 g s.m.].

Fig. 1. Content of thiamine in products made of some selected edible mushrooms [mg/100 g d.m.].

Badane mrożone produkty z grzybów zawierały średnio około 3,5-krotnie więcej witaminy B<sub>1</sub> niż konserwy sterylizowane, gdyż średnia zawartość w mrożonkach wynosiła 0,088 mg/100 g s.m. i 0,96 mg/100 g s.m., podczas gdy w konserwach sterylizowanych odpowiednio 0,025 mg/100 g s.m. i 0,27 mg/100 g s.m. Zastosowanie w obróbce wstępnej pirosiarczynu(IV) potasu i kwasu cytrynowego spowodowało, że zarówno w mrożonkach, jak i konserwach sterylizowanych, niezależnie od sposobu podawania wyników, notowano mniejszą zawartość tiaminy. Mrożonki otrzymane

z owocników blanszowanych w roztworze pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego zawierały mniej omawianej witaminy niż mrożonki z owocników blanszowanych w wodzie o 4–29% w przypadku wyników wyrażonych w świeżej masie i o 4–33% w przypadku wyników podawanych w przeliczeniu na suchą masę. Przy uwzględnieniu obydwu sposobów podawania wyników w konserwach sterylizowanych różnice sięgały 6–88%. W przypadku produktów z borowika szlachetnego i konserw sterylizowanych z bocznika ostrygowatego, przy wyrażaniu wyników zarówno w świeżej, jak i w suchej masie, zaobserwowane różnice pomiędzy próbą otrzymaną z owocników blanszowanych w wodzie a z owocników blanszowanych w roztworze pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego były statystycznie istotne. Także Martin-Belloso i Llanos-Barriobero [9] wskazują, że zastosowanie roztworów siarczanów(IV) w obróbce wstępnej niszczy witaminę B<sub>1</sub>.

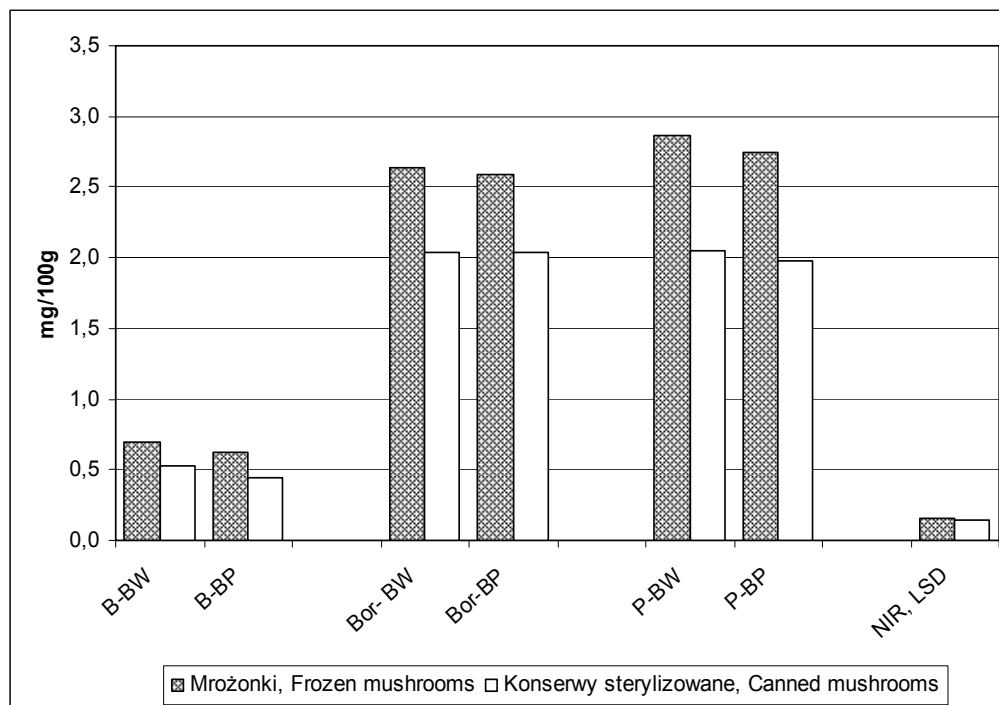
Zawartość ryboflawiny w produktach z badanych grzybów nie była tak zróżnicowana, jak tiaminy i w 100 g ś.m. wahała się od 0,039 do 0,252 mg, a w 100 g s.m. od 0,44 do 2,87 mg (tab. 3, rys. 2). Produkty z pieczarki zawierały podobną ilość witaminy B<sub>2</sub> do oznaczonej w świeżej pieczarce przez Furlani i Godoy [7] oraz Mattile i wsp. [8]. Çaglarlrmak i wsp. [3] w sterylizowanej pieczarce po 6 miesiącach jej magazynowania

Tabela 3

Zawartość ryboflawiny w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z bocznika ostrygowatego, borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej [mg/100 g ś.m.].

Content of riboflavin in frozen and sterilized canned products made of *Pleurotus ostreatus*, *Boletus edulis* and *Agaricus bisporus* [mg/100 g f.m.].

Gatunek grzyba Type of mushroom	Mrożonka z owocników blanszowanych Frozen product of blanched mushrooms		Konserwa sterylizowana z owocników blanszowanych Canned product of blanched mushrooms	
	w wodzie in water	w roztworze piro-siarczynu sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution	w wodzie in water	w roztworze piro-siarczynu sodu i kwasu cytrynowego in sodium metabisulfite and citric acid solution
Bocznik ostrygowaty <i>Pleurotus ostreatus</i>	0,057 ± 0,002	0,054 ± 0,003	0,047 ± 0,001	0,039 ± 0,003
Borowik szlachetny <i>Boletus edulis</i>	0,252 ± 0,007	0,248 ± 0,007	0,191 ± 0,010	0,185 ± 0,006
Pieczarka dwuzarodnikowa <i>Agaricus bisporus</i>	0,241 ± 0,009	0,230 ± 0,001	0,186 ± 0,006	0,180 ± 0,006
NIR / LSD, α = 0,01	0,0121		0,0133	



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes – see Fig. 1

Rys. 2. Zawartość ryboflawiny w produktach z wybranych grzybów jadalnych [mg/100 g s.m.].

Fig. 2. Content of riboflavin in products made of some selected edible mushrooms [mg/100 g d.m.].

oznaczyli oni 0,176 mg ryboflawiny w 100 g części jadalnych, co jest ilością zbliżoną do otrzymanej w pracy. Czapski [4] twierdzi, że konserwy sterylizowane z pieczarki zawierają 0,030–0,083 mg tej witaminy w 100 g. Z kolei, w produktach z boczniaka wykazano wyraźnie mniej omawianej witaminy niż w pracach innych autorów dotyczących świeżych owocników tych grzybów [2, 3, 7, 8, 10].

Produkty z boczniaka były istotnie uboższe w ryboflawinę niż pozostałe produkty. W porównaniu z produktami z borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej miały około cztero-pięciokrotnie mniej tej witaminy. Należy podkreślić, że zawartość ryboflawiny w produktach z borowika szlachetnego i pieczarki dwuzarodnikowej była na zbliżonym poziomie. W przypadku wyrażania wyników w świeżej masie, produkty z pieczarki zawierały zaledwie o 3–7% mniej omawianej witaminy niż produkty z borowika. Przy wyrażaniu wyników w suchej masie mrożone pieczarki zawierały o 6–9% więcej witaminy B<sub>2</sub>, a konserwy porównywalną jej ilość.

Mrożonki zawierały ryboflawiny średnio 0,180 mg/100 g ś.m. i 2,02 mg/100 g s.m., natomiast konserwy sterylizowane miały jej mniej odpowiednio o 23 i 25%. Za-

stosowanie pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego w obróbce wstępnej nie miało praktycznie wpływu na poziom ryboflawiny w ocenianych produktach z grzybów, gdyż nie obserwowano statystycznego zróżnicowania pomiędzy odpowiednimi produktami (tab. 3, rys. 2). Jednak należy zwrócić uwagę, że przy wyrażaniu wyników w świeżej masie produkty z grzybów blanszowanych w roztworze pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego miały zawsze nieco mniej tej witaminy (o 3–17%).

### Wnioski

1. Mrożone i sterylizowane produkty z grzybów były znacznie zróżnicowane pod względem zawartości tiaminy i ryboflawiny, a poziom witamin w największym stopniu zależał od gatunku grzyba. Produkty z bocznika były najuboższe w witaminy, natomiast z borowika najzasobniejsze.
2. Mrożonki w porównaniu z konserwami sterylizowanymi miały średnio 3,5-krotnie więcej tiaminy i o około 25% więcej ryboflawiny.
3. Blanszowanie w roztworze pirosiarczanu(IV) sodu i kwasu cytrynowego, w porównaniu z blanszowaniem w wodzie, spowodowało zmniejszenie zawartości tiaminy w produktach średnio o 33% i praktycznie nie wpłynęło na poziom ryboflawiny.

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2005-2007 jako projekt badawczy 2 PO6T 041 29. Była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] AOAC:1995. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.
- [2] Çağlarlırmak N.: The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and an estimated approach to the volatile compounds. Food Chem., 2007, **105** (3), 1188-1194.
- [3] Çağlarlırmak N., Unal K., Otles S.: Determination of nutritive changes of canned mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage period. Micol. Apl. Intern., 2001, **13** (2), 97-101.
- [4] Czapski J.: Evaluation of chemical composition of commercially canned mushrooms processed from fresh and desalted mushrooms and derived from different geographic regions. Vegetable Crops Res. Bull., 2003, **58**, 135-141.
- [5] EN 14122:2003. Foodstuff. Determination of vitamin B<sub>1</sub> by HPLC.
- [6] EN 14152: 2003. Foodstuffs. Determination of vitamin B<sub>2</sub> by HPLC.
- [7] Furlani, R.P.Z., Godoy H. T.: Vitamins B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> contents in cultivated mushrooms. Food Chem., 2008, **106** (2), 816-819.
- [8] Mattila P., Könkö K., Europa M., Pihlava J.-M., Stola J., Vahteristo L., Hietaniemi V., Kumpulainen J., Valtonen M., Piironen V.: Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. J Sci. Food Agric., 2001, **49** (5), 2343-2348.

- [9] Martin-Belloso O., Llanos-Barriobero E.: Proximate composition, minerals and vitamins in selected canned vegetables. *Eur. Food Res. Technol.*, 2001, **212**, 182-187
- [10] Watanabe T., Tsuchihashi N., Takai Y., Tanaka K., Suzuki A.: J. Effects of ozone exposure during cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on chemical components of the fruit bodies. *Japan. Soc. Food Sci. Technol.*, 1994, **41 (10)**, 705-708.

**COMPARING THE VITAMIN B<sub>1</sub> AND B<sub>2</sub> CONTENT LEVELS IN FROZEN  
AND STERILIZED CANNED FOODSTUFFS OF *PLEUROTUS OSTREATUS*, *BOLETUS  
EDULIS*, AND *AGARICUS BISPORUS***

S u m m a r y

The objective of the paper was to compare the content levels of vitamin B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> in frozen and sterilized canned foodstuffs made of pilei of the following mushrooms: *Boletus edulis* (Bull: Fr.), *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm.) and *Agaricus bisporus* (Lange) Sing.). Prior to preservation, the pilei of mushrooms were blanched in water and water solutions of sodium metabisulfite and citric acid. Vitamins were simultaneously analyzed using an HPLC method.

In the products investigated, the thiamine content ranged from 0.008 to 0.211 mg /100 g of fresh matter, and from 0.09 to 2.21 mg per 100 g dry matter, and the riboflavin content was from 0.039 to 0.252 mg, and from 0.44 to 2.87 mg, respectively. The mushroom species had the greatest effect on the different content level of vitamins in mushrooms. The content level of vitamins determined was the lowest in *Pleurotus ostreatus* mushrooms. The highest content of thiamine was determined in *Boletus edulis*, and the contents of riboflavins were the highest in both the *Agaricus bisporus* and the *Boletus edulis* products. The content level of vitamin B<sub>1</sub> in frozen products was averagely 3.5 times higher than in the canned products, and the content of vitamin B<sub>2</sub> – by about 25%. When sodium metabisulfite and citric acid were used for blanching, the thiamine content in the foodstuffs investigated decreased, averagely, by 33%.

**Key words:** mushrooms, frozen products, sterilized canned products, thiamine, riboflavin ☒

ELŻBIETA RYTEL, GRAŻYNA LISIŃSKA

## ZMIANY ZAWARTOŚCI WITAMINY C W BULWACH ZIEMNIAKA PODCZAS GOTOWANIA I PRZETWARZANIA NA PRODUKTY SMAŻONE I SUSZONE

### Streszczenie

Celem podjętych badań było określenie wielkości zmian zawartości witaminy C w ziemniakach po ugotowaniu oraz na poszczególnych etapach technologicznych przerobu ziemniaka na frytki, czipsy i kostkę ziemniaczaną.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że początkowe etapy przerobu ziemniaków, jak obieranie i rozdrabnianie, spowodowały 6–15% straty witaminy C w porównaniu z jej zawartością w surowcu. Wielkość strat tej witaminy podczas krojenia ziemniaków i płukania w zimnej wodzie zależała od stopnia ich rozdrobnienia i wynosiła w ziemniakach pokrojonych na frytki 9%, a na kostkę i czipsy 15%. Po procesie blanszowania większe straty witaminy C odnotowano w bulwach rozdrobnionych na plasterki i kostkę (33%) w porównaniu z ziemniakami pokrojonymi na słupki (27%). Najmniejsze straty witaminy C w stosunku do jej zawartości w surowcu, stwierdzono podczas przygotowania ziemniaków gotowanych (46%) i frytek po I stopniu smażenia (55%). Straty witaminy C podczas produkcji czipsów wynosiły 83%, frytek po II stopniu smażenia 85% i kostki 93%.

**Słowa kluczowe:** czipsy, frytki, kostka ziemniaczana, witamina C

### Wprowadzenie

Witaminy nie stanowią dla organizmu źródła energii, ani też nie są strukturalnymi składnikami tkanek. Są jednak konieczne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka, dzięki uczestnictwu w różnorodnych reakcjach biochemicznych. Wśród witamin, które nie są syntetyzowane przez organizm ludzki, a są niezbędne w codziennej diecie jest witamina C. W największych ilościach występuje ona w świeżych warzywach i owocach, dlatego ważne jest wzbogacanie diety w te produkty. Ze względu na duże spożycie ziemniaków w Polsce, są one jednym z podstawowych źródeł witaminy C w diecie. Spożycie 200 g ziemniaków pokrywa dzienne zapotrzebowanie na



witaminę C w około 50% [5, 10]. Najwięcej ziemniaków spożywa się po ich ugotowaniu, jednak ze względu na duże walory smakowo-zapachowe wzrasta w Polsce spożycie przetworów ziemniaczanych, takich jak chipsy, frytki, czy susze ziemniaczane. Te ostatnie mają szerokie zastosowanie w gastronomii i gospodarstwie domowym, mogą być wykorzystywane jako komponent zup, sałatek warzywnych, czy warzywno-mięsnych i innych. Susze ziemniaczane (z ziemniaka surowego) mają różny kształt i postać, mogą to być słupki, talarki, kostka czy grys. Drugą grupę suszy stanowi produkt z ziemniaka ugotowanego (płatki, granulat) [12, 19].

Odpowiednio dobrany surowiec, o dobrych właściwościach konsumpcyjnych oraz poprawnie prowadzony proces technologiczny zapewnia zachowanie jak największej ilości składników odżywczych. Podczas procesu technologicznego produkcji wyrobów smażonych czy suszonych zmienia się zawartość i wzajemny stosunek składników ziemniaka [4, 15]. Znaczna część substancji rozpuszczalnych bulwy zostaje wymyta w procesie obierania, krojenia, przemywania, blanszowania i smażenia. W rezultacie zwiększa się udział substancji nierozpuszczalnych w suchej masie ziemniaka. Usunięcie substancji rozpuszczalnych zaliczanych do składników przeciwżywniowych (np. azotanów) jest procesem korzystnym, natomiast straty witaminy C są przykładem bezpowrotnego zmniejszenia wartości odżywczej bulw w procesie ich przetwarzania. W literaturze najczęściej są przedstawione straty witaminy C po jednym z etapów technologicznych przerobu ziemniaków, np. po obieraniu czy gotowaniu bulw [2, 8]. Mało jest natomiast danych odnośnie ubytków zawartości tej witaminy w kolejnych etapach przerobu po: obraniu, krojeniu, przemywaniu zimną wodą, smażeniu lub suszeniu.

Celem podjętych badań było określenie wielkości zmian zawartości witaminy C w ziemniakach po ugotowaniu oraz na poszczególnych etapach technologicznych przerobu ziemniaka na frytki, chipsy i kostkę ziemniaczaną.

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowiły bulwy ziemniaka odmiany Karlena, pochodzące z przechowalni zakładu produkcyjnego. Do badań analitycznych pobierano losowo próby z kolejnych etapów technologicznych laboratoryjnego przerobu ziemniaków. Badania prowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych. Próby do badań pobrano z następujących etapów przerobowych:

- frytki: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na słupki o wymiarach 1x1 cm i oplukaniu zimną wodą, krajanka po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 5 min, frytki po pierwszym stopniu smażenia w oleju palmowym o temp. 175°C przez 1 min, frytki po drugim stopniu smażenia w oleju palmowym o temp. 180°C do całkowitego usmażenia;

- czipsy: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na plastry o grubości 1mm i opłukaniu zimną wodą, plastry po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 2 min, czipsy po wysmażeniu w oleju palmowym o temp. 185°C do osiągnięcia wilgotności poniżej 2%;
- kostka ziemniaczana: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po pokrojeniu na kostkę o wymiarach 1x1x1 cm i przemyciu zimną wodą, kostka po blanszowaniu w wodzie o temp. 85°C przez 5 min, kostka po wysuszeniu do wilgotności 8-10% w suszarce z przewiewem, stosując następujące parametry - temp. 120°C przez 1 h i temp. 60°C do wysuszenia;
- ziemniaki gotowane: ziemniaki nieobrane, ziemniaki po obraniu, ziemniaki po ugotowaniu w wodzie, stosując wsad 0,5 kg ziemniaków na 0,7 l wody, (ziemniaki gotowano w całości, od momentu zagotowania wody przez 20 min).

W otrzymanych próbach oznaczano zawartość witaminy C przez ekstrakcję próby kwasem szczawiowym i miareczkowanie uzyskanego przesącza 2,6-dichloro-fenoloindofenolem [ 15].

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 7.1. Wyznaczono grupy jednorodne oraz wartości NIR, stosując test Dunca-na, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . W celu stwierdzenia wpływu poszczególnych etapów technologicznych na zawartość witaminy C w surowcu, półproduktach i produktach końcowych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji [16].

## Wyniki i dyskusja

Użyta w doświadczeniu odmiana ziemniaków Karlena jest najczęściej wykorzystywana w przemyśle spożywczym do produkcji czipsów. Jednak ze względu na korzystny skład chemiczny może być również stosowana z przeznaczeniem na inne produkty oraz do bezpośredniej konsumpcji. Istotnym wyznacznikiem jakości ziemniaków jest ich wysoka wartość żywieniowa, w tym również zawartość witaminy C. W ziemniakach może się ona kształtować na różnym poziomie, średnio od 10 do 30 mg [10, 17] w zależności od odmiany, warunków uprawy i przechowywania. Analizowany surowiec zawierał 15,7 mg tej witaminy w 100 g bulw (tab. 1).

Witamina C jest rozmieszczona nierównomiernie w bulwie ziemniaka. Według niektórych autorów [7, 10, 13] największe jej ilości znajdują się pod powierzchnią skórki w części stolonowej i w rdzeniu bulwy, a najmniejsze w części wierzchołkowej. Sam proces obierania może powodować znaczne straty tej witaminy. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono istotnych strat witaminy C po obraniu ziemniaków (tab. 1). Na straty tej witaminy istotny wpływ ma sposób i grubość obierania [10]. W przeprowadzonym doświadczeniu ziemniaki były obierane karborundowo w cienkiej warstwie.

Tabela 1

Zawartość witaminy C w ziemniakach, po poszczególnych etapach przetwórczych [mg/100 g].  
Content of vitamin C in potatoes after the individual processing stages accomplished [mg/100 g].

Ziemniaki / Potatoes			
przed obraniem prior to peeling		po obraniu after peeling	
15,7 <sup>a</sup>		14,7 <sup>a</sup> (6%)*	
NIR 1,55; LSD 1,55			
Krajanka po pokrojeniu i opłukaniu Processed potatoes after cutting and rinsing			
plasterki slices	szupki/ matchsticks	kostka dices	
12,4 <sup>a</sup> (16%)	13,4 <sup>b</sup> (9%)	12,5 <sup>a</sup> (15%)	
NIR 0,21; LSD 0,21			
Krajanka po blanszowaniu Cut potatoes after blanching			
plasterki slices	szupki matchsticks	kostka dices	
8,4 <sup>a</sup> (33%)	9,8 <sup>b</sup> (27%)	8,4 <sup>a</sup> (33%)	
NIR 0,15; LSD 0,15			
Produkty ziemniaczane Potato products			
czipsy chips	frytki po I st. smażenia French fries after stage I of frying	frytki po II st. smażenia French fries after stage II of frying	kostka wysuszona dried dices
9,6 <sup>d</sup> (24%)	8,2 <sup>c</sup> (17%)	6,4 <sup>b</sup> (22%)	3,7 <sup>a</sup> (56%)
NIR 0,13; LSD 0,13			

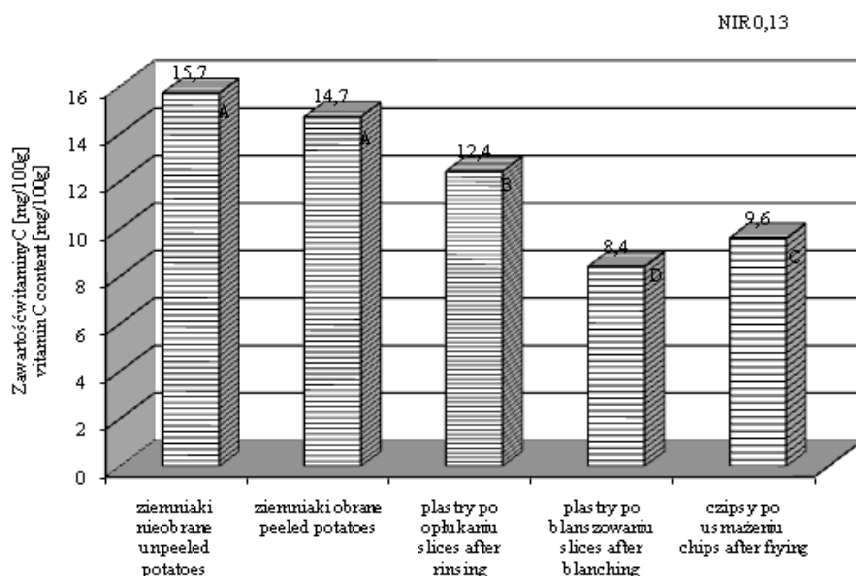
Objaśnienia: / Explanatory notes:

\*- w nawiasach podano straty witaminy C obliczone w stosunku do zawartości w produkcie ziemniaczanym z poprzedniego etapu technologicznego / Losses of vitamin C computed in relation to the content of vitamin C in potato product from the previous technological stage are given in brackets.

W celu zwiększenia przyswajalności składników pokarmowych ziemniaka oraz polepszenia jego cech sensorycznych: smakowych i zapachowych, musi on być poddany zabiegom termicznym. Najczęściej stosowane w przemyśle ziemniaczanym zabiegi termiczne, takie jak blanszowanie czy smażenie, wpływają na zmniejszenie wartości odżywczej półproduktów i produktów ziemniaczanych [11]. Według Cieślak [2], straty witaminy C zachodzące podczas przygotowania potraw i przetworów ziemniaczanych są spowodowane jej rozkładem pod wpływem działania temperatury, enzymów, tlenu, światła oraz obecności jonów niektórych metali czy odczynu środowiska. Kwas askorbinowy przechodzi do roztworu lub utlenia się do kwasu dehydroaskorbinowego, który ulega dalszemu utlenianiu aż do utraty aktywności biologicznej [9].

W przeprowadzonym doświadczeniu poszczególne etapy produkcji frytek, czipsów czy kostki ziemniaczanej w różnym stopniu wpłynęły na straty witaminy C

w półproduktach i produktach końcowych. Początkowe etapy produkcji, takie jak krojenie i płukanie w zimnej wodzie spowodowały straty tej witaminy od 9 do 16% (tab. 1) w stosunku do jej zawartości w ziemniakach obranych. Wielkość tych strat zależała od sposobu krojenia ziemniaków, większe wystąpiły po pokrojeniu w plasterki i kostkę niż w słupki, (tab. 1, rys. 1-3).



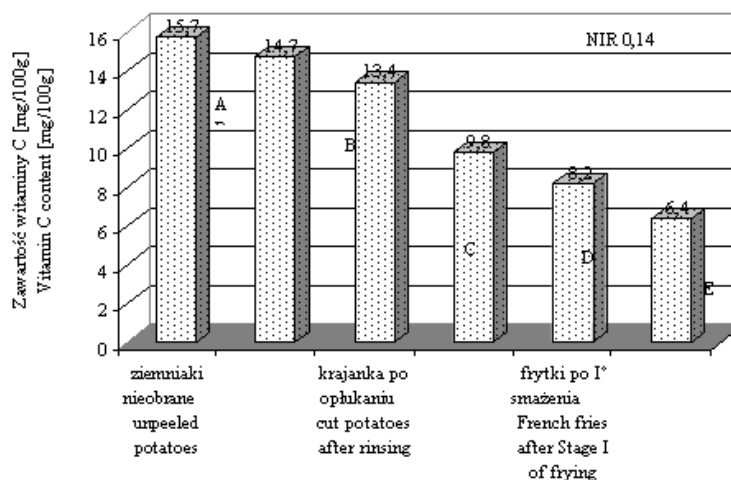
Rys. 1. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji chipsów.

Fig. 1. Vitamin C contents changes in potatoes in chips processing.

Powierzchnia styku z wodą krajanki w postaci słupków o wymiarach 1 x 1 x 6 cm była znacznie mniejsza niż krajanki w postaci plasterków czy kostki. Tudela i wsp. [18] wykazali, że obieranie, cięcie ziemniaków na słupki, plastry czy kostkę oraz płukanie powstałej krajanki powodują niewielkie straty witaminy C.

Kolejnym etapem powodującym istotne zmiany zawartości witaminy C, stosowanym w produkcji frytek, czipsów czy kostki ziemniaczanej jest blanszowanie. Zabieg ten przeprowadzany jest w przemyśle spożywczym w celu polepszenia barwy produktu gotowego (poprzez inaktywację enzymów powodujących ciemnienie oraz wypłukiwanie cukrów), poprawy konsystencji otrzymanych produktów (frytki, kostka) oraz zmniejszenia absorpcji tłuszczu (frytki) [1, 17]. Jedynie przy produkcji czipsów zabieg blanszowania jest traktowany jak „zło konieczne”, gdyż przy wyższej zawartości cukrów redukujących (powyżej 0,1%), muszą one być wypłukane z plasterków przed ich smażeniem, ze względu na niekorzystną brązową barwę produktu. Inne wskaźniki jakościowe czipsów (tekstura, oleistość) ulegają pogorszeniu po tym zabiegu [11]. Na wielkość strat witaminy C w krajance podczas blanszowania duży wpływ ma czas,

temperatura i stopień rozdrobnienia materiału. Z przeprowadzonych badań wynika, że straty tej witaminy podczas etapu blanszowania wynosiły od 27 do 33% (tab. 1) w porównaniu z jej zawartością w krajance przed blanszowaniem. Po procesie blanszowania w słupkach i kostce ziemniaczanej pozostało 53% początkowej zawartości witaminy C w surowcu, a w plastrach 62% (tab. 1, rys.1-3). Stopień rozdrobnienia ziemniaków miał istotny wpływ na wielkość strat witaminy C, mimo że podczas produkcji czipsów (najbardziej rozdrobniony materiał) zastosowano o połowę krótszy czas blanszowania.



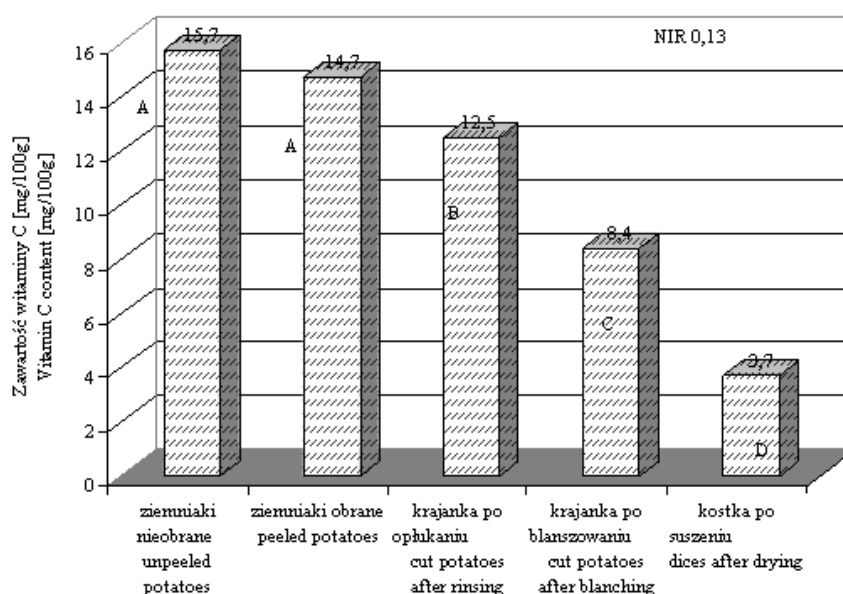
Rys. 2. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji frytek.

Fig. 2. Vitamin C contents changes in potatoes during French fries potato processing.

Ostatnim etapem przygotowania produktu do spożycia jest proces termiczny: smażenie, suszenie lub gotowanie. Wymienione etapy różnią się między sobą przede wszystkim temperaturą, czasem działania i rodzajem medium grzejącego. Procesem, który w najmniejszym stopniu wpłynął na straty oznaczonej witaminy (a jest powszechnie stosowany w gospodarstwie domowym) jest gotowanie. W ziemniakach po ugotowaniu pozostało 54% kwasu askorbinowego w porównaniu z surowcem po obraniu (rys. 4).

Porównywalne straty tej witaminy stwierdzono we frytkach po I stopniu smażenia, w otrzymanym produkcie pozostało jej 45% (rys. 5). Niewątpliwie na wielkość strat kwasu askorbinowego ma wpływ czas działania medium grzejącego i jego temperatura, a w mniejszym stopniu rozdrobnienie surowca. Frytki podczas I stopnia smażenia poddane były działaniu temp. 175°C przez 1 min, natomiast ziemniaki gotowano w całości w temp. 100°C przez 20 min. Wielkość strat witaminy C w ziemniakach gotowanych można jeszcze zmniejszyć modyfikując proces gotowania. Według Hana i wsp. [7] największe straty tej witaminy powoduje gotowanie w wodzie bez dodatku

soli (nawet 88%). Natomiast dodatek soli w ilości 3% zmniejszył podczas gotowania straty tej witaminy do 60%. Z badań Kolendy i Pyryt [8] wynika, że gotowanie tradycyjne w dużej ilości wody powoduje większe ubytki tego związku (20–40%), niż gotowanie w niewielkiej ilości wody, z wykorzystaniem mikrofal lub w garnkach akumulatorycznych, 8–17%. Zgodnie z wynikami różnych autorów [7, 8] można stwierdzić, że gotowanie tradycyjne zmniejsza zawartość witaminy C do 50% początkowej jej ilości w surowcu. Jest to spowodowane tym, że witamina C jest związkiem dobrze rozpuszczalnym w wodzie i podlegającym termicznej degradacji.

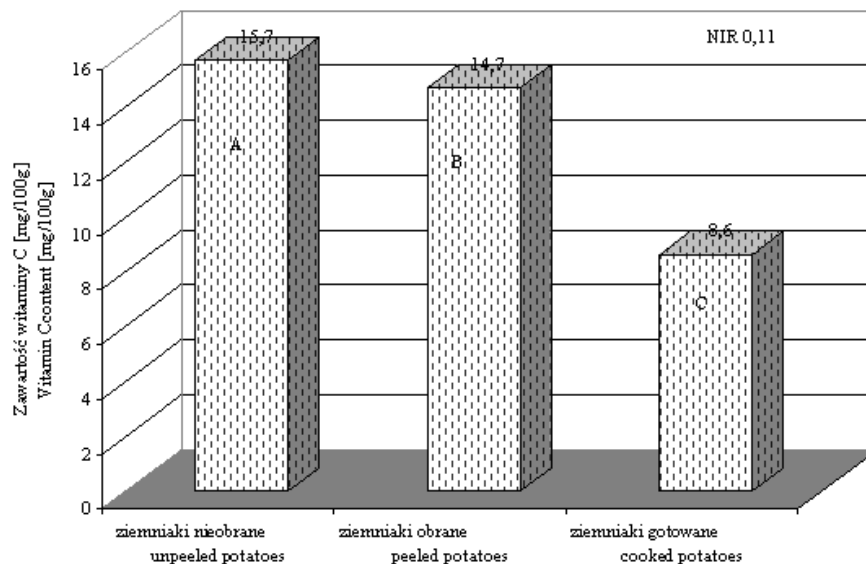


Rys. 3. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach podczas produkcji kostki.

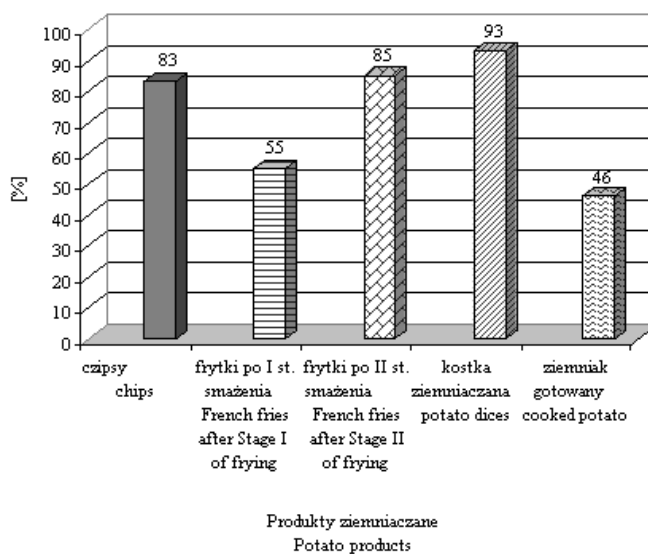
Fig. 3. Vitamin C contents changes in potatoes during dice potato processing.

Proces smażenia czipsów, ze względu na wyższą temperaturę oleju i duże rozdrobnienie surowca, spowodował większe straty (83%) oznaczonej witaminy w porównaniu do frytek po I stopniu smażenia czy ziemniaków po ugotowaniu (rys. 5). Drugi etap smażenia frytek przyczynił się do dalszego zmniejszenia witaminy C w otrzymanym produkcie. We frytkach po II st. smażenia pozostało 15% pierwotnej zawartości wit. C (rys. 5).

Według Hana i wsp. [7] proces smażenia może przyczynić się nawet do 79% strat witaminy C. Inni autorzy szacują wielkość strat tej witaminy na poziomie 65–75% [10, 11, 17]. Według Hasse i Weber [6] proces produkcji frytek (półprodukt mrożony) powoduje 52% strat kwasu askorbinowego w stosunku do jego zawartości w surowcu.



Rys. 4. Zmiany zawartości witaminy C w ziemniakach przed i po ugotowaniu.  
 Fig. 4. Vitamin C contents changes in potatoes before and after cooking.



Rys. 5. Porównanie strat witaminy C w produktach ziemniaczanych (wyrażone w procentach początkowej zawartości wit. C w ziemniakach obranych)  
 Fig. 5. Vitamin C losses comparison in potato products (expressed in percentage of initial vitamin C content in peeled potato)

Procesem, który spowodował największe straty wit. C (około 93%) była produkcja kostki ziemniaczanej. Przyczynił się do tego proces suszenia, po suszeniu kostki stwierdzono ponad 50% straty tej witaminy w porównaniu z kostką po blanszowaniu (tab. 1). Tak duże straty mogą być spowodowane zastosowaniem wysokiej temperatury i długiego czasu trwania tej operacji technologicznej, przez co witamina C ulega znacznej degradacji. Według Davey i wsp. [3] proces dehydratacji, stosowany znacznie częściej podczas obróbki ziemniaka niż innych warzyw, może powodować zmniejszenie zawartości witaminy C o około 75%. Również z prac Lisińskiej i Wojtal [12] wynika, że proces produkcji kostki ziemniaczanej powoduje kilkakrotne zmniejszenie zawartości tej witaminy w stosunku do surowca. Ze względu na częstość i powszechność spożycia suszy ziemniaczanych, część zakładów wzbogaca grys, puree, aglomerat i inne produkty ziemniaczane w witaminę C.

Produkty ziemniaczane smażone są wzbogacone o składniki (tłuszcz), które pochodzą z drugiego surowca – oleju. Jego ilość waha się od 4% (frytki podsmażone) do 35% (czipsy). Porównując więc straty witaminy C podczas przerobu bulw ziemniaczanych na różne produkty należy uwzględnić również ten czynnik. Po przeliczeniu danych zawartych w tab. 1 dotyczących zawartości witaminy C w różnych końcowych produktach przerobu ziemniaka (czipsy, frytki, kostka) oraz jej zawartości w ziemniakach gotowanych (rys. 4) na zawartość w suchej masie tych produktów (tab. 2), najbardziej ubogimi w witaminę C okazały się: kostka i czipsy.

Tabela 2

Zawartość witaminy C w produktach ziemniaczanych w przeliczeniu na suchą masę.  
Content of vitamin C in potato products expressed per dry matter content.

Produkt Product	Witamina C [mg/100 g s.m.] Vitamin C [mg/100 g d.m.]
Czipsy Chips	9,7
Frytki po I st. smażenia French fries after Stage I of frying	27,1
Frytki po II st. smażenia French fries after Stage II of frying	8,9
Kostka ziemniaczana Potato dices	4,2
Ziemniak gotowany Cooked potatoes	31,8

Największą zawartością oznaczonej witaminy charakteryzował się ziemniak gotowany (31,8 mg/100 g s. m.), a następnie frytki po I stopniu smażenia (27,1 mg/100 g s.m.).



Istotne jest poznanie przyczyny dużych strat witaminy C podczas przerobu ziemniaków na różne przetwory. Dzięki badaniom prowadzonym w tym kierunku, będzie można zapobiegać stratom tej witaminy i innych składników odżywczych zawartych w bulwach, poprzez optymalizację warunków produkcji oraz unowocześnienie procesów technologicznych. Stosując nowoczesne sposoby obróbki surowca, skracając do minimum czas działania czynników destrukcyjnie oddziałujących na witaminę C, będzie można otrzymać produkty o wyższej wartości odżywczej.

### **Wnioski**

1. Początkowe etapy przerobu ziemniaków na produkty spożywcze (obieranie, rozdrabnianie) w mniejszym stopniu wpływały na wielkość strat witaminy C niż etapy termiczne (blanszowanie, smażenie, gotowanie).
2. Po procesie obierania stwierdzono 6% zmniejszenie zawartości witaminy C w porównaniu z jej zawartością w surowcu.
3. Wielkość strat witaminy C podczas krojenia ziemniaków i płukania w zimnej wodzie zależała od stopnia ich rozdrobnienia. Najmniejsze straty witaminy C stwierdzono w ziemniakach pokrojonych na frytki (9%) w porównaniu do kostki i czipsów (15%).
4. Po procesie blanszowania większe straty witaminy C odnotowano w bulwach rozdrobnionych na plasterki i kostkę (33%) w porównaniu z ziemniakami pokrojonymi na słupki (27%).
5. Proces suszenia powodował większe straty witaminy C (56%) niż proces smażenia (24% czipsy i 22% frytki).
6. Najmniejsze straty witaminy C w stosunku do jej zawartości w surowcu, stwierdzono podczas przygotowania ziemniaków gotowanych (46%) i frytek po I stopniu smażenia (55%). Straty witaminy C podczas produkcji czipsów wynosiły 83%, frytek po II stopniu smażenia 85% i kostki 93%.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### **Literatura**

- [1] Arroqui C., Rumsey T. R., Lopez A., Virseda P.: Effect of different soluble solids in water on ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *J. Food Eng.*, 2001, **47**, 123-126.
- [2] Cieślak E.: Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. *Przegl. Kastr.*, 1991, **5**, 16-17.
- [3] Davey M., Van Montagu M., Inze D., Sanmartin M., Kanellis A., Smirnoff N., Benzie I. J. J., Strain J. J., Favell D., Flechter J.: Review: Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *J. Sci. Food Agric.*, 2000, **80**, 825-860.

- [4] Gołubowska G., Lisińska G.: Zmiany zawartości polisacharydów nieskrobiowych i ligniny w ziemniakach w trakcie procesu technologicznego produkcji frytek. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **1 (34)**, 91-98.
- [5] Grzebińska Z. W., Kierebiński Cz.: Ocena przydatności wybranych odmian w przetwórstwie ziemniaków, z uwagi na wartość technologiczną i kulinarną. *Przem. Spoż.*, 1990, **8**, 196-198.
- [6] Haase N. U., Weber L.: Ascorbic acid losses during processing of French fries and potato chips. *J. Food Eng.*, 2003, **56**, 207-209.
- [7] Han J.-S., Kozukue N., Young K.-S., Lee K.-R., Friedman M.: Distribution of ascorbic acid in potato tubers and in home-processed and commercial potato foods. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52 (21)**, 6516-6521.
- [8] Kolenda H., Pyryt B.: Jakość kulinarna nowych odmian ziemniaków w zależności od sposobu gotowania bulw. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2002, **489**, 375-381.
- [9] Leszczyński W.: Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4 (25)**, 5-27.
- [10] Lisińska G., Leszczyński W.: *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, Londyn 1989.
- [11] Lisińska G., Wojtal A.: Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka w czasie przerobu na produkty spożywcze. *Zesz., Nauk. AR we Wrocławiu, Techn. Żywn.*, 1984, **3**, 99-107.
- [12] Lisińska G.: Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2006, **511**, 81-94.
- [13] Mondy N.J., Leja M.: Effect of mechanical injury on the ascorbic acid content of potatoes. *J. Food Sci.*, 1986, **51 (2)**, 355-357.
- [14] PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [15] Rytel E., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Konsystencja ziemniaków gotowanych i produktów smażonych w zależności od zawartości polisacharydów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2006, **511**, 601-609.
- [16] Stanisław A.: *Przystępny kurs statystyki*. StatSoft Polska Sp. z o.o., Kraków 1998.
- [17] Talburt W. F., Smith O.: *Potato Processing*. Van Nostrand Reinhold Company, New York 1987.
- [18] Tudela J. A., Espin J. C., Gil M. I.: Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 2002, **26**, 75-84.
- [19] Zgórska K.: Przetwórstwo ziemniaka na cele spożywcze w krajach zachodnioeuropejskich i w Polsce. *Mat. Konf. Nauk. „Ziemniak jako surowiec do przetwórstwa spożywczego”*. Instytut Ziemniaka, Bonin, 28-29 V, 1996, s. 3-6.


#### CHANGES IN THE CONTENT OF VITAMIN C IN POTATO TUBERS DURING THE COOKING AND PROCESSING TO FRIED AND DRIED PRODUCTS

##### S u m m a r y

The objective of the research undertaken was to determine the magnitude level of changes in the content of vitamin C in potato tubers after cooking and in individual technological stages of processing them to French fries, chips, and potato dices.

On the basis of the research performed, it was found that the initial stages of processing potatoes, such as peeling and grinding down, caused the content of vitamin C to decrease (get lost) by 6 to 15% if compared to its content in the raw material. The magnitude level of this loss of vitamin C during the stage of cutting potatoes and rinsing them in cold water depended on their grinding degree and amounted to: 9% - in the potatoes cut to form French fries; 15% - in the potatoes cut as dices and chips. After the blanching

process accomplished, higher losses of vitamin C were noted in tubers ground down to form slices and dices (33%) compared to the potatoes cut as matchsticks (27%). Comparing with the content of vitamin C in raw material, its lowest loss level was found during the stage of processing the cooked potatoes (46%) and during the stage I of frying them to make French fries (55%). The loss levels of vitamin C content were as follows: 83% during the production of chips; 85% during the stage II of making French fries; 93% during the stage of making potato dices.

**Key words:** chips, French fries, potato dices, vitamin C 

HANNA ŚMIGIELSKA, GRAŻYNA LEWANDOWICZ

## WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE SKROBI MODYFIKOWANYCH WZBOGACONYCH JONAMI MIEDZI

### Streszczenie

Celem pracy była ocena przydatności najpopularniejszych, handlowych spożywczych skrobi modyfikowanych jako nośników składników mineralnych.

Badaniom poddano spożywcze skrobie modyfikowane różniące się zarówno sposobem modyfikacji, jak i stopniem podstawienia. Proces adsorpcji jonów miedziowych prowadzony był z roztworu soli w zawieszynie skrobiowej poniżej temperatury kleikowania. W badanych skrobiach oznaczano zawartość miedzi metodą AAS, określano przebieg kleikowania przy użyciu wiskografu Brabendera, a także zmiany barwy poprzez jej pomiar w systemach CIE  $Y_{xy}$  oraz  $L^*a^*b^*$ . Badano strukturę krystaliczną metodą dyfrakcji promieni Roentgena oraz określano sposób wiązania jonów miedziowych metodą EPR.

Stwierdzono, że skrobie modyfikowane efektywnie adsorbują jony miedzi i mogą być stosowane jako nośniki składników mineralnych w procesach wzbogacania żywności, przy czym: hydrofilowy bądź hydrofobowy charakter grup modyfikujących wpływa na proces adsorpcji; obecność polarnych grup karboksylowych poprawia efektywność adsorpcji, natomiast wprowadzenie niepolarnych grup acetylowych zmniejsza jej wydajność. Jony miedzi są rozproszone równomiernie w całej próbce i nie występują pozostałości soli użytej do adsorpcji. Obecność zaadsorbowanych jonów miedziowych nie wpływa na typ struktury krystalicznej skrobi modyfikowanych. Wzbogacanie jonami miedzi nieznacznie zmienia barwę powstałych preparatów oraz modyfikuje w niewielkim stopniu ich właściwości reologiczne. Niewielkie zmiany we właściwościach użytkowych pozwalają na rekomendację wszystkich badanych preparatów jako nośników składników mineralnych w żywności.

**Słowa kluczowe:** skrobia; modyfikowana; utleniona; acetylowana; sieciowana; miedź; wzbogacanie

### Wprowadzenie

Wzbogacanie żywności, w witaminy i składniki mineralne, ma na celu przede wszystkim zapobieganie chorobom metabolicznym, będącym następstwem zbyt dużego przetwarzania żywności lub spożywania źle zbilansowanych diet [1]. Proces ten powi-

---

*Dr inż. H. Śmigielka, Katedra Chemii Produktów Naturalnych, Wydz. Towaroznawstwa, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Al. Niepodległości 10, 60-967 Poznań, dr hab. inż. G. Lewandowicz prof. AR, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 48, 60-627 Poznań*

nien zapewniać nie tylko wprowadzenie do produktów spożywczych substancji wzbogacających we właściwej formie i dawce, ale również umożliwić równomierne ich rozprowadzenie. Można to osiągnąć np. poprzez zastosowanie odpowiednich nośników, tj. substancji łatwo dostępnych, wykorzystywanych w wytwarzaniu wielu produktów spożywczych, jak również niezmieniających ich jakości i smaku. Takim nośnikiem może być skrobia modyfikowana. Skrobie utlenione, używane do produkcji deserów, otrzymały pozytywną ocenę towaroznawczą jako nośniki soli miedzi i żelaza [10, 11], natomiast skrobie acetylowane, a także sieciowane są przedmiotem naszych dalszych badań nad procesem fortyfikacji. W badaniach zastosowano skrobie modyfikowane chemicznie, przeznaczone do produkcji deserów w proszku, budyni, galaretek, a także majonezów, sosów i kremów o zmniejszonej zawartości tłuszczu. Wzbogacone produkty tego typu po pozytywnej ocenie towaroznawczej mogłyby nosić miano żywności prozdrowotnej.

Skrobie modyfikowane chemicznie, a następnie wzbogacane w składniki mineralne, mogą jednak wykazywać inne właściwości funkcjonalne niż preparaty wyjściowe, zatem celem badań było określenie tych zmian. Realizując ten cel zbadano: przebieg kleikowania wzbogaconej skrobi, jej krystaliczność, barwę powstałych preparatów, a także równomierność rozłożenia mikroelementu w produkcji.

### **Material i metody badań**

Do badań użyto skrobi produkowanych przez Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego S.A. w Luboniu. Były to skrobie modyfikowane poprzez utlenienie o różnych stopniach podstawienia: 'Skrobia budyniowa' (E 1403) i 'Skrobia żelująca' (E 1404), jak również skrobie modyfikowane metodą estryfikacji: fosforan diskrobiowy 'Luboterm' (E 1412), skrobia acetylowana 'Zagęstnik AC' (E 1420) oraz acetylowany adypinian diskrobiowy 'Zagęstnik AD' (E 1422). Naturalna skrobia ziemniaczana 'Superior Standard' stanowiła materiał odniesienia.

Adsorpcję miedzi prowadzono z wodnych roztworów siarczanu(VI) miedzi(II) w zawiesinie skrobiowej w temp. 50°C, czyli poniżej temperatury kleikowania. Do naważki zawierającej 2 g s.s. produktu skrobiowego dodawano kolejno 0,5; 2,5 oraz 5 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu siarczanu miedzi o stężeniu 1 mg Cu/cm<sup>3</sup>, uzupełniano do 20 cm<sup>3</sup> roztworu, próby mieszano w łaźni wodnej o temp 50°C w ciągu 1 godz., próby odwirowywano i dekantowano, a następnie powstały produkt suszono na powietrzu i kierowano do dalszych badań.

Poziom adsorpcji miedzi w preparatach skrobiowych analizowano za pomocą spektrometru absorpcji atomowej Varian 800, metodą absorpcji płomieniowej przy długości fali  $\lambda = 324,8$  nm. Przed pomiarem próby mineralizowano metodą moką, za pomocą stężonego HNO<sub>3</sub>, w piecu mikrofalowym CEM 2000. Próby wykonywano w trzech powtórzeniach.

Przebieg kleikowania badanych preparatów skrobiowych wyznaczano za pomocą aparatu Brabendera z zastosowaniem następujących warunków pomiarowych: puszka pomiarowa 0,07 Nm; ogrzewanie w zakresie 25–92,5°C z prędkością 1,5°/min; termostatowanie w temp. 92,5°C – 20 min.; chłodzenie w zakresie 92,5–25°C z prędkością 1,5°/min. Skrobie utlenione badano w stężeniu 8%, natomiast estryfikowane – 3,3%.

Absolutny pomiar barwy preparatów prowadzono w systemach CIE  $Y_{xy}$  oraz  $L^*a^*b^*$  za pomocą aparatu Chroma Meter CR-300 firmy Minolta. Warunki pomiarowe: geometria pomiarowa - d/0°, układ oświetlenie/obserwator – C.

Badanie struktury krystalicznej preparatów wzbogaconych miedzią wykonywano metodą dyfrakcji promieni Roentgena (X-ray) przy użyciu aparatu TUR 62 Carl Zeiss (Niemcy). Warunki pomiaru: lampa rentgenowska Cu K $\alpha$  (filtr Ni), napięcie 30 kV, natężenie prądu 15 mA, skanowanie przy kącie odbłyску  $\Theta$  w zakresie od 2–18°. W celu wyeliminowania wahań krystaliczności względnej preparatów wywołanej ich różnicami wilgotności, badane próby kondycjonowano w atmosferze o wilgotności względnej 92% w ciągu 48 godz., wytworzonej w eksykatorze napełnionym nasyconym roztworem węglanu sodu.

Badania widm EPR centrów paramagnetycznych występujących w badanych próbach przeprowadzono za pomocą spektrometru Radiopan Se/X-2547.

## Wyniki i dyskusja

Skrobie modyfikowane chemicznie w istotny sposób różnią się właściwościami fizykochemicznymi i funkcjonalnymi, co zasadniczo wpływa na kierunki ich zastosowania [8, 9]. Najpopularniejsze na polskim rynku skrobie utlenione stosuje się głównie do sporządzania deserów mlecznych bądź owocowych. Do wytwarzania produktów spożywczych o charakterze emulsji, takich jak majonezy, margaryny niskotłuszczowe czy też sosy celowe jest użycie skrobi modyfikowanych w drodze estryfikacji [8].

Zastosowanie różnych skrobi modyfikowanych do adsorpcji (tab. 1) w istotny sposób zmieniło efektywność adsorpcji. Podczas gdy skrobie modyfikowane przez utlenienie adsorbowały miedź bardzo efektywnie, skrobie estryfikowane pochłaniały ten jon znacznie słabiej. Przy zawartości miedzi w roztworze adsorpcyjnym na poziomie 0,5 g/ml była ona praktycznie w pełni pochłaniana przez skrobie utlenione. Szczególnie efektywną w procesie adsorpcji była ‘Skrobia żelująca’, czyli skrobia utleniona o wyższym stopniu podstawienia grupami karboksylowymi. Sugeruje to istotny wpływ polarnych grup karboksylowych na proces adsorpcji. Hipotezę tę potwierdziła gorsza efektywność adsorpcji przy zastosowaniu skrobi modyfikowanych zawierających w swej strukturze relatywnie niepolarne grupy acetylowe tj. przez skrobie acetylowaną (E 1420), oraz acetylowany adypinian diskrobiowy (E 1422) (tab. 1).

Tabela 1

Efektywność adsorpcji jonów miedziowych przy zastosowaniu różnych skrobi modyfikowanych.  
Adsorption effectiveness of copper ions using different modified starches.

Skrobia modyfikowana Modified starch	Zawartość grup karboksylowych Content of carboxyl groups [%]*	Zawartość grup acetylowych Content of acetyl groups [%]*	Stężenie jonów miedziowych w roztworze do adsorpcji Copper ions concentration in adsorption solution [mg Cu /g ]	Zawartość miedzi w skrobi po adsorpcji Content of copper in the starch after adsorption [mg Cu/g]	Efektywność adsorpcji Effectiveness of adsorption [%]
E 1403	0,04	-	0,5	0,47±0,03	
E 1403	0,04	-	2,5	1,02±0,04	
E 1404	0,1	-	0,5	0,50±0,04	100
E 1404	0,1	-	2,5	1,71±0,06	68
E 1412	-	-	0,5	0,45±0,04	90
E 1412	-	-	2,5	0,88±0,03	35
E 1420	-	1,5	0,5	0,33±0,02	66
E 1420	-	1,5	2,5	0,70±0,04	28
E 1422	-	1,8	0,5	0,28±0,03	56
E 1422	-	1,8	2,5	0,70±0,03	28

Źródło: / Source: \*Prochaska K., Kędziora P., Le Thanh J., Lewandowicz G.: Surface activity of commercial food grade modified starches. Colloid Surfaces B. Biointerfaces, 2007, **60**, 187-194.

Przy określaniu barwy preparatów zastosowano obiektywne metody oceny tej cechy w systemach:  $L^*a^*b^*$  i  $Yxy$ . Stwierdzono, że barwa preparatów skrobiowych bardzo nieznacznie zmieniła się wskutek zaadsorbowania jonów miedziowych (tab. 2). Wizualnie preparaty były nieco bardziej błękitne, jednak należy podkreślić, że parametry ich barwy nie odbiegały od zaleceń Polskiej Normy [7], stanowiącej, że jasność skrobi ziemniaczanej naturalnej wyznaczana w systemie  $L^*a^*b^*$  powinna wynosić nie mniej niż  $L = 91$ . Skrobia ziemniaczana ('Superior Standard'), niemodyfikowana, która stanowi wzorzec „bieli”, charakteryzuje się parametrami barwy określonymi wartościami:  $Y = 83,72$ ,  $x = 0,3113$ ,  $y = 0,3199$  lub  $L = 93,32$ ,  $a = -1,12$  i  $b = 1,59$ . Zarówno preparaty utlenione, jak i estryfikowane, wzbogacone miedzią tylko nieznacznie różniły się parametrami barwy pomiędzy sobą (tab. 2). Różnica, w odniesieniu do preparatów niewzbogaconych, była również niewielka.

Tabela 2

Parametry barwy skrobi modyfikowanych.  
Colour parameters of modified starches.

Skrobia modyfikowana Modified starch	Zawartość Cu w próbie skrobi Content of Cu in the starch sample [mg/g]	Parametry barwy Colour parameters					
		w systemie Yxy in the Yxy system			w systemie Lab in the Lab system		
		Y	x	y	L	a	b
E 1403	0	84,42	0,3135	0,3221	93,63	-1,2	+2,76
E 1403 wzbogacona E 1403 fortified	0,71	80,57	0,3064	0,3211	91,94	-4,24	+1,19
E 1404	0	86,90	0,3115	0,3204	94,69	-1,36	+1,82
E 1404 wzbogacona E 1404 fortified	0,88	81,94	0,3013	0,3177	92,54	-5,23	-0,89
E 1412	0	81,65	0,3115	0,3201	92,41	-1,19	+1,67
E 1412 wzbogacona E 1412 fortified	0,45	79,91	0,3080	0,3219	91,64	-3,78	+1,70
E 1420	0	81,11	0,3112	0,3198	92,17	-1,20	+1,52
E 1420 wzbogacona E 1420 fortified	0,33	80,61	0,3101	0,3211	91,95	-2,41	+1,8
E 1422	0	84,64	0,3111	0,3198	93,72	-1,27	+1,57
E 1422 wzbogacona E 1422 fortified	0,28	80,97	0,3102	0,3209	92,11	-2,25	+1,74

Obecność jonów miedziowych w preparatach skrobi modyfikowanych zmieniła w niewielkim, aczkolwiek zauważalnym stopniu przebieg ich kleikowania w aparacie Brabendera (tab. 3). Znany jest fakt, że skrobie modyfikowane różnią się właściwościami użytkowymi [12, 13]. Szczególnie znamienne różnice występują w odniesieniu do właściwości reologicznych. Skrobie modyfikowane poprzez obróbkę chloranem(I) sodu (E 1403 i E 1404), które zawierają modyfikujące grupy karboksylowe odznaczają się również znacznie zredukowaną lepkością [4, 9]. Jest to spowodowane hydrolizą towarzyszącą procesowi utlenienia. Wiązało się to z koniecznością prowadzenia niniejszych badań reologicznych skrobi utlenionych w wyższych niż 3,3% stężeniach kleików skrobiowych (stężenie 3,3% standardowo stosowane jest w badaniach lepkości skrobi ziemniaczanej i jej pochodnych) [6, 7, 8]. Przebieg kleikowania skrobi modyfikowanych poprzez utlenienie, odznaczał się występowaniem piku lepkości (odpowiadającemu silnemu spęcznieniu nie w pełni rozpuszczonych granulek skrobiowych) w początkowej fazie tego procesu (tab. 3). Kontynuacja procesu rozpuszczania, zwłaszcza w temp. powyżej 90°C powodowała istotny spadek lepkości (ang. break-down). Podczas chłodzenia lepkość układu rosła, szczególnie wyraźnie w przypadku 'Skrobi żelującej' (E 1404) - zaprojektowanej do otrzymywania produktów typu gala-



retka. Wzbogacenie jonami miedzi preparatów skrobi modyfikowanych przez utlenienie spowodowało niewielki (1–2°C) wzrost temperatury kleikowania oraz wzrost lepkości końcowej (tab. 3). Tę ostatnią zmianę należy uznać za korzystną ze względów technologicznych.

Tabela 3

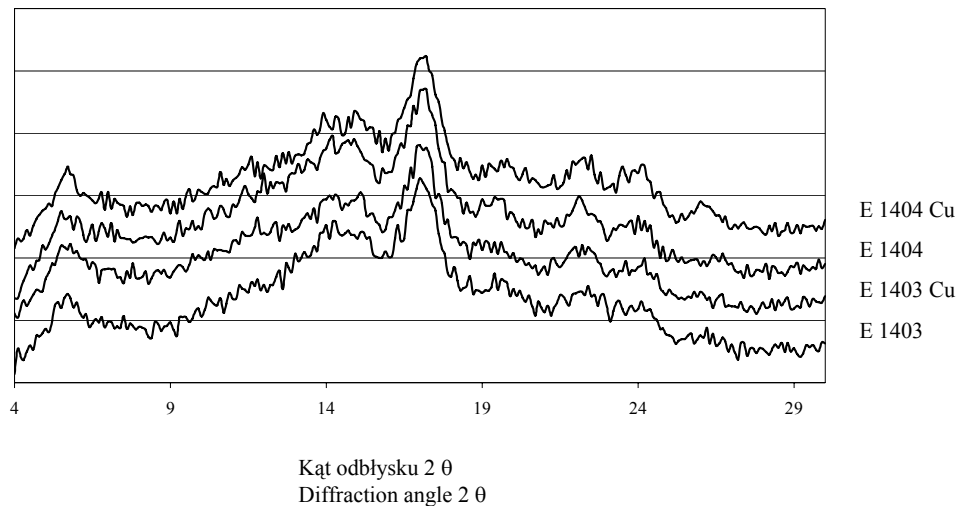
Parametry przebiegu kleikowania preparatów skrobiowych oznaczane aparatem Brabendera.  
Parameters of the pasting process of starch preparations determined by a Brabender method.

Skrobia modyfikowana Modified starch	Temperatura kleikowania Temperature of pasting [°C]	Lepkość w pikcie Torque at viscosity peak [BU]	Temperatura w pikcie Temperature at viscosity peak [°C]	Lepkość na początku termostowania Torque at the start of holding period [BU]	Lepkość na końcu termostowania Torque at the end of holding period [BU]	Lepkość końcowa Torque at the end of cooling period [BU]	Spadek lepkości w toku termostowania Breakdown during holding [BU]	Wzrost lepkości w toku chłodzenia Setback during cooling [BU]
E 1403	64	2500	70	800	260	300	540	40
E 1403 Cu	66	1800	73	1150	440	460	710	20
E 1404	64	726	70	323	117	556	206	439
E 1404 Cu	65	1164	72	540	283	1025	257	742
E 1412	67	501	92,5	319	501	1500	0	999
E 1412 Cu	75	465	92,5	242	465	1295	0	828
E 1420	63	288	92,5	247	267	497	21	229
E 1420 Cu	63	420	92	419	267	417	152	150
E 1422	61	237	77	228	222	621	16	398
E 1422 Cu	63	423	92,5	397	420	992	3	574

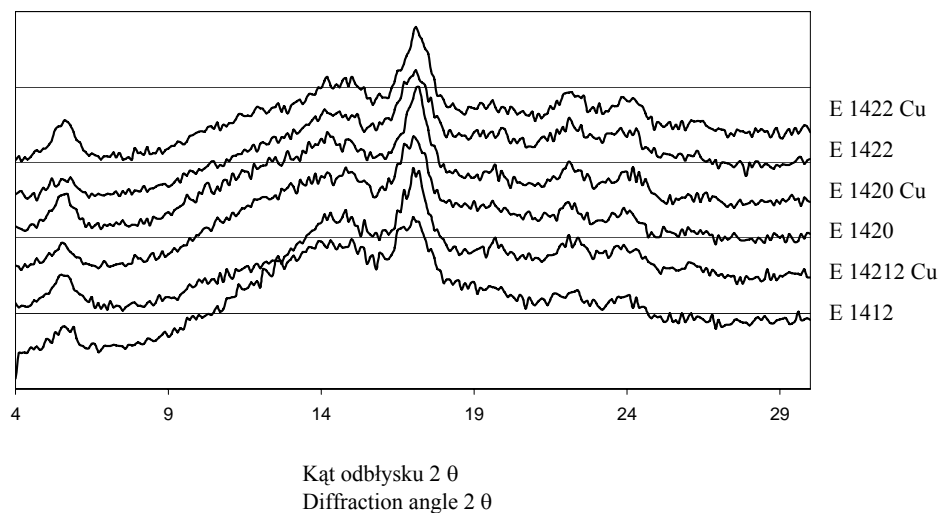
Charakter zmian w przebiegu kleikowania skrobi estryfikowanych prawdopodobnie zależał głównie od funkcyjności zastosowanych odczynników modyfikujących. Zastosowanie do procesu modyfikacji preparatów dwufunkcyjnych (fosforan diskrobiowy - E 1412) powodowało podwyższenie temperatury kleikowania oraz spłaszczenie krzywej zmian lepkości tak, że nie występował w niej pik charakterystyczny dla skrobi naturalnej oraz skrobi utlenionych (tab. 3). Estryfikacja odczynnikiem jednofunkcyjnym (skrobia acetylowana - E 1420) spowodowała nieznaczne zmniejszenie

temperatury kleikowania oraz bardzo niewielkie zmiany przebiegu krzywej lepkości. Skrobia podwójnie modyfikowana – acetylowany adypinian diskrobiowy (E 1422) odznaczała się obniżoną temperaturą kleikowania, prawdopodobnie wywołaną procesem acetylacji oraz spłaszczoną krzywą lepkości, być może związaną z procesem usieciowania tej struktury. Zmiany przebiegu krzywej kleikowania skrobi estryfikowanych, spowodowane procesem wzbogacania ich miedzią, polegały przede wszystkim na wzroście temperatury kleikowania (tab. 3). Był on szczególnie wysoki w przypadku fosforanu diskrobiowego (E 1412), czyli preparatu modyfikowanego tylko poprzez usieciowanie makrocząsteczek skrobiowych. Skrobia ta wskutek dodatku jonów miedziowych wykazywała w całym zakresie pomiarowym niewiele obniżoną lepkość. W przypadku preparatu modyfikowanego w drodze estryfikacji odczynnikiem jednofunkcyjnym (skrobia acetylowana - E 1420) najbardziej widoczną zmianą było pogłębienie spadku lepkości w toku kleikowania (ang. breakdown). Wzbogacony miedzią preparat acetylowanego adypinianu diskrobiowego w całym zakresie pomiarowym wykazywał większą lepkość niż jego wyjściowy odpowiednik. Wszystkie powyższe obserwacje potwierdzają hipotezę, że jony miedziowe oddziałują z makrocząsteczkami skrobiowymi, przy czym charakter tego oddziaływania jest silnie uzależniony od charakteru wprowadzonych grup modyfikujących.

Pomimo, że wzbogacenie wpłynęło do pewnego stopnia na przebieg kleikowania skrobi, to nie wiązało się jednak z istotnymi zmianami struktury krystalicznej (rys. 1 i 2). Modyfikowane chemicznie pochodne skrobi ziemniaczanej, podobnie jak sama skrobia naturalna, mają strukturę krystaliczną typu B, charakterystyczną dla skrobi występującej w bulwach [3, 5]. Natomiast zmiany krystaliczności względnej tych preparatów, związane z obecnością zaadsorbowanych jonów miedziowych, były niezwykle subtelne. W przypadku skrobi utlenionych (rys. 1), po adsorpcji miedzi można było zaobserwować niewielkie zmniejszenie krystaliczności względnej, natomiast skrobie estryfikowane (rys. 2) wzbogacone jonami miedzi wykazywały zwiększoną krystaliczność względną niż ich wyjściowe odpowiedniki. Powyższa obserwacja stanowi potwierdzenie hipotezy o innym mechanizmie adsorpcji jonów miedziowych przez skrobie modyfikowane zawierające polarne lub niepolarne grupy modyfikujące. Polarne grupy karboksylowe (obecne w skrobiach utlenionych) aktywnie uczestniczyły w tworzeniu kompleksów z jonami miedziowymi, a otrzymane produkty odznaczały się zmniejszoną krystalicznością względną w stosunku do ich niewzbogaconych odpowiedników. W przypadku, gdy w skrobi występowały grupy niepolarne np. acetylowe (które utrudniały proces adsorpcji jonów), obecność jonów miedzi powodowała dodatkowe uporządkowanie struktur amorficznych skrobi i zwiększenie krystaliczności względnej w stosunku do niewzbogaconych odpowiedników.



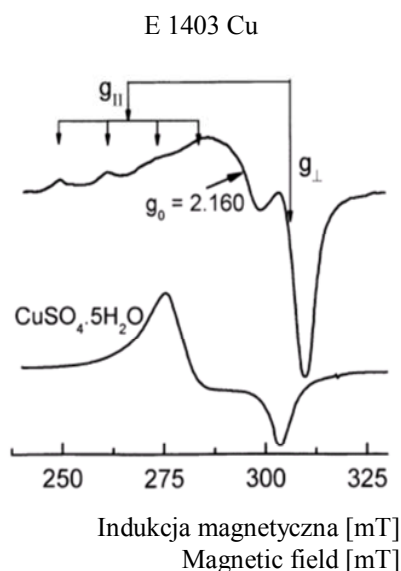
Rys. 1. Widma dyfrakcji rentgenowskiej skrobi modyfikowanych w drodze utlenienia.  
Fig. 1. X-ray diffraction spectra of starches modified by oxidation.



Rys. 2. Widma dyfrakcji rentgenowskiej skrobi modyfikowanych w drodze estyfikacji.  
Fig. 2. X-ray diffraction spectra of starches modified by esterification.

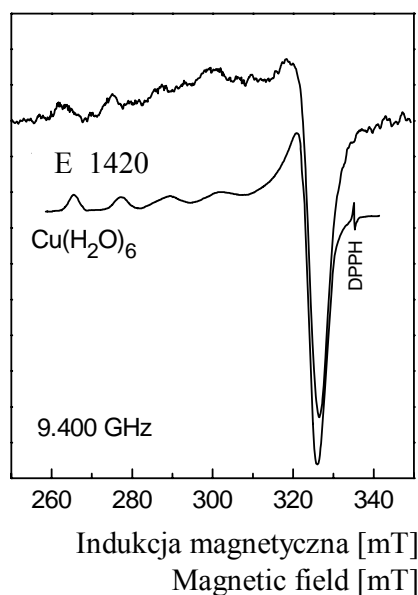
Weryfikację powyższej tezy przeprowadzono w badaniach metodą EPR (Elektro-nowego Rezonansu Paramagnetycznego), wykorzystując paramagnetyczne właściwości jonu miedziowego (rys. 3 i 4). Analiza widm EPR pozwala na określenie bezpośredniego otoczenia jonów paramagnetycznych. Ze względów technologicznych najistotniejsze jest jednak to, że metodą EPR można przeprowadzić ocenę rozproszenia jonów miedziowych

w preparatach poddanych adsorpcji, w tym również stwierdzenie bądź też zaprzeczenie obecności kryształów soli. Zapewnienie równomierności rozproszenia mikroelementu w materiale nośnika jest jednym z najistotniejszych problemów związanych ze wzbogacaniem produktów żywnościowych. Wzbogacany produkt, w którego opakowaniu jednostkowym znajdzie się zbyt duża dawka substancji wzbogacającej może stanowić zagrożenie dla zdrowia. Problem ten pojawił się w latach 80. ubiegłego stulecia, kiedy to we wzbogaczonych margarynach stołowych, wskutek nierównomiernego rozprowadzenia preparatów witaminowych, poszczególne opakowania jednostkowe zawierały różne od deklarowanych ilości witamin [2]. Analiza krzywych przedstawionych na przykładowych widmach EPR skrobi utlenionych i estryfikowanych (rys. 3 i 4) pozwala na jednoznaczne wykluczenie obecności kryształów siarczanu miedziowego zastosowanego w procesie adsorpcji. Prezentowane widma EPR przedstawiają charakterystyczne cztery piki pochodzące od jonu miedziowego, co świadczy o niewystępowaniu klasterów, czyli tym samym soli miedziowych w badanych próbach.



Rys. 3. Widma EPR wzbogaconej skrobi utlenionej E-1403.

Fig. 3. EPR spectra of fortified oxidised starch E-1403.

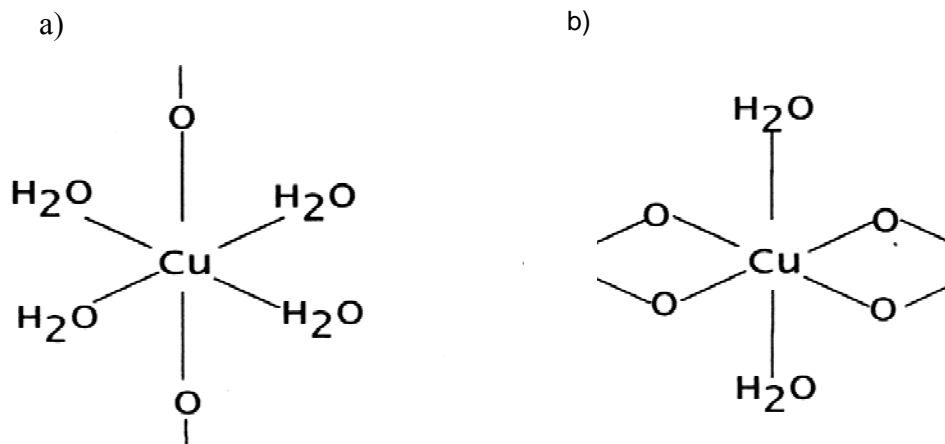


Rys. 4. Widma EPR wzbogaconej skrobi acetylowanej E 1420.

Fig. 4. EPR spectra of fortified acetylated starch E-1420.

Dogłębna analiza widm EPR pozwala na stwierdzenie, że w przypadku skrobi utlenionych zaadsorbowane jony miedzi tworzyły kompleksy oktaedryczne lub tetragonalne z wykorzystaniem atomów tlenu preferencyjnie grup karboksylowych lub hydroksylowych (rys. 5b). W przypadku skrobi estryfikowanych tworzone były kom-

pleksy oktaedryczne utworzone przez dwa atomy tlenu grup hydroksylowych skrobi oraz cztery cząsteczki wody.



Rys. 5. Struktura kompleksów jony Cu(II) - skrobi modyfikowane chemicznie: a) skrobi estryfikowane, b) skrobi utlenione.

Fig. 5. Structure of the Cu(II) ions - chemically modified starches: a) esterified starches; b) oxidized starches.

## Wnioski

- Skrobi modyfikowane efektywnie adsorbują jony miedzi i mogą być stosowane jako nośniki składników mineralnych w procesach wzbogacania żywności, przy czym:
  - hydrofilowy bądź hydrofobowy charakter grup modyfikujących wpływa na proces adsorpcji - obecność polarnych grup karboksylowych (E 1403 i E 1404) poprawia efektywność adsorpcji, natomiast wprowadzenie niepolarnych grup acetylowych (E 1420 i E 1422) zmniejsza jej wydajność;
  - jony miedzi są rozproszone równomiernie w całej próbce i nie występują pozostałości soli użytej do adsorpcji;
  - obecność zaadsorbowanych jonów miedziowych nie wpływa na typ struktury krystalicznej skrobi modyfikowanych;
  - wzbogacanie jonami miedzi nieznacznie zmienia barwę powstałych preparatów oraz modyfikuje w niewielkim stopniu ich właściwości reologiczne.
- Niewielkie zmiany we właściwościach użytkowych pozwalają na rekomendację wszystkich badanych preparatów jako nośników składników mineralnych w żywności.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Gaucheron F.: Iron fortification in dairy industry. *Trends Food Sci Tech.*, 2000, **11**, 403-409.
- [2] Jedlińska M., Nadolna J., Kunachowicz H.: Wartość odżywcza krajowych tłuszczów jadalnych. Cz. II Zawartość witamin E i A. *Przem. Spoż* 1988, **4**, 106-108.
- [3] Le Than J., Błaszczak W., Lewandowicz G.: Digestibility vs structure of food grade modified starches. *EJPAU*, 2007, **10** (3), 10. Available Online: [www.ejpau.media.pl/volume10/issue3/art-10.html](http://www.ejpau.media.pl/volume10/issue3/art-10.html)
- [4] Lewandowicz G., Wronkowska M., Sadowska J., Soral-Śmietana M., Błaszczak W., Walkowski A.: Influence of potato starch oxidation on texture and rheological behaviour of some sweet desserts. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, 31-36.
- [5] Nara Sh., Mori A., Komiya T.: Study on relative crystallinity of moist potato starch. *Starch/Starke*, 1978, **30**, (4), 111-114.
- [6] PN-84/A-74706. Przetwory skrobiowe. Metody badań krochmali.
- [7] PN-93/A-74710. Przetwory ziemniaczane. Skrobia ziemniaczana.
- [8] Prochaska K., Kędziora P., Le Thanh J., Lewandowicz G.: Surface activity of commercial food grade modified starches. *Colloid Surf. B. Biointerfaces*, 2007, **60**, 187-194.
- [9] Sadowska J., Wronkowska M., Lewandowicz G., Soral-Śmietana M.: Rheological characteristics of oxidised potato starch. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15/56** (3), 311-318.
- [10] Śmigielska H., Lewandowicz G., Goslar J., Hoffmann S.K.: Binding of the trace elements: Cu(II) and Fe(III) to the native and modified nutritive potato starches studied by Electron Paramagnetic Resonance. *Acta Phys Pol A*, 2005, **108** (2), 303-331.
- [11] Śmigielska H., Cierpiszewski R., Lewandowicz G.: The effect of the fortification technology of the functional properties and structure of oxidised starches. 15.th Symposium IGWT, Global Safety of Commodity and Enviroment. Quality of Life, Kyiv, Ukraine, Proc. 2006, **Vol I**, 1217-1221.
- [12] Walkowski A., Lewandowicz G.: Skrobie modyfikowane - właściwości technologiczne i zakres stosowania. *Przem. Spoż*, 2004, **58** (5), 49-51.
- [13] Walkowski A., Mączyński M., Lewandowicz G.: Tendencies in a Development of Food Starch Products Market in Poland. In: Yuryev V.P., Tomasik P., Ruck H. (ed.): *Starch: From Starch Containing Sources to Isolation of Starches and Their Applications*. Nova Science Publishers, Inc. 2004, 29-38.

### FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE MODIFIED STARCHES FORTIFIED BY COPPER IONS

#### S u m m a r y

The objective of the paper was to estimate the usefulness of the most common, commercial starches modified as carriers of mineral components.

Diverse food starches modified were investigated, differing in both the applied method of their modification and their substitution degree. The adsorption process of copper ions was carried out from the salt solution in the starch slurry below the pasting temperature. The following was determined: content of copper in starch samples investigated - using an AAS method; the course of the pasting process - using a Brabender method); changes in the colour - by measuring the colour using the systems of CIE, Yxy, and

$L^*a^*b^*$ . The crystal structure was analyzed by an X-ray diffractometry method, and the mechanism of binding the CuII ions was determined using an EPR method.

It was found that all the starches investigated effectively adsorbed copper ions, and could be applied as carriers of minerals in the food fortification processes, and, in addition, the hydrophilic or hydrophobic character of modifying groups impacted the adsorption process. The presence of polar carboxyl groups increased the effectiveness of adsorption whereas the presence of non-polar acetyl groups decreased its efficiency. The copper ions were evenly distributed within the whole sample and no residues of salt used in the adsorption were found. The presence of adsorbed copper ions did not impact the type of crystal structure of modified starches. When copper ions were used to fortify starches, the colour of the preparations obtained slightly changed, and their rheological properties were modified to a small extent. Minor changes in the usable properties permit to recommend all the preparations investigated as carriers of mineral components in foodstuffs.

**Key words:** starch: modified, oxidized, acetylated, crosslinked; copper, fortification ☒

DANUTA GÓRECKA, JÓZEF KORCZAK, ANETA BOROWSKA-PARUS

## ZASTOSOWANIE SUBSTANCJI SŁODZĄCYCH W WYROBACH CIASTKARSKICH

### Streszczenie

W pracy oceniono możliwość zastosowania substancji intensywnie słodzących, tj. aspartamu (As) i acesulfamu K (AcK) w wyrobach ciastkarskich. Substancje te stosowano jako zamiennik cukru w następujących układach: zamiana cukru aspartamem na poziomie 50% (C-As), zamiana cukru acesulfamem K na poziomie 50% (C-AcK), całkowita zamiana cukru aspartamem (As) i acesulfamem K (AcK) oraz całkowita zamiana cukru mieszaniną aspartamu i acesulfamu K w proporcji 1:1 (As-AcK). Przygotowane wyroby ciastkarskie oceniono pod względem pożądalności metodą konsumencką.

Wykazano, że zamiana cukru środkami intensywnie słodzącymi w zróżnicowany sposób wpłynęła na jakość sensoryczną otrzymanych wyrobów ciastkarskich. Lepszymi cechami sensorycznymi, w porównaniu z próbą kontrolną, charakteryzowało się ciasto biszkoptowe, w którym cukier zastąpiono acesulfamem K na poziomie 50%, natomiast w przypadku ciastek kruchych stwierdzono korzystny wpływ mieszaniny aspartamu i acesulfamu K.

**Słowa kluczowe:** zamienniki cukru, aspartam, acesulfam K, wyroby ciastkarskie, konsumencka ocena pożądalności produktu

### Wprowadzenie

Wzrost zainteresowania żywnością specjalnego przeznaczenia żywieniowego, m.in. o obniżonej kaloryczności, niskokalorycznej oraz dla diabetyków wymusza zmiany w projektowaniu składu produktów. Wiąże się to przede wszystkim ze wzrostem świadomości żywieniowej konsumentów, dotyczącej niekorzystnych skutków spożycia nadmiernej ilości energii, a także z poszerzoną ofertą rynkową środków słodzących. Błędy żywieniowe przyczyniają się do powstania wielu chorób m.in. otyłości, niedokrwiennej choroby serca, próchnicy, a także cukrzycy typu II określanej mianem insulinoniezależnej [14]. Szczególnie niekorzystne w diecie są cukry proste i sacharoza, ze względu na szybkie wchłanianie do krwiobiegu, co przyczynia się do gwałtow-

---

*Dr hab. D. Górecka, prof. dr hab. J. Korczak, mgr inż. A. Borowska-Parus; Katedra Technologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań*



nego wzrostu poziomu cukru we krwi. To z kolei sprzyja wydzielaniu przez trzustkę nadmiernej ilości insuliny, powodując zbytnie obniżenie poziomu glukozy we krwi. Celem zaspokojenia powstałego głodu dostarcza się organizmowi kolejne dawki cukru. Sytuacja taka, powtarzająca się przez kilka lat, może doprowadzić trzustkę do jej niewydolności, a w konsekwencji do cukrzycy [8]. Najskuteczniejszym sposobem ograniczenia energii pochodzącej z sacharozy jest stosowanie sztucznych środków słodzących. Środki słodzące w zależności od swych cech, dzielą się na:

- słodkie substancje, określane mianem wypełniaczy (bulk sweeteners), mniej słodkie od sacharozy, takie jak: laktitol, maltitol, ksylitol, sorbitol, izomalt, mannitol,
- intensywne środki słodzące (high intensive sweeteners), słodsze od sacharozy od kilkudziesięciu do kilku tysięcy razy (aspartam, acesulfam K, kwas cyklaminyowy i jego sole, neohesperydyna oraz taumatyna).

Wielkość spożycia poszczególnych słodzików jest trudna do ustalenia, jednak na podstawie danych producenta szacuje się spożycie, np. aspartamu na około 10–12 tys. ton, acesulfamu K - 3 tys. ton, sacharyny – 20–25 tys. ton i cyklaminyanów na około 30–40 tys. ton [1].

Różne środki słodzące wykazują bardzo odmienne wrażenie słodkości, co wiąże się z budową cząsteczki, obecnością grup funkcyjnych i stopniem wiązania z białkowymi komponentami błon komórek receptorowych w jamie ustnej [5, 6]. Środki słodzące powinny cechować się bezpieczeństwem zdrowotnym, odwzorowywać sensoryczne właściwości sacharozy, tj. profil smakowy oraz odczucie doustne, zachowywać siłę słodzącą w trakcie procesów technologicznych, reprezentować korzystne cechy użytkowe, tj. dobrą rozpuszczalność, niski koszt, a także cechować się małą gęstością energetyczną w odniesieniu do siły słodzącej [3, 6, 12, 15].

W praktyce trudno jest o jeden środek, który łączyłby wszystkie wspomniane cechy. Dlatego też, poszukując kompozycji o odpowiednich właściwościach, najczęściej łączy się różne substancje słodzące w mieszaniny [13]. Przykładem takiej mieszaniny jest połączenie acesulfamu K z aspartamem. Dzięki zastosowaniu kilku słodzików można nie tylko zmniejszyć koszt „słodzenia”, ale poprawić również profil smakowy wyrobów [2, 9]. Aspartam, ze względu na podobny profil do profilu sacharozy, jest dobrym zamiennikiem sacharozy, ale tylko w wyrobach niepoddawanych obróbce cieplnej. Z kolei acesulfam K jest odporny na ogrzewanie, dlatego też może być stosowany jako środek słodzący do produkcji pieczywa cukierniczego.

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania aspartamu i acesulfamu K jako zamienników cukru w cieście biszkoptowym oraz kruchym.

### **Material i metody badań**

W badaniach zastosowano intensywne substancje słodzące, tj. acesulfam K (sól potasowa 2,2-dwutlenku-6-metylo-1,2,3-oksotiazyny-4(3H)-onu) oraz aspartam - dwu-

peptyd fenylalaniny i kwasu asparaginowego (ester metylowy N-[amino-(karboksylamino)acetylo]fenylalaniny). Ciasto biszkoptowe i kruche ciastka wykonano zgodnie z funkcjonującymi recepturami w ciastkarstwie [4], z modyfikacją dotyczącą procentowego udziału cukru. Przy doborze środków słodzących kierowano się siłą słodzącą aspartamu (As) i acesulfamu K (AcK) w stosunku do sacharozy, przyjmując ją jako 200. Stosowano aspartam w różnym układzie z acesulfamem K w celu prześledzenia synergistycznego efektu acesulfamu K. W celu wykazania tego efektu zastosowano również sam aspartam, pomimo jego wrażliwości na ogrzewanie. W wyrobach ciastkarskich 50% cukru zamieniono aspartamem (C-As) i acesulfamem K (C-AcK), a także cukier całkowicie zamieniono aspartamem (As) i acesulfamem K (AcK) oraz mieszaniną aspartamu i acesulfamu K (As-AcK). Próbę kontrolną stanowiły wyroby z cukrem (K). Wyroby ciastkarskie różniły się procentowym udziałem cukru i tłuszczu w ogólnej masie. W cieście biszkoptowym udział cukru kształtował się na poziomie od 0% (As, AcK i As-AcK) do 15,8% (C-As i C-AcK), natomiast w kruchych ciastkach od 0% (As, AcK i As-AcK) do 12,4% (C-As i C-AcK). W cieście biszkoptowym stanowiącym próbę kontrolną udział cukru w całej masie wynosił 27,3%, a w kruchych ciastkach kontrolnych 21,5%. Wyroby te cechowały się znacznym udziałem tłuszczu wynoszącym od 25% (C-As i C-AcK) do 28% (As, AcK i As-AcK). Udział tłuszczu w próbie kontrolnej kruchych ciastek stanowił 22% całej masy.

Przygotowane wyroby ciastkarskie poddano konsumenckiej ocenie pożądalności, w której wzięło udział 40 losowo wybranych osób w różnym wieku. Wyroby oceniano bezpośrednio po ich przygotowaniu, jak również po 4 i 8 dniach przechowywania. Próby przechowywano w suchym pomieszczeniu w temperaturze pokojowej, w szczelnie zamkniętych woreczkach wykonanych z folii polietylenowej (LDPE). Ocenę konsumencką przeprowadzono metodą skalowania, za pomocą skali graficznej niestrukturowanej, z odpowiednimi oznaczeniami brzegowymi: bardzo niepożądana – bardzo pożądana. Oceniano takie wyróżniki, jak: smak, zapach, barwę, teksturę, kruchość, a także ogólną pożądalność. Obliczano również wartość energetyczną wyrobów ciastkarskich.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej przy zastosowaniu oprogramowania komputerowego Statistics. Do wyznaczenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi posłużono się jednoczynnikową analizą wariancji przy zastosowaniu testu Scheffego na poziomie istotności  $p < 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Wyniki oceny konsumenckiej przedstawiono w tab. 1. i 2. Najlepszą pożądalnością ogólną (6,65 pkt), w porównaniu z próbą kontrolną, cechował się biszkopt, w którym 50% cukru zamieniono acesulfamem K (C-AcK). W odniesieniu do próby kontrolnej (7,74 pkt) nie była to różnica statystycznie istotna. Również dobrą jakością senso-

ryczną charakteryzowało się ciasto biszkoptowe C-As (6,01 pkt). W porównaniu z próbą kontrolną, bez zamienników cukru, była to ocena niższa i statystycznie istotna. Najniższą ocenę uzyskało ciasto biszkoptowe bez cukru z aspartamem – As (3,84 pkt) oraz mieszaniną aspartamu i acesulfamu K – As-AcK (4,26 pkt). Wymiana cukru zamiennikami na różnym poziomie zdecydowanie pogorszyła smak ciasta biszkoptowego, a także teksturę, szczególnie w przypadku ciasta As i As-AcK. Uzyskane wyniki potwierdzają nieprzydatność aspartamu do produktów poddanych obróbce cieplnej, szczególnie wyrobów ciastkarskich, w których cukier bierze udział w przemianach kształtujących barwę i smak wyrobu. Ciasto biszkoptowe przechowywane 4 dni charakteryzowało się mniejszą ogólną pożądalnością. Najniżej oceniono ciasto biszkoptowe, w którym cukier całkowicie wymieniono aspartamem (4,56 pkt) oraz mieszaniną aspartamu i acesulfamu (4,77 pkt). Na ocenę tę wpłynął głównie smak, który był najniżej oceniony w wyrobach As-AcK (3,83 pkt). Przechowywanie ciasta biszkoptowego przez 8 dni znacznie obniżyło jego jakość. Wiąże się to z warunkami przechowywania w folii niebarierowej dla pary wodnej. Najwyżej oceniono biszkopt, w którym cukier zamieniono acesulfamem K na poziomie 50% (5,78 pkt), najniżej natomiast biszkopt z całkowitą wymianą sacharozy aspartamem (4,47 pkt). W opinii konsumentów biszkopt przechowywany 8 dni cechował się istotnie mniej pożądaną barwą, szczególnie wyrób AcK (5,97 pkt), w porównaniu z próbą C-AcK (7,13 pkt) i kontrolną (7,43 pkt).

W przypadku kruchych ciastek najwyższą pożądalnością cechowały się te wyroby, w których cukier zamieniono mieszaniną As i AcK (As-AcK) – 6,66 pkt, a najniższą ciastka z całkowitą wymianą cukru AcK (5,38 pkt) – tab. 2. Zastąpienie cukru w kruchych ciastkach odpowiednimi zamiennikami nie wpłynęło w sposób istotny na takie cechy, jak: barwa, zapach i tekstura. Jedynie smak ciastek był istotnie mniej pożądanym, w odniesieniu do próby kontrolnej, szczególnie w ciastkach z As i AcK. Ciastka z całkowitą wymianą cukru mieszaniną As-AcK oraz C-As i C-AcK uzyskały podobne noty, istotnie wyższe niż ciastka z As i AcK. Nie bez znaczenia był również czas przechowywania badanych wyrobów. Spośród wszystkich prób najniższą notę ogólnej pożądalności uzyskały kruche ciastka C-AcK przechowywane 4 i 8 dni, w których cukier zamieniono acesulfamem K na poziomie 50% (6,95 pkt). Czas przechowywania w różnicowany sposób wpłynął na poszczególne wyróżniki sensoryczne. W przypadku barwy najniższą notę, niezależnie od czasu przechowywania, uzyskały kruche ciastka As, zaś zapachu ciastka C-As i As-AcK.

Z kolei ciastka z AcK przechowywane przez 4 dni cechowały się istotnie mniej pożądaną kruchością (7,10 pkt) w porównaniu z kruchością ciastek C-As (7,88 pkt). Smak ciastek, w których cukier całkowicie zamieniono aspartamem, niezależnie od czasu przechowywania, był istotnie niżej oceniony od pozostałych.

Tabela 1

Wyniki konsumenckiej oceny pożądalności ciasta biszkoptowego [pkt].  
Consumer assessment results of the desirability of sponge cake [scores].

Wyrób Product	Czas przechowywania [dni] Storage period [days]	Barwa Colour	Zapach Smell	Tekstura Texture	Smak Flavour	Ogólna pożądalność General desirability
C-As	0	7,76±0,80 <sup>b</sup>	7,27±1,13 <sup>b</sup>	7,04±1,04 <sup>cd</sup>	5,98±1,21 <sup>bc</sup>	6,01±0,70 <sup>cd</sup>
C-AcK		7,57±1,08 <sup>ab</sup>	7,25±1,20 <sup>b</sup>	6,68±1,02 <sup>cd</sup>	6,93±1,29 <sup>c</sup>	6,65±1,10 <sup>de</sup>
As		7,04±1,50 <sup>ab</sup>	7,27±1,15 <sup>b</sup>	5,86±0,85 <sup>ab</sup>	3,40±1,24 <sup>a</sup>	3,84±1,09 <sup>a</sup>
AcK		7,08±1,31 <sup>ab</sup>	5,49±1,18 <sup>a</sup>	4,62±1,27 <sup>a</sup>	5,51±1,07 <sup>b</sup>	5,27±1,08 <sup>bc</sup>
As-AcK		6,85±1,10 <sup>a</sup>	6,74±1,21 <sup>b</sup>	5,42±1,25 <sup>ab</sup>	3,90±1,07 <sup>a</sup>	4,26±1,20 <sup>ab</sup>
Kontrolna Control		7,43±1,85 <sup>ab</sup>	7,34±1,14 <sup>b</sup>	7,56±1,04 <sup>d</sup>	8,32±0,92 <sup>d</sup>	7,74±1,04 <sup>e</sup>
C-As	4	7,80±1,18 <sup>ab</sup>	7,21±1,19 <sup>a</sup>	6,26±1,10 <sup>a</sup>	6,74±0,84 <sup>c</sup>	5,92±1,01 <sup>c</sup>
C-AcK		7,07±1,18 <sup>ab</sup>	6,86±1,40 <sup>a</sup>	6,04±1,24 <sup>a</sup>	6,28±0,91 <sup>bc</sup>	5,80±1,10 <sup>bc</sup>
As		7,12±1,56 <sup>ab</sup>	7,64±0,88 <sup>a</sup>	7,12±1,25 <sup>ab</sup>	5,49±1,10 <sup>b</sup>	4,56±0,98 <sup>a</sup>
AcK		6,97±1,26 <sup>ab</sup>	6,81±1,25 <sup>a</sup>	6,31±1,09 <sup>ab</sup>	5,53±1,07 <sup>b</sup>	5,78±0,99 <sup>bc</sup>
As-AcK		6,67±1,04 <sup>a</sup>	6,76±1,43 <sup>a</sup>	6,27±1,10 <sup>a</sup>	3,83±1,05 <sup>a</sup>	4,77±0,93 <sup>ab</sup>
Kontrolna Control		7,92±1,10 <sup>b</sup>	7,66±1,17 <sup>a</sup>	7,46±1,18 <sup>b</sup>	8,31±0,86 <sup>d</sup>	7,99±1,05 <sup>d</sup>
C-As	8	7,34±0,99 <sup>bc</sup>	6,88±0,83 <sup>a</sup>	7,34±0,86 <sup>c</sup>	5,54±0,73 <sup>abc</sup>	5,31±1,07 <sup>ab</sup>
C-AcK		7,13±1,00 <sup>cb</sup>	6,98±1,25 <sup>ab</sup>	5,74±0,84 <sup>b</sup>	6,04±1,03 <sup>bc</sup>	5,78±1,08 <sup>b</sup>
As		6,58±1,07 <sup>abc</sup>	6,58±1,04 <sup>a</sup>	4,66±1,06 <sup>a</sup>	4,62±0,98 <sup>a</sup>	4,47±0,63 <sup>a</sup>
AcK		5,97±1,25 <sup>a</sup>	6,18±1,08 <sup>a</sup>	4,67±0,69 <sup>a</sup>	5,39±1,04 <sup>ab</sup>	5,38±0,90 <sup>ab</sup>
As-AcK		6,39±1,06 <sup>ab</sup>	6,65±1,02 <sup>a</sup>	4,01±1,18 <sup>a</sup>	5,13±0,88 <sup>ab</sup>	5,23±1,30 <sup>ab</sup>
Kontrolna Control		7,43±1,02 <sup>b</sup>	7,83±0,80 <sup>b</sup>	7,27±0,83 <sup>c</sup>	6,13±0,67 <sup>c</sup>	5,53±1,03 <sup>b</sup>

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a - e – wartości średnie (n = 3) oznaczone różnymi literami w kolumnach w tych samych kategoriach wykazują różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ , C-As – zamiana cukru aspartamem na poziomie 50%, C-AcK – zamiana cukru acesulfamem K na poziomie 50%, As – całkowita zamiana cukru aspartamem, Ac – całkowita zamiana cukru acesulfamem K; As-AcK zamiana cukru mieszaniną aspartamu i acesulfamu K w proporcji 1:1;

a - e – mean values (n = 3) denoted by various letters in the columns differ statistically significantly within the same cluster at  $p \leq 0.05$ ; C-As – sugar replaced by aspartame at a level of 50%; C-AcK – sugar replaced by acesulfame K at a level of 50%; As – total sugar replaced by aspartame; (AcK) – total sugar replaced by acesulfame K; As-AcK – total sugar replaced by a mixture of aspartame and acesulfame K in a 1:1 ratio.

Na zmianę intensywności słodkiego smaku w innego rodzaju produkcie, a mianowicie w napojach bezalkoholowych zwracano uwagę w badaniach Lehkoživovej i wsp. [7]. Wykazano, że napoje bezalkoholowe zawierające sztuczne środki słodzące

cechowały się większą intensywnością słodkiego smaku oraz dłuższym okresem jego zaniku.

Tabela 2

Wyniki konsumenckiej oceny pożądalności ciastek kruchych [pkt].  
Consumer assessment results of the desirability of cookies [scores].

Wyrób Product	Czas przechowywania [dni] Storage period [days]	Barwa Colour	Zapach Smell	Kruchość Texture	Smak Flavour	Ogólna pożądalność General desirability
C-As	0	6,91±1,28 <sup>ab</sup>	6,84±1,26 <sup>a</sup>	5,88±1,16 <sup>a</sup>	6,60±1,11 <sup>b</sup>	6,44±1,02 <sup>ab</sup>
C-AcK		7,53±1,08 <sup>ab</sup>	7,04±1,32 <sup>a</sup>	6,82±0,70 <sup>a</sup>	6,97±1,34 <sup>b</sup>	6,13±1,20 <sup>ab</sup>
As		6,72±1,08 <sup>a</sup>	7,23±1,39 <sup>a</sup>	6,18±1,10 <sup>a</sup>	4,90±1,23 <sup>a</sup>	5,64±1,68 <sup>ab</sup>
AcK		6,64±1,10 <sup>a</sup>	7,53±1,10 <sup>ab</sup>	6,84±0,68 <sup>a</sup>	5,08±1,12 <sup>a</sup>	5,38±1,19 <sup>a</sup>
As-AcK		6,97±1,21 <sup>ab</sup>	6,72±1,38 <sup>a</sup>	6,24±1,10 <sup>a</sup>	6,60±1,26 <sup>b</sup>	6,66±1,25 <sup>b</sup>
Próbka kontrolna Control		7,77±1,02 <sup>b</sup>	8,45±1,03 <sup>b</sup>	8,01±0,50 <sup>b</sup>	8,18±1,20 <sup>c</sup>	8,34±1,29 <sup>c</sup>
C-As	4	6,86±0,91 <sup>bc</sup>	5,47±1,12 <sup>a</sup>	7,88±0,76 <sup>b</sup>	6,81±1,05 <sup>bc</sup>	7,91±1,09 <sup>b</sup>
C-AcK		6,32±1,23 <sup>ab</sup>	6,28±1,20 <sup>ab</sup>	7,16±1,12 <sup>ab</sup>	6,31±0,95 <sup>b</sup>	6,95±0,78 <sup>a</sup>
As		6,08±1,27 <sup>a</sup>	6,32±1,14 <sup>ab</sup>	7,28±1,08 <sup>ab</sup>	5,46±0,85 <sup>a</sup>	7,78±1,00 <sup>b</sup>
AcK		6,48±1,19 <sup>abc</sup>	7,20±1,06 <sup>bc</sup>	7,10±0,81 <sup>a</sup>	6,50±1,18 <sup>bc</sup>	7,33±1,27 <sup>ab</sup>
As-AcK		6,41±1,03 <sup>abc</sup>	5,77±0,71 <sup>a</sup>	7,34±1,21 <sup>ab</sup>	6,94±1,09 <sup>bc</sup>	7,72±1,17 <sup>ab</sup>
Próba kontrolna Control sample		7,15±0,75 <sup>c</sup>	7,56±1,23 <sup>c</sup>	7,25±1,17 <sup>ab</sup>	7,24±1,03 <sup>c</sup>	8,13±1,03 <sup>b</sup>
C-As	8	6,79±0,86 <sup>ab</sup>	5,62±1,20 <sup>a</sup>	7,88±0,60 <sup>b</sup>	6,81±1,05 <sup>b</sup>	7,91±1,09 <sup>bc</sup>
C-AcK		6,42±1,28 <sup>ab</sup>	6,33±1,20 <sup>ab</sup>	7,10±0,70 <sup>a</sup>	6,19±1,19 <sup>ab</sup>	6,95±0,78 <sup>a</sup>
As		6,15±1,15 <sup>a</sup>	6,32±1,24 <sup>ab</sup>	7,33±1,05 <sup>ab</sup>	5,52±0,81 <sup>a</sup>	7,78±1,00 <sup>bc</sup>
AcK		6,39±1,06 <sup>ab</sup>	7,20±1,06 <sup>bc</sup>	7,11±1,01 <sup>ab</sup>	6,39±0,9 <sup>b</sup>	7,33±1,27 <sup>ab</sup>
As-AcK		6,48±1,26 <sup>ab</sup>	5,77±0,71 <sup>a</sup>	7,31±1,26 <sup>ab</sup>	6,88±1,10 <sup>b</sup>	7,72±1,16 <sup>abc</sup>
Próba kontrolna Control sample		6,92±0,66 <sup>b</sup>	7,56±1,13 <sup>c</sup>	7,44±1,10 <sup>ab</sup>	6,93±1,26 <sup>b</sup>	8,20±1,02 <sup>c</sup>

a, b, c - wartości średnie (n=3) oznaczone różnymi literami w kolumnach w tych samych kategoriach wykazują różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$ . Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1; a, b, c - mean values (n=3) denoted by various letters in the columns differ statistically significantly within the same cluster at  $p \leq 0,05$ . Other explanatory notes as in Tab. 1.

Cukier pełni w wyrobach ciastkarskich funkcję środka słodzącego wpływającego na smak i zapach, jest również składnikiem strukturotwórczym, utrzymującym wilgot-

ność, wpływającym na barwę oraz wzajemne oddziaływanie skrobi i białek w procesie wypieku. Z tego względu nie jest możliwe całkowite zastąpienie cukru w ciastach intensywnymi środkami słodzącymi, bez konieczności wprowadzenia substancji wypełniających. Możliwość wyboru substancji słodzących, z listy dozwolonych do stosowania w Polsce, pozwala na tworzenie takich wyrobów, jak: napoje, jogurty, desery, lody, słodczyce i ciasta. Niewielki asortyment ciast bez udziału cukru dostępnych na rynku powodowany jest wieloma problemami technologicznymi dotyczącymi uzyskania właściwej smakowości, tekstury i barwy charakterystycznej dla ciast z cukrem [11]. Badania innych autorów wskazują na możliwość wykorzystania acesulfamu K w koncentratkach ciast typu babka piaskowa [10, 11, 13]. W badaniach klinicznych stwierdzono, że spożycie tego typu wyrobów przez pacjentów chorych na cukrzycę nie wpłynęło na podwyższenie poziomu cukru we krwi i w moczu. Stanowią one urozmaicenie diety osób zmuszonych do ograniczenia spożycia cukru bez konieczności rezygnowania ze słodczych. Również powodzeniem zakończyły się prace nad uzyskaniem konfitur o cechach zbliżonych do konfitur niskosłodzonych przy wykorzystaniu aspartamu i acesulfamu K [16].

Tabela 3

Wartość energetyczna wyrobów ciastkarskich [kcal/kJ/100 g produktu].  
Energetic value of baked goods [kcal/kJ/100 g of product].

Próba kontrolna Control sample	C-As	C-AcK	As	AcK	As-AcK
Ciasto biszkoptowe / Sponge cake					
245,3 / 1020,4	222,5 / 925,7	222,5 / 925,7	192,2 / 799,6	192,2 / 799,6	192,2 / 799,6
Zmniejszenie wartości energetycznej w stosunku do próby kontrolnej [%] Energetic value decreased in comparison with the control sample [%]					
0	9,3	9,3	21,6	21,6	21,6
Krucze ciastka / Cookies					
404,2 / 1693,5	404,1 / 1693,1	404,1 / 1693,1	404,0 / 1692,6	404,0 / 1692,6	404,0 / 1692,6
Zmniejszenie wartości energetycznej w stosunku do próby kontrolnej [%] Energetic value decreased in comparison with the control sample [%]					
0	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06

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

Zastąpienie cukru w cieście biszkoptowym intensywnymi środkami słodzącymi pozwoliło na obniżenie wartości energetycznej od 9%, przy 50% wymianie cukru aspartamem i acesulfamem K, do około 22%, przy całkowitym zastąpieniu cukru tymi substancjami w stosunku do ciasta z cukrem (tab. 3). Z kolei zastąpienie cukru As i AcK w kruchych ciastkach nie wpłynęło na obniżenie ich wartości energetycznej, co można tłumaczyć zbyt dużym udziałem tłuszczu w recepturze tego typu wyrobów. Również w pracy Remiszewskiego i wsp. [13] wykazano niewielkie zmniejszenie wartości energetycznej babki piaskowej przy zastąpieniu cukru intensywnym środkiem

słodzącym. Dopiero ograniczenie zawartości tłuszczu, przez zastąpienie go odpowiednimi zamiennikami, pozwoliło otrzymać ciasto o obniżonej kaloryczności.

Badania przeprowadzone przez Króla [6] wykazały, że użycie samego acesulfamu K do produkcji herbatników pozwoliło uzyskać produkty o strukturze podpłomyków. Wprowadzenie fruktozy lub syropów fruktozowych poprawiło strukturę i smak wyrobów oraz obniżyło o ponad 30% ich kaloryczność.

### Wnioski

1. Spośród przebadanych wyrobów ciastkarskich, najwyższą pożądalnością charakteryzowały się ciasta, w których cukier zastąpiono aspartamem i acesulfamem K na poziomie 50%, a najniższą wyroby ciastkarskie otrzymane przy całkowitej zamianie cukru intensywnymi środkami słodzącymi. Kruche ciastka cechowały się wyższą jakością sensoryczną niż ciasto biszkoptowe.
2. Wyroby ciastkarskie z udziałem intensywnych środków słodzących po 4 dniach przechowywania cechowały się niepożądaną jakością sensoryczną w porównaniu do ich odpowiedników z cukrem.
3. Zastąpienie cukru w cieście biszkoptowym intensywnymi środkami słodzącymi pozwoliło na obniżenie wartości energetycznej o około 22%. Efektu tego nie uzyskano w przypadku kruchych ciastek.
4. Intensywne środki słodzące zastępujące cukier, takie jak aspartam i acesulfam K mogą być z powodzeniem stosowane w wyrobach ciastkarskich, co pozwoli na zwiększenie asortymentu wyrobów bez udziału cukru, przeznaczonych głównie dla diabetyków oraz osób z nadwagą.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Bogacz A., Lewczuk A.: Intensywne substancje słodzące - szansa dla polskiego producenta i konsumenta (1). *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2002, **4**, 15-16.
- [2] Bogacz A.: Intensywne substancje słodzące - szansa dla polskiego producenta i konsumenta (5). *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2002, **9**, 19-20.
- [3] Chapello W.J.: The use of sucralose in baked goods and mixes. *Cereal Foods World*, 1998, **43 (9)**, 716-718.
- [4] Dojutrek Cz., Pietrzyk A.: *Ciastkarstwo*. Wyd. WSiP, Warszawa 2000.
- [5] Kolanowski W., Waszkiewicz-Robak B.: Taumatyna - nowa substancja intensywnie słodząca na polskim rynku. *Przem. Spoż.*, 1998, **3**, 8-11.
- [6] Król B.: Nowe środki słodzące do produkcji żywności o obniżonej kaloryczności. *Przeł. Piek. Cuk.*, 1994, **8**, 31-32.


- [7] Lehkoživová J., Karovičová J., Kohajdová Z., Suchan M., Šimonová I.: Isotachophoretic analysis of the artificial sweeteners and time-intensity sweetness evaluation of soft drinks. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **3 (48)**, 76-85.
- [8] Okolska G., Wierzejska R.: Znaczenie środków słodzących w żywieniu człowieka. *Przem. Spoż.*, 1995, **7**, 244-246.
- [9] Olinger P.M., Velasco V.S.: Opportunities and advantages of sugar replacement. *Cereal Foods World*, 1996, **41 (3)**, 110-117.
- [10] Orzechowska A., Błasińska I., Jeżewska M.: Możliwości wykorzystania substancji słodzących zastępujących cukier w koncentratów ciast w proszku. *Biul. Inf. Przem. Konc. Spoż.*, 1996, **36 (4)**, 8-13.
- [11] Orzechowska A., Błasińska I., Jeżewska M.: Badania jakości i akceptacji konsumenckiej ciast otrzymanych z koncentratów w proszku z udziałem zamienników cukru. *Biul. Inf. Przem. Konc. Spoż.*, 1997, **37 (3)**, 7-11.
- [12] Owczarek L., Jasińska U., Mączyńska D., Zdzieniecka D.: Acesulfam K oraz walory kompozycji słodzącej z jego udziałem w zastosowaniu do soków przecierowych i napojów. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 1996, **5**, 24-25.
- [13] Remiszewski M., Jeżewska M., Błasińska I.: Bezcukrowe koncentraty ciast. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2003, **4**, 18-19.
- [14] Szostak W., Sekuła W.: Rola prawidłowego żywienia w profilaktyce chorób cywilizacyjnych - pod red. J. Rzepki. Wyd. AWF, Katowice 1991, s. 39-49.
- [15] Teschner H.J., Lotz A., Adamowicz M.: Sunett - nowy środek słodzący. *Przem. Spoż.*, 1994, **7**, 212-216.
- [16] Woźnica A., Jarczyk A.: Próby otrzymania konfitur bez dodatku sacharozy z zastosowaniem aspartamu i acesulfamu K. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2004, **11**, 18-21.

## THE USE OF SWEETENING SUBSTANCES IN BAKED GOODS

### Summary

In the paper, the possibility of using intensively sweetening substances, e.g. aspartame (AS) and acesulfame K (AcK) in baked goods was estimated. Those substances replaced sugar according to the following scheme: aspartame replaced sugar at a level of 50% (C-As); acesulfame K replaced sugar at a level of 50% (C-AcK); aspartame (As) and acesulfame K (AcK) replaced sugar in a 1:1 ratio; and a mixture of aspartame and acesulfame K replaced the total amount of sugar in a 1:1 ratio (As-AcK). The desirability of the baked goods prepared was evaluated using a consumer method.

It was shown that the application of intensively sweetening substances to replace sugar impacted the sensory quality of baked goods in different ways. When comparing the baked goods with the control samples, the sponge cake with acesulfame K replacing sugar at a level of 50% showed better sensory properties, and, as for the cookies, the mixture of aspartame and acesulfame K had a favourable effect on their quality.

**Key words:** sugar replacers, aspartame, acesulfam K, baked goods, consumer assessment of the product's desirability 



ALICJA KAWKA, PAULINA RAUSCH, JAROSŁAW ŚWIERCZYŃSKI

## MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA KULTUR STARTEROWYCH DO PRODUKCJI PIECZYWA PSZENNO-JĘCZMIENNEGO

### Streszczenie

Celem pracy była ocena jakości ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych. W serii wypieków laboratoryjnych produkowano ciasta z: 30, 40, 50% udziałem mąki jęczmiennej i odpowiednio z 5 lub 10% dodatkiem glutenu witalnego, na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu liofilizowanych kultur starterowych LV1 i LV2.

Stwierdzono, że dodatek całościarnowej mąki jęczmiennej wprowadzonej do ciasta w postaci ukwaszonej przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2 wpływał na zwiększenie wydajności ciasta, kwasowości faz oraz skrócenie czasu fermentacji kęsów ciasta pszenno-jęczmiennego. Procentowy udział ukwaszonej, przy użyciu kultur starterowych, całościarnowej mąki jęczmiennej w masie ciasta oraz rodzaj starterów powodowały zróżnicowanie cech jakościowych pieczywa. Pieczywo z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, otrzymane na zakwasach fermentowanych przy użyciu kultury starterowej LV2, cechowało się większą objętością, dobrą elastycznością miękiszu, mniejszą kwasowością oraz wyższą jakością sensoryczną niż pieczywo uzyskane na zakwasach z kulturą starterową LV1.

Dodatek 5 i 10% glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego, uzyskanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 i LV2, przyczynił się do poprawy jakości ciasta i pieczywa. Wzrost poziomu dodatku glutenu w masie ciasta powodował zwiększenie wydajności ciasta, zmniejszenie jego kwasowości oraz zwiększenie objętości i poprawę cech sensorycznych pieczywa, w porównaniu z próbkami bez dodatku tego składnika.

Wykazano, że kultury LV2 można zastosować jako starter fermentacji do produkcji wartościowego pod względem żywieniowym pieczywa pszenno-jęczmiennego, przy czym uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

**Słowa kluczowe:** całościarnowa mąka jęczmienna, kultury starterowe, gluten witalny, jakość pieczywa pszenno-jęczmiennego

## Wprowadzenie

Współcześnie jęczmień, podobnie jak owies, uznany za roślinę zbożową XXI w., stanowi wartościowy produkt żywnościowy, a jego udział w codziennej diecie może być ważnym czynnikiem stanu zdrowia. Zboże to, w porównaniu z pszenicą lub żytem, różni się istotnie składem chemicznym i wartością fizjologiczno-żywnościową.

Jęczmień i jego produkty są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, nieskrobiowych polisacharydów, w szczególności  $\beta$ -glukanów i pentozanów, tokoferoli, tokotrienoli, witamin grupy B, składników mineralnych [4, 17]. Wykazano, że substancje rozpuszczalne błonnika pokarmowego występujące w ziarnie jęczmienia korzystnie oddziałują na układ pokarmowy, wskaźnik glikemiczny i gospodarkę lipidową w organizmie człowieka. Wysoką reaktywność frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w regulacji zaburzeń gospodarki lipidowej przypisuje się działaniu  $\beta$ -glukanów, a także pentozanom [4, 8, 17, 20, 22]. Przypuszczalnie inne składniki chemiczne, takie jak: białka, polifenole oraz związki rozpuszczalne w tłuszczach mogą mieć także działanie hipocholesterolemiczne [22].

Produkty przetwarzania tego zboża, bogate w białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki, sole mineralne i witaminy, stanowią wartościowy surowiec do produkcji żywności, w tym nowych rodzajów pieczywa, które można zaliczyć do grupy pieczywa profilaktycznego [4, 8, 9, 11, 15, 16, 23].

Zastosowanie produktów jęczmiennych jako surowca do produkcji pieczywa wymaga zmodyfikowania tradycyjnych receptur, pod względem rodzaju i ilości poszczególnych składników oraz samego procesu technologicznego. Rodzaj produktu jęczmiennego, sposób wprowadzania go do ciasta i jego procentowy udział w masie, a także metoda prowadzenia ciasta wpływają na zróżnicowanie wskaźników jakościowych ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego. Obserwowano zmiany wydajności i kwasowości ciasta, objętości takiego pieczywa, jego kwasowości i wilgotności, struktury miękiszu, jego smaku i zapachu [8, 10, 12, 16, 18, 23].

W piekarstwie, do wytwarzania zakwasów chlebowych używanych w produkcji pieczywa żytniego, mieszanego i pszennego stosuje się m.in. różne piekarskie środki biotechnologiczne np. startery fermentacji, suche zakwasy itp. [1, 26, 29, 30]. Na uwagę zasługują kultury starterowe, zawierające odpowiednio skojarzone żywe szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży. Stosowanie ich do produkcji piekarskiej zapewnia uzyskanie pieczywa o gwarantowanej jakości, pozwala zwiększyć asortyment pieczywa specjalnego, stwarza też ważne, z punktu widzenia konsumenta, korzyści prozdrowotne [3, 26, 32].

Celem niniejszej pracy była ocena jakości ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego otrzymanego na zakwasach jęczmiennych, fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych. Oceniono też wpływ dodatku glutenu witalnego na cechy jakościowe pieczywa uzyskanego powyższą metodą.

### **Material i metody badań**

Materiał doświadczalny stanowiły: handlowa mąka pszenna typu 500, laboratoryjna całościarna mąka jęczmienna, gluten witalny oraz kultury starterowe LV1 i LV2.

Handlową mąkę pszenną typu 500 i obłuszczone ziarno jęczmienia, jako surowiec do uzyskania całościarnej mąki jęczmiennej, otrzymano z Zakładów Zbożowo-Młynarskich w Kruszwicy. Kultury starterowe LV1 i LV2 otrzymano z przedsiębiorstwa Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi. Gluten witalny, o nazwie handlowej Vitalor, zakupiono w firmie Hortimex Sp. z o.o. Zakład Pracy Chronionej w Koninie.

Całościarną mąkę jęczmienną otrzymano w wyniku wielokrotnego rozdrabniania obłuszczonego ziarna jęczmienia w laboratoryjnym młynie tarczowo-młotkowym Rekord i przesiewania mlewa przez sita o średnicy oczek 1,0 mm.

Charakterystykę technologiczną i chemiczną surowców stosowanych w doświadczeniach (tab. 1) wykonano uwzględniając oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka ogółem, przy użyciu aparatu Kjeltac,  $\beta$ -glukanów ogółem (metodą enzymatyczną) [6], lipidów [31], błonnika pokarmowego według metody Asp i wsp. [2], przy użyciu aparatu Fibertec System E, ilości i jakości glutenu [28], liczby opadania [27], kwasowości [7] oraz przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny z mąki pszennej [7].

W serii wypieków laboratoryjnych sporządzano ciasta pszenno-jęczmienne, w których zmniejszano udział mąki pszennej wprowadzając ukwaszoną całościarną mąkę jęczmienną w ilości 30, 40 i 50% ogólnej masy mąki. Zastosowano też 5 i 10% dodatek glutenu witalnego przy wytwarzaniu powyższych ciast. Ciasta pszenno-jęczmienne, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, przygotowywano na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2. W obu przypadkach były to liofilizowane kultury mieszane, zawierające bakterie kwasu mlekowego i drożdże, przy czym kultury LV1 zawierały więcej drożdży, a w kulturach LV2 przeważały bakterie kwasu mlekowego [informacje z firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi].

W celu ustalenia optymalnych warunków prowadzenia zakwasów jęczmiennych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2, wykonano wstępnie doświadczenia, w których różnicowano ich wydajność (180, 200 i 220%) i czas fermentacji (16, 20 i 24 godz.). We wszystkich próbkach dokonywano oznaczeń kwasowości [24]. Uwzględniając wyniki wstępnych doświadczeń, w dalszych badaniach zakwasy jęczmienne przygotowywano przy użyciu:

- kultury starterowej LV1 o wydajności 220% i czasie fermentacji 16 godz.,
- kultury starterowej LV2 o wydajności 190% i czasie fermentacji 20 godz.

Przy sporządzaniu zakwasów jęczmiennych stosowano kultury starterowe w ilości 0,5% w stosunku do masy całościarnej mąki jęczmiennej (30, 40, 50%), sól,

w postaci roztworu i wodę w ilości niezbędnej do uzyskania wydajności zakwasu 220 lub 190% odpowiednio z zastosowaniem kultur starterowych LV1 lub LV2. Po przeprowadzeniu dokładnego mieszenia, zakwasy jęczmienne poddawano fermentacji w cieplarni ( $t = 30^{\circ}\text{C}$ ) w ciągu 16 (z LV1) lub 20 godz. (z LV2).

Ciasta pszenno-jęczmienne bez dodatku lub z 5 i 10% dodatkiem glutenu witalnego sporządzano z mąki pszennej typu 500, całościarnowej mąki jęczmiennej wprowadzanej w postaci zakwasu jęczmiennego, drożdży, soli i wody, w miazarce szybkoobrotowej Stephan UMTA 10, stosując czas mieszenia 60 s. Masę ciasta, po wstępnej fermentacji w komorze fermentacyjnej ( $t = 35^{\circ}\text{C}$ , wilgotność względna 75%, czas fermentacji 30 min), dzielono i formowano. Następnie uformowane kęsy ciasta umieszczano w foremkach i poddawano końcowej fermentacji, w warunkach jak podano wyżej. Kęsy ciasta, po uzyskaniu pełnej dojrzałości biologicznej, wypiekano w piecu laboratoryjnym w temp.  $200^{\circ}\text{C}$ . Wypiek laboratoryjny próbek prowadzono przy 7% ubytku wypiekowym.

We wszystkich próbkach ciasta, po wstępnej fermentacji, oznaczano kwasowość zgodnie z PN-A-74100:1992 [24].

Charakterystykę jakościową pieczywa wykonano po 24 godz. od wypieku, uwzględniając oznaczenia: objętości pieczywa, wilgotności, kwasowości jego miększu według PN-A-74108:1996 [24] oraz przeprowadzono ocenę sensoryczną według skali punktowej 1-10 [11], porowatości miększu według tablic Dallmanna [7].

Powyższe analizy wykonano w trzech równoległych powtórzeniach, a wyniki badań przedstawione w tabelach i na wykresach stanowią ich wartości średnie.

## Wyniki i dyskusja

W badaniach użyto handlowej mąki pszennej typu 500 o średniej wartości wypiekowej oraz całościarnowej mąki jęczmiennej zawierającej więcej składników mineralnych, lipidów, błonnika pokarmowego i jego składników niż mąka pszenna (tab. 1).

Różnice w składzie chemicznym obu rodzajów mąk są spowodowane rodzajem surowca użytego do przemiału, jak i warunkami procesu przemiału.

W tab. 2. przedstawiono charakterystykę parametrów technologicznych prowadzenia ciasta pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, przygotowanego na zakwasach jęczmiennych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2.

Wydajność ciasta z 30–50% udziałem ukwaszonej całościarnowej mąki jęczmiennej, wahała się w granicach 159,1–167,4%, przy czym wyższe jej wartości wystąpiły w próbkach z większym udziałem ukwaszonej mąki jęczmiennej w masie ciasta (tab. 2). Wartości kwasowości zakwasów jęczmiennych mieściły się w granicach 7,0–7,5° kw. i były większe w odniesieniu do zakwasów fermentowanych przy użyciu kultury starterowej LV1. Podobna tendencja wystąpiła w przypadku kwasowości ciasta pszen-

no-jęczmiennego. Przepuszczalnie, zróżnicowanie wartości kwasowości faz, przy stosowaniu tych samych kultur starterowych, może być związane z zawartością składników mineralnych, białka, nieskrobiowych polisacharydów w całościarnowej mące jęczmiennej oraz jej ilością w fazie, a w niewielkim stopniu z rodzajem stosowanych kultur starterowych.

Tabela 1

Charakterystyka technologiczna i chemiczna mąki pszennej (MP), całościarnowej mąki jęczmiennej (CMJ) i glutenu witalnego (GW).

Technological and chemical profiles of wheat flour (WF), whole barley flour (WBF) and vital gluten (VG)

Wskaźniki Indices	MP typu 500 WF type 500	CMJ WBF	GW VG
Wilgotność [%] Moisture [%]	13,5	12,3	6,3
Zawartość popiołu [% s.m.] Ash content [% d.m.]	0,49	1,49	-
Zawartość białka [% s.m.] Protein content [% d.m.]	12,7*	12,5**	85,0*
Zawartość lipidów [% s.m.] Lipids content [% d.m.]	1,42	2,66	1,42
Zawartość błonnika pokarmowego [% s.m.] Dietary fibre content [% d.m.]			
• nierozpuszczalnego / insoluble dietary fibre	2,0	12,0	-
• rozpuszczalnego / soluble dietary fibre	1,9	5,1	
• ogółem / total dietary fibre	3,9	17,1	
Zawartość $\beta$ -glukanów [% s.m.] $\beta$ -glucans content [% d.m.]	0,2	4,7	-
Gluten / Gluten			
• wydajność glutenu mokrego / wet gluten yield [%]	28	-	-
• rozptywalność glutenu / gluten spreadability [mm]	6	-	
• liczba glutenowa / gluten number	45	-	
Liczba opadania [s] Falling Number [s]	339	445	-
Kwasowość [stopnie] Acidity [degree]	2,2	4,4	-
Objętość pieczywa [cm <sup>3</sup> /100 g mąki] Bread volume [cm <sup>3</sup> /100 g of flour]	450	-	-
Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [score]	90	-	-
Liczba wartości pieczywa [punkty] Bread value number [score]	128	-	-

\*MP, GW: N x 5,7. \*\*CMJ: N x 6,25. \*WF, VG: N x 5,7. \*\* WBF: N x 6,25

Tabela 2

Parametry technologiczne prowadzenia ciasta pszenno-jęczmiennego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych.

Technological parameters of wheat-barley dough prepared with barley sour doughs fermented by starter cultures.

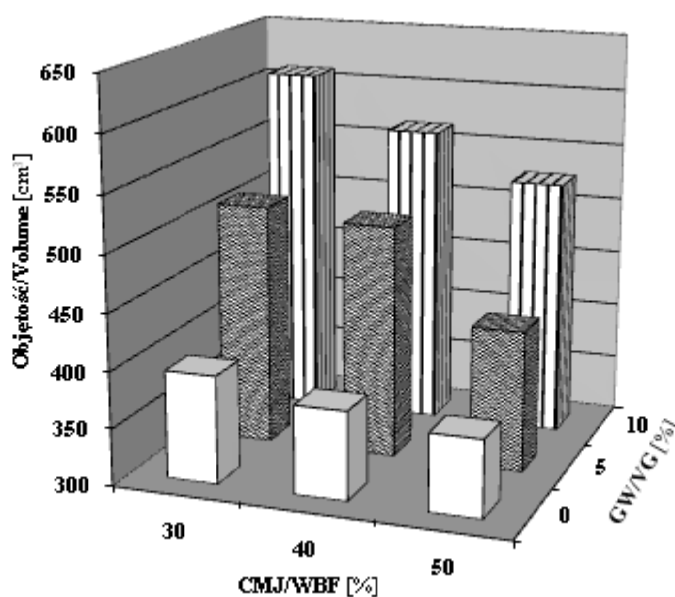
Ciasto pszenno-jęczmienne Wheat-barley dough	Dodatek glutenu witalnego Vital gluten addition [%]	Wydajność ciasta Dough yield [%]	Kwasowość faz [stopnie] Acidity of stages [degree]		Czas fermentacji Fermentation time [min]	
			Zakwas Sour dough	Ciasto Dough	Ciasto Dough	Kęsy ciasta Dough pieces
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV1 / Barley sour doughs fermented by LV1 starter culture						
30% CMJ*	0	159,1	7,0	3,2	30	49
	5	166,2	7,2	3,2	30	61
	10	174,0	7,1	3,0	30	60
40% CMJ*	0	166,7	7,3	4,1	30	49
	5	171,2	7,2	3,5	30	58
	10	176,4	7,2	3,6	30	60
50% CMJ*	0	167,4	7,5	5,2	30	44
	5	173,1	7,5	5,0	30	61
	10	181,4	7,5	4,3	30	60
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 / Barley sour doughs fermented by LV2 starter culture						
30% CMJ*	0	159,1	7,0	3,0	30	50
	5	166,2	7,0	2,9	30	56
	10	174,0	7,0	3,0	30	56
40% CMJ*	0	166,7	7,1	3,6	30	52
	5	171,2	7,0	3,4	30	56
	10	176,4	7,0	3,2	30	60
50% CMJ*	0	167,4	7,2	4,7	30	48
	5	173,1	7,2	4,4	30	59
	10	181,4	7,0	4,0	30	60

\*Procent całościarnowej mąki jęczmiennej w zakwasie i cieście / Percent of the whole barley flour in sour dough and dough.

Marklinder i wsp. [19] podają, że zawartość składników mineralnych i białka w mące jęczmiennej z różnych odmian jęczmienia ma istotny wpływ na kwasowość ciasta jęczmiennego. Fakt ten pozostaje w zgodności z wynikami badań Salovaary i Valjakka [29] dotyczącymi pieczywa uzyskanego na zakwasach pszennych.

W badaniach własnych wykazano, że dodatek glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego wytwarzanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultur starterowych LV1 i LV2 wpływał na zmianę wydajności ciasta, jego kwasowość oraz czas końcowej fermentacji kęsów ciasta (tab. 2). Dodatek glutenu witalnego w ilości 5 i 10%, w stosunku do masy mieszanki mąki, wpływał na zwiększenie wydajności ciasta z 30, 40 oraz 50% udziałem całościarnowej mąki jęcz-

mniejszej odpowiednio o: 7,1 i 14,9%; 4,5 i 9,7% oraz 5,7 i 14%, w porównaniu z ciastem bez dodatku. Wartość kwasowości ciasta pszenno-jęczmiennego, zarówno bez dodatku, jak i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu LV1 była większa niż próbek z LV2. Czas fermentacji kęsów ciasta pszenno-jęczmiennego z dodatkiem glutenu witalnego wyraźnie wydłużył się w porównaniu z próbkami bez dodatku. Uzyskane rezultaty potwierdzają sugestie innych autorów [12, 13, 14], że rodzaj produktu jęczmiennego, warunki przygotowania ciasta oraz poziom dodatku technologicznego wywierają wyraźny wpływ na jakość ciasta i chleba pszenno-jęczmiennego.



Rys. 1. Objętość pieczywa z 30-50% udziałem całościowej mąki Jęczmiennej (CMJ) i dodatkiem glutenu witalnego (GW) otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturą starterową LV1.

Fig. 1. Loaf volume of bread with 30-50% of the whole barley flour (WBF) and with the addition of vital gluten (VG) produced with barley sour doughs made with LV1 starter culture.

Charakterystykę jakościową pieczywa pszenno-jęczmiennego, bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultur starterowych, przedstawiono w tab. 3., na rys. 1, 2 i fot. 1, 2. Objętość i wartość współczynnika objętości pieczywa z 30-50% udziałem całościowej mąki jęczmiennej uzyskanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV1 były mniejsze niż próbek otrzymanych na zakwasach z kulturą starterową LV2 (tab. 3; rys. 1, 2). Wartości obu powyższych wskaźników zmniejszały się przy zwiększaniu udziału ukwaszonej mąki jęczmiennej

Tabela 3

Charakterystyka jakościowa pieczywa pszenno-jęczmiennego.  
Quality profile of wheat-barley breads.

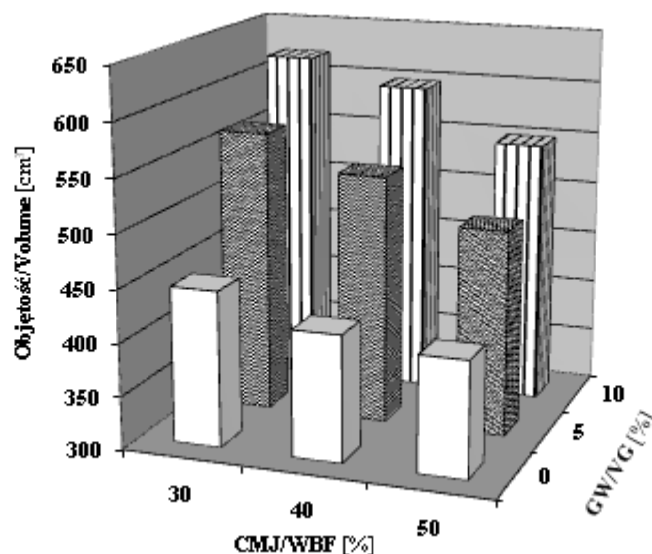
Ciasto pszenno-jęczmienne Wheat-barley dough	Dodatek glutenu witalnego Vital gluten addition [%]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]	Współczynnik objętości [punkty] Volume index [score]	Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [score]	Wilgotność mączki Crumb moisture [%]	Kwasowość mączki Crumb acidity [°]	Ocena sensoryczna** [punkty] Sensory evaluations*** [score]
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV1 Barley sour doughs fermented by LV1 starter culture							
30% CMJ*	0	142	95	100	44,4 ± 0,06	2,8 ± 0,05	9,4
	5	147	156	100	45,5 ± 0,05	3,2 ± 0,03	9,6
	10	154	205	95	46,5 ± 0,08	2,9 ± 0,04	9,9
40% CMJ*	0	148	78	100	46,8 ± 0,08	3,8 ± 0,03	9,6
	5	152	152	95	47,0 ± 0,09	3,4 ± 0,03	9,6
	10	157	182	95	47,0 ± 0,11	3,4 ± 0,04	9,3
50% CMJ*	0	148	68	100	47,4 ± 0,08	4,5 ± 0,05	9,4
	5	154	112	95	47,3 ± 0,20	4,5 ± 0,05	9,4
	10	161	163	95	47,5 ± 0,16	4,4 ± 0,01	9,5
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 Barley sour doughs fermented by LV2 starter culture							
30% CMJ*	0	141	123	100	44,6 ± 0,15	2,5 ± 0,04	9,6
	5	146	183	95	45,4 ± 0,18	2,7 ± 0,01	9,6
	10	154	210	100	46,2 ± 0,30	2,4 ± 0,11	9,8
40% CMJ*	0	148	109	95	45,4 ± 0,06	2,9 ± 0,01	9,7
	5	152	167	95	47,4 ± 0,10	2,9 ± 0,04	9,6
	10	157	198	95	46,9 ± 0,16	2,8 ± 0,04	9,8
50% CMJ*	0	147	104	100	47,3 ± 0,06	3,9 ± 0,03	9,5
	5	154	147	95	47,1 ± 0,06	4,2 ± 0,02	9,7
	10	161	174	95	47,7 ± 0,14	3,8 ± 0,06	9,8

\*Procent całościowej mąki jęczmiennej w cieście / Percent content of whole barley flour in dough.

\*\*Według skali 1-10 punktów: wygląd zewnętrzny - 1 punkt; wygląd wewnętrzny - 9 punktów (barwa, porowatość - 5 punktów; smak i zapach - 4 punkty) / According to 1-10 points scale: external appearance - 1 point; internal appearance - 9 points (colour, grain of crumb - 5 points; flavour - 4 points).



w pieczywie. Wartości współczynnika porowatości miękiszu badanych próbek pieczywa utrzymywały się na poziomie 95-100 punktów. Zaobserwowano, że pieczywo pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z LV2 cechowało się większą objętością, nieznacznie zwiększoną wilgotnością, ale mniejszą kwasowością w porównaniu z próbkami fermentowanymi z LV1 (tab. 3).



Rys. 2. Objętość pieczywa z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej (CMJ) i dodatkiem glutenu witalnego (GW) otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturą starterową LV2.

Fig. 2. Loaf volume of bread with 30-50% of the whole barley flour (WBF) and with the addition of vital gluten (VG) produced with barley sour doughs made with LV2 starter culture.

W cieście pszenno-jęczmiennym zmiany zachodzące w układzie białkowym i sacharydowym oraz obecność w nim nieskrobiowych polisacharydów wywierają wpływ na zdolność do zatrzymywania i wytwarzania gazów oraz na jakość ciasta i pieczywa [25].

Całościarnowa mąka jęczmienna, podobnie jak inne produkty jęczmienne, w masie ciasta pszenno-jęczmiennego przyczynia się do osłabienia właściwości lepkosprężystych glutenu, a tym samym zmniejszenia zdolności do zatrzymywania gazów. Przypuszczalnie efekt ten jest związany ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego, a zmniejszaniem się ilości frakcji prolamin lub interakcji niekorzystnie oddziałujących na zdolność zatrzymywania gazów [8, 12].

Przy 5 i 10% dodatku glutenu witalnego nastąpiło wyraźne zwiększenie objętości pieczywa pszenno-jęczmiennego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 i LV2 (tab. 3; rys. 1, 2). Większą jednak objętością cechowało

się pieczywo z dodatkiem glutenu witalnego uzyskane na zakwasach z LV2 niż z LV1. Podobne tendencje wystąpiły w odniesieniu do wartości współczynnika objętości. Natomiast wartości współczynnika porowatości miękiszu pieczywa pszenno-jęczmiennego były zbliżone do tego współczynnika w pieczywie bez dodatku. Wilgotność i kwasowość próbek z dodatkiem glutenu witalnego były nieznacznie zróżnicowane, w porównaniu z próbkami bez dodatku (tab. 3).

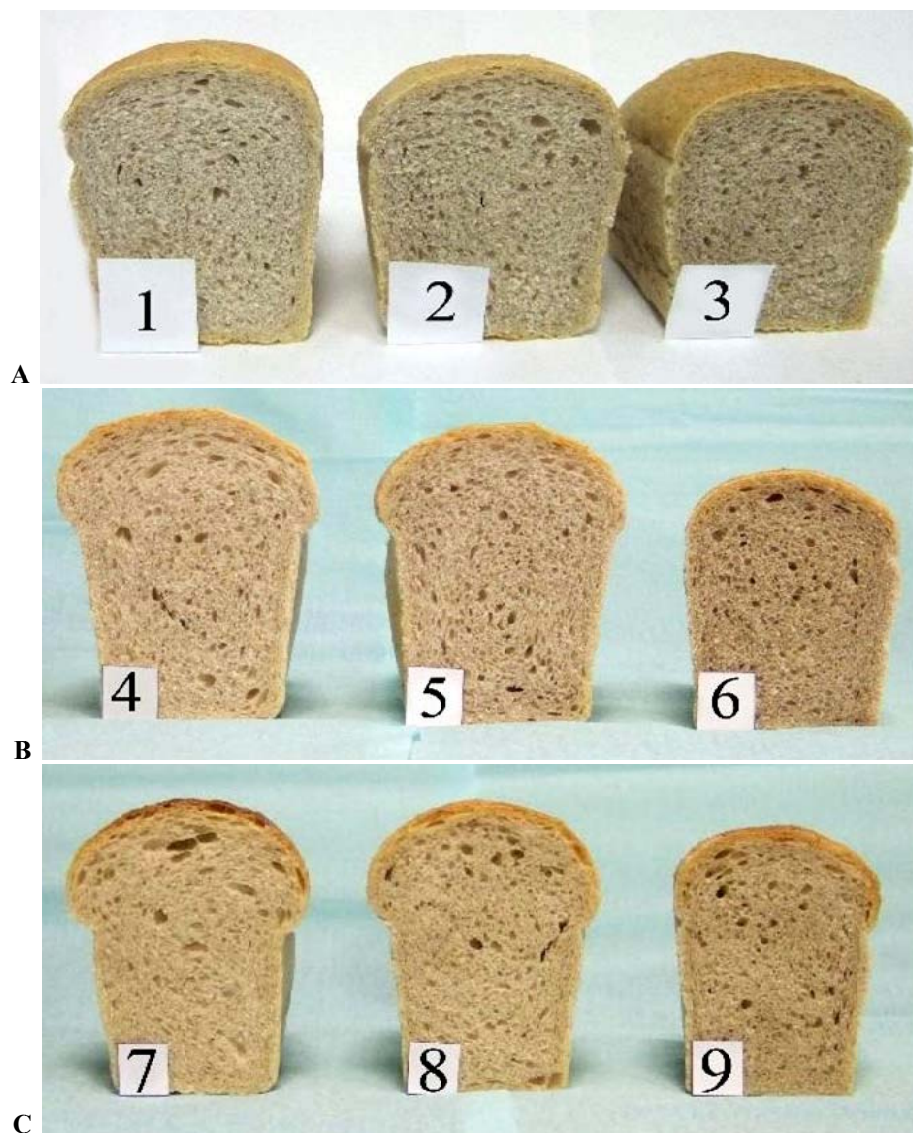
Ogólna ocena sensoryczna pieczywa pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego, otrzymanego na zakwasach jęczmiennych z kulturami starterowymi LV1 lub LV2, była zróżnicowana (tab. 3; fot. 1, 2). Wyższe noty uzyskało pieczywo bez dodatku, otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z kulturą starterową LV2 niż z LV1. Miękiśz tego rodzaju pieczywa, o jasnoszarej barwie, cechował się dość równomierną porowatością, przyjemnym lekko kwaśnym zapachem i smakiem. Walory smakowo-zapachowe tego pieczywa były zbliżone do typowego pieczywa żytnio-pszennego (fot. 1, 2).

Dodatek glutenu witalnego do ciasta pszenno-jęczmiennego produkowanego na zakwasach jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2 przyczynił się do poprawy jakości sensorycznej pieczywa (tab. 3; fot. 1, 2). Przy 10% dodatku glutenu witalnego tylko pieczywo z 30% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, otrzymane na kwasach jęczmiennych z LV1, uzyskało 9,9 pkt. Wszystkie natomiast próbki pieczywa pszenno-jęczmiennego z 10% dodatkiem glutenu, uzyskane na kwasach jęczmiennych z LV2, zostały ocenione na 9,8 pkt. Niższe noty punktowe w pozostałych próbkach pieczywa pszenno-jęczmiennego bez dodatku i z dodatkiem glutenu witalnego wynikały ze zmian we właściwościach miękiszu, takich jak: porowatość, elastyczność, a także smak i zapach.

Z przeprowadzonych badań wynika, że kulturę starterową LV2 można zastosować do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego, wartościowego pod względem żywieniowym. Uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

Z punktu widzenia potrzeb konsumentów, pieczywo o zwiększonej zawartości całościarnowej mąki jęczmiennej byłoby szczególnie pożądane w przypadku określonych wymagań żywieniowych uzasadnionych np. stanem zdrowia. Zwiększenie udziału produktów jęczmiennych w pieczywie istotnie zmienia jego skład chemiczny, a także wartość odżywczą i energetyczną [8, 10, 16].

Producenci pieczywa, mając na względzie dobro konsumentów, powinni stosować naturalne surowce o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej oraz kultury starterowe fermentacji do produkcji nowych rodzajów pieczywa specjalnego.

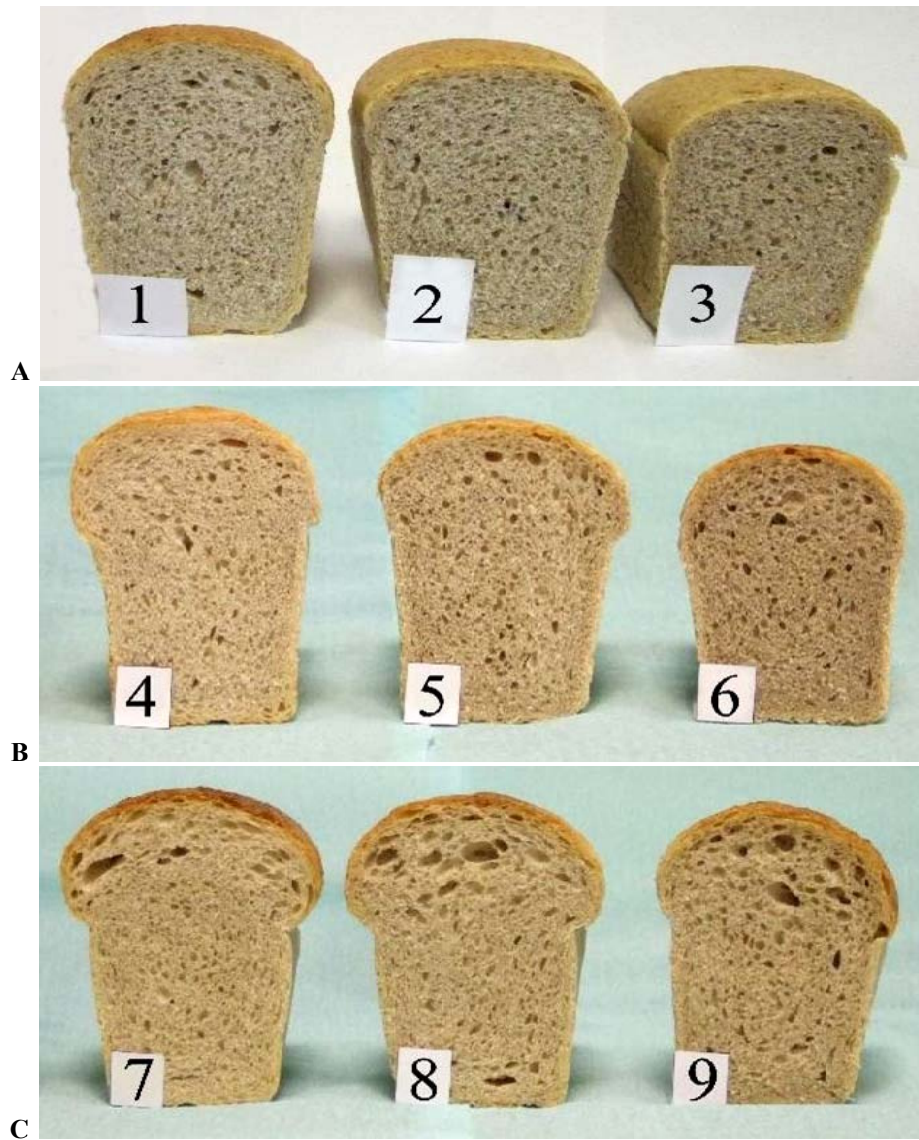


Fot. 1. Pieczywo pszenno-jęczmieniane otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV1.

1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, 4, 5, 6 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 5% dodatkiem glutenu witalnego, 7, 8, 9 – odpowiednio z 30, 40, 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 10% dodatkiem glutenu witalnego.

Phot. 1. Wheat-barley bread produced with barley sour doughs fermented by LV1 starter culture.

1, 2, 3 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour, respectively, 4, 5, 6 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 5% addition of vital gluten, respectively, 7, 8, 9 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 10% addition of vital gluten, respectively.



Fot. 2. Pieczywo pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach jęczmiennych fermentowanych z zastosowaniem kultury starterowej LV2.

1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej, 4, 5, 6 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 5% dodatkiem glutenu witalnego, 7, 8, 9 – odpowiednio z 30, 40 i 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej i 10% dodatkiem glutenu witalnego.

Phot. 2. Wheat-barley bread produced with barley sour doughs fermented by LV2 starter culture.

1, 2, 3 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour, respectively, 4, 5, 6 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 5% addition of vital gluten, respectively, 7, 8, 9 – with 30, 40 i 50% of the whole barley flour and 10% addition of vital gluten, respectively

## Wnioski

1. Udział ukwaszonej całościarnowej mąki jęczmiennej w masie ciasta, kultury starterowe stosowane do fermentacji zakwasów jęczmiennych oraz gluten witalny wpływają na zróżnicowanie cech ciasta i pieczywa.
2. Zwiększenie udziału całościarnowej mąki jęczmiennej, ukwaszonej przy użyciu kultur starterowych LV1 lub LV2, w masie ciasta przyczynia się do zwiększenia wydajności i kwasowości ciasta pszenno-jęczmiennego.
3. Kultura starterowa LV2 stosowana do produkcji pieczywa z 30-50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wpływa korzystniej na jego cechy jakościowe niż kultura starterowa LV1.
4. Dodatek glutenu witalnego w ilości 5 lub 10% polepsza jakość ciasta i pieczywa pszenno-jęczmiennego uzyskanego na zakwasach jęczmiennych, fermentowanych przy użyciu obu rodzajów kultur starterowych.
5. Kulturę starterową LV2 można zastosować do produkcji wartościowego, pod względem żywieniowym, pieczywa pszenno-jęczmiennego. Uzyskanie dobrej jakości pieczywa z 50% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej wymaga zastosowania 10% dodatku glutenu witalnego.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura

- [1] Arendt E.K., Ryan L.A.M., Dal Bello F.: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol.*, 2007, **24**, 165-174.
- [2] Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H., Siljestrom M.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Chem.*, 1983, **31**, 476-482.
- [3] Diowksz A.: Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 2-6.
- [4] Gąsiorowski H. (red.): Jęczmień - chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1997.
- [5] Hashimoto S., Shorgen M.D., Pomeranz Y.: Cereal pentosans: their estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chem.*, 1987, **64**, 30-34.
- [6] ICC - Standards Methods. ICC-Methods, Vienna 1998.
- [7] Jakubczyk T., Haber T. (red.): Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW – AR, Warszawa 1981.
- [8] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, 2004, **342**, 1-78.
- [9] Kawka A.: Jęczmień jako surowiec w produkcji piekarskiej. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 6-9.
- [10] Kawka A.: Jakość i skład chemiczny pieczywa z udziałem wysokobłonnikowego produktu jęczmiennego. *Bromat. Chemia Toksykol.*, 2005, **38**, 147-152.

- [11] Kawka A., Liczbańska A. Łapa J.: Wpływ całościarnowej mąki jęczmiennej i wybranych dodatków technologicznych na jakość pieczywa pszenno-jęczmiennego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **12**, (2), 33-46.
- [12] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *Electr. J. Pol. Agric. Univ. Food Sci. Techn.*, 1999, **2**, 1-8.
- [13] Kawka A., Nyk Z.: Wpływ wybranych dodatków technologicznych na cechy ciasta i jakość chleba pszenno-jęczmiennego. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2001, **49**: 8-11.
- [14] Kawka A., Wład B.: Wpływ glutenu witalnego i stearylo-2- mleczanu sodu na cechy ciasta i jakość chleba pszenno- jęczmiennego. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 1999, **47**, 6-7.
- [15] Klameczyński A.P., Czuchajowska Z.: Quality of flours from waxy and nonwaxy barley for production of baked products. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 530-535.
- [16] Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M. M., Sayre R.N.: Effect of  $\beta$ -glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta. *Cereal Foods World* 1997, **42**, 94-99.
- [17] MacGregor A.W., Bhatti R.S. (red.): *Barley: Chemistry and Technology*. AACC, St. Paul, MN, USA 1993.
- [18] Marklinder I., Johansson L.: Sour dough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1 $\rightarrow$ 3), ((1 $\rightarrow$ 4)  $\beta$ -D-glucans. *Food Microbiol.*, 1995, **12**, 363-371.
- [19] Marklinder I., Johansson L., Haglund A., Nagel-Held B., Seibel W.: Effects of flours from different barley varieties on barley sour dough bread. *Food Quality and Preference* 1996, **7**, 275-284.
- [20] Mougiakos C., Dylewicz P., Kawka A., Gąsiorowski H., Jezierska M.: Wpływ wysokobłonnikowego produktu z jęczmienia na profil lipidowy u pacjentów z hypercholesterolemią po zawale serca. *Czynniki Ryzyka* 1999, **23**, 49-52.
- [21] Nagel-Held A.: Herstellung ernährungsphysiologisch wertvoller Fraktion aus Gerste und deren Verarbeitung in Backwaren. Technische Universität Berlin 1995.
- [22] Newman C.W., Newman R.K.: Nutritional aspects of barley as a food grain. *Book of ICC/SCF International Symposium*, Uppsala, Sweden 1992, s. 134-138.
- [23] Newman, R.K., Ore K.C., Abbot J., Newman W.: Fiber enrichment of baked products with barley milling fraction. *Cereal Foods World* 1998, **43**, 23-25.
- [24] Normy, receptury, porady piekarskie. Rolniczo-Handlowa Izba Gosp. „Samopomoc Chłopska”, Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego (ZBPP), Warszawa 1993, 1997.
- [25] Oomah B. D.: Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**: 220-225.
- [26] Piesiewicz H.: Wzrost znaczenia kultur starterowych. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 14-17, 24.
- [27] PN-ISO 3093/Az1:2000. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [28] PN-77/A-74041. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie ilości i jakości glutenu.
- [29] Salovaara H., Valjakka T.: The effect of fermentation, temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat dough. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1987, **22**, 591-597.
- [30] Spicher G., Stephan H. (red.): *Handbuch Sauerteig; Biologie, Biochemie, Technologie* Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg, Niemcy 1999.
- [31] *Standard-Methoden für Getreide Mehl und Brot*. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Niemcy, 1971.
- [32] Włodarczyk-Kierczyńska M.: Prozdrowotne walory pieczywa produkowanego z naturalnie fermentowanych zakwasów. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 2-6.


**APPLICATION POSSIBILITIES OF STARTER CULTURES IN THE PRODUCTION OF WHEAT-BARLEY BREAD****S u m m a r y**

The objective of this research was to assess the quality of wheat-barley dough and bread with and without the vital gluten added, and made with barley sour doughs fermented by starter cultures. In a series of laboratory bakings, doughs containing 30, 40, and 50% of barley flour with, respectively, 5 or 10% of the vital gluten added, were manufactured with barley sour doughs fermented using freeze-dried LV1 and LV2 starter cultures.

It was found that the amount of whole barley flour introduced into the dough in a form leavened by LV1 or LV2 starters caused the dough yield and phase acidity to increase, and the fermentation time of wheat-barley dough pieces to decrease. The percent content of the whole barley flour leavened by starter cultures in the dough bulk and the type of starters caused the quality properties of the baked products to vary. Breads containing 30-50% of the whole barley flour and produced using barley sour doughs made with an LV2 starter culture were characterized by a greater volume, good crumb elasticity, lower acidity, and a higher sensory quality in comparison with the breads manufactured using sour doughs fermented by an LV1 starter.

The addition of 5-10% of vital gluten to the wheat-barley dough manufactured with sour doughs fermented by LV1 and LV2 starters improved the quality of both the dough and the breads. The increased levels of the gluten added to the dough bulk caused the dough yield to increase, the dough acidity to decrease, the bread volume to rise, and the sensory characteristics of breads to improve if compared with the samples without the addition of vital gluten.

It was found that the LV2 cultures could be utilized as fermentation starters to produce nutritionally valuable wheat-barley breads. However, in order to obtain good quality breads containing 50% of the whole barley flour, it is necessary to add 10% of the vital gluten.

**Key words:** whole barley flour, starter cultures, vital gluten, wheat-barley bread quality 

ALICJA CEGLIŃSKA, ANTONI PLUTA, JÓZEF SKRZYPEK,  
PRZEMYSŁAW KRAWCZYK

## **BADANIA NAD ZASTOSOWANIEM DO PRODUKCJI PIECZYWA SKŁADNIKÓW MINERALNYCH OTRZYMANÝCH PO NANOFILTRACJI SERWATKI**

### Streszczenie

W pracy badano wpływ dodatku składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki na jakość pieczywa pszennego.

Oceniano właściwości wypiekowe mąki oraz jakość uzyskanego pieczywa. W mące oznaczono wilgotność i granulację, przeprowadzono test sedimentacji Zeleny'ego oraz określono ilość i jakość glutenu, a także właściwości amylograficzne i farinograficzne. Obliczono upiek i wydajność pieczywa. Jakość pieczywa określono na podstawie pomiarów: objętości, masy właściwej, kwasowości i twardości miękiszu. Oznaczono także podstawowy skład chemiczny pieczywa: zawartość wody, białka ogółem, tłuszczu, składników mineralnych (Ca, K, Zn). Stwierdzono, że pieczywo z 2% dodatkiem składników mineralnych, pochodzących z serwatki, charakteryzowało się największą objętością i najmniejszą twardością miękiszu. Dodatek samych składników mineralnych z serwatki oraz ich mieszanek nie miał istotnego wpływu na zawartość białka ogółem i tłuszczu w pieczywie. Zwiększenie dodatku składników mineralnych z serwatki powodowało wzrost zawartości składników mineralnych (Ca, K, Zn) w pieczywie.

Składniki mineralne z serwatki dodawane w ilości 2-3% mogą zastąpić dodatek soli spożywczej (NaCl) w produkcji pieczywa z mąki pszennej typu 750 o słabych właściwościach wypiekowych, bez pogorszenia jego jakości w porównaniu z próbą kontrolną.

**Słowa kluczowe:** mąka pszenna, składniki mineralne, nanofiltracja serwatki, jakość pieczywa

### **Wstęp**

Przetwory z mleka są od dawna wysoko cenionymi dodatkami w piekarstwie [1, 6]. Dodatek mleka odtłuszczonego w proszku podnosi wartość odżywczą białek zbóż, a także smakowitość pieczywa, jednocześnie opóźniając jego czerstwienie. Jednak



większe dodatki niż 4% w stosunku do masy mąki zmniejszają objętość pieczywa i elastyczność miększu [1].

Przy produkcji serów powstaje nawet 5-10-krotnie więcej serwatki niż sera. W zależności od rodzaju produkowanego sera wykazuje ona różny stopień kwaśności i słoności. Ze względu na te właściwości nie może być bezpośrednio odprowadzana do ścieków, co stwarza dodatkowe problemy producentom serów. Serwatka zawiera 6,0–8,4 g/dcm<sup>3</sup> białka, 40–50 g/dcm<sup>3</sup> laktozy i znaczne ilości soli mineralnych 5,6–8,4 g/dcm<sup>3</sup> [14, 15]. Powinna być zatem także wykorzystywana do produkcji innych przetworów spożywczych, np. lodów jako źródła pełnowartościowego białka i składników mineralnych. Techniki stosowane wspólnie w przetwórnictwie mleka, np. nanofiltracja [2, 7, 14], pozwalają na otrzymanie z serwatki składników mineralnych, które w postaci proszku mogłyby być dodawane w produkcji pieczywa. To nie tylko możliwość wzbogacenia składu chemicznego pieczywa, ale nowy sposób wykorzystania składników serwatki jako zamiennika stosowanej soli spożywczej. Dobór optymalnej ilości dodawanych składników mineralnych z serwatki powinien być jednak ustalony doświadczalnie.

Celem pracy było określenie wpływu składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki na proces technologiczny i jakość pieczywa pszennego.

### **Materiał i metody badań**

Do badań użyto mąki pszennej typu 750 wyprodukowanej przez „Polskie Młyny” S.A. w Szymanowie. Składniki mineralne pochodziły z serwatki będącej produktem ubocznym przy wytwarzaniu serów typu holenderskiego. Otrzymany permeat po nanofiltracji serwatki zagęszczono stosując kolejno metody: odwróconej osmozy (do 3% s.s.), zagęszczania w wyparce próżniowej (do 35% s.s.) i suszenia rozpyłowego. Tak otrzymany preparat z serwatki w postaci proszku zawierał składniki mineralne, takie jak: 13,6% sodu, 18,7% potasu, 0,8% wapnia, 0,2% magnezu, 0,4% fosforu, 0,02% żelaza, 0,07% cynku oraz chlorki, azot niebiałkowy, wodę i inne składniki występujące w mleku.

Metodą jednofazową przygotowywano ciasto z mąki pszennej typu 750 z dodatkiem 2% soli spożywczej (NaCl) – próba kontrolna [5] lub z dodatkiem składników mineralnych z serwatki w postaci proszku. Składniki mineralne z serwatki dodawano w ilości 2, 3 i 4% oraz w mieszankach z solą spożywczą w stosunku 1,5:1,5 i 3,0:1,0 w odniesieniu do masy mąki. Ciasto dzielono na kęsy o masie 250 g i umieszczano w foremkach. Wypiek prowadzono w modułowym piecu piekarskim z zaparowaniem firmy Sveba Dahlen.

Analiza fizykochemiczna mąki obejmowała następujące oznaczenia: wilgotność, granulację, test sedimentacji Zeleny’ego [5], ilość i jakość glutenu [10] oraz liczbę opadania [11]. Przeprowadzono również analizę mąki w amylografie [13] i farinografie

firmy Brabender [12]. Masa pieczywa zaraz po wyjęciu z pieca i po 24 h stygnięcia posłużyła do wyliczenia upieku i wydajności [5]. Po ostygnięciu pieczywa wykonano także pomiary: objętości, masy właściwej, kwasowości [5] oraz twardości miększu za pomocą analizatora tekstury TA.XT2 [4]. Oceniano także smak i zapach pieczywa. Oznaczenie składu chemicznego pieczywa obejmowało określenie w miększu zawartości: wody, białka ogółem, tłuszczu, składników mineralnych ogółem (popiół) [5] oraz zawartości wapnia (Ca), cynku (Zn) i potasu (K). Zawartość Ca i Zn wykonano metodą emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-AES, a zawartość K płomieniową absorpcyjną spektrometrią atomową FAAS w Centrum Analitycznym SGGW. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, oceniając istotność różnic testem Tukey'a w programie komputerowym Statgraphics Plus 4.1.

### Wyniki i dyskusja

Na jakość pieczywa wywierają wpływ użyte do produkcji surowce, zarówno te podstawowe, jak i te dodawane w niewielkich ilościach. Duże znaczenie, z racji największego udziału w produkcji pieczywa, przypisywane jest mące, która może wykazywać różnice w wartości wypiekowej. Wyniki analizy fizykochemicznej mąki przedstawiono w tab. 1.

Wilgotność mąki użytej do wypieku pieczywa była zgodna z zaleceniami określonymi w PN-91/A-74022 [8]. Liczba opadania, wynosząca 206 s, wskazywała na jej średnią aktywność amylolityczną. Mąki o średniej aktywności amylolitycznej mogą mieć zastosowanie do każdego wypieku pszennego lub mieszanego żytnio-pszennego [3]. Średnia aktywność amylolityczna została potwierdzona także w analizie amylograficznej przez małą lepkość zawiesiny wodnej mąki. Niska temperatura kleikowania wskazuje na podatność skrobi na działanie enzymów, co może być przyczyną szybszego jej rozkładu. Użyta do wypieku mąka charakteryzowała się dużym stopniem rozdrobnienia bielma. Zawierała średnio 77,9% cząstek o wymiarach poniżej 150  $\mu\text{m}$ . W czasie przemiału mogło zatem dojść do większego uszkodzenia ziaren skrobiowych, które są podatniejsze na działanie enzymów amylolitycznych w procesie wytwarzania ciasta. Ciasto z mąki pszennej uzyskuje swoje właściwości sprężysto-plastyczne dzięki glutenowi. Ilość i jakość glutenu w dużym stopniu wpływają na jakość pieczywa. Użyta mąka charakteryzowała się małą zawartością glutenu, jakkolwiek była to ilość zgodna z zaleceniami PN-91/A-74022 [8]. Gluten natomiast wykazywał dużą sprężystość, na co wskazuje wartość indeksu glutenu wynosząca 89. Wartość wypiekowa mąki użytej do wypieku, określona pośrednio testem sedymentacji Zeleny'ego, wskazywała jedynie na dostateczną jej jakość. Mała wodochłonność użytej mąki wynikać mogła z małej zawartości w niej białek glutenowych, pomimo że wykazywały one dobre właściwości fizyczne. Użyta mąka charakteryzowała się także krótkim czasem rozwoju

i stałości ciasta. Cechy te są uzależnione w dużym stopniu od zawartości glutenu. Z mąki pszennej typu 750 wymyto małą ilość (25,1%) glutenu. Suma czasu rozwoju i stałości wyznacza tolerancję na mieszenie ciasta. Ciasto z użytej mąki nie powinno być dłużej mieszane niż 4,7 min, aby nie utraciło sprężysto-plastycznych właściwości mających wpływ na wygląd pieczywa. Efektem krótkiego czasu rozwoju i stałości ciasta oraz dość dużego jego rozmiękczenia była mała liczba jakości mąki (43). Liczba jakości znacznie poniżej 100 wskazuje na co najwyżej dostateczną wartość wypiekową użytej mąki.

Tabela 1

Charakterystyka jakości mąki pszennej typu 750.  
Quality profile of the wheat flour type 750.

Cecha / Property		Jednostka Unit	Średnia wartość Mean value
Wilgotność / Moisture Content		[%]	10,9
Liczba opadania / Falling Number		[s]	206
Amylogram Amylogram	Temperatura kleikowania Gelatinization temperature	[°C]	65,50
	Maksymalna lepkość zawiesiny Maximum viscosity of gelatinized matter	[j.A.]	230
Granulacja Granulation	262 µm	[%]	99,8
	150 µm	[%]	77,9
Gluten Gluten	Ilość Quantity	[%]	25,1
	Indeks glutenu Gluten Index	-	89
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation Factors		[cm <sup>3</sup> ]	28
Farinogram Farinogram	Wodochłonność Water Absorbtion	[%]	54,8
	Czas rozwoju ciasta Dough Development Time	[min]	2,7
	Czas stałości ciasta Dough Stability Time	[min]	2,0
	Rozmiękczenie ciasta Degree of Dough Softening	[j.B].	51
	Liczba jakości mąki Quality Number of Flour	-	43

Tabela 2

Wyróżniki jakości charakteryzujące proces wypieku i mięksiz pieczywa z dodatkiem NaCl i/lub składników mineralnych z serwatki.

Quality Characteristics characterizing the baking process and bread crumb with NaCl and/or with whey-derived mineral components added.

Dodatek * Addition	Upiek pieczywa Baking loss [%]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Objętość pieczywa Bread volume [cm <sup>3</sup> ]	Masa właściwa Absolute weight [g/cm <sup>3</sup> ]	Twardość Hardness [N]		Kwasowość Acidity [° kwasowo- ści] [° acidity]
					24 h	72 h	
1	11,5 b	138,6 ab	213,9 b	0,289 ab	5,35 bc	8,10 b	1,87 a
2	11,7 b	137,6 a	297,5 c	0,252 a	3,21 a	5,37 a	1,95 ab
3	10,4 ab	141,0 bc	223,6 b	0,287 ab	6,15 cd	9,77 c	2,08 bc
4	9,6 a	141,4 c	184,4 a	0,332 b	6,38 d	10,22 c	2,13 c
5	9,5 a	142,2 c	213,8 b	0,295 ab	4,99 b	10,58 c	1,98 ab
6	9,7 a	142,0 c	187,7 a	0,315 b	7,59 e	10,45 c	2,08 bc
NIR / LSD ( $\alpha=0,05$ )	1,5	2,73	24,1	0,049	1,00	0,97	0,13

\*1 – 2,0% soli spożywczej (NaCl) / kitchen salt (NaCl),

2 – 2,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 2.0% of the powdered whey-derived mineral components

3 – 3,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 3.0% of the powdered whey-derived mineral components

4 – 4,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 4.0% of the powdered whey-derived mineral components

5 – 1,5% soli spożywczej + 1,5% składników mineralnych z serwatki w proszku / 1.5% of kitchen salt + 1.5% of the powdered whey-derived mineral components

6 – 1,0 % soli spożywczej + 3,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 1,0% salt + 3,0% whey mineral component

Proces wypieku pieczywa kontrolnego (z 2% dodatkiem soli spożywczej) charakteryzował się małym upiekaniem i dobrą wydajnością (tab. 2). Dodatek składników mineralnych z serwatki w ilości 2–4% nie miał istotnego wpływu na upiek pieczywa. Pieczywo z dodatkiem mieszanek wykazywało mniejszy upiek w porównaniu z pieczywem kontrolnym. Z dodatkiem 3 i 4% składników mineralnych z serwatki oraz z mieszankami ich z solą spożywczą wystąpił istotny wzrost wydajności pieczywa. Objętość pieczywa kontrolnego wynosiła 213,9 cm<sup>3</sup> i była zgodna z zaleceniami PN 92/A-74105 [9]. Jednak pieczywo to uzyskałoby zaledwie dostateczną ocenę w klasyfikacji 4-poziomej według Jakubczyka i Habera [5]. Pieczywo z dodatkiem 2% składników mineralnych z serwatki osiągnęło największą objętość, kwalifikując się do oceny dobrej. Dalsze zwiększanie dodatku składników mineralnych z serwatki, jak też stosowanie mieszanek z ich udziałem, nie miało wpływu na wzrost objętości a nawet ją zmniejszało (4% składników mineralnych i mieszanka 3,0:1,0). Masa właściwa mięksizu, podobnie jak objętość zależy

od przebiegu procesu technologicznego. Prawidłowo przeprowadzona fermentacja ciasta pozwala na uzyskanie dobrze spulchnionego miększu pieczywa. W zależności od typu użytej mąki do produkcji pieczywa pszennego, masa właściwa zawiera się w przedziale 0,24–0,37 g/cm<sup>3</sup> [5]. Masa właściwa miększu pieczywa z dodatkiem składników mineralnych z serwatki oraz ich mieszanek z solą spożywczą nie różniła się istotnie od tej cechy pieczywa kontrolnego. Wskazuje to, że w procesie produkcji pieczywa rola tych składników jest porównywalna. Jednak miększ pieczywa był bardziej spulchniony z 2% dodatkiem składników mineralnych z serwatki niż z ich 4-procentowym dodatkiem. Mniejsza twardość miększu wskazuje na większą jego elastyczność, co także ma związek z jego masą właściwą i objętością pieczywa. Pieczywo z 2% dodatkiem składników mineralnych z serwatki wykazywało najmniejszą twardość miększu, była ona także istotnie mniejsza od twardości miększu pieczywa kontrolnego. Dodatek powyżej 3% zarówno składników mineralnych z serwatki, jak i mieszanek, powodował istotny wzrost twardości miększu badanego po 24 h od wypieku. Po 72 h przechowywania twardość

Tabela 3

Skład chemiczny pieczywa z dodatkiem NaCl i/lub składników mineralnych z serwatki.  
Chemical composition of the bread with NaCl and/or whey-derived mineral components added

Dodatek * Addition	Woda Water [%]	Białko Protein [%]	Tłuszcz Fat [%]	Popiół całkowity Total ash [%]	Wybrane składniki mineralne Selected mineral components [mg/100 g dry matter]		
					Ca	K	Zn
1	44,9 a	12,3	2,02	0,87 a	36,87a	218,83 a	15,25 c
2	45,5 b	11,9	2,05	1,00 b	37,52a	785,23 b	13,00 b
3	44,7 a	11,8	1,96	1,10 bc	55,55b	1069,05 c	14,64 c
4	44,8 a	11,7	1,86	1,28 d	57,32b	1402,67 d	31,48 e
5	44,9 a	12,0	2,00	1,02 b	35,69a	664,95 b	9,61 a
6	44,8 a	11,7	1,86	1,16 c	57,05b	1064,34 c	18,40 d
NIR / LSD ( $\alpha=0,05$ )	0,4	s.i.d.	s.i.d.	0,12	2,95	179,35	3,21

\*1 – 2,0% soli spożywczej (NaCl) / kitchen salt (NaCl),

2 – 2,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 2.0% of the powdered whey-derived mineral components

3 – 3,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 3.0% of the powdered whey-derived mineral components

4 – 4,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 4.0% of the powdered whey-derived mineral components

5 – 1,5% soli spożywczej + 1,5% składników mineralnych z serwatki w proszku / 1.5% of kitchen salt + 1.5% of the powdered whey-derived mineral components

6 – 1,0 % soli spożywczej + 3,0% składników mineralnych z serwatki w proszku / 1.0% salt + 3.0% of the powdered whey-derived mineral components

r.n./ s.i.d – różnice nieistotne statystycznie / statistically insignificant differences

miększu pieczywa wzrosła nawet dwukrotnie, przy czym pieczywo z 2% dodatkiem składników mineralnych z serwatki charakteryzowało się najmniej twardym miększem. W pieczywie z dodatkiem powyżej 2% składników mineralnych z serwatki występował także wzrost kwasowości miększu.

Dodatek 2% składników mineralnych z serwatki wpływał na zwiększenie ilości zatrzymanej wody w miększu (największa wilgotność miększu) w porównaniu z miększem pieczywa kontrolnego, jak też i z pozostałymi dodatkami (tab. 3). Natomiast dodatek samych składników mineralnych z serwatki oraz ich mieszanek nie miał istotnego wpływu na zawartość białka ogółem i tłuszczu. Wraz ze wzrostem dodatku składników mineralnych z serwatki rosła natomiast zawartość składników mineralnych (popiół ogółem) w pieczywie. Statystycznie istotny wzrost zawartości wapnia w pieczywie był obserwowany dopiero od 3% dodatku składników mineralnych z serwatki. Zawartość potasu w pieczywie wzrosła trzy- (mieszanka 1,5:1,5) do sześciokrotnie (4% składników mineralnych z serwatki). Przy dodatku 4% składników mineralnych z serwatki oraz mieszanki w stosunku 3,0:1,0 wzrosła zawartość cynku. Z pozostałymi dodatkami składników mineralnych z serwatki zawartość cynku była mniejsza lub pozostawała na poziomie pieczywa kontrolnego. Smak pieczywa z dodatkiem do 3% składników mineralnych z serwatki lub mieszanki w stosunku 1,5:1,5 był akceptowany przez zespół oceniający. Pieczywo z dodatkiem 4% składników mineralnych z serwatki oprócz zbyt słonego smaku było także bardziej kwaśne. Zapach pieczywa z dodatkami składników mineralnych był porównywalny z pieczywem kontrolnym.

Przedstawione badania są wstępnymi próbami stosowania składników mineralnych z serwatki w produkcji pieczywa i wymagają potwierdzenia także z użyciem do produkcji mąki o innej wartości wypiekowej.

## Wnioski

1. Pieczywo z dodatkiem 2% składników mineralnych z serwatki uzyskało największą objętość, a także najmniejszą twardość miększu.
2. Składniki mineralne z serwatki mogą zastąpić dodatek soli spożywczej do produkcji pieczywa z mąki pszennej typu 750, o słabych właściwościach wypiekowych, jednak w ilości nie większej niż 2–3%.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura

- [1] Ambroziak Z.: Produkcja piekarsko-ciastkarska. Cz. 1. WSP, Warszawa 1999.
- [2] Atrá R., Vatai G., Bekassy-Molnar E., Balint A.: Investigation of ultra- and nanofiltration for utilization of whey protein and lactose. *J. Food Engineering*. 2005, **67**, 325-332.

- [3] Horubałowa A., Haber T.: Analiza techniczna w piekarstwie. WSP, Warszawa 1975.
- [4] Instrukcja obsługi: Analizator tekstury TA.XT2. Stable Micro System 1997.
- [5] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [6] Kenny S., Wehrle K., Stanton C., Arendt E.K.: Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: effects on dough rheology and bread quality. *Eur. Food Res. Technol.* 2000, **210**, 391-396.
- [7] Nguyen M., Reynolds N., Vigneswaran S.: By-product recovery from cottage cheese production by nanofiltration. *J. Cleaner Production.* 2003, **11**, 803-807.
- [8] PN-91/A-74022:1992. Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
- [9] PN-92/A-74105:1993. Pieczywo pszenne zwykłe i wyborowe.
- [10] PN-93/A-74042.03. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych. Mąka pszenna.
- [11] PN-ISO 3093:1996/AZ1:2000. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [12] PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [13] PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu.
- [14] Suarez E., Lobo A., Alvarez-Blanco S., Riera F.A., Alvarez R.: Utilization of nanofiltration membranes for whey and milk ultrafiltration permeate demineralization. *Desalination.* 2006, **199**, 345-347.
- [15] Ziajka S. (red.): Mleczarstwo – zagadnienia wybrane. T. 2. Zagospodarowanie produktów ubocznych. Wyd. ART, Olsztyn 1997, s. 323-329.

#### STUDY ON THE APPLICATION OF NANOFILTRATED WHEY-DERIVED MINERAL COMPONENTS IN THE PRODUCTION OF BREAD

##### S u m m a r y

In the paper, the effect of mineral components obtained after the nanofiltration process of whey on the wheat bread quality was studied.

The baking properties of flour and the quality of bread produced were assessed. The moisture and granulation of flour were determined, a Zeleny sedimentation test was performed, and the quantity and quality of gluten were defined, as were amylographic and farinographic properties of the flour. Also, the baking loss and yield of bread were computed. The bread quality was assessed on the basis of the following measurements taken: bread volume, absolute weight, acidity, and crumb hardness. Furthermore, the basic chemical composition of the bread studied was determined, i.e.: water content, total protein, fat, and mineral components (Ca, K, Zn). It was found that the bread with 2% of whey-derived mineral components added was characterized by the highest volume and by the lowest hardness of the bread crumb. It was proved that when nothing but whey-derived mineral components and their mixtures were added, this had no significant effect on the content of total protein and fat in the bread. With the increasing amount of whey-derived mineral components added, the content of the mineral components (Ca, K, Zn) in the bread also raised.

It is possible to replace kitchen salt (NaCl) with 2 to 3% of the whey-derived mineral components when producing bread from a wheat flour type 750 showing weak baking properties; and this replacement will not deteriorate the bread quality.

**Key words:** wheat flour, mineral components, nanofiltration of whey, bread quality ☒

MAREK SADY, JACEK DOMAGAŁA, TADEUSZ GREGA, DOROTA KALICKA

## WPŁYW CZASU PRZECHOWYWANIA NA MIKROFLORE JOGURTÓW Z DODATKIEM NASION AMARANTUSA I ZIAREN OWSA

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu czasu przechowywania na liczebność mikroflory charakterystycznej jogurtów z dodatkiem nasion amarantusa i ziaren owsa.

Produkowano dwa rodzaje napojów: jogurt tradycyjny oraz tzw. biojogurt zawierający bakterie potencjalnie probiotyczne. Po inkubacji jogurty mieszano i dodawano nasiona amarantusa lub ziarna owsa w ilości 3%. Stosowano następujące typy dodatków: nasiona amarantusa w formie całej, mielonej i ekstrudowanej oraz owsa w formie całej i mielonej. W 1., 3., 7., 14., dniu przechowywania napoje poddano analizie, która obejmowała oznaczanie liczby *S. thermophilus* i *L. bulgaricus* w jogurtach tradycyjnych oraz *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp. w biojogurtach. Kwasowość czynną napojów oznaczano poprzez pomiar pH. Dodatek nasion amarantusa i ziaren owsa nie wpłynął statystycznie istotnie na oceniane parametry jogurtów i biojogurtów. Wykazano, że zarówno w jogurcie naturalnym, jak i z dodatkami owsa i amarantusa poziom *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* oraz *S. thermophilus* wzrastał nieznacznie do 3. dnia przechowywania, po czym malał, osiągając w obu przypadkach najniższy poziom w 14. dniu. Powyższe zmiany były statystycznie istotne w przypadku wszystkich rodzajów jogurtów. Podczas przechowywania liczba pałeczek zmniejszała się wolniej niż paciorkowców. W przypadku biojogurtów stwierdzono, że poziom *Bifidobacterium* sp., *L. acidophilus* i *S. thermophilus* między 1. a 3. dniem wykazywał nieznaczne wahania. Wyraźne i statystycznie istotne zmniejszenie liczby powyższych gatunków drobnoustrojów następowało między 7. a 14. dniem przechowywania. Spośród ocenianych bakterii największy spadek liczby żywych komórek odnotowano wśród rodzaju *Bifidobacterium* sp. Zmniejszenie liczby bakterii w jogurtach i biojogurtach podczas przechowywania związane było z jednoczesnym wzrostem ich kwasowości. Mimo zmniejszania się liczby bakterii w czasie, jogurty i biojogurty z dodatkiem amarantusa i owsa, przez cały okres chłodniczego przechowywania cechowały się wysokim poziomem mikroflory charakterystycznej, zgodnym z zaleceniami FIL/IDF.

**Słowa kluczowe:** jogurt, amarantus, owies, mikroflora

---

Dr inż. M. Sady, dr hab. inż. J. Domagała, prof. dr hab. T. Grega, mgr inż. D. Kalicka, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków



## Wprowadzenie

W grupie mlecznych napojów fermentowanych największym zainteresowaniem konsumentów cieszą się jogurty z dodatkami smakowymi, głównie różnego rodzaju pulpami owocowymi i cukrem [17]. Dodatki te, chociaż są atrakcyjne smakowo, powodują zmniejszenie zawartości i wartości odżywczej białka oraz wzrost ilości cukrów prostych w jogurcie, co niekorzystnie wpływa na wartość dietetyczną wyrobu. Szczególnie celowe wydaje się więc poszukiwanie takich dodatków, które nie tylko poprawiałyby cechy sensoryczne, ale także zwiększałyby wartość odżywczą produktu. Dodatkami spełniającymi powyższe warunki są nasiona amarantusa oraz ziarno owsa, których walory zdrowotne są obecnie coraz bardziej doceniane. Zawierają one znaczną ilość białka o wysokiej wartości odżywczej, tłuszczu bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe, składników mineralnych (wapń, magnez, potas, żelazo) oraz błonnika pokarmowego [2, 7, 12].

Walory odżywcze jogurtów wynikają z zawartości i biodostępności podstawowych składników odżywczych. Jednakże obecnie coraz większą uwagę zwraca się na właściwości profilaktyczno-zdrowotne napojów fermentowanych, do produkcji których obok tradycyjnych bakterii fermentacji mlekowej zastosowano także mikroflorę jelitową. Wynikają one głównie z korzystnego oddziaływania na skład mikroflory jelitowej człowieka, obniżania poziomu cholesterolu, aktywności przeciwnowotworowej oraz wzmocnienia układu odpornościowego [4, 11]. Istotne jest, aby mikroflora ta była żywa, liczna i aktywna w ciągu całego okresu przydatności do spożycia produktu, gdyż tylko w takim przypadku spożywany produkt wykazuje w pełni swoje walory zdrowotne. Niska przeżywalność bakterii jelitowych w napojach fermentowanych wynika z wrażliwości tej grupy drobnoustrojów na niekorzystne warunki środowiskowe. Bardzo istotne jest zatem aby wprowadzane do produktów dodatki smakowe nie wpływały ujemnie na liczbę bakterii mlecznych napojów fermentowanych.

Celem pracy było określenie wpływu rodzaju i formy stosowanych nasion i ziaren na liczebność mikroflory jogurtów w trakcie przechowywania chłodniczego.

## Material i metody badań

Surowcem do produkcji jogurtów było mleko pochodzące od krów ze Stacji Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego w Dziekanowicach. Bezpośrednio po przywiezieniu przystępowano do produkcji mlecznych napojów fermentowanych metodą zbiornikową. Mleko poddawano normalizacji zawartości suchej masy beztłuszczowej do 11,5% poprzez dodatek odtłuszczonego mleka w proszku. Następnie mleko przerobowe poddawano pasteryzacji w temp. 90°C przez 10 min i chłodzono do temperatury zaszczepiania, która wynosiła 45°C w przypadku jogurtu i 37°C biojogurtu. Mleko szczepiono kulturami typu liofilizowanego, przeznaczonymi do bezpośredniego za-

szczepiania mleka przerobowego w ilości odpowiadającej 4% dodatku zakwasu roboczego. Do produkcji jogurtów stosowano szczepionkę YC-380 produkcji Chr. Hansen, zawierającą bakterie *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgariucus*, a biojogurtów kulturę AB N 1-45 produkcji Danisco, w skład której wchodziły bakterie: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium sp.*, *Streptococcus thermophilus*. Inkubację jogurtów prowadzono w temp. 43°C przez około 4 godz., a biojogurtów w temp. 37°C przez około 12 godz.

Po uzyskaniu pH około 4,7 napoje schładzano do temp. 25°C, mieszano, dodawano nasiona amarantusa lub ziarno owsa w ilości 3%, po czym rozlewano do opakowań jednostkowych i schładzano do temp. 5°C. W tej temperaturze jogurty przechowywano do momentu przeprowadzenia analiz.

Stosowano następujące typy dodatków: nasiona amarantusa gatunku *Amaranthus cruentus* w formie: całej, mielonej i ekstrudowanej; łuszczone ziarno owsa gatunku *Avena sativa* w formie: całej i mielonej. Próbę kontrolną stanowiły jogurty i biojogurty bez dodatków.

Nasiona amarantusa i ziarno owsa w formie całej i mielonej przygotowywano w laboratorium Katedry. W tym celu poddawano je moczeniu w gorącej wodzie przez 2 godz., a następnie prażeniu przez 2,5 godz. w temp. 180°C (amarantus) i 130°C (owies). Po wystudzeniu część nasion i ziaren mielono. Amarantus w formie ekstrudowanej stanowił produkt handlowy o nazwie 'Popping firmy „Szarłat” s.c. w Łomży.

W pierwszym, trzecim, siódmym i czternastym dniu przechowywania dokonywano oceny liczby mikroflory charakterystycznej napojów oraz badano ich kwasowość czynną poprzez pomiar pH. Oznaczenie liczby mikroflory napojów wykonywano metodą płytkową według ogólnych zasad zawartych w Polskiej Normie [13]. W celu oznaczenia poszczególnych gatunków stosowano następujące rodzaje pożywek: *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* – pożywka MRS o pH 5,4 [9]; *Streptococcus thermophilus* – pożywka M17 [9]; *Lactobacillus acidophilus* - pożywka MRS z maltozą [8]; *Bifidobacterium sp.* – pożywka selektywna MGLP [14]. Kwasowość czynną mierzono przy użyciu pHametry cyfrowego CP-215 oraz elektrody zespolonej AS Ag-Pt firmy Elektron.

Doświadczenia przeprowadzono w pięciu niezależnych seriach. Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica 5.0. W celu oznaczenia wpływu czynników doświadczalnych na właściwości jakościowe jogurtów przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji.

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dodatek nasion amarantusa i ziaren owsa nie wpłynął statystycznie istotnie na pH oraz liczbę bakterii *L. delbruec-*

*kii ssp. bulgaricus* i *S. thermophilus* znajdujących się w jogurtach (tab. 3). Ich liczba w zależności od rodzaju dodatku wynosiła odpowiednio: 2,09–3,87 i 1,85–5,85·10<sup>8</sup> jtk/g. Wartości te uznać należy za zadowalające. Według proponowanego standardu FAO/WHO i FIL/IDF [5], zawartość typowej mikroflory w jogurcie powinna wynosić nie mniej niż 10<sup>7</sup> jtk/g. Największy wzrost obu gatunków bakterii miał miejsce w jogurcie z dodatkiem ekstrudowanego ziarna amarantusa, najmniejszy zaś w jogurcie z owsem mielonym.

Na liczbę mikroflory charakterystycznej zawartej w jogurtach oraz ich odczyn statystycznie istotnie wpłynął czas przechowywania (tab. 1).

Tabela 1

Liczba bakterii oraz pH w jogurtach, determinowane czasem przechowywania ( $\bar{x} \pm s_e$ ).

The count of bacteria and the pH level in yoghurts determined by their storing period ( $\bar{x} \pm s_e$ ).

Parametr Parameter	Dzień Day	Rodzaj jogurtu* / Type of yoghurt*					
		N	AC	AM	AE	OC	OM
<i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i> [log jtk/g]	1	8,50±0,075a	8,49±0,074a	8,51±0,039a	8,53±0,046a	8,51±0,028a	8,48±0,026a
	3	8,51±0,064a	8,52±0,070a	8,53±0,064a	8,54±0,047a	8,59±0,035a	8,50±0,041a
	7	8,48±0,082ab	8,48±0,066ab	8,50±0,055a	8,54±0,038a	8,51±0,060a	8,49±0,033ab
	14	8,31±0,031b	8,33±0,053b	8,38±0,043b	8,39±0,021b	8,35±0,037b	8,32±0,045b
<i>Streptococcus thermophilus</i> [log jtk/g]	1	8,72±0,053a	8,71±0,057a	8,74±0,038a	8,74±0,026a	8,72±0,034a	8,71±0,026a
	3	8,73±0,039a	8,72±0,063a	8,77±0,050a	8,76±0,032a	8,75±0,039a	8,73±0,043a
	7	8,63±0,039a	8,64±0,071ab	8,67±0,021a	8,69±0,047a	8,66±0,045ab	8,64±0,030a
	14	8,32±0,052b	8,33±0,049b	8,30±0,030b	8,36±0,032b	8,32±0,054b	8,27±0,035b
pH	1	4,52±0,03a	4,52±0,06a	4,56±0,05a	4,54±0,04a	4,55±0,05a	4,53±0,04a
	3	4,41±0,04ab	4,47±0,03a	4,46±0,04ab	4,45±0,06a	4,42±0,04a	4,45±0,07a
	7	4,38±0,04ab	4,40±0,04a	4,41±0,08ab	4,42±0,09ab	4,40±0,07a	4,41±0,05ab
	14	4,15±0,05b	4,18±0,02b	4,12±0,04b	4,20±0,03b	4,15±0,05b	4,17±0,09b

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x}$  – wartość średnia / mean value,  $s_e$  – błąd standardowy / standard error

\*Rodzaj jogurtu: N – naturalny; AC – z całymi nasionami amarantusa, AM – z mielonymi nasionami amarantusa, AE – z ekstrudowanymi nasionami amarantusa, OC – z całymi ziarnami owsa, OM – z mielonymi ziarnami owsa / \*Type of yoghurt: N - plain, AC-whole amaranth seeds; AM-ground amaranth seeds; AE-extruded amaranth seeds; OC-whole oat grains, OM- ground oat grains.

a,b – wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się statystycznie istotnie w obrębie tego samego parametru przy  $P \leq 0,05$  / mean values denoted by different letters in the columns differ statistically significant within the same parameter range at a level  $P \leq 0,05$

Wykazano, że zarówno w jogurcie naturalnym, jak i z dodatkami owsa i amarantusa poziom *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* oraz *S. thermophilus* wzrastał nieznacznie do 3. dnia przechowywania, po czym malał osiągając w obu przypadkach najniższy poziom w 14. dniu. Powyższe zmiany były statystycznie istotne w przypadku wszystkich rodzajów jogurtów (tab. 1). Warty podkreślenia jest fakt, że poziom wyjściowy *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* w badanych jogurtach był znacznie mniejszy niż poziom *S.*

*thermophilus*. Natomiast czas przechowywania w różnym stopniu wpływał na zmniejszenie liczby drobnoustrojów w badanych jogurtach. Liczba pałeczek zmniejszała się wolniej niż paciorkowców. Odnotowano zatem zmianę we wzajemnej proporcji *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* : *S. thermophilus*. W wyrobach świeżych kształtowała się ona na poziomie od 1:1,46 w jogurcie naturalnym do 1:1,67 w jogurcie z mielonym ziarnem owsa i amarantusa, natomiast po 14 dniach wynosiła od 1,01:1 w jogurcie z całym ziarnem amarantusa do 1,23:1 w jogurcie naturalnym. Zjawisko to związane jest ze wzrostem kwasowości napojów w trakcie przechowywania. Statystycznie istotny wzrost kwasowości analizowanych jogurtów nastąpił w 14. dniu przechowywania. W zależności od typu jogurtu w tym dniu ich pH wahało się w zakresie 4,12–4,20.

Spośród bakterii jogurtowych większą zdolnością ukwaszającą charakteryzuje się *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. Pałeczki te rosną w temp. 42°C i produkują do 1,8% kwasu mlekowego obniżając pH do wartości 3,8. Druga z bakterii wchodzących w skład zakwasu jogurtowego – *S. thermophilus* jest mniej tolerancyjna na wysoką kwasowość. Wytwarza ona około 1% kwasu mlekowego, a jej rozwój hamowany jest już przy pH 4,1 [15, 17].

Beal i wsp. [3] stwierdzili, że znaczący wpływ na koncentrację bakterii wykazywała kwasowość końcowa jogurtu. Więcej pałeczek występowało w jogurcie fermentowanym do pH 4,4 niż do 4,8, podczas gdy liczba paciorkowców zmniejszała się wraz ze wzrostem kwasowości. Podczas przechowywania istotnie zmniejszała się liczba żywych komórek bakterii, która między 7. a 21. dniem przechowywania zmniejszyła się o 40 do 75%. Ubytek ten związany był głównie ze zjawiskiem ukwaszania w trakcie przechowywania chłodniczego i dotyczył przede wszystkim *S. thermophilus*.

Poziom *Bifidobacterium sp.*, *L. acidophilus* i *S. thermophilus* w biojogurtach oraz ich odczyn również nie były warunkowane statystycznie istotnie ani rodzajem, ani formą obróbki dodawanych ziaren (tab. 3). Wszystkie rodzaje biojogurtów charakteryzowały się wysoką liczbą mikroflory charakterystycznej oraz kwasowością typową dla tej grupy produktów. Analizę zmian obrazu mikrobiologicznego oraz odczynu biojogurtu pod wpływem przechowywania przedstawiono w tab. 2.

Stwierdzono, że poziom *Bifidobacterium sp.*, *L. acidophilus* i *S. thermophilus* między 1. a 3. dniem wykazywał nieznaczne wahania. Wyraźny i statystycznie istotny spadek liczby powyższych gatunków drobnoustrojów następował między 7. a 14. dniem przechowywania. Spośród ocenianych gatunków drobnoustrojów największy spadek liczby żywych komórek odnotowano wśród rodzaju *Bifidobacterium sp.* Bakterie te są szczególnie wrażliwe na wzrost kwasowości podczas przechowywania, co ujemnie wpływa na ich przeżywalność w mlecznych napojach fermentowanych [1, 10]. Podobne zjawisko dotyczyło *L. acidophilus*, którego liczba w 14. dniu była tylko nieznacznie wyższa od *Bifidobacterium sp.* Zdecydowanie dominującym gatunkiem przez

cały czas doświadczenia był *S. thermophilus*, którego liczba nawet pod koniec tego okresu wynosiła  $3,94-5,08 \times 10^8$  jtk/g.

Tabela 2

Liczba bakterii oraz pH w biojogurtach, determinowane czasem przechowywania ( $\bar{x} \pm s_e$ ).

The count of bacteria and the pH level in bio-yoghurts determined by their storing period ( $\bar{x} \pm s_e$ ).

Parametr Parameter	Dzień Day	Rodzaj biojogurtu* / Type of bio-yoghurt*					
		N	AC	AM	AE	OC	OM
<i>Bifidobacterium</i> [log jtk/g]	1	7,87±0,050a	7,85±0,041a	7,86±0,037a	7,85±0,026a	7,84±0,034a	7,83±0,032a
	3	7,87±0,044a	7,84±0,030a	7,86±0,035a	7,82±0,047a	7,83±0,052a	7,84±0,027a
	7	7,78±0,054ab	7,79±0,041a	7,81±0,038a	7,81±0,031a	7,78±0,073ab	7,77±0,034a
	14	7,53±0,048b	7,48±0,033b	7,53±0,030b	7,51±0,043b	7,49±0,042b	7,47±0,029b
<i>Lactobacillus acidophilus</i> [log jtk/g]	1	7,84±0,040a	7,83±0,027a	7,85±0,034a	7,86±0,025a	7,83±0,036a	7,81±0,023a
	3	7,85±0,029a	7,82±0,041a	7,87±0,032a	7,84±0,030a	7,83±0,046a	7,83±0,037a
	7	7,84±0,034a	7,81±0,028a	7,79±0,044ab	7,81±0,038a	7,78±0,055ab	7,79±0,024a
	14	7,64±0,045b	7,58±0,039b	7,61±0,053b	7,56±0,031b	7,58±0,049b	7,60±0,037b
<i>Streptococcus thermophilus</i> [log jtk/g]	1	8,85±0,046a	8,84±0,041a	8,86±0,039a	8,85±0,030a	8,85±0,024a	8,86±0,042a
	3	8,84±0,036a	8,85±0,031a	8,86±0,047a	8,86±0,038a	8,84±0,033a	8,86±0,029a
	7	8,81±0,042ab	8,79±0,039a	8,80±0,032ab	8,82±0,040a	8,81±0,027a	8,80±0,040a
	14	8,69±0,035b	8,62±0,030b	8,70±0,042b	8,60±0,038b	8,61±0,033b	8,59±0,021b
pH	1	4,63±0,05	4,65±0,04a	4,67±0,05	4,66±0,05	4,63±0,06	4,66±0,09
	3	4,60±0,03	4,62±0,06ab	4,65±0,03	4,61±0,10	4,60±0,10	4,62±0,11
	7	4,52±0,04	4,55±0,03ab	4,58±0,04	4,60±0,09	4,51±0,08	4,55±0,07
	14	4,37±0,05	4,35±0,04b	4,40±0,04	4,38±0,04	4,40±0,09	4,48±0,10

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

Shah [16] badał w 3-dniowych odstępach poziom bifidobakterii oraz *L. acidophilus* w mleku oraz jogurtach zawierających tradycyjne kultury *S. thermophilus* i *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* podczas ich przechowywania. Wykazał on, że statystycznie istotne zmniejszenie populacji bifidobakterii w mleku następuje po 9 dniach składowania, nie osiągając jednak poziomu niższego niż  $10^6$  jtk/g. Spadek liczby bifidobakterii poniżej  $10^6$  jtk/g, do wielkości wynoszącej 71% poziomu wyjściowego zaobserwowano w 17. dniu przechowywania.

Podobnie, jak w przypadku jogurtów, także w biojogurtach zmiana liczby bakterii związana jest ze wzrostem kwasowości podczas przechowywania chłodniczego. Statystycznie istotne obniżenie pH biojogurtów stwierdzono jednak wyłącznie w przypadku napoju z dodatkiem całych nasion amarantusa. Pomimo niskiej temperatury przechowywania jogurtów obserwuje się jednak pewną tzw. resztkową aktywność enzymatyczną mikroflory, objawiającą się między innymi powolnym wzrostem kwasowości.

Wzrost ten zależy przede wszystkim od temperatury przechowywania i typu szczepów wchodzących w skład zakwasu, szczególnie rodzaju *Lactobacillus* [17, 18].

Tabela 3

Średnie kwadraty odchyłeń z analizy wariancji dotyczącej wpływu rodzaju jogurtu i biojogurtu oraz czasu przechowywania na liczbę mikroflory oraz pH.

Mean squares of deviations from the variance analysis referring to the effect of the type of yoghurt and bio-yoghurt and the storing period on the count of bacteria and the pH value.

Źródło zmienności Source of variation	Rodzaj jogurtu Type of yoghurt 1	Czas przechowywania Storing period 2	Interakcja Interaction 1x2	Błąd Error
Stopnie swobody Degrees of freedom	5	3	15	48
Jogurty / Yoghurts				
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	0,011	0,072*	0,015	0,006
<i>S. thermophilus</i>	0,001	0,350*	0,058	0,013
pH	0,002	0,229*	0,004	0,003
Biojogurty / Bio-yoghurts				
<i>Bifidobacterium sp.</i>	0,003	0,256*	0,037	0,010
<i>L. acidophilus</i>	0,002	0,199*	0,082	0,005
<i>S. thermophilus</i>	0,004	0,183*	0,020	0,003
pH	0,015	0,168*	0,002	0,005

Objaśnienia / Explanatory notes:

\* statystycznie istotny wpływ badanego czynnika ( $p \leq 0,05$ ) / statistically significant effect by the factor studied ( $p \leq 0,05$ ).

## Wnioski

1. Dodatek nasion i ziaren nie wpłynął statystycznie istotnie na liczbę mikroflory charakterystycznej i dodatkowej oraz pH jogurtów oraz biojogurtów.
2. Najwyższą jakością charakteryzowały się jogurty i biojogurty do 7. dnia przechowywania, po tym okresie następowało istotne zmniejszenie liczby bakterii oraz wzrost kwasowości.
3. Podczas przechowywania zmianie ulegały proporcje pomiędzy liczbą poszczególnych gatunków drobnoustrojów w kierunku zwiększenia udziału *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* w jogurtach oraz *S. thermophilus* w biojogurtach.
4. Jogurty i bio-jogurty z dodatkiem amarantusa i owsa, niezależnie od rodzaju i formy stosowanych nasion i ziaren, przez cały okres przechowywania chłodniczego charakteryzowały się wysokim poziomem mikroflory charakterystycznej i dodatkowej, zgodnym z zaleceniami norm międzynarodowych.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.

### Literatura

- [1] Arunachalam K. D.: Role of Bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. *Nutr. Res.*, 1999, **19 (10)**, 1559-1597.
- [2] Bartnik M., Rothkaehl J.: Owies – zboże warte zainteresowania. *Przem. Spoż.*, 1997, **6**, 17-19.
- [3] Beal C., Skokanova J., Latrille E., Martin N., Corrieu G.: Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. *J. Dairy Sci.*, 1999, **82**, 673-681.
- [4] Defecińska A., Libudzisz Z.: Bakterie fermentacji mlekowej – wpływ na funkcje życiowe człowieka. *Przeł. Mlecz.*, 2000, **8**, 247-251.
- [5] FAO/WHO. Codex Alimentarius Commission. 1997. Anex I: Proposed Draft Standard for Fermented Milk Products.
- [6] Gardiner G. E., Ross R. P., Kelly P. M., Stanton C., Collins J. K., Fitzgerald G.: Microbiology of Therapeutic Mils. In: *Dairy Microbiology Handbook*. Third Edition. Ed. by R. K. Robinson, Wiley Interscience, New York 2002.
- [7] Grajeta H.: Wartość odżywcza i wykorzystanie szarłatu (Rodzaj *Amaranthus*). *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1997, **30 (1)**, 17-23.
- [8] Hull R. R., Roberts A. V.: Differential enumeration of *Lactobacillus acidophilus* in yoghurt. *The Australian J. Dairy Technology*, 1984, **12**, 160-163.
- [9] IDF Standard. 1988. Yogurt. Enumeration of characteristics microorganisms. International IDF Standard 117A: 1988.
- [10] Kailasapathy K., Rybka S.: *L. acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* - their therapeutic potential and survival in yogurt. *Australian J. Dairy Technology*, 1997, **52 (1)**, 28-35.
- [11] Libudzisz Z.: Probiotyki w żywieniu człowieka. *Przem. Spoż.*, 1999, **1**, 15-20.
- [12] Nalborczyk E.: Biologia amarantusa oraz perspektywy jego uprawy i wykorzystania w Polsce. W: *Nowe rośliny uprawne. Amaranthus*. Wyd. SGGW, Warszawa 1995.
- [13] PN-A-86034: 1993. Mleko i przetwory mleczarskie. Badania mikrobiologiczne. Ogólne zasady badań.
- [14] Rasic J. Lj.: Culture media for detection and enumeration of bifidobacteria in fermented milk products. *IDF Bulletin*, 1990, **252**, 24-31.
- [15] Robinson R. K., Tamime A. Y., Wszolek M.: Microbiology of Fermented Milks. In: *Dairy Microbiology Handbook*. Third Edition. Ed. by R. K. Robinson, Wiley Interscience, New York 2002.
- [16] Shah N. P.: Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *J. Dairy Sci.*, 2000, **83**, 894-907.
- [17] Tamime, A.Y. & Robinson, R.K.: *Yoghurt. Science and Technology*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited England, 1999.
- [18] Zourari A., Accolas J. P., Desmazeaud M. J.: Metabolism and biochemical characteristics of yoghurt bacteria. A review. *Lait*, 1992, **72**, 1-34.



## EFFECT OF THE STORING PERIOD ON MICRO-FLORA IN YOGHURTS CONTAINING AMARANTH SEEDS AND OAT GRAINS ADDED

### Summary

The objective of the study was to determine the effect of storing time on the count of characteristic micro-flora in yoghurts with amaranth seeds and oat grains added.

Two types of fermented milk drinks were produced: traditional yoghurt and bio-yoghurt containing potentially probiotic bacteria. After the incubation, the yoghurts were stirred and amaranth seeds or oat grains were added in the amount of 3%. The following types of additives were applied: amaranth in the form of whole, ground and extruded seeds, and oat in the form of whole and ground grains. After the 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day of storing the products, their analysis was performed. It included the determination of counts of the following bacteria: *S. thermophilus* and *L. delbrueckii bulgaricus* in the traditional yoghurts, and *Bifidobacterium* sp., *L. acidophilus*, *S. thermophilus* in the bio-yoghurts. The active acidity of products was determined by measuring their pH value. The addition of amaranth seeds and oat grains did not statistically significant impacted the analyzed parameters of yoghurts and bio-yoghurts. It was proved that, in the both cases, the level of *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* and *S. thermophilus* bacteria slightly increased during the 3 days of storing, and, then, decreased reaching the lowest value on the 14<sup>th</sup> day of storing. Those changes were statistically significant for all the types of yoghurts. During the storing period, the count of lactobacilli decreased slower than of streptococci. As for the bio-yoghurts, it was found that the count level of *Bifidobacterium* sp., *L. acidophilus*, and *S. thermophilus* slightly varied between the first and the third day. The number of these types of micro-organisms decreased statistically significantly between the 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day of storing. Among the evaluated bacteria, the highest fall in the count of viable micro-organisms was stated for the *Bifidobacterium* sp. bacteria. The decrease in the number of bacteria in yoghurts and bio-yoghurts during their storing was connected with the simultaneous increase in their acidity. Although the number of bacteria decreased during the storing period, the yoghurts and bio-yoghurts with the amaranth seeds and oat grains added were characterised by a high level of the distinctive micro-flora pursuant to instructions under FIL/IDF.

**Key words:** yoghurt, amaranth, oat, bacteria ☒



ANNA BEREZIŃSKA, MIECZYŚLAW W. OBIEDZIŃSKI

## TECHNIKA SPME JAKO UŻYTECZNE NARZĘDZIE DO KONSTRUOWANIA AROMAGRAMÓW SERÓW Z PRZEROSTEM PLEŚNI

### Streszczenie

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania techniki HS-SPME do konstruowania aromagramów serów z przerostem pleśni. Obiektem badania były dwa sery z przerostem pleśni wyprodukowane w Polsce (Lazur i Rokpol) nabyte w lokalnych supermarketach. Do ekstrakcji związków lotnych próbek zastosowano technikę mikroekstrakcji z fazy nadpowierzchniowej (HS-SPME). Rozdział i identyfikację wyizolowanych związków przeprowadzono metodą chromatografii gazowej i spektrometrii mas (GC/MS). Zawartość wykrytych związków wyrażono względem standardu wewnętrznego. Skonstruowano aromagramy serów. Wykazano, że technika HS-SPME-GC/MS jest użytecznym narzędziem analizy związków lotnych serów z przerostem pleśni i może być pomocna w konstruowaniu aromagramów tego typu serów.

**Słowa kluczowe:** sery z przerostem pleśni, aromagramy, SPME, GC/MS

### Wprowadzenie

Ocena jakości żywności obejmuje m.in. badanie jej cech sensorycznych, jednak z oczywistych względów obiektem analizy sensorycznej nie może stać się produkt spożywczy o wątpliwej jakości zdrowotnej. Rozwiązaniem tego problemu byłoby stworzenie metody oceny wybranych wyróżników jakości sensorycznej artykułów żywnościowych wykorzystującej nowoczesne techniki instrumentalne, wspomagającej pracę zespołu oceniającego. W przypadku walorów zapachowych artykułów żywnościowych naturalną propozycją wydają się być techniki chromatograficzne. Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas i/lub olfaktometrią wskazywana jest jako podstawowe narzędzie analizy składu frakcji lotnej mleka i jego przetworów, a jedną z podstawowych technik przygotowania próbek produktów mleczarskich do analizy chromatograficznej związków lotnych jest technika mikroekstrakcji do fazy

---

*Mgr inż. A. Berezińska, prof. dr hab. M.W. Obiedziński; Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

stałej (SPME) [4, 8]. SPME została opracowana na początku lat 90. XX w. przez Pawliszyna i wsp. [1, 13]. Technikę tę stosowano m.in. do badań frakcji lotnej i zapachowej różnego rodzaju serów [7, 10, 11], w tym serów z przerostem pleśni [3].

W ostatnich latach opublikowano szereg prac poświęconych analizie związków lotnych i/lub zapachowych serów z przerostem pleśni [2, 3, 5, 6, 9, 12]. W polskiej literaturze przedmiotu brak jest prac o podobnej tematyce.

Celem pracy była ocena możliwości zastosowania techniki HS-SPME sprzężonej z chromatografią gazową i spektrometrią mas (GC/MS) do konstruowania aromagramów serów z przerostem pleśni produkcji polskiej.

### **Material i metody badań**

Material badawczy stanowiły sery z przerostem pleśni (Lazur, Rokpol) zakupione w lokalnym supermarkecie.

Do czasu analizy próbki przechowywano owinięte w folię do żywności w warunkach chłodniczych. Do moździerza naważano 5 g sera oraz 10 g dearomatyzowanej soli kuchennej z dodatkiem 0,3  $\mu$ l standardu (walerianian metylu). Ucierano, odważano 5 g uzyskanej mieszaniny do dearomatyzowanego słoika, zamykano i wstawiano do termostatu o temp. 20°C. Próbkę kondycjonowano przez 5 min. Po tym czasie w słoiku umieszczano włókno CAR/PDMS/DVB i ekstrahowano związki lotne (10 min). Po zakończonej ekstrakcji włókno przenoszono do komory nastrzykowej chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem mas (QP2010, Shimadzu). Warunki rozdzielu chromatograficznego: temp. komory nastrzykowej 220°C, gaz nośny hel, ciśnienie gazu nośnego 29,2 kPa, przepływ w kolumnie 0,75 cm<sup>3</sup>/min, dzielnik strumienia 3,9, kolumna ZB-WAX (długość 30,0 m, grubość filmu 0,25  $\mu$ m, średnica wewnętrzna 0,25 mm), program narostu temp.: temp. początkowa 40,0°C/2 min, tempo narostu temperatury 4°C/min, temp. końcowa 180,0°C/6 min. Warunki pracy spektrometru mas: temp. źródła jonów 190°C, temp. linii łączącej 200°C, napięcie detektora 1,1 kV, tryb zbierania danych całkowity prąd jonowy (TIC), szybkość skanowania 5000, zakres zbierania danych 40,00–500,00 [m/z].

Związki zidentyfikowano porównując uzyskane widma masowe z bibliotekami widm masowych (WILEY7N2, NIST147, FFNSC Library). W przypadku każdego zidentyfikowanego związku obliczano iloraz powierzchni odpowiadającego mu piku chromatograficznego i powierzchni piku wzorca (tzw. względna powierzchnia piku). Zawartość związków wyrażano jako średnie względne powierzchnie pików tj. średnie arytmetyczne ze zrealizowanej liczby powtórzeń danego pomiaru. Pomiaru wykonywano w trzech powtórzeniach.

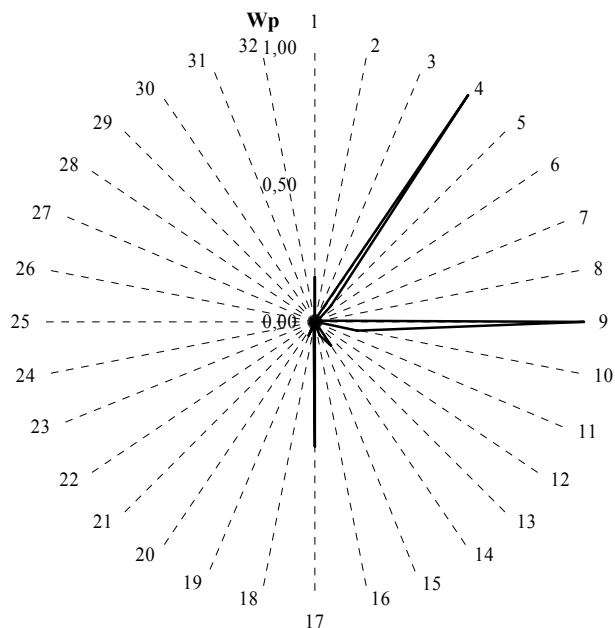
## Wyniki i dyskusja

W próbkach badanych serów z przerostem pleśni zidentyfikowano ogółem 37 związków lotnych, z czego zdecydowaną większość stanowiły alkohole i ketony metylowe. Frakcję lotną sera Lazur współtworzyło 31 związków lotnych. We frakcji lotnej sera Rokpol zidentyfikowano 26 związków lotnych. Zaobserwowane różnice w składzie fazy nadpowierzchniowej badanych serów zilustrowano na rys. 1. i 2.

Próbki obu serów zawierały 2-metylopropanol, 2-pentanol, 1-etoksy-2-propanol, 3-metylo-1-butanol, 2-heptanol, 2-nonanol i 1,3- lub 2,3-butanediol (identyfikacja niejednoznaczna, czas retencji: 20,32 i 21,46). W próbce sera Rokpol nie stwierdzono obecności 1-pentanolu, 1-okten-3-olu i 2-(2-butoksyetoksy)-etanolu obecnych w serze Lazur. We frakcji lotnej sera Lazur nie wykryto 2-butanolu i 4-metylo-2-pentanolu zidentyfikowanych w Rokpolu. Frakcje lotne obu serów zawierały 2-pentanon, 2-heksanon, 2-heptanon, 3-hydrokso-2-butanon (acetoinę), 2-nonanon, 8-nonen-2-on i keton metylowo-nonylowy. Związek 2-hydrokso-3-heksanon zidentyfikowano jedynie w próbce sera Rokpol, zaś 6-metylo-5-hepten-2-on jedynie w próbce sera Lazur. Wśród składników fazy nadpowierzchniowej serów zidentyfikowano tylko jeden aldehyd – dekanal (Lazur). Spośród pięciu zidentyfikowanych kwasów tłuszczowych we frakcji lotnej sera Lazur nie wykryto jedynie kwasu octowego. Frakcja lotna sera Rokpol zawierała wszystkie pięć zidentyfikowanych kwasów (oprócz octowego kwasu: izomasłowy, masłowy, izowalerianowy i kapronowy). W obu badanych serach występował maślan izopentylu i *p*-metyloanizol. Ponadto w serze Rokpol zidentyfikowano kapronian etylu i butyrolakton, zaś w serze Lazur *o*-ksylen, oksym metoksyfenylowy, disiarczek dimetylu, 2-etoksypropan i 1-(2-propenyloksy)-heptan.

Uzyskane rezultaty pozostają w zgodzie z wynikami wcześniejszych badań [2, 3, 5, 6, 9, 12], w których również wskazywano na ketony metylowe, alkohole (w tym 2-alkanole), kwasy tłuszczowe i estry jako na najliczniejsze grupy składników frakcji lotnej serów z przerostem pleśni. Stosunkowo niewielki udział aldehydów, związków siarkowych i aromatycznych oraz laktonów, a także nieobecność związków terpenowych można wytłumaczyć inną, od stosowanej przez większość autorów wspomnianych publikacji, metodą przygotowania próbek. Przykładowo, de Frutos i wsp. [2] czy Gonzalez de Llano i wsp. [5] izolowali związki lotne metodą jednoczesnej destylacji i ekstrakcji, wydobywając związki o średniej lotności. Lawlor i wsp. [6] wykorzystali aparat przypominający jamę ustną i adsorbowali związki lotne za pomocą rur z TENAX-TA. W omawianym doświadczeniu wykorzystano technikę mikroekstrakcji do fazy stałej, stosowaną już uprzednio do analizy frakcji lotnej serów z przerostem pleśni [3]. Mniejsza różnorodność zidentyfikowanych składników fazy nadpowierzchniowej może w tym przypadku wynikać z innego okresu czasu ekstrakcji – autorzy wymienionego artykułu eksponowali włókno w fazie nadpowierzchniowej próbek przez 16 godz. w temp. 22°C oraz innego rodzaju włókna – we wspomnianej publikacji

wykorzystano włókno Carboxen-PDMS. Niemniej jednak uzyskane profile składu fazy nadpowierzchniowej były wystarczająco liczne, aby umożliwić porównanie frakcji lotnych serów pod względem jakościowym.



Objaśnienia:

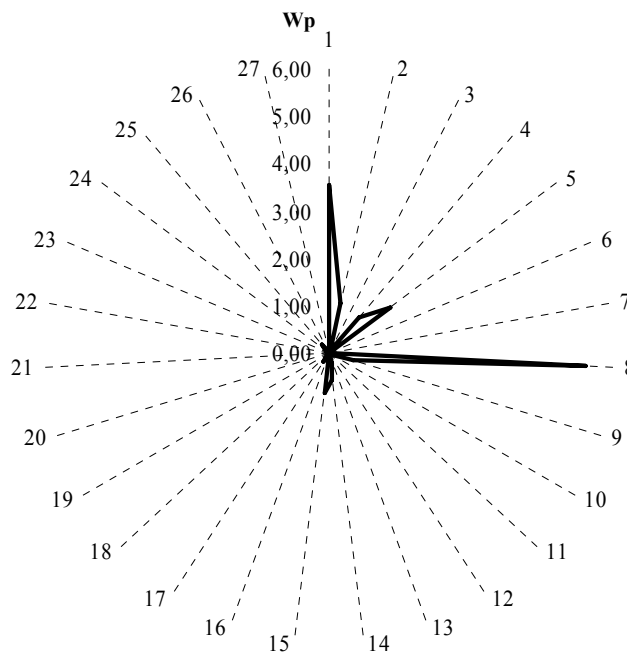
1 – 2-pentanon, 2 – disiarczek dimetylu, 3 – 2-heksanon, 4 – walerianian metylu, 5 – 2-metylopropanol, 6 – 2-pentanol, 7 – o-ksylen, 8 – 1-etoksy-2-propanol, 9 – 2-heptanon, 10 – 3-metylo-1-butanol, 11 – 2-etoksypropan, 12 – 1-pentanol, 13 – maślan izopentylu, 14 – 3-hydrokso-2-butanon, 15 – 2-heptanol, 16 – 6-metylo-5-hepten-2-on, 17 – 2-nonanon, 18 – p-metyloanizol, 19 – 8-nonen-2-on, 20 – 1-okten-3-ol, 21 – 1-(2-propenyloksy)-heptan, 22 – dekanal, 23 – 2-nonanol, 24 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 25 – kwas izomasłowy, 26 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 27 – keton metylowo-nonylowy, 28 – kwas masłowy, 29 – kwas izowalerianowy, 30 – oksym metoksyfenylowy, 31 – 2-(2-butoksyetoksy)-etanol, 32 – kwas kapronowy; <sup>a</sup> – identyfikacja niejednoznaczna; **Wp** – względna powierzchnia pików;

Explanatory notes:

1 – 2-pentanone, 2 – dimethyl disulphide, 3 – 2-heksanone, 4 – methyl walerate, 5 – 2-methylpropanol, 6 – 2-pentanol, 7 – o-xylene, 8 – 1-ethoxy-2-propanol, 9 – 2-heptanone, 10 – 3-methyl-1-butanol, 11 – 2-ethoxypropane, 12 – 1-pentanol, 13 – isopentyl butanoate, 14 – 3-hydroxy-2-butanone, 15 – 2-heptanol, 16 – 6-methyl-5-hepten-2-one, 17 – 2-nonanone, 18 – p-methylanisole, 19 – 8-nonen-2-one, 20 – 1-octen-3-ol, 21 – 1-(2-propenyloxy)-heptane, 22 – decanal, 23 – 2-nonanol, 24 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 25 – 2-methylpropanoic acid, 26 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 27 – 2-undecanone, 28 – butanoic acid, 29 – 3-methylbutanoic acid, 30 – methoxy-phenyloxime, 31 – 2-(2-butoxyethoxy)-ethanol, 32 – hexanoic acid; <sup>a</sup> – identification equivocal, **Wp** – relative peak area.

Rys. 1. Profil składu fazy nadpowierzchniowej sera Lazur.

Fig. 1. Headspace profile of the Lazur cheese.



Objaśnienia:

1 – 2-pentanon, 2 – 2-butanol, 3 – 2-heksanon, 4 – walerianian metylu, 5 – 2-pentanol, 6 – 2-hydrokso-3-heksanon, 7 – 1-etoksy-2-propanol, 8 – 2-heptanon, 9 – 3-metylo-1-butanol, 10 – 4-metylo-2-pentanol, 11 – kapronian etylu, 12 – maślan izopentyłu, 13 – 3-hydrokso-2-butanon, 14 – 2-heptanol, 15 – 2-nonanon, 16 – p-metyloanizol, 17 – 8-nonen-2-on, 18 – kwas octowy, 19 – 2-nonanol, 20 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 21 – kwas izomasłowy, 22 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 23 – keton metylowo-nonylowy, 24 – butyrolakton, 25 – kwas masłowy, 26 – kwas izowalerianowy, 27 – kwas kapronowy; <sup>a</sup> – identyfikacja niejednoznaczna; **Wp** – względna powierzchnia piksu;

Explanatory notes:

1 – 2-pentanone, 2 – 2-butanol, 3 – 2-hexanone, 4 – methyl valerate, 5 – 2-pentanol, 6 – 2-hydroxy-3-hexanone, 7 – 1-ethoxy-2-propanol, 8 – 2-heptanone, 9 – 3-methyl-1-butanol, 10 – 4-methyl-2-pentanol, 11 – ethyl hexanoate, 12 – isopentyl butanoate, 13 – 3-hydroxy-2-butanone, 14 – 2-heptanol, 15 – 2-nonanone, 16 – p-methylanisole, 17 – 8-nonen-2-one, 18 – ethanoic acid, 19 – 2-nonanol, 20 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 21 – 2-methylpropanoic acid, 22 – 1,3-butanediol<sup>a</sup>, 23 – 2-undecanone, 24 – butyrolactone, 25 – butanoic acid, 26 – 3-methylbutanoic acid, 27 – hexanoic acid; <sup>a</sup> – identification equivocal, **Wp** – relative peak area.

Rys. 2. Profil składu fazy nadpowierzchniowej sera Rokpol.

Fig. 2. Headspace profile of the Rokpol cheese.

Biorąc pod uwagę, że zidentyfikowane składniki fazy nadpowierzchniowej są w większości znane jako główne związki zapachotwórcze [3, 9] badanego rodzaju serów, zaprezentowane wykresy ilustrujące skład profilu fazy nadpowierzchniowej serów mogą być uznane za rodzaj aromagramów (rys. 1 i 2).

## Wnioski

1. Badane sery z przerostem pleśni, polskiej produkcji, charakteryzowały się ogólnie zbliżonym jakościowo składem frakcji lotnej – dominującymi związkami lotnymi były, podobnie jak w innych tego typu serach, ketony metylowe, alkohole, estry i kwasy tłuszczowe.
2. Stwierdzenie nieznacznych różnic w składzie frakcji lotnej badanych serów może wymagać zastosowania odmiennych niż w omawianej pracy warunków przygotowania próbki, niemniej jednak te ostatnie pozwoliły na zadowalającą analizę różnic jakościowych w składzie związków lotnych serów Lazurowy i Rokokowy.
3. Zastosowanie stosunkowo krótkiego czasu kondycjonowania próbki i czasu ekstrakcji związków lotnych pozwoliło wyizolować związki uważane za kluczowe dla kształtowania zapachu serów z przerostem pleśni.
4. Technika HS-SPME-GC/MS jest narzędziem wartym zastosowania w analizie składu frakcji lotnej i konstruowaniu aromagramów serów z przerostem pleśni.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura


- [1] Arthur C.L., Pawliszyn J.: Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. *Anal. Chem.*, 1990, **62**, 2145-2148.
- [2] De Frutos M., Sanz J., Martinez-Castro I.: Characterization of artisanal cheeses by GC and GC/MS analysis of their medium volatility (SDE) fraction. *J. Agric. Food Chem.*, 1991, **39**, 524-530.
- [3] Frank D.C., Owen C.M., Patterson J.: Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 2004, **37**, 139-154.
- [4] Friedrich J.E., Acree T.E.: Gas chromatography olfactometry (GC/O) of dairy products. *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 235-241.
- [5] Gonzalez de Llano D., Ramos M., Polo C., Sanz J., Martinez-Castro I.: Evolution of the volatile components of an artisanal blue cheese during ripening. *J. Dairy Sci.*, 1990, **73**, 1676-1683.
- [6] Lawlor J.B., Delahunty C.M., Sheehan J., Wilkinson M.G.: Relationships between sensory attributes and the volatile compounds, non-volatile and gross compositional constituents of six blue-type cheeses. *Int. Dairy J.*, 2003, **13**, 481-494.
- [7] Lecanu L., Ducruet V., Jouquand C., Gratadoux J.J., Feigenbaum A.: Optimization of headspace solid-phase microextraction (SPME) for the odor analysis of surface-ripened cheese. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 3810-3817.
- [8] Mariaca R., Bosset J.O.: Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. *Lait*, 1997, **77**, 13-40.
- [9] Moio L., Piombino P., Addeo F.: Odour-impact compounds of Gorgonzola cheese. *J. Dairy Res.*, 2000, **67**, 273-285.
- [10] Pérès C., Viallon C., Berdagué J.-L.: Solid-phase microextraction-mass spectrometry: a new approach to the rapid characterization of cheeses. *Anal. Chem.*, 2001, **73**, 1030-1036.

- [11] Pinho O., Pérès C., Ferreira I.M.P.L.V.O.: Solid-phase microextraction of volatile compounds in ‘Terrincho’ ewe cheese. Comparison of different fibers. *J. Chrom. A*, 2003, **1011**, 1-9.
- [12] Trihaas J., Vognsen L., Nielsen P.V.: Electronic nose: new tool in modelling the ripening of Danish blue cheese. *Int. Dairy J.*, 2005, **15**, 679-691.
- [13] Zhang Z., Yang M.J., Pawliszyn J.: Solid-phase microextraction. A solvent-free alternative for sample preparation. *Anal. Chem.*, 1994, **66**, 844A-853A.

#### THE SPME TECHNIQUE AS A USEFUL TOOL TO CONSTRUCT AROMAGRAMS OF BLUE-VEINED CHEESES

##### S u m m a r y

The objective of the study was to assess the applicability of HS-SPME technique to construct aromagrams of the blue-veined cheeses. The study object constituted samples of the two blue-type cheeses produced in Poland (Lazur and Rokpol) and purchased in local supermarkets. To extract volatile components of the samples, a technique of headspace solid-phase micro-extraction (HS-SPME) was applied. The compounds isolated were separated and identified using a gas chromatography and a mass spectrometry (GC/MS) technique. The contents of compounds detected were expressed in relation to the internal standard. Aromagrams of those cheeses were constructed. It was proved that a SPME technique coupled with a GC/MS technique are a useful tool for the analysis of the volatiles contained in the blue-veined cheeses, and can be helpful when constructing aromagrams of this type of cheeses.

**Key words:** blue-veined cheeses, aromagrams, SPME, GC/MS 

ANNA BZDUCHA, MIECZYSLAW W. OBIEDZIŃSKI

## WPLYW BIFIDOBACTERIUM LACTIS NA UDZIAŁ KWASU LINOLOWEGO O WIĄZANIACH SPRZEŻONYCH W TŁUSZCZU MODELOWYCH SERÓW DOJRZEWAJĄCYCH

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu probiotycznych pałeczek *Bifidobacterium lactis* Bb-12 na zawartość kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych (CLA) w tłuszczu modelowych serów dojrzewających.

Wyniki badań wskazują, że w odpowiednich warunkach dojrzewania bakterie *Bifidobacterium lactis* mogą pozytywnie wpływać na zawartość CLA w tłuszczu badanych serów modelowych. W czasie dojrzewania w temperaturze 14°C zaobserwowano statystycznie istotny wzrost zawartości CLA w serach z dodatkiem szczepu Bb-12 po ósmym tygodniu dojrzewania. Wyniósł on ok. 60 mg CLA/100 g tłuszczu. W ostatnim tygodniu dojrzewania sery modelowe spełniały wymóg minimum terapeutycznego odnoszącego się do produktów probiotycznych i zawierały w 1 g produktu ok. 10<sup>6</sup> żywych komórek bakterii z rodzaju *Bifidobacterium*.

**Słowa kluczowe:** *Bifidobacterium*, CLA, modelowe sery dojrzewające

### Wprowadzenie

Tłuszcz produktów mleczarskich zawiera składniki o potencjalnym działaniu prozdrowotnym m.in. przeciwnowotworowym, przeciwmiażdżycowym, zapobiegającym otyłości, jak również cukrzycy [7, 8, 17, 24]. Takie właściwości przypisuje się grupie izomerów pozycyjnych i geometrycznych kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych (z ang. conjugated linoleic acid - CLA). W produktach mleczarskich izomerem stanowiącym ponad 80% izomerów CLA w sumie kwasów tłuszczowych jest kwas 18:2 cis-9, trans-11. CLA jest produktem pośrednim biohydrogenacji kwasu linolowego do stearynowego, przeprowadzanej przez mikroflorę żwacza zwierząt przeżuwających. Dodatkowo CLA może powstawać w wyniku desaturacji kwasu walcenowego (18:1, trans11) w gruczołach mlecznych tych zwierząt [2, 7, 21]. Badania wska-

---

Mgr inż. A. Bzducha, prof. dr hab. M. W. Obiedziński, Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02- 776 Warszawa



zują, że zdolność konwersji kwasu linolowego do CLA mogą wykazywać również niektóre szczepy z rodzaju *Bifidobacterium*. Izomer *cis-9, trans-11* CLA produkowany był przez badane bakterie w największej ilości [1, 4, 10, 12, 19, 22]. Bifidobakteriom przypisuje się wiele pozytywnych właściwości, m.in. produkcję kwasu mlekowego i octowego, co skutkuje pozytywnym obniżaniem pH w przewodzie pokarmowym człowieka. Wsuwa się hipotezę, że dobroczynne oddziaływanie tych bakterii może być również związane ze zdolnością biosyntezy CLA [4, 14, 19]. Badania nad zdolnością probiotycznych bifidobakterii do biosyntezy CLA mogą stworzyć nowe możliwości polepszania funkcjonalnych właściwości żywności, poprzez mikrobiologiczne zwiększanie ilości składników prozdrowotnych, tj. CLA [4].

Celem pracy było określenie wpływu probiotycznych pałeczek *Bifidobacterium lactis* Bb-12 na zawartość CLA w tłuszczu modelowych serów dojrzewających.

### **Materiał i metody badań**

Do wytworzenia serów modelowych użyto głęboko mrożonej szczepionki bakterii starterowych *Lactococcus lactis subsp. lactis* R-603 (Chr. Hansen) oraz liofilizowanej monokultury probiotycznych pałeczek *Bifidobacterium lactis* Bb-12 (Chr. Hansen). Przed zaszczepieniem serów modelowych bakterie Bb-12 namnażano w bulionowym podłożu MRS przez 24 h w temp. 37°C. Kultury *Lactococcus lactis subsp. lactis* R-603 namnażano w bulionowym podłożu M17 przez 24 h w temp. 30°C.

Materiał do badań stanowiły sery modelowe, do których wraz z kulturami starterowymi procesu fermentacji (*Lactococcus lactis subsp. lactis*) dodawano bakterie probiotyczne Bb-12, przy czym ser kontrolny zawierał tylko bakterie starterowe R-603. Sery modelowe wytwarzano z zachowaniem warunków sterylnych. Do szklanych butelek Shotta o pojemności 1l odważano śmietankę UHT (30% tłuszczu), odtłuszczony proszek mleczny, dodawano 250 ml uprzednio wysterylizowanej wody oraz NaCl (2% m/m) i cytrynian sodu (0,3% m/m). Zarówno śmietankę, jak i mleko w proszku dodawano w ilości ok. 28% wagowych. Końcowa masa sera modelowego stanowiła ok. 600 g. Masę ogrzewano do temp. 31°C, zaszczepiano kulturami bakterii na poziomie ok.  $10^7$  jtk/g sera modelowego (*Lactococcus lactis subsp. lactis* i *Bifidobacterium lactis*). W temp. 31°C termostatowano masę przez dodatkowe 30 min, po czym dodawano podpuszczkę (1:13000, Marzyme, Chr. Hansen). Krzepnięcie mleka prowadzono przez 45 min w temp. 31°C. Sery modelowe wykonywano według zmodyfikowanej procedury Crespo i wsp. [5]. Po wytworzeniu się skrzepu serowego masę cięto, dogrzewano do ok. 41°C i termostatowano w tej temperaturze ok. 40 min. Tak przygotowane sery modelowe poddawano dojrzewaniu przez 8 tygodni w temp. 6 i 14°C. Próbkę do analiz mikrobiologicznych oraz fizykochemicznych pobierano bezpośrednio po wytworzeniu serów (próba 0) oraz w 2., 4., 6. i 8. tygodniu dojrzewania. Próbkę przeznaczoną do

analizy estrów metylowych kwasów tłuszczowych przechowywano w temp.  $-21^{\circ}\text{C}$  do czasu analizy.

Analizy składu estrów metylowych kwasów tłuszczowych wykonywano w trzech powtórzeniach w serach modelowych z kolejnych okresów dojrzewania. Tłuszcz ekstrahowano z próbek za pomocą mieszaniny chloroform : metanol (2:1 v/v) oraz dodawano nasycony KCl. Przed ekstrakcją dodawano 500  $\mu\text{g}$  standardu wewnętrznego (triacyloglicerol kwasu heneicosanowego - TAG C21:0, Nu-Chek Prep, Inc., T-175). Stosowano transestryfikację kwasów tłuszczowych za pomocą 0,5 M KOH w metanolu ( $37^{\circ}\text{C}/30$  min). Estrы metylowe kwasów tłuszczowych (w tym CLA - 18:2 *cis*9, *trans*11) oznaczano metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem mas (GC/MS-QP2010, Shimadzu) w kolumnie polarnej SP-2560 (100 x 0,2  $\mu\text{m}$  x 0,25 mm) firmy Supelco. Próbkę nastrzykiwano w trybie bezdzielnikowym w temp. dozownika  $240^{\circ}\text{C}$ . Rozdział chromatograficzny przebiegał w warunkach chromatografowania: temp. początkowa kolumny -  $40^{\circ}\text{C}$ , izoterma 12 min, wzrost temp. o  $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$  do  $160^{\circ}\text{C}$ , izoterma 20 min, następnie wzrost temp. pieca o  $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$  do  $180^{\circ}\text{C}$  - izoterma 20 min, po czym zastosowano wzrost temp. o  $6^{\circ}\text{C}/\text{min}$  do  $230^{\circ}\text{C}$  (izoterma 15 min). Gazem nośnym był hel o przepływie 1,10  $\text{cm}^3/\text{min}$ . Stosowano następujące warunki pracy spektrometru masowego: temp. źródła jonów  $200^{\circ}\text{C}$ , temp. linii łączącej GC z MS  $200^{\circ}\text{C}$ , jonizacja elektronami o energii 70eV, napięcie detektora 1,13 kV, zakres przemieszczenia filtru kwadrupolowego 50 - 500 m/z. Identyfikację CLA (18:2 *cis*-9, *trans*-11) prowadzono porównując spektrum masowe oraz czas retencji ze standardem tego izomeru. Obliczeń ilościowych dokonywano względem standardu wewnętrznego z zastosowaniem współczynników korekcyjnych.

Oznaczenie azotu ogółem (metoda Kjeldahla), zawartości tłuszczu ogółem (metoda butyrometryczna) oraz obliczenie zawartości tłuszczu w suchej masie, analizę zawartości wody i suchej masy (suszenie w temp.  $102^{\circ}\text{C}$ ) oraz pomiary pH (metoda potencjometryczna) prowadzono zgodnie z PN-73/A-86232 [16].

Liczbę tlenowych paciorkowców mlekowych oznaczano metodą płytkową, prowadząc hodowlę na pożywce agarowej M17 o pH 7,2 (Merck); inkubacja tlenowa w temp.  $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/72$  h. Oznaczenie liczby beztlenowych pałeczek mlekowych prowadzono metodą płytkową (posiew metodą kropelkową). Hodowla beztlenowa z wkładkami do wytwarzania atmosfery beztlenowej w słoju do hodowli beztlenowej (Anaeroculr, Merck) na pożywce MRS-Agar o pH 5,4 (Biomerioux). Inkubacja w temp.  $42^{\circ}\text{C}/72$  h. Analizy mikrobiologiczne wykonywano w dwóch powtórzeniach. Wyniki podawano jako log jtk/1 g sera modelowego.

Statystyczną istotność różnic między zawartością CLA w serach po określonym czasie dojrzewania określano przeprowadzając analizę wariancji przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$  w programie Statgraphics 4.1.

## Wyniki i dyskusja

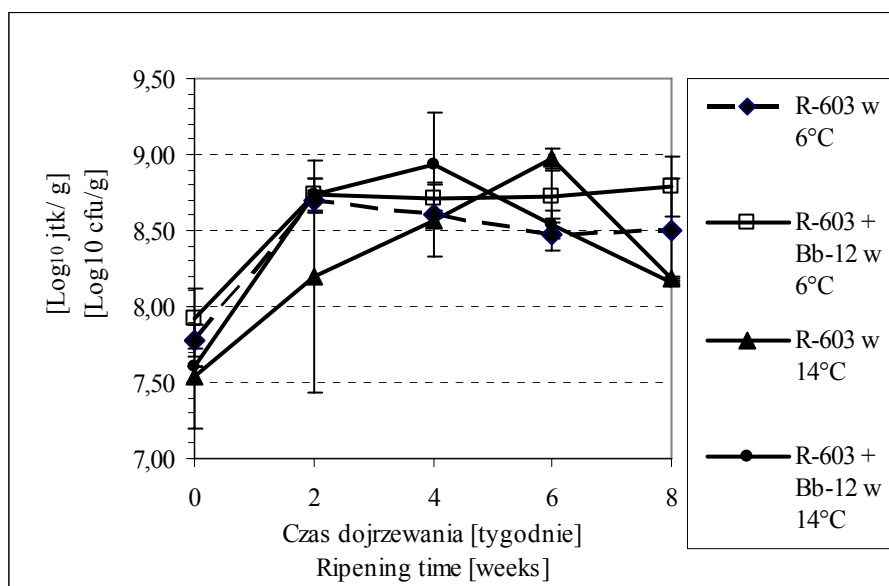
Analiza fizykochemiczna wytworzonych serów modelowych pozwoliła na ich sklasyfikowanie jako sery półtłuste miękkie. Charakteryzowały się one 23% zawartością tłuszczu w suchej masie (ok. 42%) i 11% zawartością białka ogółem (danych nie przedstawiono). Analizując zmiany pH serów modelowych w temp. 6 i 14°C zauważono istotny wpływ warunków dojrzewania na aktywność metaboliczną zastosowanych kultur bakterii, a tym samym na intensywność produkcji kwasów organicznych (głównie mlekowego i octowego). W temp. 14°C odnotowano wyraźny wpływ dodatku bifidobakterii na zmiany pH. W modelu z dodatkiem probiotyków kwasowość potencjometryczna w ósmym tygodniu dojrzewania serów wynosiła ok. 4,9 przy wartości pH ok. 6,4 zaraz po wytworzeniu serów. W serach kontrolnych dojrzewających w tej samej temp. pH uległo obniżeniu z 6,4 do 5,2 w końcowym okresie dojrzewania. W temp. 6°C zmiany pH były mniej intensywne, kwasowość uległa podwyższeniu o ok. 1 jednostkę pH (z 6,4 do ok. 5,5) we wszystkich modelach serów. Podobne rezultaty otrzymali w swych badaniach Mc Brearty i wsp. [11]. Autorzy ci podają, że przyspieszona produkcja kwasów może być korzystna podczas dojrzewania serów, skracając czas formowania się skrzepu, jednak może również przyczynić się do obniżenia poziomu cech sensorycznych serów.

Po wytworzeniu serów modelowych liczba żywych komórek mezofilnych paciorkowców tlenowych z rodzaju *Lactococcus lactis* była na podobnym poziomie we wszystkich modelach i wynosiła średnio 7,7 log jtk/g (rys. 1). W przypadku serów dojrzewających w temp. 6°C, zarówno w przypadku serów kontrolnych bez dodatku *Bifidobacterium lactis*, jak i z dodatkiem szczepu Bb-12 obserwowano wzrost liczby żywych paciorkowców mlekowych o ok. 1 cykl logarytmiczny do 2. tygodnia, po czym następowało ustabilizowanie się liczby tych bakterii na poziomie ok. 8,6 log jtk/g. Sery modelowe dojrzewające w temp. 14°C charakteryzowały się wzrastającą liczbą paciorkowców tlenowych w dłuższym okresie czasu, bowiem do 4. tygodnia w przypadku modelu z dodatkiem szczepu Bb-12 oraz do 6. tygodnia w próbie kontrolnej. Zmiana liczby bakterii starterowych wynosiła z ok.  $4 \cdot 10^7$  jtk/g do ok.  $1,5 \cdot 10^8$  jtk/g. Podobny przyrost obserwowali również inni autorzy [11, 13].

Podczas dojrzewania serów w temp. 6 i 14°C nie stwierdzono hamującego wpływu bifidobakterii na rozwój bakterii starterowych *Lactococcus lactis*. Brak negatywnych interakcji między szczepami *Bifidobacterium* Bb-12 oraz *Lactococcus* odnotowali również Vinderola i wsp. [20], co jest zjawiskiem pożądanym pod względem technologicznym.

Inoculum pałeczek mlekowych z rodzaju *Bifidobacterium* wynosiło ok.  $10^7$  jtk/g. W całym okresie dojrzewania serów modelowych z dodatkiem *Bifidobacterium lactis* w temp. 6°C wykazano powolne zmniejszanie się liczby żywych komórek z początkowej  $1 \cdot 10^7$  do ok.  $1,85 \cdot 10^6$  jtk/g (rys. 2). Jak podają Boylston i wsp. [3], zdolność prze-

żywania bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* w serach jest zależna od szczepu, aktywności bakterii kwasu mlekowego użytych podczas produkcji sera, składu chemicznego matrycy serowej oraz warunków procesu technologicznego i dojrzewania. Należy również pamiętać, że mleko nie jest podłożem dostarczającym wszystkich niezbędnych składników do rozwoju bifidobakterii. Model sera z dodatkiem pałeczek *Bifidobacterium* poddany dojrzewaniu w temp. 14°C charakteryzował się inną dynamiką rozwoju tych pałeczek.



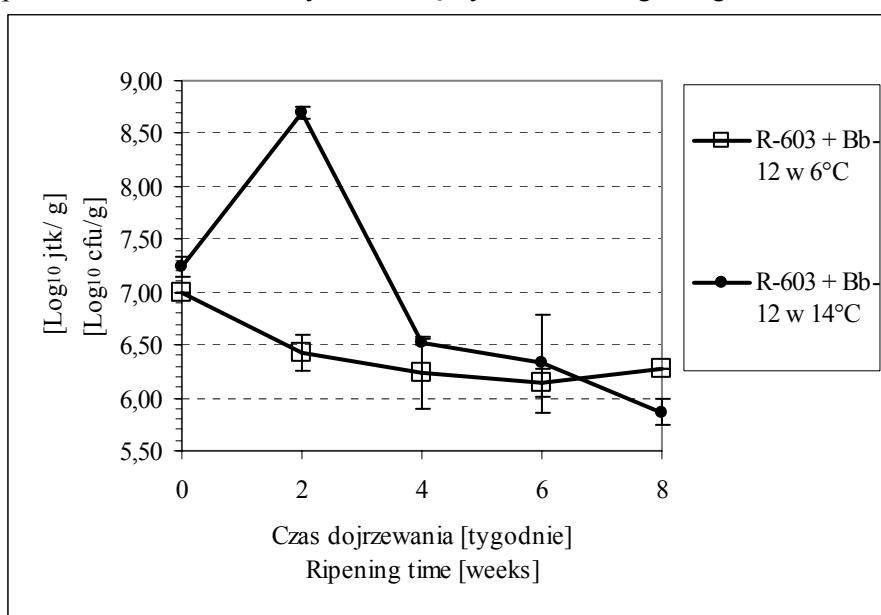
Rys. 1. Zmiany liczby mezofilnych paciorkowców tlenowych w czasie dojrzewania serów modelowych w temperaturze 6 i 14°C.

Fig. 1. Changes in the count of mesophilic aerobic lactic coccus bacteria during the period of the model cheeses ripening at a 6°C and 14°C temperature.

Do drugiego tygodnia dojrzewania stwierdzono wyraźny wzrost liczby żywych bakterii z rodzaju *Bifidobacterium lactis* o ok. 1,5 cyklu logarytmicznego, tj. z  $1,8 \times 10^7$  do ok.  $5 \times 10^8$  jtk/g. Następnie występowało obumieranie żywych komórek, tak że w ostatnim tygodniu dojrzewania ich liczba wynosiła  $7,5 \times 10^5$  jtk/g, co nie jest korzystne pod względem zapewnienia funkcjonalności produktu w zakresie probiotyczności. Wyniki badań m.in. Phillipsa i wsp. [15] wskazują na dobrą przeżywalność bakterii probiotycznych, w tym *Bifidobacterium*, na poziomie  $10^6 - 10^7$  jtk/g sera po 32 tygodniach dojrzewania, co pozwala zakwalifikować je do grupy produktów probiotycznych. Wymagane minimum terapeutyczne zawartości żywych probiotyków w produktach z dodatkiem tych bakterii wynosi minimum  $10^6$  żywych komórek pałeczek probiotycznych w 1 g produktu [6]. Na poziomie powyżej  $10^7$  jtkl/g przeżywalność *Bifidobacterium* w serach dojrzewających obserwowali również Ong i wsp. [12], aczkolwiek

Mc Brearty i wsp. [11] wykazali odmienne zdolności przeżywania *Bifidobacterium* podczas dojrzewania serów w zależności od konkretnego szczepu bakterii.

Zawartość CLA (18:2 cis-9, trans-11) w próbie 0 (po wytworzeniu serów) wynosiła od ok. 620 mg/100g tłuszczu do ok. 750 mg/100g tłuszczu (rys. 3), odpowiednio w serach modelowych dojrzewających w temp. 14 i 6°C. Zlatanov i wsp. [23] porównywali zawartość CLA w różnych serach dojrzewających i ustalili, że wynosi ona w przedziale od ok. 450 do 950 mg CLA/100g tłuszczu. Jiang i wsp. podają [9], że zawartość CLA w serach typu cheddar produkowanych z wykorzystaniem różnych szczepów *Lactococcus lactis* wynosiła między 500 a 700 mg/100 g tłuszczu.

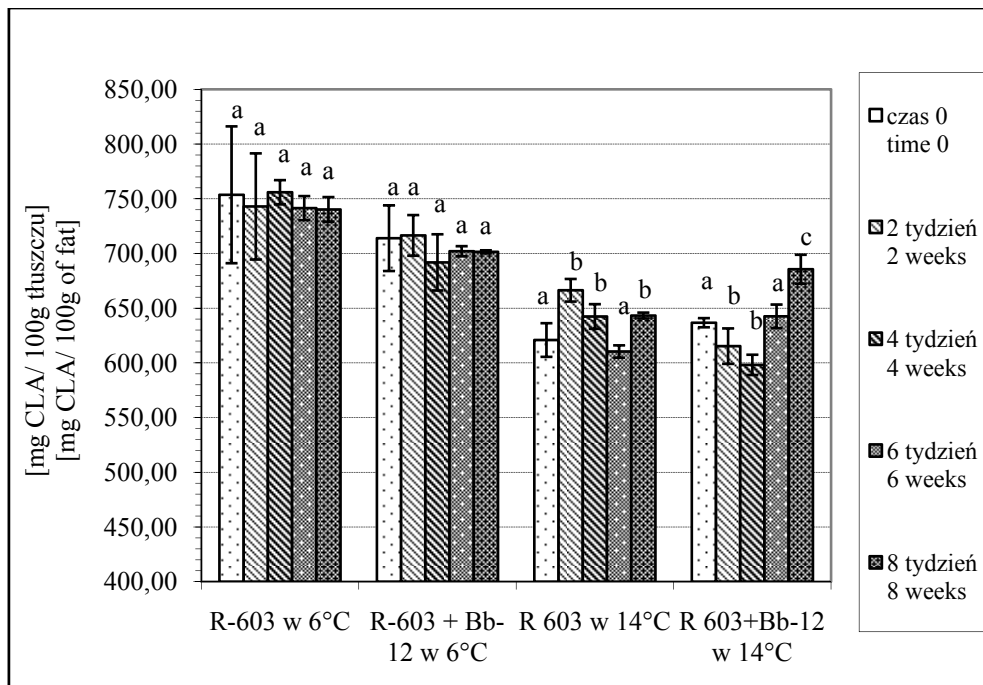


Rys. 2. Zmiany liczby bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* w czasie dojrzewania serów modelowych w temperaturze 6 i 14°C.

Fig. 2. Changes in the count of *Bifidobacterium* bacteria during the period of the model cheeses ripening at a 6°C and 14°C temperature.

Różnice ilościowe zawartości izomerów mogły wynikać z różnic zawartości CLA w mleku stosowanym do wyrobu serów, odmiennych warunków produkcji, zastosowanych kultur starterowych, a także warunków oraz czasu dojrzewania serów. Zwiększone stężenie kwasu C18:2 cis-9, trans-11 stwierdzili w serach dojrzewających Shantha i wsp. [18], którzy podają, że zawartość tych izomerów prawdopodobnie ulega podwyższeniu pod wpływem różnych czynników procesu technologicznego. Wyższe stężenie kwasów o wiązaniach skoniugowanych zaobserwowano w serach dojrzewających (ok. 8,8 mg CLA/g tłuszczu) w porównaniu z nieprzetworzonym mlekiem - poniżej 1 mg CLA/g tłuszczu [9]. Fritsche i wsp. [7] podają, że w wytworzonym przez nich

serze Emmenthal, z dodatkiem szczepów probiotycznych, zawartość CLA nieznacznie wzrosła. W badaniach wykonanych przez van Nieuwenhove i wsp. [12] w serach z dodatkiem bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* uzyskano wzrost zawartości CLA w czasie dojrzewania. W badanych serach modelowych dojrzewających przez osiem tygodni w temp. 6°C nie stwierdzono istotnych zmian zawartości CLA. Analizując zmiany stężenia izomeru CLA w modelach serów dojrzewających w temp. 14°C stwierdzono statystycznie istotny wzrost zawartości kwasu 18:2 cis-9, trans-11 w modelu z dodatkiem *Bifidobacterium lactis* Bb-12 w ósmym tygodniu dojrzewania. W porównaniu z próbą 0 (ponad 620 mg CLA/100 g tłuszczu) wzrost zawartości analizowanego kwasu o wiązaniach sprzężonych wyniósł ok. 60 mg/100 g tłuszczu serów



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d - te same litery przy wartościach średnich w modelu sera oznaczają brak statystycznie istotnych różnic ( $p > 0,05$ ) / the same letters at mean values of a model cheese mean that there are no statistically significant differences ( $p > 0.05$ ).

Rys. 3. Zmiany zawartości CLA (18:2 cis-9, trans-11) w tłuszczu serów modelowych dojrzewających w temperaturze 6 i 14°C.

Fig. 3. Changes in the CLA (18:2 cis-9, trans-11) content in the fat of model cheeses ripening at 6°C and 14°C.

modelowych, osiągając wartość blisko 690 mg CLA/100 g tłuszczu. Zmiany zawartości CLA w tłuszczu serów modelowych wystąpiły również w serze modelowym kontrolnym, jednak nie były one statystycznie istotne. Uzyskane wyniki sugerują, że w odpowiednich warunkach dojrzewania bakterie *Bifidobacterium lactis* mogą pozytywnie wpływać na zawartość CLA w badanych serach modelowych. Wskazane jest przeprowadzenie dodatkowych badań w kierunku zmian lipolitycznych oraz poznania mechanizmu konwersji tłuszczu mlekowego do CLA przez badane mikroorganizmy.

### Wnioski

1. W czasie dojrzewania serów modelowych w temp. 6 i 14°C liczba żywych komórek tlenowych paciorkowców mlekowych utrzymywała się na poziomie powyżej 8 cykli log, wzrastając o ok. 1 cykl log w porównaniu z oznaczeniem przeprowadzonym bezpośrednio po wytworzeniu serów.
2. W serach modelowych z dodatkiem *Bifidobacterium lactis*, w całym okresie dojrzewania w temp. 6°C, oznaczano stałe zmniejszanie się liczby żywych komórek pałeczek beztlenowych. W ciągu dwóch pierwszych tygodni dojrzewania w serach modelowych dojrzewających w temp. 14°C liczba bifidobakterii wzrosła o ok. 1 cykl log, po czym stwierdzono zmniejszenie się liczby żywych pałeczek beztlenowych do ok. 6 cykli log w ostatnim tygodniu dojrzewania.
3. Sery z dodatkiem *Bifidobacterium lactis* w ostatnim dniu dojrzewania spełniały minimum terapeutyczne odnoszące się do produktów probiotycznych.
4. Zawartość CLA (18:2 cis-9, trans-11) bezpośrednio po wytworzeniu serów wynosiła od ok. 620 mg/100 g tłuszczu do ponad 750 mg/100 g tłuszczu, odpowiednio w serach modelowych dojrzewających w temp. 14 i 6°C.
5. Analizując zmiany stężenia izomeru CLA w modelach serów dojrzewających w temperaturze 14°C stwierdzono statystycznie istotny wzrost zawartości kwasu 18:2 cis-9, trans-11 w modelu z dodatkiem *Bifidobacterium lactis* Bb-12 w ósmym tygodniu dojrzewania. W porównaniu z czasem zerowym (ponad 620 mg CLA/100 g tłuszczu) zawartość analizowanego kwasu o wiązaniach sprzężonych wynosiła blisko 690 mg CLA/100 g tłuszczu.
6. Wyniki badań dowodzą, że w odpowiednich warunkach dojrzewania bakterie *Bifidobacterium lactis* mogą pozytywnie wpływać na zawartość CLA w serach dojrzewających.

Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.

### Literatura

- [1] Alonso L., Cuesta E.P., Gilliland S.E.: Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin. *J. Dairy Sci.*, 2003, **86**, 1941-1946.
- [2] Bauman D.E., Baumgard L.H., Corl B.A., Griinari J.M.: Biosynthesis of conjugated linoleic acid In ruminants. *Proc. American Society of Animal Science*, 1999, pp. 1-8.
- [3] Boylston T.D., Vinderola C.G., Ghoddusi H.B., Reinheimer J.A.: Incorporation of bifidobacteria into cheeses: challenges and rewards. *Int. Dairy J.*, 2004, **14**, 375-387.
- [4] Coakley R.P., Ross R.P., Nordgren M., Fitzgerald G., Devery R., Stanton C.: Conjugated linoleic acid biosynthesis by human- derived *Bifidobacterium* species. *J. Appl. Microbiol.*, 2003, **94**, 138-145.
- [5] Crespo P., Kneubühler H., Bisig W., Schindler M., Fröhlich-Wyder M.T., Bachmann H.P.: Method for the characterisation and evaluation of cultures for the use in semi-hard cheese. *Proc. IDF Symposium on cheese: ripening, characterization and technology*, March 21-25, 2004, p. 104.
- [6] Defecińska A., Libudzisz Z.: Bakterie fermentacji mlekowej – wpływ na funkcje życiowe człowieka. *Przegl. Mlecz.*, 2000, **8**, 247-251.
- [7] Fritsche J., Rickert R., Steinhart H., Yurawecz M.P., Mossoba M.M., Sehat N., Roach J.A.G., Kramer J.K.G., Ku Y.: Conjugated linoleic acid (CLA) isomers: formation, analysis, amounts in foods and dietary intake. *Fett/ Lipid*, 1999, **101 (8)**, 272-276.
- [8] Gnädig S., Rickert R., Sébédio J.L., Steinhart H.: Conjugated linoleic acid (CLA): physiological effects and production. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2001, **103**, 56-61.
- [9] Jiang J., Björck L., Fondén R.: Conjugated linoleic acid in Swedish dairy products with special reference to the manufacture of hard cheeses. *Int Dairy J.*, 1997, **7**, 863-867.
- [10] Lin T.Y.: Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and additives. *Food Chem.*, 2000, **69**, 27-31.
- [11] Mc Brearty S., Ross R.P., Fitzgerald G.F., Collins J.K., Wallace J.M., Stanton C.: Influence of two commercially available bifidobacteria cultures on cheddar cheese quality. *Int Dairy J.*, 2001, **11**, 599-610.
- [12] Van Nieuwenhove C.P., Oliszewski R., González S.N., Pérez Chaia A.B.: Influence of bacteria used as adjunct culture and sunflower oil addition on conjugated linoleic acid content in buffalo cheese. *Food Research Int.*, 2007, **40**, 559-564.
- [13] Ong L., Henriksson A., Shah N.P.: Development of probiotic cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium spp.* and the influence of these bacteria on proteolytic pattern and production of organic acid. *Int. Dairy J.*, 2006, **16**, 446-456.
- [14] Oh D-K., Hong G-H., Lee Y., Min S., Sin H-S., Cho S. K.: Production of conjugated linoleic acid by isolated *Bifidobacterium* strains. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2003, **19**, 907-912.
- [15] Phillips M., Kailasapathy K., Tran L.: Viability of commercial probiotic cultures (*Lb. acidophilus*, *Bifidobacterium sp.*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Lb. rhamnosus* in cheddar cheese. *Int J. Food Microbiol.* 2006, **108**, 276-280.
- [16] PN-73/A-86232: Mleko. Przetwory mleczarskie. Sery. Metody badań.
- [17] Przybojewska B., Rafalski H.: Kwasy tłuszczowe występujące w mleku a zdrowie człowieka. Sprzężony kwas linolowy CLA (cz.2). *Przegl. Mlecz.*, 2003, **5**, 173-175.
- [18] Shantha N.C., Decker E.A., Ustunol Z.: Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. *JAOCS*, 1992, **69 (5)**, 425-428.
- [19] Sieber R., Collomb M., Aeschlimann A., Jelen P., Eyer H.: Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products - a review. *Int. Dairy J.*, 2004, **14**, 1-15.
- [20] Vinderola C.G., Mocchiutti P., Reinheimer J.A.: Interactions among lactic acid starter and probiotic bacteria used for fermented dairy products. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 721-729.



- [21] Wahle K.W.J., Heys S.D., Rotondo D.: Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Progress in Lipid Research*, 2004, **43**, 553-587.
- [22] Xu S., Boylston T.D., Glatz B.A.: Effect of lipid source on probiotic bacteria and conjugated linoleic acid formation in milk model systems. *JAOCs*, 2004, **81 (6)**, 590-595.
- [23] Zlatanov S., Lascaridis K., Feist C., Sagredos A.: CLA content and fatty acid composition of Greek Feta and hard cheeses. *Food Chem.*, 2002, **78**, 471-477.
- [24] Żegarska Z.: Składniki tłuszczu mlekowego o potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym. *Przegl. Mlecz.*, 2005, **6**, 4-6.

#### **THE IMPACT OF *BIFIDOBACTERIUM LACTIS* ON THE CONJUGATED LINOLEIC ACID CONTENT IN THE FAT OF MODEL RIPENING CHEESES**

##### S u m m a r y

The objective of the study was to determine the impact of a probiotic *Bifidobacterium lactis* Bb-12 strain on the content of CLA in the fat of model ripening cheeses. The results suggest that under the encouraging ripening conditions, the *Bifidobacterium lactis* bacteria can favourably impact the CLA content in the fat of the model cheeses investigated. During ripening at a temperature of 14°C, a statistically important increase in the CLA content was found in the cheeses with a Bb-12 strain added, after the eighth week of ripening. This increase was about 60mg CLA/100g of fat. In the last week of ripening, the model cheeses met a requirement of the therapeutic minimum referring to probiotic products, and they contained ca. 10<sup>6</sup> of live cells of *Bifidobacterium bacteria* per 1 gram of product.

**Key words:** *Bifidobacterium*, CLA, model ripening cheeses ☒

MAŁGORZATA BĄCZKOWICZ, TERESA FORTUNA, JUSTYNA OGONEK

## JAKOŚĆ ODŻYWEK BIAŁKOWO-WĘGLOWODANOWYCH I PREFERENCJE KONSUMENCKIE OSÓB O ZWIĘKSZONEJ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ

### Streszczenie

W żywieniu sportowców dużą rolę odgrywają specjalnie zaprojektowane bądź gotowe preparaty, których działanie zależy od składu, sposobu dawkowania i podawania. Osoby uprawiające dyscypliny szybkościowo-siłowe, a także ćwiczące w celu poprawienia estetyki sylwetki najczęściej spożywają odżywki białkowo-węglowodanowe.

Celem podjętych badań była ocena jakości wybranych preparatów białkowo-węglowodanowych oraz przeprowadzenie konsumenckich badań preferencji odżywek wśród osób uprawiających sport. Przeprowadzone badania miały również wykazać, które cechy i w jakim stopniu wpływają na zakup odżywek.

Materiał badawczy stanowiły odżywki białkowo-węglowodanowe o smaku czekoladowym firm Olimp, Nutrend, Vitalmax, Naturell, w których oznaczono zawartość: białka metodą Kjeldahla, tłuszczu metodą Soxhleta, cukrów ogółem metodą Luffa-Schoorla, związków mineralnych w postaci popiołu nierozpuszczalnego w 4M HCl, a także ocenę jakości sensorycznej metodą 5-punktową. Konsumenckie badania preferencji odżywek przeprowadzono metodą ankietową wśród 150 osób korzystających z ośrodków sportowo-rekreacyjnych oraz klubów sportowych.

Zawartość podstawowych składników chemicznych była zbliżona do deklarowanej przez producentów i zgodna z wartościami charakterystycznymi dla danej grupy odżywek. W ocenie jakości sensorycznej, najwyższą średnią notę uzyskała odżywka firmy Olimp (4,1 pkt) natomiast najniżej oceniono odżywkę firmy Vitalmax (2,1 pkt.). Badani konsumenci uznali wartość odżywczą preparatów jako czynnik decydujący o wyborze odżywek, a jako przyczyny ich stosowania wskazywali pozytywny wpływ na organizm oraz dbałość o sylwetkę i wygląd. Osoby o zwiększonej aktywności fizycznej najczęściej spożywały odżywki białkowe (67%) lub węglowodanowo-białkowe (53%). Cechy sensoryczne miały zdecydowanie mniejszy wpływ na decyzje o ich zakupie.

**Słowa kluczowe:** odżywki białkowo-węglowodanowe, jakość sensoryczna, preferencje konsumenckie

## Wprowadzenie

Utrzymywanie organizmu w dobrej kondycji zdrowotnej jest uwarunkowane m.in. stosowaniem odpowiedniej diety i zachowaniem sprawności ruchowej poprzez wykonywanie ćwiczeń fizycznych. Wysiłek fizyczny, szczególnie na poziomie wyczynowym, powoduje wzrost zapotrzebowania organizmu na szereg składników odżywczych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania ustroju [2, 8]. Dieta powinna sprzyjać rozwojowi zdolności wysiłkowej i szybkiej regeneracji po dużych obciążeniach fizycznych, a jakościowy skład posiłków, ich rozkład i wartość energetyczna powinny być związane z wielkością strat energetycznych i metabolizmem charakterystycznym dla obciążeń treningowych [1, 3, 6, 7].

Dostarczane w odpowiednich proporcjach białka, tłuszcze i węglowodany są źródłami ATP, wysokoenergetycznego związku, który podczas pracy mięśni ulega rozpadowi do ADP z równoczesnym uwalnianiem energii [8, 9, 10, 11]. Ich ilość i właściwie dobrane proporcje muszą stymulować odpowiednie dawkowanie energii w zależności od rodzaju uprawianej dyscypliny sportowej, czasu trwania wysiłku i zmian jego natężenia [2, 6, 8, 9].

Prawidłowe odżywianie, obok predyspozycji genetycznych osób uprawiających sport, rygorystycznych treningów i regularnego trybu życia, jest warunkiem dobrych wyników sportowych. Dostarczanie organizmowi poddawanemu częstym i ciężkim treningom tak dużej ilości pokarmów potrzebnych do utrzymania go w normie jest praktycznie niemożliwe. W związku z tym w żywieniu sportowców i osób o zwiększonym wysiłku fizycznym dużą rolę odgrywają specjalnie zaprojektowane preparaty, tzw. „odżywki” [2, 8, 13, 14]. Uzupełniają one podstawową dietę, a ich działanie zależy głównie od składu, dawkowania i sposobu podawania [6, 9, 10, 11]. Na rynku dostępne są różnego rodzaju gotowe produkty adresowane do różnych grup konsumentów o zwiększonej aktywności fizycznej [11, 14]. Odżywki produkowane są w różnej postaci - jako napoje do bezpośredniej konsumpcji, żywność gotowa do spożycia o konsystencji stałej (batony, przekąski), koncentraty w proszku bądź granulaty do przygotowania wg przepisu producenta (np. rozpuszczenie w mleku), a także parafarmaceutyki (tabletki, kapsułki, ampułki, drażetki) [13, 14].

Według Tomaszewskiego i wsp. [15] odżywki, ze względu na zawartość głównego składnika, dzieli się na białkowe, białkowo-węglowodanowe, węglowodanowe, mineralno-witaminowe oraz inne (zawierające oprócz podstawowych składników także biostymulatory – substancje ułatwiające metabolizm i aktywizujące procesy energetyczne). Grupa odżywek białkowo-węglowodanowych jest spożywana głównie przez osoby trenujące dyscypliny szybkościowe i siłowe, ćwiczące rekreacyjnie lub w celu poprawienia estetyki sylwetki, dla których priorytetową jest poprawa siły i masy mięśniowej, przy jednoczesnej redukcji tkanki tłuszczowej [8, 9]. Ze względu na skoncen-

trowaną formę produktu, dodatek substancji smakowo-zapachowych jest ograniczony, dlatego jego jakość sensoryczna często nie spełnia oczekiwań.

Konsument, mający dużą wiedzę o właściwościach i działaniu żywności na organizm stawia wysokie wymagania producentom, którzy zdając sobie sprawę z ograniczonego grona nabywców, dokładają wszelkich starań, aby nie tylko reklama i cena, ale przede wszystkim wysoka jakość produktów decydowała o ich wyborze i spożyciu [4, 5].

Celem badań była ocena jakości wybranych preparatów białkowo-węglowodanowych oraz przeprowadzenie analizy konsumenckiej odnośnie stosowania i preferencji odżywek wśród osób uprawiających sport. Przeprowadzone badania miały również wykazać, które cechy i w jakim stopniu wpływają na zakup odżywek.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły cztery wybrane odżywki białkowo-węglowodanowe o smaku czekoladowym: 'Profi Whey Mass', Olimp Laboratorium Sp. z o.o., Polska; 'Mirrage 50', Nutrend D.S., Czechy; 'Whey protein 50', Vitalmax s.r.o., Czechy; 'Bulk', Naturell, A.B., Szwecja.

Odżywki miały postać proszku i były wieloskładnikowymi mieszankami, zawierającymi oprócz substancji białkowych i węglowodanowych, różne składniki dodatkowe, jak np. składniki mineralne, witaminy, substancje słodzące, kreatynę, karnitynę.

Przy wyborze produktów zwracano uwagę na ich przeznaczenie (odżywki białkowo-węglowodanowe kierowane są do szerokiej grupy osób o zwiększonej aktywności fizycznej), pozycję firmy (bardziej i mniej znane) i dostępność produktu na polskim rynku.

Analiza fizykochemiczna obejmowała znormalizowane oznaczenia zawartości: białka metodą Kjeldahla, tłuszczu metodą Soxhleta, cukrów ogółem metodą Luffa-Schoorla, popiołu nierozpuszczalnego w 4M HCl [4].

Badanie jakości sensorycznej polegało na:

- ocenie wyróżników jakościowych czterech odżywek metodą 5-punktową. Ocena ta wykonana została w pracowni sensorycznej przez przeszkolony, 15-osobowy panel sensoryczny o sprawdzonej wrażliwości smakowej i zapachowej. Za istotne wyróżniki jakościowe badanych produktów przyjęto ich barwę, zapach, konsystencję i smak, którym ustalono odpowiednie współczynniki ważkości oraz określono parametry (opisowe) każdego z pięciu poziomów jakości;
- przeprowadzeniu konsumenckich badań preferencji metodą ankietową wśród 150 osób korzystających z ośrodków sportowo-rekreacyjnych oraz klubów sportowych, w tym siłowni i klubów fitness, na terenie województwa śląskiego w kwietniu 2006 r. Ankietowani stanowili grupę osób trenujących wyczynowo lub rekreacyjnie, w większości (95%) więcej niż raz w tygodniu. Pytania ankietowe dotyczyły

przyczyn stosowania odżywek oraz rodzaju spożywanych preparatów. Uzyskano opinie konsumentów na temat znaczenia stosowanych odżywek dla zdrowia i prawidłowego funkcjonowanie organizmu, a także wpływu cech sensorycznych oraz innych czynników na preferencje i akceptacje preparatów [5].

## Wyniki i analiza

Badane odżywki białkowo-węglowodanowe pod względem zawartości białka, tłuszczu i węglowodanów (tab. 1) nie różniły się (poza jednym przypadkiem) od wartości deklarowanych przez producentów na opakowaniach tych produktów. Stwierdzono dużą zgodność wartości oznaczonych z przyjętymi dla danej grupy odżywek [15].

Tabela 1

Zawartość podstawowych składników chemicznych wybranych odżywek białkowo-węglowodanowych w odniesieniu do wartości deklarowanych przez producenta.

Contents of basic chemical components of some selected protein-carbohydrate supplements compared to the values as declared by the manufacturer.

Składnik Content	Odżywka / Supplement							
	Profi Whey Mass		Mirrage 50		Whey protein 50		Bulk	
	Wartość średnia Mean value $\bar{x} \pm SD$ .	Wg producenta Acc. to manufacturer's declaration	Wartość średnia Mean value $\bar{x} \pm SD$	Wg producenta Acc. to manufacturer's declaration	Wartość średnia Mean values $\bar{x} \pm SD$	Wg producenta Acc. to manufacturer's declaration	Wartość średnia Mean value $\bar{x} \pm SD$	Wg producenta Acc. to manufacturer's declaration
Białko [%] Protein	42,9 $\pm 0,043$	45,0	50,8 $\pm 0,051$	52,4	53,0 $\pm 0,054$	50,2	40,1 $\pm 0,040$	40,0
Tłuszcz [%] Fat	2,9 $\pm 0,03$	5,0	3,5 $\pm 0,03$	3,4	2,8 $\pm 0,03$	2,9	16,0 $\pm 0,2$	16,0
Cukry ogół. [%] Total carbohydr.	44,9 $\pm 0,09$	45,0	27,1 $\pm 0,05$	27,5	38,0 $\pm 0,07$	38,1	35,0 $\pm 0,07$	35,0
Popiół nierozp. w 4M HCl [%] Ash insoluble in 4M HCl	0,8 $\pm 0,024$	*	2,4 $\pm 0,072$	*	0,9 $\pm 0,03$	*	2,3 $\pm 0,069$	*

\* - Producent nie podał wartości / The manufacturer provided no values

Najmniejszą zawartość białka (40,1%) oznaczono w odżywe 'Bulk', największą (53,3%) w 'Whey Protein 50'. Wartości te w większości analizowanych przypadków były zgodne z deklaracjami producentów, jedynie w preparacie 'Profi Whey Mass' stwierdzono mniejszą, od deklarowanej, zawartość tego składnika (o ok. 5%), ale od-

powiadała ona poziomowi przyjętemu dla odżywek białkowo-węglowodanowych [15]. Zaobserwowano duże zróżnicowanie zawartości cukrów w poszczególnych odżywkach, ich ilość kształtowała się na poziomie od 27,1% ('Mirrage 50') do 44,9% ('Profi Whey Mass'). W przypadku 'Profi Whey Mass', oznaczona zawartość cukrów ogółem mieściła się w zakresie wymaganym dla preparatów białkowo-węglowodanowych i równocześnie była bardzo zbliżona pod tym względem do poziomu cukrów w odżywkach węglowodanowych [15]. Odżywka 'Bulk' firmy Naturell zawierała dużo tłuszczu (na poziomie 16%) w odróżnieniu od pozostałych produktów, które zawierały niewielkie jego ilości (ok. 3%).

Uzyskane średnie wyniki ocen poszczególnych wyróżników jakościowych oraz oceny końcowe badanych preparatów białkowo-węglowodanowych przedstawiono w tab. 2. Cechy jakościowe, takie jak zapach, barwa i konsystencja produktów 'Profi Whey Mass' i 'Mirrage 50' uzyskały oceny na poziomie dobrym, jako właściwe i charakterystyczne. Pod względem smaku najwyższą notę (3,8 pkt) otrzymała odżywka 'Profi Whey Mass' firmy Olimp, określono go jako charakterystyczny i intensywnie czekoladowy. Zdecydowanie niższą jakością sensoryczną wyróżniała się próbka 'Whey Protein 50', której wszystkie cechy jakościowe zostały ocenione poniżej poziomu dobrego (m.in. barwa nietypowa, wyczuwalny zapach obcy, konsystencja niejednolita, nieopowiedni smak), a ocena końcowa jako niedostateczna (2,5 pkt).

Tabela 2

Wyniki sensorycznej oceny jakości odżywek białkowo-węglowodanowych o smaku czekoladowym, metodą 5-punktową.

Sensory analysis results of the chocolate-flavoured protein-carbohydrate supplements, using a 5-point scale method.

Wyróżnik jakościowy Quality characteristic	Współczynnik ważkości Significance factor	Średnie oceny odżywek [pkt] Mean evaluation grades granted to supplements [scores]			
		'Profi Whey Mass'	'Mirrage 50'	'Whey Protein 50'	'Bulk'
Barwa Colour	0,2	4,3 <sup>c</sup>	4,4 <sup>c</sup>	1,9 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>
Zapach Smell	0,3	4,4 <sup>d</sup>	3,8 <sup>c</sup>	3,1 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>
Konsystencja Consi- stency	0,1	4,3 <sup>c</sup>	4,0 <sup>b</sup>	2,9	4,0 <sup>b</sup>
Smak Taste	0,4	3,8 <sup>c</sup>	3,4 <sup>b</sup>	2,1 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>
Ocena końcowa / Total score		4,1 <sup>c</sup>	3,8 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	3,7 <sup>b</sup>

Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie ( $\alpha = 0,05$ ).

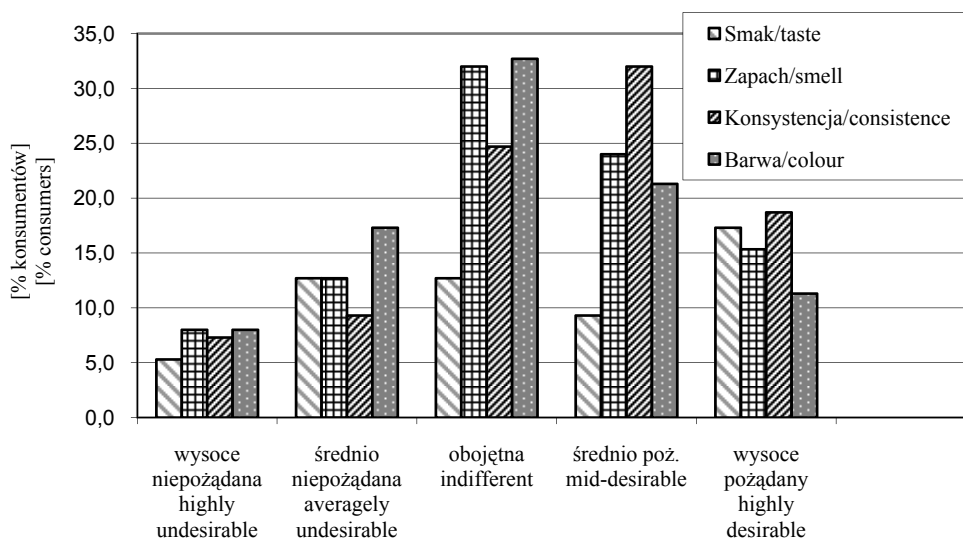
Values, which are denoted by the same letter, do not differ statistically significant ( $\alpha = 0,05$ ).

Konstrukcja pytań w ankiecie konsumenckiej umożliwiała wybór jednej lub kilku odpowiedzi. Dlatego też suma odpowiedzi niejednokrotnie była większa niż 100%.

Ankietowani zgodnie określili, że odżywki są im niezbędne do uzupełnienia codziennej diety i aż 98% zapytanych je spożywało. Na pytanie jakie odżywki stosują, respondenci wskazywali odżywki białkowe (67%), węglowodanowo-białkowe (53%) oraz węglowodanowe (35%), przy czym deklarowali przemienne ich spożywanie.

Spośród przedstawionych do wyboru przyczyn stosowania preparatów (reklama, polecenie znajomych, zalecenie trenera, świadomość wpływu na organizm, dbałość o zdrowie i sylwetkę, ciekawość, wygląd opakowania, inne), ankietowani najczęściej wybierali kilka odpowiedzi, przy czym najczęściej była to dbałość o zdrowie i sylwetkę oraz świadomość dobrego wpływu na organizm (70%). Badani konsumenci spożywali odżywki także pod wpływem trenera - tak przyznało 35% zapytanych osób, znajomych (14%), oddziaływania reklamy (9%) oraz innych (6%).

Ponad 90% ankietowanych uznało odżywki za bezpieczne dla zdrowia, a tylko ok. 3% określiło je jako niezdrowe, ok. 7% nie udzieliło zdecydowanej odpowiedzi. Na pytanie dotyczące możliwości nabycia preparatów, ponad 70% osób uznało, że są one wystarczająco dostępne na rynku. Ankietowani nie deklarowali również przywiązania do jednej odżywki lub marki, a spośród firm, których produkty spożywali, preferowana była firma Olimp (64%).

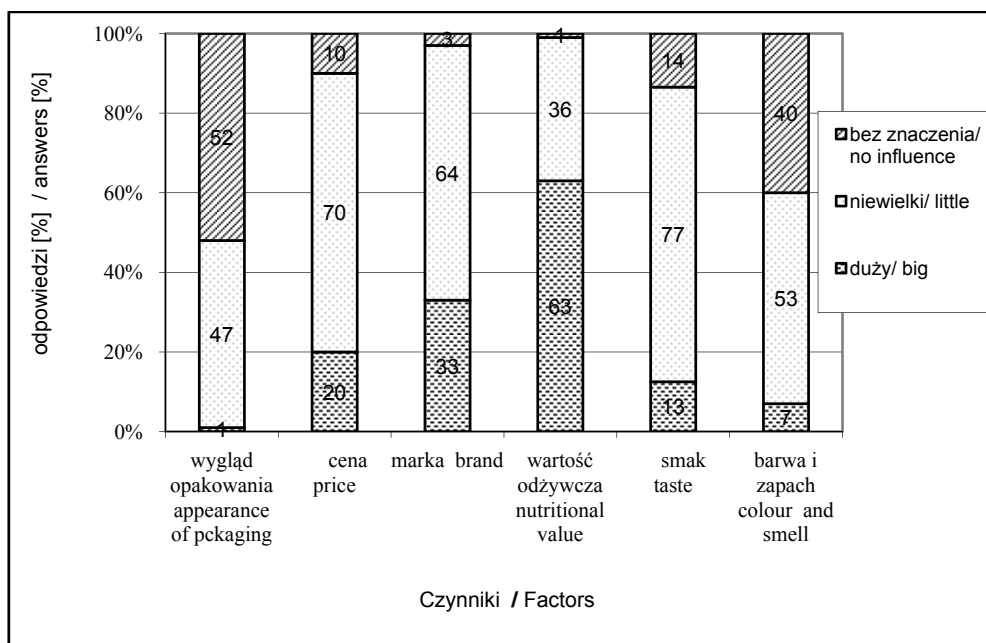


Rys. 1. Ocena pożądalności odżywek przez respondentów ze względu na cechy jakości sensorycznej.

Fig. 1. Desirability evaluation of supplements by respondents as regards the sensory quality features.

Na pytanie, jakie znaczenie dla respondentów mają cechy jakości sensorycznej (rys. 1), a więc barwa, zapach, konsystencja i smak, tylko kilkanaście procent ankietowanych uznało je jako wysoce pożądane. Zapach i barwa odżywek dla jednej trzeciej badanych konsumentów były zupełnie obojętne, a dla ok. 20% nawet niepożądane. Także konsystencja i smak spożywanych preparatów nie odgrywały szczególnej roli, co świadczyło o tym, że osoby te spożywały odżywki, nie zwracając uwagi na ich walory sensoryczne.

Wpływ wybranych czynników, takich jak: wygląd opakowania, cena, marka, wartość dżywcza, smak, barwa i zapach odżywki na jej wybór i zakup przez badanych konsumentów przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Wpływ wybranych czynników na zakup odżywek.

Fig. 2. Impact of some selected factors on the decision to purchase supplements.

Dla ponad 63% ankietowanych wartość odżywcza odżywek miała duży wpływ na ich nabycie. Jako oddziałujące w wysokim stopniu na wybór produktu uznano także markę (tak określiło 33% ankietowanych) oraz cenę (duże znaczenie dla 20%). Smak miał bardzo duże znaczenie dla ok. 13% zapytanych, a barwa i zapach tylko dla kilku procent respondentów, co potwierdziło niską pożądalność odżywek przez konsumentów pod względem walorów sensorycznych tych preparatów. Także wygląd opakowania nie miał większego wpływu na wybór produktu. Ankietowane osoby w sposób zdecydowany uznały stopień wpływu cech innych niż wartość odżywcza jako niewielki lub zupełnie bez znaczenia.



W odpowiedzi na pytanie z jakiego powodu poleciliby odżywki innym, 77% respondentów wskazało na ich wpływ na organizm, natomiast tylko 44% spośród nich, poleciliby je również ze względu na walory sensoryczne.

### **Wnioski**

1. Badane odżywki białkowo-węglowodanowe nie odbiegały pod względem zawartości białka, tłuszczów i cukrów od wartości deklarowanych przez producentów. Jedynie zawartość białka w produkcie 'Profi Whey Mass' była mniejsza od deklarowanej o ok. 5%.
2. Ocena 5-punktowa jakości sensorycznej czterech badanych odżywek wykazała ich zróżnicowaną jakość. Najwyżej została oceniona odżywka 'Profi Whey Mass' firmy Olimp – 4,1 pkt., natomiast 'Whey Protein 50' firmy Vitalmax nie uzyskała oceny pozytywnej (2,5 pkt.).
3. Analiza konsumencka pozwoliła stwierdzić, że badane osoby o zwiększonym wysiłku fizycznym:
  - spożywały odżywki (98% ankietowanych) głównie ze względu na ich dodatni wpływ na zdrowie i sylwetkę (70%),
  - uważały odżywki za bezpieczne dla zdrowia (90% pozytywnych odpowiedzi) i łatwo dostępne na rynku (72%),
  - nie deklarowały przywiązania do marki produktu, przy czym markę Olimp 64% ankietowanych uznało za najlepszą,
4. Skład produktu (dla 63% osób badanych) oraz marka (dla 33%) były czynnikami decydującymi o nabyciu produktu, natomiast cechy sensoryczne nie miały dużego znaczenia przy ich wyborze i zakupie.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### **Literatura**

- [1] Barszowski P.: Wspomaganie procesu treningowego., Wyd. COS, Warszawa 2000.
- [2] Celejowa I.: Żywnienie w treningu i walce sportowej. Wyd. COS, Bibl. trenera, Warszawa 2001.
- [3] Celejowa I.: Kluczowe problemy w żywieniu sportowców. Kult. Fiz., 2003, **7-8**, 11-15.
- [4] Fortuna T., Juszczak L., Sobolewska J.: Podstawy analizy żywności. Wyd. AR, Kraków 2003.
- [5] Gawęcki J., Baryłko-Pikielna N. (red): Zmysły a jakość żywności i żywienia. Wyd. Bibl. Olimp. Wiedzy o Żywności ( z. 7), AR, Poznań 2007.
- [6] Gawroński W.: Stanowisko MKOl w sprawie żywienia sportowców. Med. Sport., 2004, **5**, 2-30.
- [7] Gawroński W. (red): Wspomaganie dozwolone. Med. Sport., 2004, **5**, 105-114.
- [8] Hubner-Woźniak E., Lutosławska G.: Podstawy biochemii wysiłku fizycznego. COS, Warszawa 2000.

- [9] Jeukendrup A. E., Brouns F.: Żywnienie w konkurencjach wytrzymałościowych: z teorii do praktyki. *Med. Sport.*, 1999, **3**, 122-139.
- [10] Kreider R.: Some strategies In nutrition and supplementation In different sport disciplines including experience with creatin. *Med. Sport.*, 2002, **7**, 336.
- [11] Popinigis J.: Od naukowych podstaw do receptur żywieniowych. *Sport Wyczyn.*, 2001, **5-6**, 4-11.
- [12] Popinigis J.: O potrzebie koegzystencji biochemii sportu i teorii treningu. *Sport Wyczyn.*, 2001, **5-6**, 4-11 Sobiech K.: *Biochemia*. Wyd. AWF, Wrocław 2001.
- [13] Szponar L., Ciok J.: *Suplementacja a zdrowie człowieka*. IZZ, Warszawa 2005.
- [14] Świdorski F.: *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT, Warszawa 2003.
- [15] Tomaszewski W., Ambroziak S.: Żywnienie i wspomaganie – poradnik praktyczny. *Med. Sport.*, 1998, **3**, 30-32.

### THE QUALITY OF PROTEIN-CARBOHYDRATE SUPPLEMENTS AND CONSUMER PREFERENCES OF PEOPLE WITH HIGHER LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITY


#### Summary

In the nutritional diet of sportspersons, the crucial role play specially designed or ready-made supplements and their effect depends on their composition, administration method and dosage rate. Mostly, the persons who practise speed & weight sports, or do physical exercises to improve the aesthetic appearance of their silhouette, eat protein-carbohydrate supplements.

The objective of the study was to assess the quality of some selected, protein-carbohydrate preparations and to investigate preferences of the consumers of those supplements among people going in for sports. Additionally, the investigations performed had to identify the features impacting the decision on purchasing the supplements, as well as the extent of the impact exerted by each feature.

The research material comprised several chocolate-flavoured protein-carbohydrate compositions manufactured by the companies: Olimp, Nutrend, Vitalmax, and Naturell. The content of the following components was determined: protein by using a Kjeldahl method; fat by using a Soxhlet method; total sugars by a Luff-Shoorl method; and mineral compounds in the form of ash insoluble in 4M HC. Additionally, a sensory analysis of the research material was performed using a 5-point scale method. The consumer preferences for supplements were investigated by a questionnaire method among 150 persons attending sports & recreation centres and sports clubs.

The content levels of the basic chemical components were close to the values as declared by the manufacturers and complied with the values appearing characteristic for a given group of supplements. With regard to the sensory analysis, the highest mean (4.1 scores) was given to a supplement manufactured by 'Olimp' as, while a supplement by the 'Vitalmax' Co. was rated the lowest (2.1 scores). The consumers investigated found the nutritional value of supplements to be a factor deciding on their choosing a supplement, and among the reasons of using those supplements, they pointed out their positive impact on the body and appearance. Most frequently, people with higher levels of physical activity ate protein (67%) or carbohydrate-protein supplements (35%). Sensory features had an absolutely lower impact on the purchasing decisions.

**Key words:** protein-carbohydrate supplements, sensory quality, consumer preferences 

WŁADYSŁAW MIGDAŁ, DOROTA WOJTYSIAK, KRYSZYNA PALKA,  
MAŁGORZATA NATONEK-WIŚNIEWSKA, IWONA DUDA,  
AGNIESZKA NOWOCIEŃ

## SKŁAD CHEMICZNY I PARAMETRY TEKSTURY WYBRANYCH MIĘŚNI TUCZNIKÓW RASY POLSKIEJ BIAŁEJ ZWISŁOCHEJ UBIJANYCH W RÓŻNYM WIEKU

### Streszczenie

Skład chemiczny oraz kruchość mięsa kulinarnego należą do najważniejszych cech decydujących o jego jakości i wartości technologicznej. Parametry te zależą od czynników przedubojowych, takich jak: gatunek, rasa, płeć i wiek zwierzęcia, ponadto podatność na stres, charakter i tempo przemian fizjologicznych zachodzących w mięśniach, stopień umięśnienia i rodzaj mięśnia.

Tuczniki rasy polskiej białej zwisłouchej (36 szt.) ubijano w: 60., 90., 120., 150., 180. i 210. dniu życia (po 6 szt. w każdej grupie wiekowej). Mięśnie najdłuższy grzbietu (*m. longissimus dorsi*) – LD i półbłoniasty szynki (*m. semimembranosus*) – SM poddano analizie chemicznej, oznaczając zawartość suchej masy, białka, tłuszczu i popiołu. Mięśnie pieczono w 180°C do temperatury wewnętrznej 78°C. Następnie za pomocą teksturometru TA-XT2 firmy Stable Micro Systems oznaczono parametry tekstury oraz siłę cięcia analizowanych mięśni tuczników. W mięśniach starszych tuczników wykazano większą zawartość białka i tłuszczu oraz wzrost wartości siły cięcia i twardości TPA mięśni, w stosunku do osobników młodszych. Poziom białka w mięśniu LD wahał się od 21,0% w 60. dniu życia do 24,9% w 210. dniu życia, a w SM odpowiednio od 20,4 do 23,9%. Zawartość tłuszczu w LD wahała się od 1,2 do 1,8%. Siła cięcia mięśni LD i SM była porównywalna i wahała się od około 3,1 kG/cm<sup>2</sup> w 60. dniu życia do około 5,8 kG/cm<sup>2</sup> w 210. dniu życia. Natomiast wartość twardości (TPA) wynosiła 54,2 (LD) i 92,5 N (SM) w 60 dniu oraz 129,6 (LD) i 126,0 N (SM) w 210 dniu.

**Słowa kluczowe:** tuczniki, wiek uboju, *m. longissimus dorsi*, *m. semimembranosus*, skład chemiczny, tekstura

### Wprowadzenie

Skład chemiczny i jakość wieprzowiny zależą od czynników genetycznych (rasa, schemat krzyżowania, płeć) i środowiskowych (żywienie, warunki utrzymania, wiek

---

*Prof. dr hab. W. Migdał, dr hab. K. Palka, prof. AR, mgr inż. I. Duda, mgr inż. A. Nowocień, dr D. Wojtysiak Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności., Akademia Rolnicza w Krakowie, 30-149 Kraków, ul. Balicka 122, dr inż. M. Natonek-Wiśniewska, Instytut Zootechniki - PIB, 32-083 Balice, ul. Krakowska 1*

i masa ubojowa). Spośród ras świń utrzymywanych w Polsce najlepszą jakością mięsa charakteryzują się świnię rasy wielkiej białej polskiej. Świnię rasy duroc uznawane są za odporne na stres. Otrzymuje się z nich mięso podobne pod względem jakości (szczególnie w zakresie tempa spadku pH) do mięsa świń rasy wielkiej białej polskiej. Niektórzy autorzy sugerują, że mięso świń rasy duroc charakteryzuje się jaśniejszą barwą i wyższym pH końcowym w porównaniu z mięsem świń rasy wielkiej białej polskiej. Badania prowadzone przez Hviid Marchen [8] oraz Lachowicza i wsp. [10, 11] wykazały, że skład chemiczny i tekstura zależą nie tylko od rasy, ale również od genotypu wrażliwości na stres. W trakcie utrwalania i przygotowywania mięsa do spożycia (najczęściej metodą ogrzewania) następuje cieplna denaturacja białek, która prowadzi do określonych zmian w mikrostrukturze włókien mięśniowych i tkanki łącznej oraz wpływa na wodochłonność mięsa. Zróżnicowany skład chemiczny oraz zmiany w trakcie utrwalania wieprzowiny kształtują teksturę mięsa.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu wieku ubijanych tuczników rasy polskiej białej zwisłouchej na skład chemiczny i parametry tekstury wybranych mięśni – mięśnia najdłuższego grzbietu (*m. longissimus dorsi*) – LD i półbłoniastego szynki (*m. semimembranosus*) – SM.

### Material i metody badań

Loszki od urodzenia do uboju były utrzymywane w Stacji Kontroli Użytkowości Rzeźnej Trzody Chlewnej (SKURTC) w Pawłowicach i żywione do woli tą samą mieszkanką pełnoporcjową. Po osiągnięciu założonego wieku: 60, 90, 120, 150, 180 lub 210 dni tuczniaki ubijano. Po wychłodzeniu w temp. 4°C przez 24 godz. z tuszy za ostatnim żeblem, na granicy kręgów piersiowych i lędźwiowych wycinano plaster schabu (*m. longissimus*) grubości ok. 6 cm oraz pobierano próbę z mięśnia półbłoniastego szynki (*m. semimembranosus*). Oznaczenie zawartości suchej masy, białka, tłuszczu i związków mineralnych w postaci popiołu wykonywano w próbkach dwukrotnie rozdrabnianych w wilku laboratoryjnym o średnicy oczek 3 mm. Suchą masę analizowano metodą suszarkową według PN-ISO 1442:2000. Zawartość azotu ogólnego oznaczano po mineralizacji 0,5 g mięsa w stężonym kwasie siarkowym(VI) metodą Kjeldahla zgodnie z PN-75/A-04018:1975/A z 3:2002. Oznaczoną ilość azotu przeliczano na zawartość białka, stosując przelicznik 6,25. Zawartość tłuszczu oznaczano metodą Soxhleta wg PN-ISO 1444:2000 a zawartość popiołu według PN-ISO 936: 2000.

Zastosowano dwie instrumentalne metody pomiaru tekstury mięsa: test cięcia w celu określenia kruchości oraz profilową analizę tekstury w celu określenia jej parametrów. Z mięsa pieczonego w temp. 180°C do temp. wewnętrznej 78°C, po wystudzeniu w temperaturze pokojowej wycinano wzdłuż włókien mięśniowych próbki w postaci walców o średnicy 16 mm i wysokości 15 mm. Mierzono siłę cięcia (przy użyciu teksturometru TA –XT2 firmy Stable Micro Systems (Vienna Cort, Lampas Road, Godalming, Surrey

GU7 1JG, England) z przystawką Warnera-Bratzlera wyposażoną w nóż z trójkątnym wycięciem. Prędkość przesuwu noża podczas testu wynosiła 1,5 mm/s. Wynik przedstawiono jako wartość siły oddziałującej na powierzchnię przekroju ( $\text{kG}/\text{cm}^2$ ).

Profilowa analiza tekstury uwzględnia wieloparametrowe właściwości produktu oraz klasyfikację mechanicznych parametrów tekstury [13]. Wyróżnia się główne (niezależne) i wtórne (zależne) parametry tekstury. Parametry główne tekstury to:

- twardość – siła niezbędna do osiągnięcia określonego odkształcenia,
- kohezja (spójność) – wytrzymałość wewnętrznych wiązań tworzących zrąb produktu,
- sprężystość (elastyczność) – szybkość powrotu ze stanu zdeformowanego do stanu wyjściowego,
- odbojność – zdolność powrotu produktu do formy wyjściowej po pierwszym ściśnięciu,
- adhezja – siła oddziaływania powierzchni próby z innymi powierzchniami, z którymi wchodzi w kontakt.

Do parametrów wtórnych tekstury należy między innymi żujność - czyli energia potrzebna do rozdrobnienia (żucia) produktu. Parametr ten związany jest z twardością, kohezją i sprężystością [4].

Analizę profilową tekstury (TPA) prowadzono przy użyciu tego samego teksturometru z przystawką, którą stanowił walec o średnicy 50 mm. Wykonano test 2-krotnego ściskania próbek do 70% deformacji ich wysokości. Prędkość przesuwu walca wynosiła 2 mm/s, przerwa między naciskami 3 s, natomiast próg wyczuwalności próby wynosił 10 g.

Statystyczną analizę wyników wykonano przy użyciu programu statystycznego Statistica 6.0. Obliczano wartość średniej arytmetycznej i błędu standardowego średniej. Wpływ analizowanych czynników oceniono za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji, w której czynnikiem różnicującym było 6 przedziałów wiekowych tuczników.

## Wyniki i dyskusja

W tab. 1. przedstawiono skład chemiczny, parametry tekstury i siłę cięcia schabu (*m. longissimus*), a w tab. 2. skład chemiczny, parametry tekstury i siłę cięcia mięśnia półbłoniastego szynki (*m. semimembranosus*) tuczników rasy polskiej białej zwisłouchej ubijanych w różnym wieku. Wraz z wiekiem tuczników wzrastała zawartość białka i tłuszczu. Najwyższy poziom białka obserwowano między 150. a 210. dniem życia świń. Jednocześnie w tym wieku obserwowano najwyższy poziom tłuszczu śródmięśniowego w szynce. Szynka charakteryzowała się większą zawartością tłuszczu śródmięśniowego w porównaniu ze schabem. Wraz z wiekiem rosła siła cięcia zarówno mięsa schabu, jak i szynki oraz pogarszały się niektóre parametry tekstury – zwiększenie twardości i żujności. Może to być spowodowane wzrostem średnicy

Tabela 1

Skład chemiczny, parametry tekstury i siła cięcia schabu (*m. longissimus*) tuczników ubijanych w różnym wieku.  
Chemical composition, texture parameters and shear force value of fatteners' loin (*m. longissimus*) slaughtered at different age.

Wiek i masa ciała w dniu uboju Age and body weight in slaughter day	Składniki [%] / Traits [%]				Parametry tekstury / Texture parameters					Siła cięcia [kG/cm <sup>2</sup> ] Shear force [kG/cm <sup>2</sup> ]
	Sucha masa Dry matter	Białko Crude protein	Tłuszcz Crude fat	Popiół Ash	Twardość Hardness [N]	Sprężystość Springiness	Kohezja Cohesiveness	Żujność Chewiness [N]	Odbojność Resilience	
60. dzień / day - 16 kg	23,84 <sup>a</sup>	21,02 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>	1,22 <sup>a</sup>	54,17 <sup>a</sup>	0,482	0,528	14,73 <sup>a</sup>	0,258	3,03 <sup>a</sup>
90. dzień / day - 32 kg	26,56 <sup>bc</sup>	23,73 <sup>b</sup>	1,40	1,08 <sup>b</sup>	45,47 <sup>a</sup>	0,600	0,504	12,76 <sup>a</sup>	0,220	3,86 <sup>a</sup>
120. dzień / day - 48 kg	25,88 <sup>b</sup>	22,71 <sup>b</sup>	1,43	1,17 <sup>ab</sup>	87,42 <sup>b</sup>	0,524	0,493	22,35 <sup>b</sup>	0,211	5,10 <sup>b</sup>
150. dzień / day - 74 kg	26,36 <sup>bc</sup>	23,36 <sup>b</sup>	1,40	1,11 <sup>ab</sup>	93,79 <sup>b</sup>	0,564	0,475	25,28 <sup>b</sup>	0,205	5,37 <sup>b</sup>
180. dzień / day - 102 kg	27,45 <sup>bc</sup>	24,39 <sup>b</sup>	1,52 <sup>b</sup>	1,05 <sup>b</sup>	114,60 <sup>c</sup>	0,606	0,521	36,41 <sup>c</sup>	0,208	5,23 <sup>b</sup>
210. dzień / day - 124 kg	28,02 <sup>c</sup>	24,88 <sup>bc</sup>	1,47	1,16 <sup>ab</sup>	129,64 <sup>c</sup>	0,594	0,542	45,10 <sup>d</sup>	0,237	5,79 <sup>b</sup>
SEM	1,84	1,66	0,21	0,12	18,78	0,03	0,011	6,21	0,009	0,35

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a, b, c, d - wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ( $P \leq 0,05$ );

a, b, c, d - values in the same columns with different letters differ significantly ( $P \leq 0.05$ ).

Tabela 2

Skład chemiczny, parametry tekstury i siła cięcia szynki (*m. semimembranosus*) tuczników ubijanych w różnym wieku.  
 Chemical composition, texture parameters and shear force value of ham (*m. semimembranosus*) fatteners' slaughtered at different age.

Wiek i masa ciała w dniu uboju Age and body weight in slaughter day	Składniki [%] / Traits [%]				Parametry tekstury / Texture parameters					Siła cięcia [kG/cm <sup>2</sup> ] Shear force [kG/cm <sup>2</sup> ]
	Sucha masa Dry matter	Białko Crude protein	Tłuszcz Crude fat	Popiół Ash	Twardość Hardness [N]	Sprężystość Springiness	Kohezja Cohesiveness	Żujność Chewiness [N]	Odbojność Resilience	
60. dzień / day - 16 kg	23,27 <sup>a</sup>	20,40 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>	1,22 <sup>a</sup>	92,50 <sup>a</sup>	0,45	0,516	24,21 <sup>a</sup>	0,287	3,11 <sup>a</sup>
90. dzień / day - 32 kg	26,53 <sup>b</sup>	23,53 <sup>b</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	79,28 <sup>a</sup>	0,60	0,596	28,57 <sup>a</sup>	0,216	5,57 <sup>b</sup>
120. dzień / day - 48 kg	25,71 <sup>ab</sup>	23,24 <sup>b</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,15 <sup>ab</sup>	92,13 <sup>a</sup>	0,54	0,393	21,97 <sup>a</sup>	0,265	5,85 <sup>b</sup>
150. dzień / day - 74 kg	26,31 <sup>b</sup>	23,36 <sup>b</sup>	1,44 <sup>ab</sup>	1,21 <sup>a</sup>	138,8 <sup>b</sup>	0,69	0,557	53,97 <sup>b</sup>	0,234	4,61 <sup>b</sup>
180. dzień / day - 102 kg	26,65 <sup>b</sup>	23,38 <sup>b</sup>	1,84 <sup>b</sup>	1,13 <sup>ab</sup>	130,96 <sup>b</sup>	0,50	0,547	36,83 <sup>a</sup>	0,256	4,09 <sup>b</sup>
210. dzień / day - 124 kg	27,02 <sup>b</sup>	23,90 <sup>b</sup>	1,75 <sup>b</sup>	1,07 <sup>b</sup>	126,03 <sup>b</sup>	0,58	0,570	35,52 <sup>a</sup>	0,247	5,21 <sup>b</sup>
SEM	1,68	1,49	0,17	0,10	19,3	0,04	0,02	8,21	0,006	0,39

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

włókien mięśniowych. Według Čandek-Potokar i wsp. [6] wraz ze wzrostem masy ciała tuczników ze 100 do 130 kg zwiększyła się średnica włókien mięśniowych (szczególnie czerwonych i białych), co miało korzystny wpływ na wodochłonność mięsa świeżego i soczystość tego mięsa poddanego obróbce termicznej.

Na podstawie wyników uzyskanych przez Migdała i wsp. [12] można stwierdzić, że tuczniaki o wyższych przyrostach dziennych, szybciej rosnące, charakteryzują się miękkim mięsem o lepszej przeżuwalności. Barton-Gade [1], Jeremiaś i wsp. [9] oraz Wood i wsp. [17] wykazali wpływ płci na cechy jakościowe mięsa. Mięso wieprzków było bardziej kruche i charakteryzowało się niższą siłą cięcia w porównaniu z mięsem knurków i loszek. Było to spowodowane większą zawartością tłuszczu śródmięśniowego w mięsie wieprzków. Cameron i wsp. [5], Jeremiaś i wsp. [9], Trombetta i wsp. [14] oraz Warriss i wsp. [16] wskazali na zdecydowany wpływ rasy (genotypu) na skład chemiczny i cechy jakościowe mięsa wieprzowego. Tuczniaki rasy duroc i hampshire charakteryzowały się bardziej kruchym mięsem w porównaniu z mięsem tuczników ras landrace i yorkshire. Również Florowski i wsp. [7] stwierdzili, że rasa świń jest czynnikiem istotnie różnicującym wiele wyróżników jakości mięsa. Spośród wszystkich ras świń w Polsce, korzystnymi cechami charakteryzuje się mięso tuczników rasy duroc, niżej natomiast oceniane jest mięso tuczników rasy pietrain [7]. Mięso świń rasy duroc cechuje się dużą zawartością tłuszczu śródmięśniowego, co ma wpływ na małą siłę jego cięcia i ściskania, a tym samym bardzo dobrą przydatność kulinarną. Wraz ze zmniejszaniem się otluszczenia tuczników zwiększają się straty w czasie utrwalania i przygotowywania mięsa do spożycia [14]. Borzuta [3] uzyskał statystycznie istotny współczynnik korelacji między masą ubojową a zawartością mięsa w tuszy tuczników wynoszący  $r = -0,4$ . Wzrost masy ubojowej skutkuje obniżeniem się mięsności tuszy średnio o 1,3% na 10 kg przyrostu masy ciała [3]. Virgili i wsp. [15], ubijając tuczniaki w wieku 8 lub 10 miesięcy życia, stwierdzili w mięsie schabu i szynki tuczników 10-miesięcznych mniejszy wyciek swobodny i mniejsze straty masy podczas obróbki termicznej. Zwiększała się zawartość tłuszczu śródmięśniowego i marmurkowatość mięsa starszych tuczników, a szynki tych tuczników były bardziej odpowiednie do produkcji włoskich szynek długo dojrzewających i peklowanych na sucho. Beattie i wsp. [2], ubijając zarówno loszki, jak i knurki o masie ciała 92, 105, 118 lub 131 kg, obserwowali statystycznie nieistotny spadek siły cięcia *m. longissimus dorsi* wraz ze wzrostem masy ubojowej tuczników. Jednocześnie autorzy ci stwierdzili wzrost wycieku swobodnego i zmniejszenie strat masy mięsa podczas obróbki termicznej.

## Wnioski

1. O masie ubojowej tuczników powinno decydować przeznaczenie tuszy. Do produkcji szynek bardziej nadają się tuczniaki ubite przy wyższej masie ciała.



2. Wraz z wiekiem tuczników rosła siła cięcia zarówno mięsa schabu, jak i szynki oraz obniżały się niektóre parametry tekstury – zwiększenie twardości i żuźności. Można jednak uznać, że 180 dni życia jest wiekiem, w którym mięso tuczników rasy polskiej białej zwislouchej charakteryzuje się najkorzystniejszym składem chemicznym i właściwościami technologicznymi.

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Informatyzacji w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-113/P06/2005; była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Barton-Gade, P. A.: Meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livestock Prod. Sci.*, 1987, **16**, 187-196.
- [2] Beattie V. E., Weatherup R. N., Moss B. W., Walker N.: The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 2, 205-211.
- [3] Borzuta K.: Zalety i mankamenty surowca wieprzowego pochodzącego od tuczników o wysokiej mięsności. *Mat. Konf. Nauk. „Genetyczne i środowiskowe aspekty intensyfikacji produkcji trzody chlewnej”*, Balice 1998, s. 52-63.
- [4] Breene W. M.: Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. *J. Texture Stud.*, 1975, **6**, 53-82.
- [5] Cameron, N. D., P. D. Warriss, S. J. Porter, Enser. M. B.: Comparison of Duroc and British Landrace pigs for meat and eating quality. *Meat Sci.*, 1990, **27**, 227-247.
- [6] Čandek-Potokar M., Lefaucher L., Žlender B., Bonneau M.: Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig *longissimus dorsi* muscle as related to meat quality. *Meat Sci.*, 1999, **52**, 195-203.
- [7] Florowski T., Pisula A., Słowiński M., Orzechowska B.: Processing suitability of pork from different breeds reared in Poland. *Acta Scientiarum Poloniarum, Aliment.* 2006, **5** (2), 55-64.
- [8] Hviid Marchen: Effect of using Piétrain, Duroc or HD as sireline on eating quality in pork loin. 7th World Congress on Genetics, Montpellier, France, 2002.
- [9] Jeremiah L. E., Gibson J. P., Gibson L. L., Ball R. O., Aker C., Fortin A.: The influence of breed, gender, and PSS (Halothane) genotype on meat quality, cooking loss, and palatability of pork. *Food Res. Int.*, 1999, **32**, 1, 59-71.
- [10] Lachowicz K., Gajowecki L., Dworak J., Czarnecki R., Oryl B.: Texture and rheological properties of meat from pigs of different halothane genotypes. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **77**, 373-380.
- [11] Lachowicz K., Sobczak M., Gajowiecki L., Żych A.: Effect of massaging time on texture, rheological properties and structure of three pork ham muscles. *Meat Sci.*, 2003, **63**, 225-233.
- [12] Migdał W., Orzechowska B., Różycki M., Tyra M., Wojtysiak D., Duda I.: Chemical composition and texture parameters of loin from polish landrace, polish large white and piétrain fatteners. *Ann. Anim. Sci., Suppl.*, 2006, **2/2**, 375-378.
- [13] Palka K., Zmiany w mikrostrukturze i teksturze mięśni bydlęcych podczas dojrzewania poubojowego i ogrzewania, Wyd. AR, Kraków 2000, s. 69.
- [14] Trombetta M.F., Pacchioli M.T., Baldini P., Di Lecce R., Chizzolini R., Falaschini A.: Hybrid pigs for the production of Italian quality ham. *Pig News and Information*, 1997, **18**, 1, 23N-28N.


- [15] Virgili R., Degni M., Schivazappa C., Faeti V., Poletti E., Marchetto G., Pacchioli M. T., Mordenti A.: Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.*, 2003, **81**, 2448-2456.
- [16] Warriss P.D., Kestin S.C., Brown S.N., Nute G.R.: The quality of pork from traditional pig breeds. *Meat Focus Int.*, 1990, **5**, 179-182.
- [17] Wood J.D., Enser M., Whittington F.M., Moncrief C.B., Kempster A.J.: Backfat composition in pigs: differences between fat thickness groups and sexes. *Livestock Production Science*, 1989, **22**, 351-362.

**CHEMICAL COMPOSITION AND TEXTURE PARAMETERS OF SOME SELECTED  
MUSCLES OF THE POLISH LANDRACE FATTENERS SLAUGHTERED AT DIFFERENT  
AGE**

S u m m a r y

Chemical composition and tenderness of the culinary meat are among the most important characteristics determining the quality and technological value of meat. Those parameters depend on the pre-slaughter factors such as: species, race, sex, and age of animal, as well as on its resistance to stress, its character and tempo of physiological changes occurring in its muscles, degree of muscling, and type of muscle.

The Polish Landrace fatteners (36 animals) were slaughtered on the 60<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup>, 120<sup>th</sup>, 150<sup>th</sup>, 180<sup>th</sup>, and 210<sup>th</sup> day of life (six animals in each age group). The *m. longissimus dorsi* –LD and *m. semimembranosus* – SM (from ham) were chemically analyzed and the following parameters were determined: dry matter/water content, protein content, fat content, and ash content. The muscles were roasted at 180°C to reach the inside temperature of 78°C. Then, the two parameters of the fatteners' muscles were determined: texture profile and Warner-Bratzler force of cut, using a TA-XT2 texture analyzer (manufactured by a Stable Micro Systems Co.). It was found that in the muscles of older fatteners, the content of protein and fat was higher; also, compared with the younger fatteners, the increase in the force of cut and in the TPA hardness of their muscles was found. The protein level in the LD muscle ranged from 21.0% on the 60<sup>th</sup> day of life to 24.9% on the 210<sup>th</sup> day of life; whereas in the SM muscle, it was 20.4% and 23.3%, respectively. The fat content in LD ranged from 1.2% to 1.5%. As for LD and SM muscles, the force of cut was comparable and ranged from app. 3.1 kG/cm<sup>2</sup> on the 60<sup>th</sup> day of life to app. 5.8 kG/cm<sup>2</sup> on the 210<sup>th</sup> day of life. The hardness value (TPA) was 54.2 N (LD) and 92.5 N (SM) on the 60<sup>th</sup> day of life, and 129.6 N (LD) & 126.0 N (SM) on the 210<sup>th</sup> day.

**Key words:** fatteners, age of slaughter, *m. longissimus dorsi*, *m. semimembranosus*, chemical composition, texture 

EWA CZARNIECKA-SKUBINA, WIESŁAW PRZYBYLSKI,  
DANUTA JAWORSKA, INGRID WACHOWICZ, IWONA URBAŃSKA,  
STANISŁAW NIEMYJSKI

## CHARAKTERYSTYKA JAKOŚCI MIĘSA WIEPRZOWEGO O ZRÓŻNICOWANEJ ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU ŚRÓDMIĘŚNIOWEGO

### Streszczenie

Celem pracy było porównanie jakości technologicznej i sensorycznej mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego.

Badania przeprowadzono na materiale 64 tuczników pochodzących z krzyżowania loch linii Naima z knurami hybrydowymi P76-PenArLan. Tuczniki podzielono na trzy grupy zróżnicowane zawartością tłuszczu śródmięśniowego w tkance mięśnia *Longissimus* pobieranych za ostatnim żebrzem (I grupa licząca 22 tuczniki o zawartości tłuszczu  $\leq 1,5\%$ , II grupa licząca 22 tuczniki o zawartości tłuszczu  $1,51-2,50\%$  i III grupa licząca 20 tuczników o zawartości tłuszczu  $\geq 2,51\%$ ). We wszystkich grupach udział loszek i wieprzków był równy. Po uboju określono wartość rzeźną tusz aparatem CGM. W pobranych próbach mięśnia LD oznaczono: zawartość tłuszczu i białka, pH po 45 min oraz po 3 i 24 godz. od uboju, wyciek naturalny, parametry barwy w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ , wskaźnik wydajności technologicznej "Napole" oraz wydajność mięsa w gotowaniu. Jakość sensoryczną mięsa surowego i po obróbce cieplnej określono po 96 godz. *post mortem* metodą skalowania.

Mięso tuczników o największej zawartości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzowało się istotnie wyższym pH końcowym, ciemniejszą barwą i mniejszą zawartością białka. Ocena sensoryczna mięsa surowego wykazała, że mięso o wyższej zawartości tłuszczu śródmięśniowego było bardziej marmurkowane i uzyskało mniejszy stopień akceptacji panelu oceniającego. Z kolei ocena sensoryczna mięsa gotowanego wykazała statystycznie istotnie większą smakowitość oraz najwyższą ocenę zapachu i barwy. Nieistotne statystycznie wyniki uzyskano w odniesieniu do kruchości, soczystości i jakości ogólnej mięsa.

**Słowa kluczowe:** mięso wieprzowe, jakość technologiczna, jakość sensoryczna

---

*Dr inż. E. Czarniecka-Skubina, dr hab. W. Przybylski, prof. SGGW, dr inż. D. Jaworska, dr inż. I. Wachowicz, mgr inż. I. Urbańska, Zakład Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa, mgr inż. S. Niemyjski, Pen Ar LAN, ul. Spółdzielcza 2a, 64-100 Leszno*

## **Wprowadzenie**

Konsumpcja mięsa i jego przetworów uzależniona jest od wielu czynników. Do istotnych należą te, które charakteryzują produkt – jakość sensoryczna, wartość odżywcza, bezpieczeństwo, cena, wygoda stosowania, itp. – oraz związane z konsumentem i jego środowiskiem – aspekty psychologiczne, ekonomiczne, społeczne, zdrowotne, edukacyjne itp.).

Mięso wieprzowe odznacza się ponadto wysoką wartością energetyczną, znaczną zawartością cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych, co przy jego znacznym spożyciu (w Polsce około 60% ogólnego spożycia mięsa) może zwiększać występowania chorób serca i układu krążenia u jego konsumentów. Obniżenie zawartości tłuszczu i zaprogramowanie korzystniejszego składu kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego i międzymięśniowego to między innymi współczesne cele producentów wieprzowiny [3, 13].

Na przestrzeni ostatnich lat w Polsce zaczęto zwracać szczególną uwagę na intensywną hodowlę świń w kierunku zwiększenia mięsności. Poprzez selekcję, odpowiednie żywienie, krzyżowanie ras i linii można odpowiednio modyfikować skład tuszy i jakość wieprzowiny. Zwiększenie mięsności prowadzi do istotnej redukcji tłuszczu i zmian jego składu w tuszach wieprzowych [9, 17]. Około 30 lat temu czerwone mięso (w tym wieprzowina) i jego produkty, dostarczały powyżej 25% dziennego, całkowitego pobrania tłuszczu z dietą. Wskutek prac hodowlanych, odpowiedniego żywienia, a także rozwoju przemysłu mięsnego tylko w Wielkiej Brytanii zredukowano zawartość tłuszczu w wieprzowinie o ponad 30% [10]. Równocześnie wcześniejsze prace [2, 11, 30] wskazują, że selekcja prowadzona w kierunku zwiększenia tempa wzrostu i zawartości mięsa w tuszy może niekorzystnie wpływać na jego jakość. Obniżona jakość mięsa pozyskiwanego z wysoko mięsnych świń wynika, zarówno z częstego występowania w nim odchyleń jakościowych, jak również ze zmniejszenia ilości tłuszczu śródmięśniowego [29]. Zawartość tłuszczu śródmięśniowego jest ważnym wskaźnikiem jakości i przydatności kulinarnej mięsa [31], stąd też niezwykle istotnym jest badanie jego wpływu na jakość wieprzowiny.

Celem niniejszej pracy było porównanie jakości technologicznej i sensorycznej mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego pochodzącego od tuczników z krzyżowania loch linii Naïma z knurami hybrydami P76-PenArLan.

## **Material i metody badań**

Badania przeprowadzono w laboratorium Zakładu Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności, Wydziału Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW oraz bezpośrednio po uboju w zakładach mięsnych. Materiał doświadczalny pozyski-

wano z tusz 64 tuczników pochodzących z krzyżowania loch linii Naïma z knurami hybrydowymi P76-PenArLan. Tuczniaki podzielono na trzy grupy zróżnicowane zawartością tłuszczu śródmięśniowego w tkance mięśnia *Longissimus* pobieranych za ostatnim żebrzem (LD) (I grupa licząca 22 tuczniaki o zawartości tłuszczu  $\leq 1,5\%$ , II grupa licząca 22 tuczniaki o zawartości tłuszczu  $1,51-2,50\%$  i III grupa licząca 20 tuczników o zawartości tłuszczu  $\geq 2,51\%$ ). We wszystkich grupach udział loszek i wieprzków był równy. Tuczniaki utrzymywane były w jednakowych warunkach środowiskowych i żywione jednakowymi mieszankami pełnoporcjowymi. Zwierzęta miały nieograniczony dostęp do wody. Czas trwania tuczu wszystkich tuczników był jednakowy.

Po zakończeniu tuczu zwierzęta były ubijane w rzeźni ZM Mróz w Borzęciczkach według obowiązującej technologii (odległość transportu z gospodarstwa do ubojni wynosiła 200 km, odpoczynek około 2 godz., automatyczne oształamianie elektryczne, wykrwawianie w pozycji leżącej).

Po uboju, na linii technologicznej, na ciepłych, wiszących tuszach określano zawartość mięsa w tuszy aparatem CGM, dokonując pomiarów grubości słoniny i mięśnia najdłuższego grzbietu na wysokości ostatniego żebra, 7 cm w bok od linii środkowej tuszy [1]. W pobranych próbach mięśnia LD oznaczano: zawartość tłuszczu zgodnie z PN 73/A-82111 [21] i białka w mięśniach zgodnie z PN-75/A-04018 [22], wartość pH bezpośrednio w tkance mięśniowej tuszy za pomocą pH-metru WTW 330 po 45 min oraz po 3 i 24 godz. od uboju, wyciek naturalny wg metody Prange i wsp. [26], parametry barwy w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  (L - jasność, a - odniesienie do czerwieni, b - wysycenie w kierunku żółtym), za pomocą aparatu Minolta CR310 w 48. godz. po uboju, wskaźnik wydajności technologicznej "Napole" (RTN - Rendement Technologique Napole), charakteryzujący wydajność mięsa w procesie peklowania i gotowania podczas wyrobu szynki, określano według Naveau i wsp. [18] w modyfikacji Koćwin-Podsiadłej i wsp. [15], wydajność mięsa w gotowaniu poprzez gotowanie około 600 g porcji mięsa w wodzie z chlorkiem sodu (0,8 %), gotując aż do osiągnięcia temp.  $72^{\circ}\text{C}$  w centrum geometrycznym próby.

Jakość sensoryczną mięsa surowego (ton barwy, jednolitość barwy, marmurkowość, stopień akceptacji) i po obróbce cieplnej (zapach, ton barwy, jednolitość barwy, kruchość, soczystość, smakowitość, jakość ogólną) określono po 96 godz. *post mortem* metodą skalowania sensorycznego przy zastosowaniu skali liniowych z dokładnie sprecyzowanymi określeniami brzegowymi [16, 23]. W badaniach sensorycznych uczestniczył 10-osobowy zespół przeszkolony w zakresie wykonywanych ocen.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica PL 6.0, stosując jednoczynnikową analizę wariancji; do ustalenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi wykorzystano test Tukey'a.

## Wyniki i dyskusja

W badanej grupie tuczników nie stwierdzono występowania mięsa typu PSE czy mięsa kwaśnego, analiza cech powszechnie wykorzystywanych do diagnozowania tych wad mięsa (barwa, RTN, pH<sub>1</sub>, pH<sub>24</sub>) nie wykazywała odchyłań jakościowych. Podobne obserwacje poczyniono w badaniach Grześkowiak i wsp. [7, 8]. Wynika to z eliminacji genu wrażliwości na stres i genu RN<sup>-</sup> ze stad PenAr Lan [7, 19]. Wśród badanych tuczników wyróżniono pod względem zawartości tłuszczu śródmięśniowego trzy grupy o średniej zawartości 1,15; 2,05 i 3,22% (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka wartości rzeźnej oraz jakości technologicznej mięsa tuczników o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu *Longissimus*.  
Profile of the slaughter value and technological quality of the meat from fatteners with varying intramuscular fat contents in the *Longissimus* muscle.

Cechy Traits	Grupa tuczników / Group of fatteners		
	1	2	3
	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego [%] Content of intramuscular fat [%]		
	< 1,5%	1,51- 2,5%	≥2,51%
Liczba zwierząt/ Number of animals	22	22	20
Masa tuszy ciepłej / Hot carcass weight [kg]	83,44 ± 5,56	84,45 ± 5,35	84,12 ± 5,97
Zawartość mięsa w tuszy / Meatiness [%]	57,72 ± 1,91	57,26 ± 2,24	56,84 ± 1,94
Grubość mięśnia LD / Loin thickness [mm]	58,17 ± 6,37	59,37 ± 6,78	58,50 ± 5,06
Grubość słoniny / Back fat thickness [mm]	13,61 ± 2,93	14,81 ± 3,80	15,30 ± 3,53
pH <sub>1</sub>	6,38 ± 0,22	6,32 ± 0,29	6,33 ± 0,24
pH <sub>3</sub>	6,12 ± 0,15	6,07 ± 0,22	6,12 ± 0,24
pH <sub>24</sub>	a 5,51 ± 0,10	a 5,54 ± 0,14	B 5,63 ± 0,20
Parametry barwy w systemie CIE L <sub>48</sub> Colour parameters a <sub>48</sub> b <sub>48</sub>	a 55,73 ± 1,56 a 13,86 ± 2,10 6,12 ± 1,49	a 56,58 ± 2,58 b 11,38 ± 4,16 7,53 ± 2,93	b 54,31 ± 2,35 b 11,68 ± 3,56 6,59 ± 3,16
Wyciek naturalny 48 godz. / Natural drip loss [%]	6,15 ± 2,46	4,75 ± 2,45	4,60 ± 2,48
Wskaźnik RTN / Technological yield [%]	96,88 ± 6,70	94,31 ± 5,82	94,57 ± 6,42
Wydajność mięsa w gotowaniu / Cooking yield [%]	76,12 ± 5,31	74,05 ± 3,36	75,79 ± 3,10
Zawartość białka / Protein content [mg/g]	a 23,70 ± 0,95	a 23,00 ± 0,89	b 22,49 ± 1,09
Zawartość tłuszczu śródmięśniowego / Fat content [%]	a 1,15 ± 0,17	b 2,05 ± 0,29	C 3,22 ± 1,48

a, b, c - różnice statystycznie istotne p<0,05 / statistically significant differences p<0.05.

Wyodrębnione grupy tuczników nie różniły się istotnie w zakresie masy tuszy ciepłej, jak i mięsności, która była dość wysoka i wynosiła średnio około 57%. Tusze o największej zawartości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzowała zbliżona zawartość procentowa mięsa i zwiększona grubość słoniny, a także istotnie mniejsza zawar-

tość białka w tkance mięśniowej w porównaniu z pozostałymi grupami tuczników (tab. 1). Podobne zależności zaobserwowali Wajda i wsp. [29].

Stwierdzono ponadto, że mięso o większej zawartości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzowało się mniejszą jasnością barwy przy jednocześnie mniejszej intensywności barwy czerwonej (tab. 1). Karamucki i wsp. [14] stwierdzili, że barwa mięsa zależy przede wszystkim od zawartości tłuszczu. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zakresie pozostałych cech charakteryzujących jakość technologiczną mięsa między badanymi grupami (wskaźnik RTN, wydajność mięsa w gotowaniu, wyciek naturalny). Wraz ze wzrostem zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięsie można było zaobserwować zmniejszenie wielkości wycieku naturalnego po 48 godz. od uboju.

Analiza wartości cech charakteryzujących jakość sensoryczną mięsa surowego wykazała, że w grupie o największej zawartości tłuszczu śródmięśniowego stwierdzono istotnie większą marmurkowatość przy jednocześnie niższym stopniu akceptacji tego mięsa przez panel oceniający. Podobnie mięso o wysokiej zawartości tłuszczu śródmięśniowego charakteryzowało się niejednorodną barwą (tab. 2). Uzyskano istotną korelację między zawartością tłuszczu w tkance mięśniowej a jej marmurkowatością, czyli ilością tłuszczu widocznego ocenianego wizualnie przez oceniających ( $r = 0,48$ ) i stopniem akceptacji przez konsumentów ( $r = -0,37$ ) (tab. 3). Uzyskano ponadto istotne zależności wszystkich badanych wyróżników jakości sensorycznej mięsa surowego (tonu i jednolitości barwy, marmurkowatości oraz stopnia akceptacji) z  $pH_{24}$  i wskaźnikiem wydajności technologicznej RTN), jak również jednolitości barwy, marmurkowatości i stopnia akceptacji z wydajnością w gotowaniu. Badania Jaworskiej i wsp. [12] potwierdzają zależność jakości sensorycznej zarówno mięsa surowego, jak i gotowanego z cechami charakteryzującymi jakość technologiczną mięsa wieprzowego. Jak wskazują Daszkiewicz i wsp. [5], pewna ilość tłuszczu śródmięśniowego, który powoduje marmurkowatość mięsa (przerost tkanki mięśniowej złogami tłuszczu) oraz rozluźnienie tkanki łącznej jest niezbędną w celu korzystnego ukształtowania cech sensorycznych mięsa.

Po ugotowaniu mięso o największej zawartości tłuszczu (powyżej 2,5% tłuszczu w tkance mięśnia LD) uzyskało istotnie wyższe oceny jakości sensorycznej w porównaniu z pozostałymi grupami. Uzyskało ono wyższe noty za zapach (8,00 pkt) i smakowitości (7,68 pkt), co mogłoby potwierdzać powszechny pogląd o pozytywnym oddziaływaniu tłuszczu jako nośnika zapachu i smaku, a także jego oddziaływaniu na kruchość i soczystość, jednak w tym przypadku różnice te (między grupami) nie były statystycznie istotne. Jednak ten efekt tłuszczu śródmięśniowego został potwierdzony przez istotne współczynniki korelacji między zawartością tłuszczu śródmięśniowego a kruchością, soczystością, smakowitością i jakością ogólną (odpowiednio:  $r = 0,42$ ;  $r = 0,33$ ;  $r = 0,48$ ;  $r = 0,42$ ) (tab. 3). Zależność ta była opisywana również przez innych

autorów [4, 25, 28]. W pracy potwierdzono statystycznie istotną zależność kruchości i jakości ogólnej mięsa od zawartości mięsa w tuszy (odpowiednio  $r = -0,28$  i  $r = -0,26$ ), co potwierdza powszechnie znaną zależność między mięsnością tusz a jakością mięsa. Obliczone współczynniki korelacji wykazały ponadto, że soczystość mięsa, a także jego smakowitość były pozytywnie uzależnione od wydajności mięsa w gotowaniu (tab. 3). Dane literaturowe [6, 24] wskazują, że na ogólną jakość wieprzowiny po obróbce cieplnej w największym pozytywnym stopniu wpływają kruchość i soczystość, a obniżają ją zapach i smak kwaśny, obcy, a także twardość i włóknistość. Według Paściaka i wsp. [20], większa zawartość tłuszczu śródmięśniowego i mniejsza białka w mięsie tuczników o mniejszym tempie wzrostu, przy równoczesnych ubytkach cieplnych, może wpływać na wyższą jakość mięsa, co znajduje odzwierciedlenie w wynikach oceny sensorycznej. Według tych autorów kruchość i smakowitość były statystycznie wyższe w mięsie świń o małym tempie wzrostu i mniejszej mięsności.

Tabela 2

Charakterystyka jakości sensorycznej mięsa tuczników o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu *Longissimus*  
Sensory quality profile of the meat from fatteners with varying intramuscular fat content in the *Longissimus* muscle.

Cechy Traits	Grupa tuczników / Group of fatteners		
	1	2	3
	Zawartość tłuszczu śródmięśniowego [%] Content of intramuscular fat [%]		
	< 1,5%	1,51- 2,5%	≥2,51%
Liczba zwierząt / Number of animals	22	22	20
Sensoryczna ocena mięsa surowego w 96 godz. po uboju [0 - 10 j.u.] Sensory estimation of raw meat at the 96 <sup>th</sup> hour after slaughter [0 - 10 j.u.]			
Ton barwy / Colour shade	5,74 ± 1,03	5,92 ± 1,21	5,61 ± 1,93
Jednolitość barwy / Homogeneity of colour	6,04 ± 1,33	6,50 ± 1,14	5,59 ± 1,41
Marmurkowatość / Marbling	a 3,92 ± 1,83	a 4,31 ± 1,37	b 6,06 ± 1,89
Stopień akceptacji / Acceptability degree	a 6,34 ± 1,14	a 6,16 ± 1,21	b 5,21 ± 1,19
Sensoryczna ocena mięsa gotowanego w 96 h po uboju [0 - 10 j.u.] Sensory estimation of cooked meat at the 96 <sup>th</sup> hour after slaughter [0 - 10 j.u.]			
Zapach / Smell	a 5,78 ± 1,92	b 7,19 ± 1,44	b 8,00 ± 0,42
Ton barwy / Colour shade	7,12 ± 0,83	7,43 ± 1,03	7,82 ± 0,79
Jednolitość barwy / Homogeneity of colour	a 6,78 ± 0,95	a 7,34 ± 0,91	b 7,81 ± 0,83
Kruchość / Tenderness	6,95 ± 0,83	6,87 ± 1,30	7,54 ± 1,28
Soczystość / Juiciness	5,88 ± 1,24	6,21 ± 1,18	6,70 ± 0,89
Smakowitość / Palatability	a 6,92 ± 0,74	a 7,22 ± 0,85	b 7,68 ± 0,62
Jakość ogólna / Overall quality	6,54 ± 0,49	6,72 ± 0,94	7,24 ± 0,76

a, b, c - różnice statystycznie istotne  $p < 0,05$  / statistically significant differences  $p < 0.05$ .



Tabela 3

Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami wartości rzeźnej oraz technologicznej a jakością sensoryczną mięsa ( $p < ,05$ ).

Correlation coefficients between the slaughter and technological values and the sensory quality of meat ( $p < 0.05$ ).

Zmienne Variables	Współczynniki korelacji / Correlation coefficients										
	Mięso surowe / Raw meat				Mięso gotowane / Cooked meat						
	Ton barwy Colour Shade	Jednolitość barwy Homogeneity of colour	Marmurko-watość Marbling	Akceptacja Acceptability	Zapach Smell	Ton barwy Colour shade	Jednolitość barwy Homogeneity of colour	Kruchość Tenderness	Soczystość Juiciness	Smakowitość Palatability	Jakość ogólna Overall quality
Białko Protein	0,04	-0,16	-0,11	0,15	-0,34*	-0,32*	-0,23	-0,02	-0,03	-0,10	-0,06
Tłuszcz Fat	-0,08	-0,22	0,48*	-0,37*	0,15	0,07	-0,01	0,42*	0,33*	0,48*	0,42*
Masa tuszy ciepłej Hot carcass weight	0,06	0,11	-0,05	0,02	0,49*	0,41*	0,36*	-0,25	-0,24	-0,19	-0,21
Zawartość mięsa w tuszy Meatiness	0,12	0,07	-0,23	0,20	0,01	0,07	-0,06	-0,28*	-0,22	-0,23	-0,26*
pH <sub>1</sub>	-0,01	0,05	0,09	0,05	0,25	0,21	0,13	0,12	0,09	0,29*	0,24
pH <sub>3</sub>	0,08	0,11	0,05	0,07	0,19	0,21	0,19	0,23	0,19	0,30*	0,24
pH <sub>24</sub>	-0,36*	-0,31*	0,42*	-0,33*	0,28*	0,20	0,03	0,22	0,48*	0,52*	0,48*
RTN	-0,33*	-0,44*	0,42*	-0,42*	-0,35*	-0,18	-0,14	0,31*	0,37*	0,17	0,29*
Barwa_L Colour_L	0,53*	0,15	-0,16	0,30*	-0,25	-0,05	0,03	0,01	-0,18	-0,26*	-0,19
Barwa_a Colour_a	-0,23	0,09	0,01	-0,18	0,03	-0,18	-0,04	-0,37*	-0,30*	-0,34*	-0,41*
Barwa_b Colour_b	0,15	-0,02	-0,07	0	-0,50*	-0,27*	-0,18	0	-0,16	-0,42*	-0,23
Wydaj-ność gotowania Cooking yield	-0,20	-0,33*	0,29*	-0,26*	-0,28*	-0,16	-0,17	0,44	0,60*	0,28*	0,41*
Wyciek naturalny 48 godz. Natural drip loss 48 hours	0,28*	0,05	-0,13	0,14	-0,42*	-0,42*	-0,24	-0,04	-0,24	-0,37*	-0,33*

N = 60; \* współczynniki korelacji statystycznie istotne przy  $p < 0,05$  / statistically significant correlation coefficients at  $p < 0.05$ .

Analiza zależności przedstawionych w tab. 3. wykazuje, że pomiar pH<sub>24</sub> jest wskaźnikiem o dobrej wartości prognostycznej jakości sensorycznej mięsa, gdyż był istotnie i pozytywnie powiązany z zapachem, soczystością i jakością ogólną mięsa gotowanego. Również pomiar instrumentalny barwy, RTN i wyciek naturalny wykazują istotne zależności z niektórymi wyróżnikami jakości sensorycznej mięsa po ugotowaniu. Jak podają Przybylski i wsp. [27], doskonalenie jakości technologicznej może oddziaływać pozytywnie na jakość sensoryczną wieprzowiny (tab. 3).

### Wnioski

1. Mięso tuczników o największej zawartości tłuszczu śródmięśniowego w mięśniu *Longissimus* charakteryzowało się istotnie wyższym pH końcowym, ciemniejszą barwą i mniejszą zawartością białka.
2. Ocena sensoryczna mięsa surowego wykazała, że mięso o większej zawartości tłuszczu śródmięśniowego było bardziej marmurkowane i uzyskało mniejszy stopień akceptacji oceniających. Z kolei ocena sensoryczna mięsa gotowanego wykazała statystycznie istotnie większą smakowitość tego mięsa oraz najwyższą ocenę zapachu i barwy.
3. Analiza zależności między badanymi cechami wykazała pozytywny wpływ zawartości tłuszczu śródmięśniowego na: kruchość, soczystość, smakowitość i jakość ogólną mięsa gotowanego oraz ujemny wpływ mięsnoci na ww. cechy.
4. Wykazano ponadto, że większość cech jakości sensorycznej była istotnie i pozytywnie powiązana z jakością technologiczną mięsa (pH, wydajność mięsa w peklowaniu i gotowaniu, wyciek naturalny), co wskazuje na możliwość jednoczesnego doskonalenia obu grup cech.
5. Mięso zawierające więcej tłuszczu śródmięśniowego charakteryzowało się lepszą wartością technologiczną i przydatnością kulinarną niż mięso chude. Jednak przy wyborze mięsa surowego do zakupu, oceniający preferowali wybór mięsa chudego o jednolitej barwie i mniejszej marmurkowatości.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Borzuta K.: Badania nad przydatnością różnych metod szacowania mięsnoci do klasyfikacji tusz wieprzowych w systemie EUROP. Rocz. Inst. Przem. Mięś. Tłuszcz., 1998, **35**, 2, 1.
- [2] Cameron N.D.: Selection for meat quality: objectives and criteria. Pig. News Inf., 1993, **14**, 161 - 168.
- [3] Chizzolini R., Zanardi E., Dorigoni V., Ghidini S.: Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. Trends Food Sci. Technol., 1999, **10**, 119 - 128.

- [4] Daszkiewicz T., Bąk T., Denaburski J.: Quality of pork with different intramuscular fat (IMF) content. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14** / **55**, 1, 31 - 36.
- [5] Daszkiewicz T., Wajda S., Bąk T.: Tłuszcz śródmięśniowy a jakość konsumpcyjna mięsa. *Gosp. Mięs.*, 2003, **2**, 26 - 29.
- [6] Fortin A., Robertson W.M., Tong A.K.W.: The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Sci.*, 2005, **69**, 297 - 305.
- [7] Grześkowiak E., Borzuta K., Strzelecki J.: Wartość rzeźna oraz przydatność technologiczna mięsa tuczników uzyskanych z kojarzenia loch Naima z knurami P-76. *Rocz. Instyt. Przem. Mięs. Tłuszcz.*, 2003, **XL**, 13 - 23.
- [8] Grześkowiak E., Borzuta K.: Results of meat quality and technological stability assesment of fatteners obtained from mating Naima sows with P-76 Boars. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004, **13** / **54**, 2, 199 - 202.
- [9] Hay V.W., Preston R.L.: Nutrition and feeding management to alter carcass composition of pig and cattle, in: Hafsm H.D., Zimbelman R.G.: *Low-fat meat: Design strategies and human implications*. London Academic Press 1994, pp. 13 - 34.
- [10] Higgs J.D.: The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends Food Sci. Technol.*, 2000, **11**, 85 - 95.
- [11] Hovenier R., Kanis E., Asseldonk T., Westerink N.: Genetic parameters of pig meat quality traits in a halothane negative population. *Livest. Prod. Sci.*, 1992, **32**, 309 - 321.
- [12] Jaworska D., Przybylski W., Kołożyn-Krajewska D., Czarniecka-Skubina E., Wachowicz I., Trzaskowska M., Kajak K., Lech A., Niemyjski S.: The assesment of relationships between characteristics determining technological and sensory quality of pork. *Anim. Sci.Pap. Rep.*, 2006, **24** / **2**, 121-135.
- [13] Jimenez-Colmenero F., Carballo J., Cofrades S.: Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Sci.*, 2001, **59**, 5 - 13.
- [14] Karamucki T., Jakubowska M., Rybarczyk A., Szaruga R., Gardzielewska J., Nataczyk-Szymkowska W.: Correlation between CIE L\*a\*b\* scale colour parameters and some quality traits and indicates of *Longissimus lumborum* pork muscle when using illuminant C and observer 2° and illuminant D65 and observer 10°. *Międzynarodowa Konf. Nauk. "Jakość surowca mięsnego. Stan obecny i perspektywy w jego doskonaleniu i przetwarzaniu, Baranowo, 14 - 15.09.2005*, pp. 52 - 53.
- [15] Koćwin-Podsiadła M., Przybylski W., Kaczorek S., Krzęcio E.: Quality and technological yield of pork PSE, acid and normal pork. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1998, **7** / **48**, 2, 217 - 222.
- [16] Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T.: *Sensory evaluation techniques (3rd ed.)*. Boca Raton, CRC Press, 1999.
- [17] Morrissey P.A., Sheeny P.J., Galvin K., Kerry J.P., Buckley D.J.: Lipid stability in meat and meat products. *Meat Sci.*, 1998, **49** (1), S73 - S86.
- [18] Naveau J., Pommeret P., Lechaux P.: Proposition dune methode de mesure du rendement technologique: la methode Napole. *Techn. Porc.*, 1985, **8**, 7 - 13.
- [19] Naveau J.: Selection programme for eliminating N and RN<sup>-</sup> genes determining the quality of pork. II nd Int. Conf. "The influence of genetic and non genetic traits on carcass and meat quality". Siedlce, 1994, 7 - 8 November, pp. 69 - 76.
- [20] Paściak P., Migdał W., Wojtysiak D., Pieszka M., Barowicz T.: Wpływ tempa wzrostu świń rasy Large White na niektóre cechy rzeźne, jakość mięsa i profil kwasów tłuszczowych mięśnia najdłuższego. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2004, **31**, 1, 13 - 20.
- [21] PN 73 / A-82111. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu.
- [22] PN-75 / A-04018. Mięso i przetwory mięsne. Oznaczanie zawartości białka.
- [23] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Ocena produktów spożywczych przy użyciu metod skalowania.

- [24] Połom A., Baryłko-Pikielna N.: Czy preferencje wyboru mięsa wieprzowego w czasie zakupu znajdują potwierdzenie po obróbce termicznej. Konsument żywności i jego zachowania w warunkach polskiego członkostwa w Unii Europejskiej. Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 106 - 111.
- [25] Pommier S.A., Murray A., Robertson W., Aalhus J., Gibson L., Diestre A., Sosnicki A., Klont R.: Effect of genetics on meat quality and sensory properties of pork. 50th Int. Congress of Meat Science and Technology, Helsinki, Finland, 2004.
- [26] Prange H., Juggert L., Scharner E., Untersuchungen zur Muskel fleischqualitaet beim Schwein. Arch. Experim. Veterinary Medizin, 1977, **30**, 2, 235 - 248.
- [27] Przybylski W., Jaworska D., Czarniecka-Skubina E., Półtorak A.: Analysis of conditionality of sensory quality *Longissimus lumborum* muscle after heat treatment. Elect. J. Polish Agric. Univer., Food Science and Technology, 2007, **10**, 4.
- [28] Van Laack R.L., Stevens S.G., Stalder K.J.: The influence of ultimate pH and intramuscular fat content, pork tenderness and tenderization. J. Animal Sci., 2001, **79** (2), 392 - 397.
- [29] Wajda S., Daszkiewicz T., Winarski R., Borzuta K.: Współzależności między zawartością tłuszczu śródmięśniowego a składem tkankowym tusz wieprzowych. Roczn. Instytut. Przem. Mięś. i Tłuszcz., 2004, **XLI**, 119 - 129.
- [30] Wood J.D., Holder J.S., Main D.C.: Quality assurance schemes. Meat Sci., 1998, **49**, 191 - 203.
- [31] Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Richardson R.I., Sheard P.R.: Manipulating meat quality and composition. Proc. Nutr. Soc., 1999, **58**, 363 - 370.

#### QUALITY PROFILE OF PORK MEAT WITH VARYING CONTENTS OF INTRAMUSCULAR FAT


##### S u m m a r y

The objective of the research was to compare the technological and the sensory quality of pork meat with varying contents of intramuscular fat.

The research was carried out using a material consisting of 64 fatteners descending from crossing of the Naima line sows and the P-76 PenArLan hybrid boars. The fatteners were divided into 3 groups characterized by different contents of intramuscular fat in the *Longissimus* muscle (LD) from behind the last rib (group I of 22 fatteners having the fat content  $\leq 1.5\%$ ; group II of 22 fatteners having the fat content from 1.51 to 2.50%; and group III of 20 fatteners with the fat content  $\geq 2.51\%$ ). The number of sows and boars was equal in all the groups.

Upon the slaughter, the slaughter value of carcasses was determined by a CGM apparatus. In the samples of LD muscle, the following parameters were determined: content of fat and protein, pH determined 45 minutes, 3 hours, and 24 hours after the slaughter, drip loss, colour indicators according to the CIE  $L^*a^*b$  system, "Napole" technological yield indicator, and cooking yield of the meat. The sensory quality of raw and thermally processed meat was assessed 96 hours after *post mortem* using a scaling method.

The meat of fatteners with the highest intramuscular fat content was characterized by a significantly higher final value of pH, darker colour, and lower protein content. The sensory evaluation of raw meat confirmed that the meat with a higher intramuscular fat content was more marbled and it was granted a lower acceptability degree by the estimating panel. The sensory evaluation of cooked meat showed a higher palatability that was statistically more significant, and received the highest ratings for smell and colour. With regard to tenderness, juiciness and overall quality of the meat investigated, the estimation results obtained were statistically insignificant.

**Key words:** pork meat, technological quality, sensory quality 

EWELINA WĘSIERSKA

## TRWAŁOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA HOMOGENIZOWANYCH KIEŁBAS DROBIOWYCH

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu przechowywania chłodniczego na trwałość i przydatność konsumencką homogenizowanych kiełbas drobiowych różnych producentów.

Ogólna liczba drobnoustrojów mezofilnych, oznaczona w dniu zakupu wędlin, świadczyła o świeżości badanych produktów. Kiełbasy były wolne od bakterii chorobotwórczych oraz bakterii typu fekalnego. Liczba bakterii kwasu mlekowego oraz bakterii rodzaju *Pseudomonas* w pierwszym dniu wykonywanych oznaczeń była nieznaczna. W czasie przechowywania chłodniczego liczba bakterii *Pseudomonas* oraz *Bacillus cereus* w niektórych produktach wzrosła do poziomu  $10^6$  jtk/g. W wyniku ich aktywności na powierzchni wędlin pojawiał się śluz. Rozkład aminokwasów i akumulacja zasadowych produktów rozkładu białka spowodowały zmianę odczynu środowiska do około 7,0.

**Słowa kluczowe:** homogenizowane kiełbasy drobiowe, trwałość, mikroflora

### Wprowadzenie

Mikrobiologiczna jakość mięsa i przetworów drobiarskich kształtowana jest przez czynniki hodowlane (genotyp ptaków, wiek, płeć, sposób żywienia i warunki środowiskowe odchowu) oraz czynniki technologiczne [6, 9, 11]. Jakość pozyskanych produktów zależy jest w głównej mierze od temperatury i czasu ich przechowywania. Im niższa temperatura, tym dłuższa faza spoczynkowa oraz czas generacji danej populacji bakterii [5, 8]. W zależności od składu surowcowego, stosowanej technologii produkcji, obróbki termicznej oraz typu opakowania poszczególne rodzaje przetworów mają określony okres trwałości, zwykle wyrażony w dniach od daty wyprodukowania [2, 21]. Okresy przechowywania ustala producent [14]. W temperaturze magazynowania 4-6°C okres ten wynosi 5-7 dni (kiełbasy homogenizowane pakowane luzem) oraz 12-14 dni (kiełbasy homogenizowane pakowane próżniowo). Pakowanie próżniowe mięsa i jego wyrobów zawsze wydłuża termin przydatności do spożycia, choć efekt końcowy

zależy od temperatury przechowywania [3, 17]. Efekty wywołane aktywnością bakterii, drożdży i grzybów pleśniowych są bardzo różnicowane. Objawem rozwoju drobnoustrojów są przede wszystkim zmiany cech sensorycznych, chociaż wiele gatunków drobnoustrojów rozwija się w żywności bez widocznych objawów zepsucia [1]. Czynniki wpływającymi na liczbę drobnoustrojów w produktach mięsnych są przede wszystkim: aktywność wody, obecność tlenu, stężenie jonów wodorowych, potencjał oksydoredukcyjny środowiska, temperatura procesów obróbki technologicznej i przechowywania, aktywność enzymów pochodzenia mikrobiologicznego oraz obecność związków lub mikroflory hamujących rozwój określonych grup drobnoustrojów [5, 8]. W środowisku o kwaśnym pH spowolnione zostają procesy namnażania większości mikroorganizmów. Przy pH poniżej 5,0 proliferować mogą komórki tylko specyficznych grup, np. bakterii kwasu mlekowego, drożdży. Jony wodorowe hamują procesy oddechowe komórek, enzymatyczne procesy oksydacyjne (powodujące m.in. utlenianie witaminy C lub brunatnienie powierzchniowe) oraz enzymatyczne procesy hydrolytyczne, mogące być przyczyną nadmiernego zmiękczenia, rozpadu struktury produktu czy wystąpienia niepożądanych cech smakowo-zapachowych. Wartość pH jest więc czynnikiem decydującym o trwałości i higienie produktu gotowego. Trwałości i dłuższemu przechowywaniu wyrobów mięsnych sprzyja również niska wydajność wyrobu gotowego – w przypadku kiełbas drobno rozdrobnionych poniżej 135% [4, 5]. Warunki otoczenia mogą być modyfikowane przez same drobnoustroje. Pleśnie przyczyniają się do wzrostu pH, co umożliwi rozwój tym drożdżom i bakteriom, które w środowisku o kwaśnym pH nie miałyby takich możliwości [20].

Trwałość kiełbas homogenizowanych zależy od stanu mikrobiologicznego surowców użytych do produkcji. Kiełbasy drobiowe homogenizowane wytwarzane są z mięsa kur po eksploatacji nieśnej wykrawanego ręcznie lub mechanicznie (MOM), skór i tłuszczu drobiowego. MOM uzyskuje się z szyjek drobiowych, grzbietów, skrzydeł i szkieletów. Półprodukt jest silnie zanieczyszczony drobnoustrojami. Stanowi homogenat mięsno-tłuszczowy, w którym ogólna liczba bakterii tlenowych jest rzędu  $10^6$  jtk/g, pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae*  $10^4$  jtk/g, a gronkowców  $10^3$  jtk/g. Wyjściowy stan mikrobiologiczny homogenatu powoduje, że po jego przetrzymaniu w temp.  $3^{\circ}\text{C}$  przez 12 dni ogólna liczba drobnoustrojów wzrasta do  $10^8$  jtk/g [12, 20]. Stopień zanieczyszczenia homogenatu pałeczkami *Salmonella* oraz sporami *Clostridium perfringens* jest niewielki. *C. perfringens* występuje głównie w postaci komórek wegetatywnych, którymi zanieczyszczonych jest średnio 80% próbek pochodzących z grzbietów. Homogenat produkowany z szyjek jest mniej zanieczyszczony. Z homogenatu mięsno-tłuszczowego wytwarza się kiełbasy parówkowe, które w czasie produkcji poddawane są obróbce cieplnej. Podstawowym celem tego procesu jest redukcja liczby bakterii oraz uzyskanie właściwych cech tekstury gotowego produktu. Wprowadzone w rozporządzeniu (WE) nr 2073/2005 kryteria mikrobiologiczne, a także przedstawione

w ustawie o bezpieczeństwie żywności i żywienia wymagania oraz procedury limitują poziomy zanieczyszczenia biologicznego [16, 20]. W wyrobach z mięsa drobiowego, przeznaczonych do spożycia po obróbce termicznej, limity liczby mikroorganizmów ustalone są na następujących poziomach: *Salmonella* nieobecna w 10 g (od 01.01.2006 r.), nieobecna w 25 g (od 01.01.2010 r.); *Escherichia coli* – mniej niż 500 jtk/g produktu.

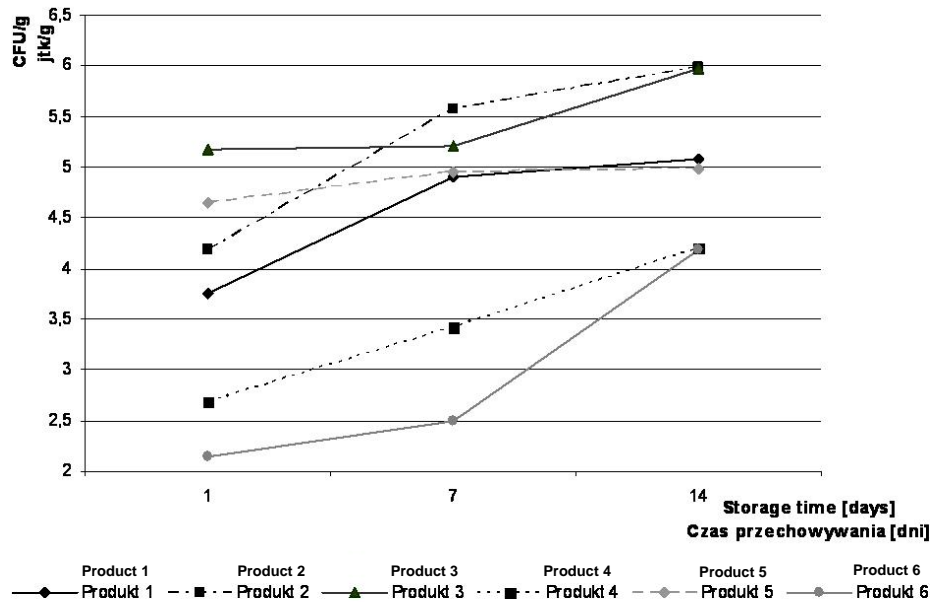
Celem pracy było określenie zmian stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego homogenizowanych kielbas drobiowych typu „parówka” wyprodukowanych przez sześciu różnych producentów, w czasie przechowywania w warunkach chłodniczych.

### Material i metody badań

Material do badań stanowiły homogenizowane kielbasy drobiowe sześciu różnych producentów, zakupione w handlu detalicznym, pakowane luzem. Kielbasy przetransportowano w torbach termoizolacyjnych i przechowywano w warunkach chłodniczych (4-6°C). W celu oceny jakości mikrobiologicznej badanych produktów oznaczano ogólną liczbę tlenowych drobnoustrojów mezofilnych, obecność i liczbę bakterii *Escherichia coli*, obecność i liczbę *Staphylococcus aureus*, obecność pałeczek *Salmonella*, obecność i liczbę bakterii rodzaju *Pseudomonas*, obecność i liczbę bakterii rodzaju *Bacillus cereus*, liczbę bakterii kwasu mlekowego, liczbę drożdży i pleśni. Analizy wykonywano na podstawie zaleceń norm [13, 14].

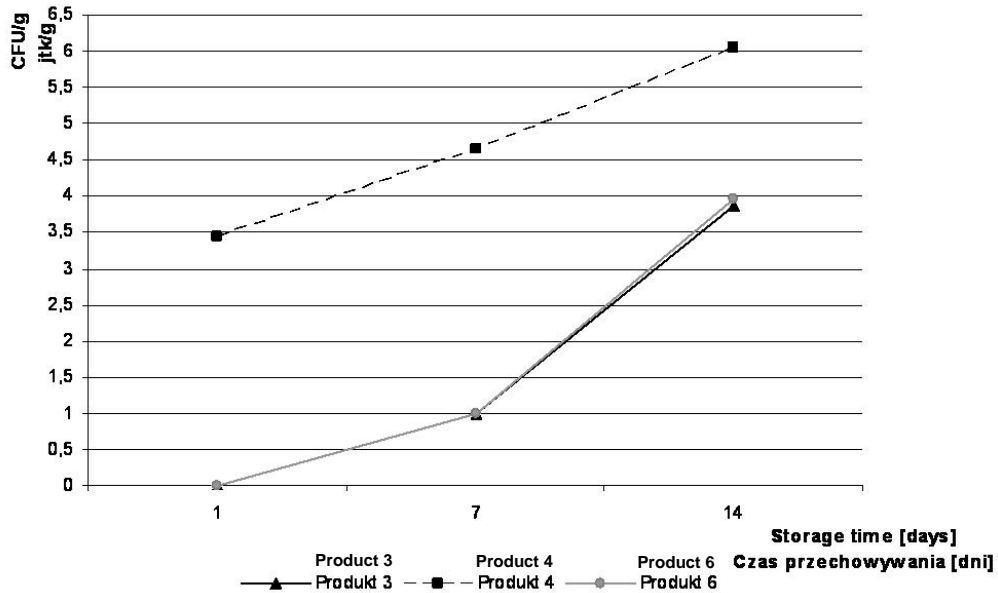
### Wyniki i dyskusja

Przebieg krzywych wzrostu tlenowych bakterii mezofilnych wskazuje na wyraźną ich zależność od czasu przechowywania w warunkach chłodniczych (rys. 1). Najwyższą ogólną liczbą drobnoustrojów tlenowych ( $10^6$ ) stwierdzono w produktach nr 2 i nr 3. W kielbasach nr 1, 3 oraz 5 zaobserwowano wzrost o 1 rząd logarytmiczny (D). W pozostałych produktach liczba komórek wzrastała średnio o 2 D. W ciągu czternastodniowego przechowywania wędlin nie stwierdzono wzrostu *Staphylococcus aureus*, pałeczek rodzaju *Salmonella* oraz nie wykryto obecności bakterii typu fekalnego, chociaż z danych literaturowych wynika, że rozwój bakterii z grupy coli w wyrobach mięsnych, pakowanych luzem i próżniowo, zostaje zahamowany dopiero przy  $a_w < 0,95$  [1, 4]. Wykrycie ich w przebadanych farszach wskazałoby na niewłaściwe przygotowanie osłonek. Proces ten jest najczęściej przyczyną zakażenia pierwotnego (beztlenowymi laseczkami przetrwalnikującymi, pałeczkami *Salmonella*) lub wtórnego (pałeczkami z grupy coli) [10, 11]. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia [15] w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, jakie mogą znajdować się w przetworach mięsnych i drobiowych, akceptowana wartość progowa liczby drobnoustrojów tlenowych wynosi  $5 \times 10^5$  a *Staphylococcus aureus*  $10^2$  jtk/g. Nie powinno się stwierdzać obecności bakterii z grupy coli i beztlenowych laseczek w 0,01 g



Rys. 1. Ogólna liczba drobnoustrojów w kielbasach typu „parówka drobiowa”, w czasie ich przechowywania w temp. 4-6°C.

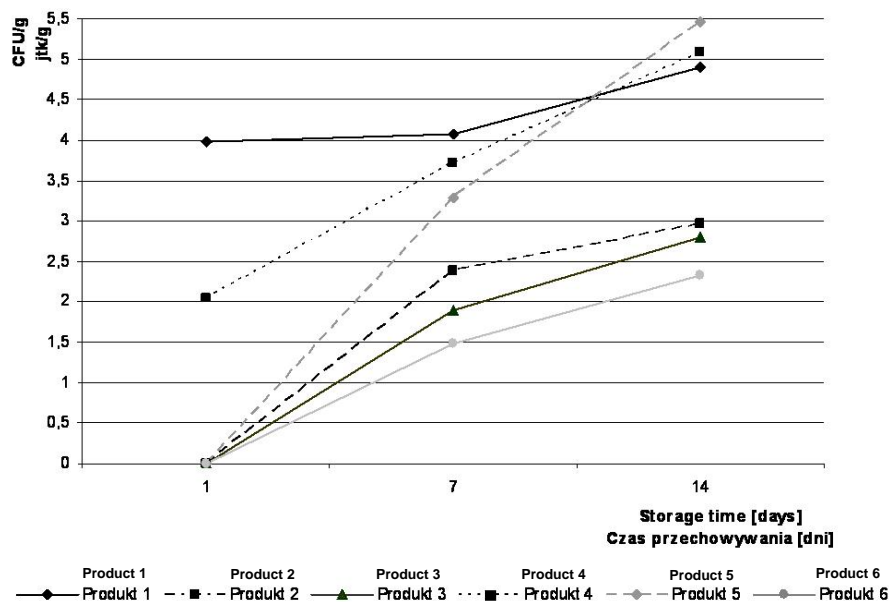
Fig. 1. Total count of micro-organisms in the sausages type ‘chicken breakfast sausage’ during their storing at a temperature of 4-6°C.



Rys. 2. Liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w kielbasach typu „parówka drobiowa”, w czasie ich przechowywania w temp. 4-6°C.

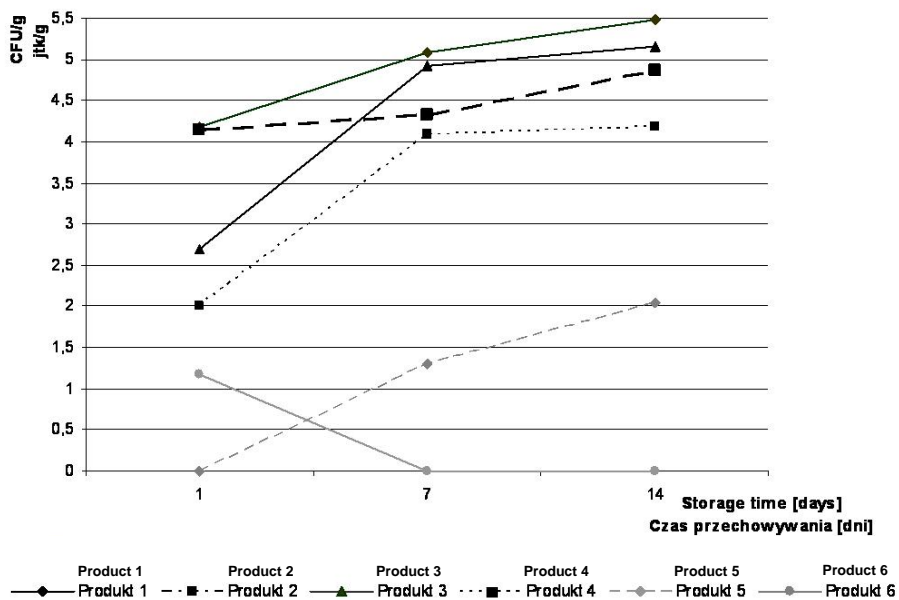
Fig. 2. Total count of *Pseudomonas* bacteria in the sausages type ‘chicken breakfast sausage’ during their storing at a temperature of 4-6°C.





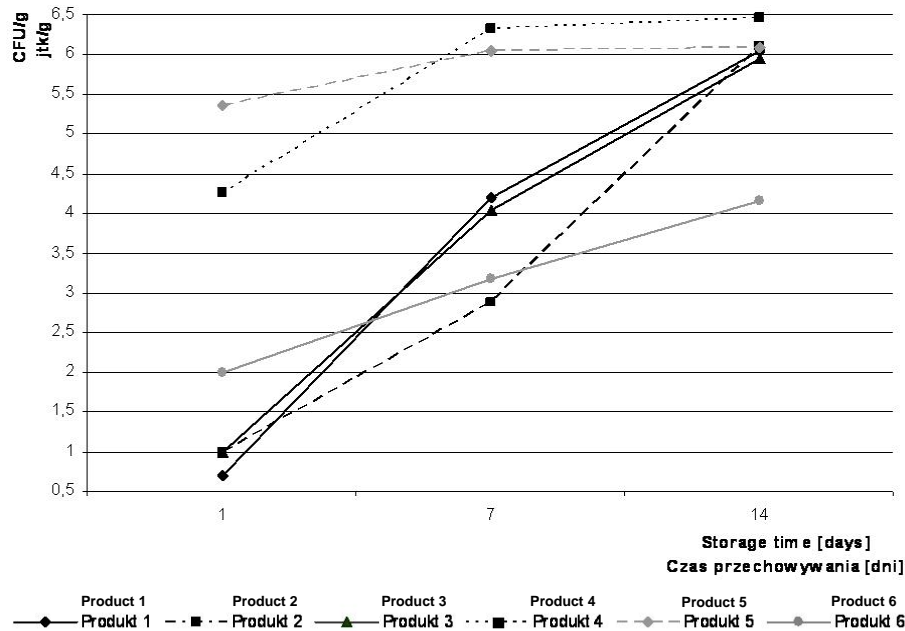
Rys. 3. Liczba bakterii kwasu mlekowego w kielbasach typu „parówka drobiowa”, w czasie przechowywania w temp. 4-6°C.

Fig. 3. Total count of lactic acid bacteria in the sausages type ‘chicken breakfast sausage’ during their storing at a temperature of 4-6°C.



Rys. 4. Liczba drożdży i pleśni w kielbasach typu „parówka drobiowa”, w czasie przechowywania w temp. 4-6°C.

Fig. 4. Count of yeasts and moulds in the sausages type ‘chicken breakfast sausage’ during their storing at a temperature of 4-6°C.

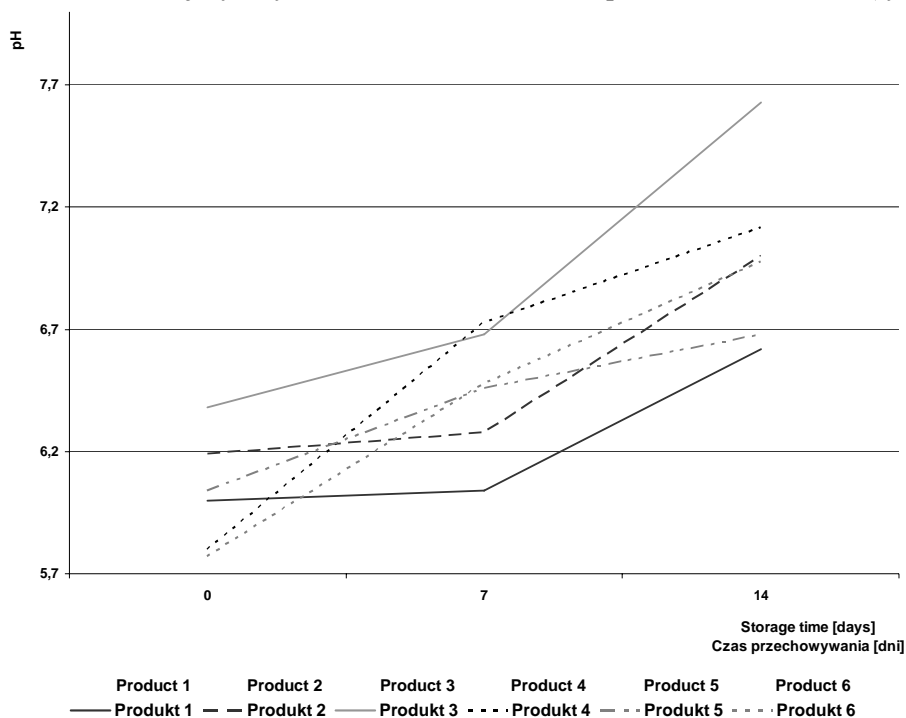


Rys. 5. Liczba bakterii *Bacillus cereus* w kiełbasach typu „parówka drobiowa”, w czasie przechowywania temp. 4-6°C.

Fig. 5. Count of *Bacillus cereus* bacteria in sausages type ‘chicken breakfast sausage’ during their storing at a temperature of 4-6°C.

produktu oraz pałeczek *Salmonella* w 25 g produktu. W przypadku produktów nr 1, 2, 5 w czasie czternastodniowego przechowywania chłodniczego nie zaobserwowano wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* - psychrotrofów, których obecność znacząco wpłynęłaby na mikrobiologiczne bezpieczeństwo badanych kiełbas oraz ich trwałość w czasie przechowywania [18]. W początkowym okresie przechowywania chłodniczego badanych kiełbas liczba komórek tych bakterii była mniejsza niż 10 drobnoustrojów w 1 g produktu (rys. 2). Tylko w przypadku produktu nr 4 liczba bakterii wynosiła  $10^3$  jtk/g. Ze względu na silne właściwości proteolityczne pałeczek rodzaju *Pseudomonas*, już po siedmiu dniach przechowywania stwierdzono obniżenie jakości sensorycznej tej wędliny (pojawienie się śluzu). Stwierdzono, że obecność pałeczek *Proteus* i *Pseudomonas* świadczy o dodaniu w czasie produkcji nieświeżego mięsa [1, 12]. Liczba bakterii kwasu mlekowego w dniu zakupu była mniejsza niż 10 jtk/g wyrobu. Jedynie w produktach nr 1 i 4 oznaczono liczbę komórek rzędu, odpowiednio  $10^2$  i  $10^4$  jtk/g. Po czternastodniowym przechowywaniu liczba pałeczek i paciorkowców mlekowych wzrosła średnio o 3D we wszystkich farszach; wyjątek stanowił produkt nr 4, w którym wysoka początkowo liczba komórek zwiększyła się o około 1 D (rys. 3). W przebadanych produktach nie stwierdzono obecności grzybów pleśniowych. Liczba drożdży w czasie przechowywania wzrastała średnio o 2 rzędy logarytmiczne. Wyjątek

stanowił produkt nr 6, w którego farszu liczba komórek drożdży malała w czasie przechowywania chłodniczego (rys. 4). W czasie przechowywania rosła liczba komórek *Bacillus cereus*. Najszybszy wzrost zaobserwowano w produktach nr 1, 2 i 3 (rys. 5).



Rys. 6. Zmiany pH w kielbasach typu "parówka drobiowa", w czasie przechowywania w temp. 4-6°C.  
Fig. 6. Changes in the pH value of the sausages type 'chicken breakfast sausage' during their storing at a temperature of 4-6°C.

W pięciu, na sześć przebadanych, kielbasach rozwój łaseczek zatrzymał się na poziomie  $10^6$  jtk/g. Objawem rozpoczynających się procesów rozkładu białek było pojawienie się śluzu. Występuje on zwykle, gdy ogólna populacja osiągnie liczebność  $10^7$  bakterii/g [1, 7]. Przyjmuje się, że liczba bakterii  $10^8$  jtk/g jest wartością graniczną zachowania trwałości [2]. Powyżej tej wartości najczęściej stwierdza się już zepsucie oceniane sensorycznie. Po 14 dniach przechowywania chłodniczego pH farszu produktów nr 2, 4 i 6 osiągnęło wartość 7,0 a w przypadku produktu nr 3 – przekroczyło wartość 7,5 (rys. 6). Zmniejszenie stężenia jonów wodorowych stworzyło dogodne warunki bakteryjnym proteazom, wykazującym najwyższą aktywność w środowisku obojętnym.

## Wnioski

1. Wysoki stopień uwodnienia kielbas drobiowych homogenizowanych sprzyja rozwojowi wielu drobnoustrojów, m.in. psychrotrofów z rodzaju *Pseudomonas*

- i *Bacillus*, a także bakterii kwasu mlekowego, w czasie chłodniczego przechowywania tych wyrobów.
2. W ciągu czternastodniowego przechowywania kiełbas nie stwierdzono wzrostu *Staphylococcus aureus*, pałeczek rodzaju *Salmonella* oraz obecności bakterii typu fekalnego, co jest zgodne z aktualnymi wymaganiami prawnymi i świadczy o świadomości zagrożeń związanych z higieną produkcji w zakładach.
  3. Skazanie rzędu  $10^4$ - $10^5$  laseczkami *Bacillus cereus* świadczy o wysokim stopniu zanieczyszczenia przypraw stosowanych przez producentów nr 4 i 5.
  4. Temperatura i czas przechowywania oraz dostęp tlenu ułatwiają przebieg wielu niekorzystnych przemian chemicznych, których efektem jest wzrost pH kiełbas.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A., Janczura E., Teisseyre T., Załęska H.: Mikrobiologia żywności. Mikrobiologiczne metody badania produktów żywnościowych. PZWL, Warszawa 1971.
- [2] Czapski J. (red.): Opakowania żywności. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003.
- [3] Danyluk B., Gajewska-Szczerbal H., Pyrcz J., Kowalski R.: Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 2004, **3** (2), 37-44.
- [4] Garcia-Esteban M., Ansorena D., Astiasaran I.: Comparison of modified atmosphere and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effect of colour, texture and microbiological quality. Meat Sci., 2004, **67**, 57-63.
- [5] Grabowski T., Kijowski J.: Mięso i przetwory drobiowe. WNT, Warszawa 2004.
- [6] Kijowski, J., Sikora T. (red.): Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. WNT, Warszawa 2003.
- [7] Kołczak T.: Biologiczne podstawy technologii mięsa. Wyd. Akademii Rolniczej, Kraków 1983.
- [8] Kołodyński J.: Podstawy mikrobiologii. Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1998.
- [9] Kwiatek K.: Pałeczka *Salmonella* – aspekty epidemiologiczne w powiązaniu z krajowym programem zwalczania salmonelloz u drobiu. Polskie Drobiarstwo, 2000, **4**, 24-27
- [10] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Jakość mikrobiologiczna próżniowo pakowanych wędlin plasterkowanych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2002, **4** (33), 52-60.
- [11] Malicki A.: Jakość produktów drobiarskich - wybrane aspekty higieniczne. Polskie Drobiarstwo, 2001, **4**, 35-38.
- [12] Pikul J.: Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. Wyd. Akademii Rolniczej, Poznań 1993.
- [13] PN-A-82055. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne.
- [14] PN-A-82007. Przetwory mięsne. Wędliny.
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności (Dz. U. 2003. Nr 37, poz. 326).
- [16] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 2073/2005 z dnia 15 listopada 2005 r. w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz. Urz. WE L 338 z 22.12.2005).


- [17] Skandami P.N., Nychas G.E.: Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *Inter. J. Food Microbiol.*, 2002, **79**, 35-45
- [18] Szymańko T., Malicki A., Nawrat A., Brużewicz S., Dworecka E.: Shelf-life of homogenized sausage depends on the moment it was placed at near cryoscopic temperature. *EJPAU*, 2006, **9 (1)**, 4.
- [19] Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. 2006 r. Nr 171, poz. 1225).
- [20] Zaleski S.J.: *Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego*. WNT, Warszawa 1985.
- [21] Ziółkowski J.: Zmiany zachodzące w mięsie podczas przechowywania chłodniczego. *Rzeźnik Polski* 2003, **3**, 34-36.

### MICROBIOLOGICAL STABILITY OF HOMOGENIZED CHICKEN SAUSAGES

#### S u m m a r y

The objective of the study was to determine the impact of cold storage on the stability and usefulness for consumption of homogenized chicken sausages manufactured by various producers.

The total count of mesophilic micro-organisms determined on the day when sausages were purchased represented and reflected the freshness of products examined. The sausages contained neither pathogenic nor faecal bacteria. On the first day of the analysis, the number of lactic acid and *Pseudomonas* bacteria determined was insignificant. During the cold storage, the count of *Pseudomonas* and *Bacillus cereus* bacteria increased in some products to a level of  $10^6$  CFU/g. Owing to their activity, slime appeared on the surface of sausages analyzed. Amino acids decomposed and alkaline products of the protein decomposition accumulated, and this caused the pH value of the environment to change and to reach a value of about 7.0.

**Key words:** homogenized chicken sausages, stability, microflora 

MAŁGORZATA ZIARNO, BEATA MARGOL

## **BADANIA NAD ZDOLNOŚCIĄ WYBRANYCH KULTUR STARTEROWYCH BAKTERII MLEKOWYCH DO PRZEŻYWANIA W MODELOWYM SOKU ŻOŁĄDKOWYM ORAZ WIĄZANIA CHOLESTEROLU W TYCH WARUNKACH**

### Streszczenie

Celem pracy było określenie zdolności wybranych bakterii fermentacji mlekowej do przeżywania w modelowym soku żołądkowym oraz w bulionie hodowlanym. Ponadto zbadano ich zdolność do wiązania cholesterolu w zastosowanych warunkach. W celu porównania zbadano przeżywalność pałeczek kwasu mlekowego z preparatu farmaceutycznego Nutriplant.

Wykazano, że szczepy probiotyczne (ze szczepionek BA, LA-5, preparatu Nutriplant oraz pałeczki i bifidobakterie z kultury ABT-2) charakteryzowały się lepszą przeżywalnością w modelowym soku żołądkowym oraz wiązały więcej cholesterolu w tych warunkach niż kultury tradycyjne (obecne w szczepionkach: Culture de yoghurt concentree Type 1, CHN-19, TAO 40, O-Culture R-603 i paciorkowce z kultury ABT-2). W modelowym soku żołądkowym największą ilość cholesterolu związały bakterie ze szczepionek LA-5 (0,11 g/dm<sup>3</sup>), BA (0,07 g/dm<sup>3</sup>), ABT-2 (0,03 g/dm<sup>3</sup> w przypadku pałeczek mlekowych i bifidobakterii oraz 0,02 g/dm<sup>3</sup> w przypadku streptokoków) i bakterie z preparatu Nutriplant (0,03 g/dm<sup>3</sup>). Pozostałe szczepionki związały znikome ilości cholesterolu (0,002-0,007 g/dm<sup>3</sup>). Wiązanie cholesterolu w bulionie MRS lub M17 było większe niż w modelowym soku jelitowym.

**Słowa kluczowe:** bakterie fermentacji mlekowej, kultury starterowe, przeżywalność, sok żołądkowy, wiązanie cholesterolu

### **Wprowadzenie**

Bakterie fermentacji mlekowej są wykorzystywane w produktach żywnościowych od tysiącleci, jednak wiedza o ich właściwościach prozdrowotnych stale poszerza się. Wiele badań naukowych dowodzi prozdrowotnego efektu działania bakterii fermentacji mlekowej, jakim jest obniżanie poziomu cholesterolu. Takie działanie przypisuje się nie tylko szczepom probiotycznym, lecz również tradycyjnie stosowanym do wyrobu

fermentowanych produktów mleczarskich. Jako prawdopodobny mechanizm obniżania poziomu cholesterolu podaje się wiązanie cholesterolu do peptydoglikanu ściany komórkowej lub do błony cytoplazmatycznej komórki. Przypuszcza się, że hipocholesterolemiczne działanie bakterii kwasu mlekowego może zachodzić również w środowisku przewodu pokarmowego. Jednak bakterie muszą przetrwać w tym środowisku, aby móc oddziaływać prozdrowotnie na organizm człowieka. Jednym z niekorzystnych czynników jest kwaśne środowisko panujące w żołądku.

Celem niniejszej pracy było określenie zdolności bakterii fermentacji mlekowej, wchodzących w skład wybranych mleczarskich kultur starterowych, do przeżywania w środowisku imitującym sok żołądkowy oraz ocena stopnia wiązania cholesterolu w tych warunkach.

### Material i metody badań

Materiałem do badań było 7 liofilizowanych mleczarskich kultur starterowych bakterii fermentacji mlekowej oraz jeden preparat farmaceutyczny: LA-5 (Chr. Hansen; monokultura *Lb. acidophilus*), TAO 40 (Chr. Hansen; monokultura *S. thermophilus*), BA (Chr. Hansen; *Lb. rhamnosus* i *Bifidobacterium* sp.), ABT-2 (Chr. Hansen; *S. thermophilus*, *Lb. acidophilus* i *Bifidobacterium* sp.), Culture de yoghurt concentree Type 1 (Institut Rossel; *S. thermophilus* i *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), CHN-19 (Chr. Hansen; kultura *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *diacetylactis*, *Leuc. mesenteroides* subsp. *cremoris*), O-Culture R-603 (Chr. Hansen; *L. lactis* subsp. *cremoris* i *L. lactis* subsp. *lactis*) oraz Nutriplant (preparat farmaceutyczny, monokultura *Lb. plantarum*).

Przed doświadczeniem kultury były ożywiane i namnażane w bulionie MRS (w przypadku pałeczek lub bifidobakterii) lub bulionie M17 (w przypadku paciorkowców). Namnażanie prowadzono przez 18 h w temp. 37°C (w przypadku termofilnych bakterii) lub w temp. 30°C (w przypadku kultur mezofilnych).

Skład modelowego soku żołądkowego przygotowano na podstawie publikacji Clavela i wsp. [1]. Przed sterylizacją pH soku doprowadzano do 2,4. Tuż przed wykonaniem doświadczeń, do bazy soku żołądkowego dodawano pepsynę (Sigma-Aldrich, preparat o mocy 3200-4500 jednostek na 1 mg białka) w ilości 1 mg na 50 cm<sup>3</sup> bazy soku żołądkowego. Źródłem cholesterolu w próbach był cholesterol o czystości chemicznej >99% (Sigma-Aldrich) na gorąco rozpuszczony w mieszaninie 99% etanolu i Tweenu 80, wymieszanych w proporcji 3:1.

Oznaczenia liczby bakterii, pomiar gęstości optycznej oraz stężenia cholesterolu dokonywano bezpośrednio przed i po inkubacji drobnoustrojów w soku żołądkowym z dodatkiem cholesterolu w ilości  $1 \pm 0,2$  g/dm<sup>3</sup> oraz w bulionie hodowlanych (MRS lub M17) z dodatkiem cholesterolu w ilości  $1 \pm 0,2$  g/dm<sup>3</sup>. Do wszystkich układów dodawano wcześniej ożywionej i namnożonej hodowli bakterii mlekowych, po czym prze-

trzymywano przez 3 h w temp. 37°C. Liczbę bakterii, osobno pałeczek i paciorkowców mlekowych, oznaczano metodą płytkową, odpowiednio w podłożu MRS agar lub M17 agar (Merck). Płytki z posiewami inkubowano w temp. 37°C przez 72 h (w przypadku termofilnych pałeczek mlekowych) lub w temp. 37°C przez 48 h (w przypadku termofilnych paciorkowców) albo w temp. 30°C przez 72 h (w przypadku bakterii mezofilnych), w warunkach tlenowych lub beztlenowych, w zależności od wymagań. Wyniki podawano w jednostkach tworzących kolonie (jtk) w przeliczeniu na 1 cm<sup>3</sup> hodowli. Pomiaru gęstości optycznej dokonywano spektrofotometrycznie, przy długości fali 620 nm, z użyciem spektrofotometru Helios Gamma (Thermo Elektron Corporation). Pomiar stopnia wiązania cholesterolu przez kultury badanych bakterii mlekowych dokonywano mierząc ubytek cholesterolu w płynie pochodzonym, po usunięciu komórek bakteryjnych metodą wirówkową (6000 rpm/g przez 10 min). Stężenie cholesterolu oznaczano testem enzymatycznym (Cholesterol RTU, BioMérieux) z użyciem spektrofotometru Helios Gamma (Thermo Elektron Corporation) przy długości fali 500 nm.

Analizę statystyczną (jednoczynnikowa i wieloczynnikowa ANOVA przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ ) przeprowadzono z wykorzystaniem programu komputerowego Statgraphics Plus 4.1.

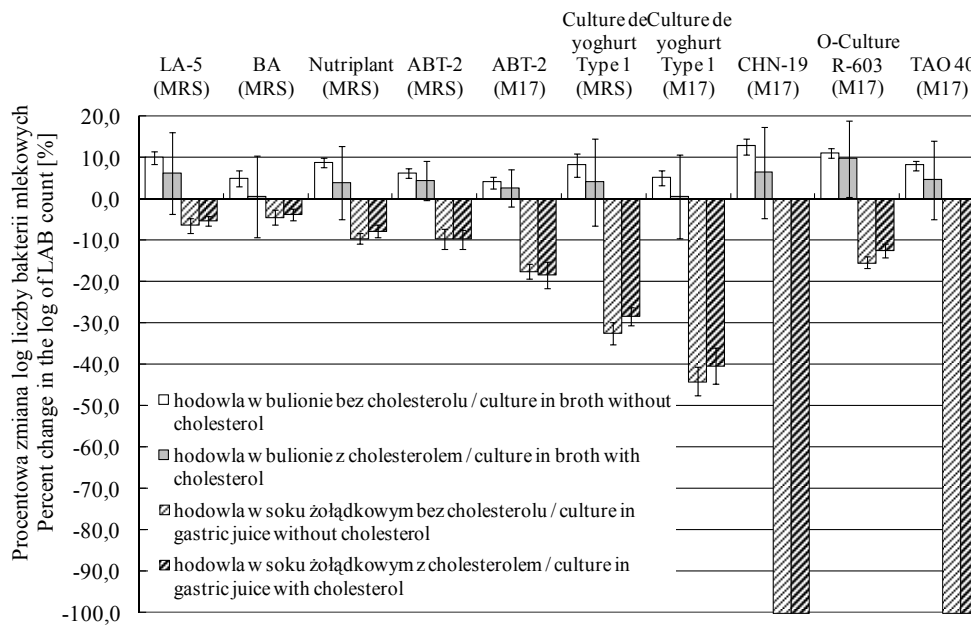
## Wyniki i dyskusja

Bakterie fermentacji mlekowej tradycyjne stosowane do wyrobu mlecznych produktów fermentowanych są najczęściej uważane za słabo znoszące warunki przewodu pokarmowego. Tego typu badania, opisywane w dostępnej literaturze, odnoszą się tylko do pojedynczych szczepów, szczególnie probiotycznych. Dlatego trudno jest bezpośrednio odnieść wyniki badań, przedstawione w niniejszej pracy do danych literaturowych. Przeprowadzone badania wykazały, że najmniejszym spadkiem przeżywalności w modelowym soku żołądkowym o pH 2,4 charakteryzowała się szczepionka BA zawierająca w swoim składzie *Lb. rhamnosus* i *Bifidobacterium* sp. (rys. 1). Również niewielkim zmniejszeniem przeżywalności odznaczała się szczepionka La-5 zawierająca *Lb. acidophilus*. Pałeczki kwasu mlekowego i bifidobakterie, obecne z starterze ABT-2, nieco gorzej zniosły warunki modelowego soku żołądkowego. Podobną przeżywalność wykazywała monokultura *Lb. plantarum*, wchodząca w skład preparatu Nutriplant. W celu porównania, wyżej omówione kultury hodowane w próbach kontrolnych (bulionie MRS) wykazały się wzrostem liczby żywych komórek (rys. 1).

Należy zauważyć, że wszystkie wyżej wymienione szczepionki zawierały w swoim składzie kultury szczepów ogólnie uznanych za probiotyczne. Badania nad tolerancją kultur starterowych oraz kultur probiotycznych na modelowy sok żołądkowy prowadzili Vinderola i Reinheimer [10], którzy stwierdzili, że najbardziej opornym na niskie pH soku żołądkowego jest *Lb. acidophilus*. Również zmniejszenie przeżywalności szczepu *Bifidobacterium* sp. było niewielkie. Także badania Lankaputhra i Shah [6]



wskazują, że wiele szczepów bifidobakterii i *Lb. acidophilus* jest zdolnych do przeżycia na bardzo wysokim poziomie w warunkach symulujących pH soku żołądkowego.



Rys. 1. Procentowa zmiana liczby bakterii mlekowych po 3 h inkubacji w bulionie MRS (lub bulionie M17) lub w soku żołądkowym, bez dodatku lub z dodatkiem cholesterolu (wartości średnie i SD).

Fig. 1. The percent change in the number of lactic bacteria after the 3 h incubation in the MRS broth (or M17 broth) or in the gastric juice, without or with the addition of cholesterol (mean values and SD).

Pozostałe kultury badane w niniejszej pracy, a więc paciorkowce obecne w CHN-19, R-603, TAO 40, ABT-2, oraz pałeczki i paciorkowce mlekowe z Culture de yoghurt concentree Type 1, charakteryzowały się słabszą przeżywalnością w modelowym soku żołądkowym i porównywalnym wzrostem w próbach kontrolnych niż wcześniej omówione kultury. Warto zwrócić uwagę, że w tej grupie kultur znalazły się wszystkie badane paciorkowce mlekowe, a tylko paciorkowce z trzech szczepionek przeżyły w modelowym soku żołądkowym. Należą do nich mezofilne *L. lactis* subsp. *cremoris* i *L. lactis* subsp. *lactis*, ze szczepionki O-Culture R-603, oraz termofilne *S. thermophilus*, ze szczepionek ABT-2 i Culture de yoghurt concentree Type 1. Natomiast paciorkowce z kultur starterowych CHN-19 i TAO 40 nie wykazały żadnej oporności na kwaśne środowisko soku żołądkowego. Jak opisano w piśmiennictwie, szczepy niebędące probiotykami wykazują mniejszą przeżywalność w modelowym soku żołądkowym w porównaniu ze szczepami probiotycznymi [10]. Pereira i Gibson [9]

zaobserwowali silną redukcję liczby jednego szczepu *S. thermophilus* już po 15 min inkubacji w kwaśnym środowisku. Należy również zauważyć, że zarówno w piśmiennictwie, jak i w niniejszej pracy, występuje duża rozbieżność wyników dotyczących różnych szczepów tego samego gatunku. Przykładowo *S. thermophilus* obecne w szczepionce ABT-2 przeżywały w kwaśnym środowisku znacznie lepiej niż streptokoki obecne w szczepionce TAO 40 (rys. 1). Podobne zjawisko jest obserwowane u szczepów rodzaju *Lactobacillus* [2].

Analiza statystyczna przeprowadzona w niniejszej pracy wykazała brak wpływu obecności cholesterolu na stopień przeżywalności testowanych kultur, zarówno w modelowym soku żołądkowym, jak i w bulionach hodowlanych (tab. 1).

Tabela 1

Obliczone współczynniki P-value dwuczynnikowej analizy wariancji ( $\alpha \leq 0,05$ ).

Calculated P-values of the ANOVA two-factor analysis of variance ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Kultura bakterii mlekowych (podłoże) LAB culture (medium)	P-value obliczone dla czynnika „dodatek cholesterolu” P-value calculated for the factor „the addition of cholesterol”	P-value obliczone dla czynnika „rodzaj podłoża” P-value calculated for the factor „the type of medium”
LA-5 (MRS)	0,6440	0,0010 *
BA (MRS)	0,5282	0,0453
Nutriplant (MRS)	0,5868	0,0004
ABT-2 (MRS)	0,5825	0,0000
ABT-2 (M17)	0,5074	0,0000
Culture de yoghurt Type 1 (MRS)	0,9849	0,0000
Culture de yoghurt Type 1 (M17)	0,9034	0,0000
CHN-19 (M17)	0,3539	0,0000
O-Culture R-603 (M17)	0,8108	0,0001
TAO 40 (M17)	0,5180	0,0001

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Cechy badane - dodatek cholesterolu i rodzaj podłoża; czynnik badany - procentowa zmiana log liczby bakterii mlekowych / Traits studied - the addition of cholesterol and the type of medium; depended variable/factor studied – percent change in the log of the LAB count;

\* Obliczona wartość P-value, wynosząca poniżej 0,05, wskazuje, że badany czynnik jest statystycznie istotny w przypadku badanej cechy przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  / The P-value calculated is less than 0.05, thus, it indicates that the depended variable/factor studied is statistically significant for the trait studied at a level of significance being 95.0%.

W dostępnej literaturze brak jest danych z tego zakresu. Wyjątkiem są badania Kimoto i wsp. [5], którzy na podstawie pomiaru gęstości optycznej hodowli stwierdzili, że obecność cholesterolu stymulowała wzrost komórek szczepu *L. lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* N7.

Przeprowadzony w niniejszej pracy pomiar gęstości optycznej hodowli wykazał wzrost jej wartości we wszystkich przebadanych kulturach hodowanych w bulionach (rys. 2). W wielu przypadkach hodowli w modelowym soku żołądkowym występował przyrost mierzonej wartości, a nie spadek, co nie znajdowało odzwierciedlenia w liczbie komórek oznaczonych metodą płytkową. Różnice mogą wynikać z faktu, że w hodowlach obecne były martwe komórki bakteryjne, których nie można było wykryć metodą płytkową, i które powodowały wzrost wartości gęstości optycznej hodowli. W przypadkach, gdy gęstość optyczna malała, można przypuszczać, że komórki bakteryjne ulegały lizie.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ dodatku cholesterolu i rodzaju podłoża na zmianę wartości gęstości optycznej niektórych hodowli (tab. 2), ale inny niż stwierdzili Kimoto i wsp. [5]. Można wnioskować, iż pomiar gęstości optycznej nie jest dobrą metodą określania wpływu cholesterolu na przeżywalność kultur bakterii kwasu mlekowego.

Tabela 2

Obliczone współczynniki P-value dwuczynnikowej analizy wariancji ( $\alpha \leq 0,05$ ).

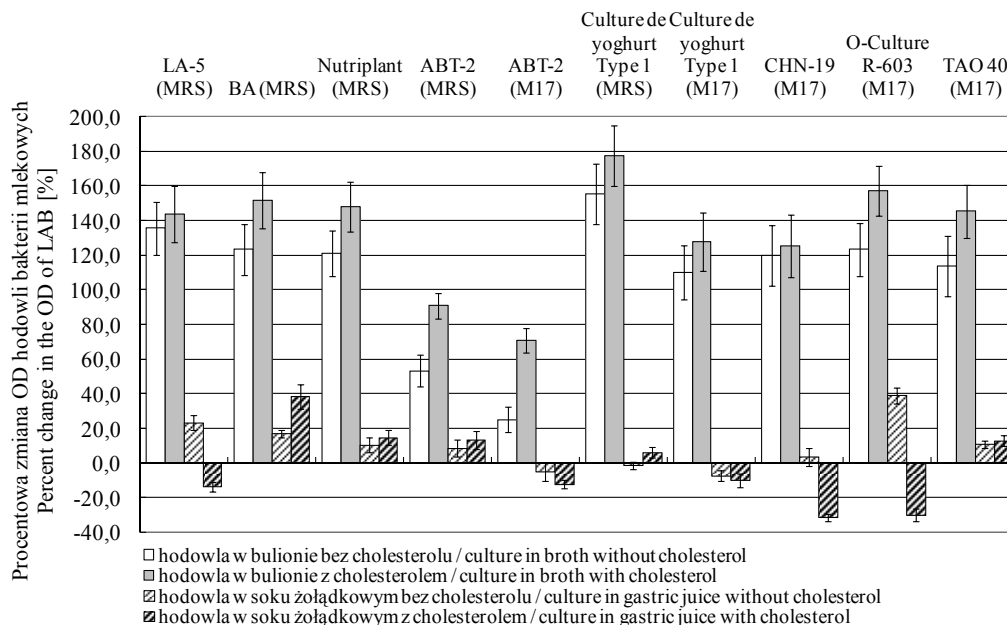
Calculated P-values of the ANOVA two-factor analysis of variance ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Kultura bakterii mlekowych (podłoże) LAB culture (medium)	P-value obliczone dla czynnika „dodatek cholesterolu” P-value calculated for the factor „the addition of cholesterol”	P-value obliczone dla czynnika „rodzaj podłoża” P-value calculated for the factor „the type of medium”
LA-5 (MRS)	0,1729	0,0001 *
BA (MRS)	0,0037	0,0000
Nutriplant (MRS)	0,0427	0,0000
ABT-2 (MRS)	0,0110	0,0000
ABT-2 (M17)	0,0685	0,0002
Culture de yoghurt Type 1 (MRS)	0,0695	0,0000
Culture de yoghurt Type 1 (M17)	0,3375	0,0001
CHN-19 (M17)	0,1618	0,0000
O-Culture R-603 (M17)	0,3639	0,0000
TAO 40 (M17)	0,0651	0,0000

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Cechy badane - dodatek cholesterolu i rodzaj podłoża; czynnik badany - procentowa zmiana gęstości optycznej OD hodowli bakterii mlekowych / Traits studied - the addition of cholesterol and the type of medium; depended variable/factor studied – percent change in the OD of the LAB culture;

\* Obliczona wartość P-value, wynosząca poniżej 0,05, wskazuje, że badany czynnik jest statystycznie istotny w przypadku badanej cechy przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  / The P-value calculated is less than 0.05, thus, it indicates that the depended variable/factor studied is statistically significant for the trait studied at a level of significance being 95.0%.



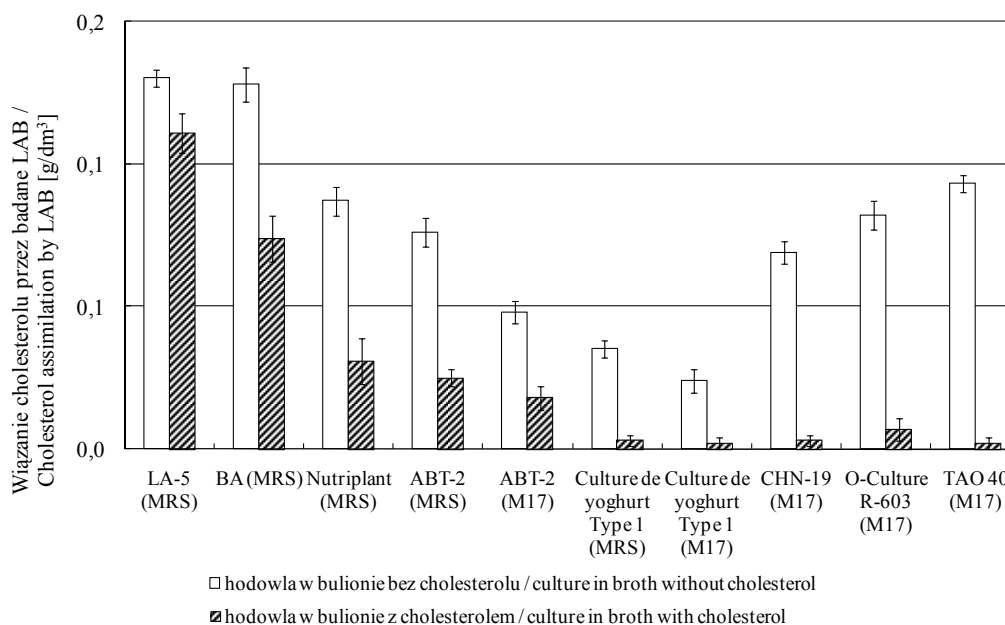
Rys. 2. Procentowa zmiana gęstości optycznej OD hodowli bakterii mlekowych po 3 h inkubacji w bulionie MRS (lub bulionie M17) lub w soku żołądkowym, bez lub z dodatkiem cholesterolu (wartości średnie i SD).

Fig. 2. The percent change in the optical density of the lactic bacteria culture after the 3 h incubation in the MRS broth (or M17 broth) or in the gastric juice, without or with the addition of cholesterol (means and SD).

Bakterie mlekowe, które zdołają przeżyć w środowisku przewodu pokarmowego, a szczególnie soku żołądkowego, mają szansę na probiotyczne oddziaływanie na organizm człowieka. Jednym z takich oddziaływań jest zdolność do wiązania cholesterolu. Zdolność ta w dużym stopniu zależy od żywotności komórek, chociaż również martwe komórki mogą przyłączać nieznaczne ilości cholesterolu [4, 5]. Z literatury wynika, że zdolność wiązania cholesterolu w warunkach *in vitro* wykazują nie tylko szczepy o cechach probiotycznych, ale również inne bakterie fermentacji mlekowej, tradycyjnie stosowane do produkcji wyrobów mleczarskich [3, 7, 8]. Należy jednak zaznaczyć, że naukowcy podkreślają znaczne różnice w zdolności wiązania cholesterolu pomiędzy różnymi szczepami tego samego gatunku.

W niniejszej pracy oznaczano zdolność wiązania cholesterolu przez jedno- i wielogatunkowe mleczarskie kultury starterowe, co nie znajduje zbyt wielkiego potwierdzenia w danych literaturowych, które zazwyczaj opisują badania pojedynczych szczepów, szczególnie probiotycznych. Zupełną innowacją w tej sferze jest badanie zdolności wiązania cholesterolu w warunkach modelowego soku żołądkowego (rys. 3). Bada-

nia wykazały, że kultury bakterii mlekowych statystycznie istotnie więcej cholesterolu wiązały w bulionie hodowlanym niż w modelowym soku żołądkowym (tab. 3).



Rys. 3. Wiązanie cholesterolu przez badane kultury bakterii mlekowych podczas 3 h inkubacji w bulionie MRS (lub bulionie M17) z dodatkiem cholesterolu lub w soku żołądkowym z dodatkiem cholesterolu (wartości średnie i SD).

Fig. 3. The assimilation of cholesterol by the lactic bacteria studied during the 3 h incubation in the MRS broth (or M17 broth) with the addition of cholesterol or in the gastric juice with the addition of cholesterol (mean values and SD).

Największą ilość cholesterolu w modelowym soku żołądkowym w ciągu 3 h inkubacji związały szczepionki zawierające typowo probiotyczne szczepy bakterii mlekowych. Należą do nich kultury LA-5 ( $0,11 \pm 0,007 \text{ g/dm}^3$ ) oraz BA ( $0,07 \pm 0,008 \text{ g/dm}^3$ ). Niższą wartością charakteryzowały się: preparat Nutriplant ( $0,031 \pm 0,008 \text{ g/dm}^3$ ) oraz kultura ABT-2 ( $0,03 \pm 0,003 \text{ g/dm}^3$ , po namnożeniu w bulionie MRS oraz  $0,02 \pm 0,004 \text{ g/dm}^3$ , po namnożeniu w bulionie M17). Omawiane kultury odznaczały się jednocześnie wysoką przeżywalnością w modelowym soku żołądkowym. Natomiast pozostałe szczepionki: Culture de yoghurt concentree Type 1, CHN-19, O-Culture R-603 i TAO 40, wiązały niewiele cholesterolu w soku żołądkowym ( $0,002\text{--}0,007 \text{ g/dm}^3$ ). Kultury te odznaczały się niską przeżywalnością w zastosowanych warunkach. Należy również zauważyć, że w niniejszej pracy stwierdzono rozbieżność wyników dotyczących różnych kultur tego samego gatunku. Przykładowo, *S. thermophilus*, ze szczepionki ABT-2, wiązały znacznie więcej cholesterolu niż streptokoki ze szczepionki TAO 40. Prawdopodobnie różnice wynikały z obecności różnych

szczipów streptokoków w tych kulturach starterowych oraz innym stopniem ich przeżywalności w zastosowanych układach modelowych.

Tabela 3

Obliczone współczynniki P-value jednoczynnikowej analizy wariancji ( $\alpha \leq 0,05$ ).

The calculated P-values of the ANOVA one factor analysis of variance ( $\alpha \leq 0.05$ ).

Kultura bakterii mlekowych (podłoże) LAB culture (medium)	Obliczone P-value Calculated P-value
LA-5 (MRS)	0,0124 *
BA (MRS)	0,0007
Nutriplant (MRS)	0,0005
ABT-2 (MRS)	0,0001
ABT-2 (M17)	0,0008
Culture de yoghurt Type 1 (MRS)	0,0001
Culture de yoghurt Type 1 (M17)	0,0010
CHN-19 (M17)	0,0001
O-Culture R-603 (M17)	0,0001
TAO 40 (M17)	0,0000

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Cecha badana - rodzaj podłoża; czynnik badany - wiązanie cholesterolu przez LAB / Trait studied - the type of medium; depended variable/factor studied - assimilation of cholesterol by LAB;

\* Obliczona wartość P-value, wynosząca poniżej 0,05, wskazuje, że badany czynnik jest statystycznie istotny w przypadku badanej cechy przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  / The calculated P-value is less than 0.05, thus, this indicates that the depended variable/factor studied is statistically significant at a level of significance being 95.0%.

Przeprowadzone badania pozwalają stwierdzić, że zdolność do usuwania cholesterolu przez mleczarskie kultury starterowe jest uwarunkowana wieloma czynnikami. W dużym stopniu ważny jest skład gatunkowy szczepionki. Szczepionki zawierające gatunki probiotyczne w większym stopniu są zdolne do przeżycia niekorzystnego środowiska przewodu pokarmowego i wywołania omawianego efektu probiotycznego. Natomiast szczepionki złożone z gatunków tradycyjnie stosowanych do fermentacji mleka mogą mieć takie oddziaływanie, ale w środowiskach bardziej optymalnych.

### Wnioski

1. Badane kultury bakterii kwasu mlekowego wykazują różną zdolność przeżywania w modelowym soku żołądkowym oraz wiązania cholesterolu w tych warunkach.
2. Większą opornością na warunki modelowego soku żołądkowego wykazują probiotyczne szczepy bakterii mlekowych niż tradycyjne bakterie mlekowe.
3. W warunkach modelowego soku żołądkowego kultury starterowe bakterii kwasu mlekowego, tradycyjnie stosowane do fermentacji mleka, charakteryzują się mniej-

szym wiązaniem cholesterolu niż kultury zawierające probiotyczne szczepy bakterii mlekowych.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Clavel T., Carlin F., Lairon D., Nguyen-The C., Schmitt P.: Survival of *Bacillus cereus* spores and vegetative cells in acid media simulating human stomach. *J. Appl. Microbiol.*, 2004, **97**, 214-219.
- [2] Corcoran B.M., Stanton C., Fitzgerald G.F.: Survival of probiotic lactobacilli in acidic environments is enhanced in the presence of metabolizable sugars. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2005, **71**, 3060-3067.
- [3] Grill J.P., Cayuela C., Antoine J.M., Schneider F.: Effects of *Lactobacillus amylovorus* and *Bifidobacterium breve* on cholesterol. *Lett. Appl. Microbiol.*, 2000, **31**, 154-156.
- [4] Hosono A., Tono-Oka T.: Binding of cholesterol with lactic acid bacterial cells. *Milchwissenschaft*, 1995, **50**, 556-559.
- [5] Kimoto H., Ohmomo S., Okamoto T.: Cholesterol removal from media by lactococci. *J. Dairy Sci.*, 2002, **85**, 3182-3188.
- [6] Lankaputhra W.E., Shah N.P.: Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* in the presence of acid and bile salts. *Cult. Dairy Prod. J.*, 1995, **30**, 2-6.
- [7] Lin M.Y., Chen T.W.: Reduction of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* in culture broth. *J. Food Drug Anal.*, 2000, **8**, 97-102.
- [8] Noh D.O., Kim S.H., Gilliland S.E.: Incorporation of cholesterol into the cellular membrane of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 43121. *J. Dairy Sci.*, 1997, **80**, 3107-3113.
- [9] Pereira D.I.A., Gibson G.R.: Cholesterol assimilation by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from the human gut. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002, **68**, 4689-4693.
- [10] Vinderola C.G., Reinheimer J.A.: Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative *in vitro* study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Res. Int.*, 2003, **36**, 895-904.


### RESEARCH INTO THE ABILITY OF SOME SELECTED STARTER LACTIC ACID BACTERIA (SLAB) TO SURVIVE IN A MODEL GASTRIC JUICE AND CHOLESTEROL BINDING UNDER THOSE THESE CONDITIONS

#### Summary

The objective of this research was to determine the ability of some selected lactic acid bacteria to survive in a model gastric juice and in a culture broth. Moreover, their cholesterol binding ability under those conditions was investigated. For the purpose of comparing, the viability of lactobacilli contained obtained from a 'Nutriplant' pharmaceutical preparation was examined.

It was proved that the probiotic strains (obtained from the starter cultures: BA, LA-5, Nutriplant pharmaceutical preparation, and lactobacilli & bifidobacteria from ABT-2) had better viability in the model gastric juice, and they bound more cholesterol under those conditions than the traditional starters (present in the starter cultures such as: Culture de yoghurt concentree Type 1, CHN-19, TAO 40, O-Culture R-603, and streptococci from ABT-2). In the model gastric juice, the highest amount of cholesterol was binding by

bacteria from the starter cultures of LA-5 ( $0.11 \text{ g/dm}^3$ ), BA ( $0.07 \text{ g/dm}^3$ ), ABT-2 ( $0.03 \text{ g/dm}^3$  in the case of lactobacilli and bifidobacteria, and  $0.02 \text{ g/dm}^3$  in the case of streptococci), as well as by bacteria from the Nutriplant pharmaceutical preparation ( $0.03 \text{ g/dm}^3$ ). Others starter cultures assimilated only very slight amounts of cholesterol ( $0.002\text{-}0.007 \text{ g/dm}^3$ ). The cholesterol binding was better in the MRS or M17 broth than in the model gastric juice.

**Key words:** lactic acid bacteria, starter cultures, viability, gastric juice, cholesterol binding 



LEOKADIA DROBNICA, TOMASZ CEBULAK, WŁADYSŁAW PIECZONKA

## ŻYWIENIE A CHRONICZNE CHOROBY NIEZAKAŻNE W OPINII KONSUMENTÓW ŻYWNOŚCI NIEKONWENCJONALNEJ

### Streszczenie

Celem pracy było określenie motywacji i kierunków popytu klientów sklepów z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną. Przedstawiono opinię respondentów dotyczącą możliwości wpływu niewłaściwego odżywiania na ryzyko wystąpienia określonych chronicznych chorób niezakaźnych.

Badania przeprowadzono metodą bezpośredniego wywiadu wśród 350 osób na terenie Krakowa, Lublina, Kielc i Rzeszowa. Stwierdzono, że zdecydowana większość ankietowanych to stali klienci tych sklepów, nabywający przede wszystkim żywność produkowaną metodami ekologicznymi, produkty wegetariańskie oraz niskoenergetyczne. Głównym motywem stosowania żywności niekonwencjonalnej była troska o zdrowie swoje i swoich najbliższych. Najczęściej wymienianym, wśród ankietowanych, było przekonanie o związku sposobu odżywiania z problemami zdrowotnymi wynikającymi z nadmiernej masy ciała. Większość respondentów dostrzegła też wpływ diety na ryzyko pojawienia się takich schorzeń, jak cukrzyca, choroby układu pokarmowego i choroby układu krążenia.

**Słowa kluczowe:** żywność niekonwencjonalna, chroniczne choroby niezakaźne, motywy zakupu

### Wprowadzenie

Wg Maslova [11], poczucie bezpieczeństwa to jedna z podstawowych potrzeb życiowych człowieka. Ważnym jej elementem jest bezpieczeństwo żywnościowe, które zostało zdefiniowane przez FAO jako nieprzerwany dostęp wszystkich ludzi do żywności gwarantującej zdrowe i aktywne życie. Gwarancję tę wyznaczają trzy składniki: fizyczna dostępność żywności, dostępność ekonomiczna oraz jej dobra jakość żywnościowa, w tym – brak zanieczyszczeń przekraczających dopuszczalne normy [6].

Sądzić należy, że wpływ bezpiecznej żywności i prawidłowego żywienia na zdrowie i rozwój człowieka jest dla każdego mieszkańca Polski oczywisty, tym bardziej, że również przemiany ekonomiczno-społeczne ostatnich lat wpłynęły na wzrost tej świadomości. Coraz większa liczba konsumentów, mając żywność dostępną fizycznie, ocze-

---

*Mgr L. Drobnica, Zespół Szkół Gospodarczych, ul. M. Spytka Ligęzy 12, 35-055 Rzeszów, dr inż. T. Cebulak, dr W. Pieczonka Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. M. Œwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów*

kuje, że będzie ona nie tylko atrakcyjna sensorycznie, ale i wartościowa pod względem zdrowotnym. Oczekiwaniom tym usiłują sprostać technolodzy żywności, stąd w ostatniej dekadzie XX w. pojawiła się m.in. oferta żywności niekonwencjonalnej (prozdrowotnej), której skład projektowany jest w taki sposób, by wspomagała organizm w utrzymaniu dobrostanu fizycznego i psychicznego oraz sprzyjała zapobieganiu lub leczeniu określonych schorzeń. Zalicza się do niej przede wszystkim: produkty niskoenergetyczne, wysokobłonnikowe, żywność dla osób w specyficznych stanach fizjologicznych (np. dla alergików, diabetyków, niemowląt, kobiet w ciąży), żywność zmniejszającą ryzyko chronicznych chorób niezakaźnych (np. nisko cholesterolową, nisko sodową, probiotyczną), wreszcie – żywność dla sportowców [13, 18, 19].

Rutkowski [14], na podstawie obserwacji europejskiego rynku żywności niekonwencjonalnej, przewiduje, że polski przemysł spożywczy będzie w coraz szerszym zakresie wykorzystywał dodatki funkcjonalne w projektowaniu i promocji nowych wyrobów, w związku, z czym oferta rynkowa produktów prozdrowotnych znacznie się rozszerzy i ich spożycie w najbliższych latach osiągnie średni poziom europejski. Niemniej zgodzić się należy z tezą, że żywność niekonwencjonalna to nadal na polskim rynku nowość w stosunku do której konsumenci zachowują ostrożność [15], konieczne zatem stają się: systematyczna edukacja żywieniowa społeczeństwa i promocja produktów funkcjonalnych, a także poznanie czynników, które sprzyjają bądź hamują wzrost popytu na te produkty.

Chociaż coraz większy odsetek ludności zdaje się być zainteresowany zasadami zdrowego odżywiania, to jednak można zauważyć pewną dezorientację konsumentów, wywołaną sprzecznymi doniesieniami o roli żywności i żywienia w zapobieganiu stanom chorobowym i utrzymaniu optymalnego stanu zdrowia człowieka. Nabyte nawyki żywieniowe i upodobania skłaniają większość konsumentów do tradycyjnego sposobu żywienia. Można zaobserwować jednocześnie, że większą dbałość o swój stan zdrowia i rodziny wykazują kobiety niż mężczyźni [3].

Wydaje się, że tradycje i przyzwyczajenia żywieniowe przeciętnego polskiego konsumenta szczególnie sprzyjają nasilaniu się chronicznych chorób niezakaźnych (najwyższy odsetek zgonów notuje się z powodu chorób układu krążenia i nowotworów), a równocześnie wiedza o relacjach pomiędzy jakością odżywiania i stanem zdrowia jest niewystarczająca.

W Katedrze Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego podjęto badania, które miały na celu określenie zachowań w zakresie racjonalnego żywienia oraz wiedzy na temat ryzyka wystąpienia określonych chronicznych chorób niezakaźnych, wynikającej z błędów w odżywianiu.

Celem pracy była próba weryfikacji postaw konsumenckich względem nieprawidłowego odżywiania a ryzykiem wystąpienia chronicznych chorób niezakaźnych. W związku z tym, że głównym kanałem dystrybucji żywności niekonwencjonalnej

w Polsce są sklepy oraz stoiska w sklepach wielkopowierzniowych oferujące żywność ekologiczną i nisko przetworzoną, dlatego też badania te przeprowadzono wśród klientów tych sklepów.

### Material i metody badań

Badania wykonano za pomocą wywiadu bezpośredniego (metodą ankietową) w połowie 2006 r. Pytania zawarte w ankiecie skierowano do osób dokonujących zakupu w kilku sklepach oferujących żywność ekologiczną i nisko przetworzoną, zlokalizowanych na terenie Krakowa, Lublina, Kielce i Rzeszowa. Ankieta zawierała pytania dotyczące częstości zakupu różnych grup żywności niekonwencjonalnej, jej asortymentu, motywów skłaniających do zakupu oraz subiektywnego poglądu na temat powiązań jakości żywienia z ryzykiem zapadalności na najczęstsze chroniczne choroby niezakaźne. W tym ostatnim przypadku respondenci wyrażali swój pogląd na skali graficznej, której skrajne punkty odpowiadały opiniom: „uważam, że żywienie nie wywiera żadnego wpływu” oraz „uważam, że żywienie wywiera skrajnie silny wpływ”. Założono, że wyniki odpowiedzi wyrażane będą w skali 100-punktowej, gdzie opinii pierwszej przypisywano 0 punktów, a opinii drugiej – 100 punktów.

Odpowiedzi na pytania ankiety udzieliło łącznie ponad 350 osób, przy czym po weryfikacji do analizy skierowano 338 ankiet. Charakterystykę respondentów przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Charakterystyka respondentów.  
Profile of the respondents.

Grupy respondentów / Groups of respondents	N	[%]	
Miejsce przeprowadzenia wywiadu Place of interview	Kraków	88	26,1
	Lublin	67	19,8
	Kielce	69	20,4
	Rzeszów	114	33,7
Płeć / Gender	Kobiety / Women	226	66,9
	Mężczyźni / Men	112	33,1
Wiek / Age	Do 25 lat / age up to 25 years	131	38,7
	26 – 40 lat / age 26 – 40 years	112	33,1
	Powyżej 40 lat / age above 40 years	95	28,3
Wykształcenie / Level of education	Podstawowe / Primary	8	2,4
	Średnie / Secondary	127	37,6
	Wyższe / Post-secondary	203	60,0
Dochód gospodarstwa domowego* Income in the household	Niski / Low	116	34,3
	Średni / Medium	179	52,9
	Zadawalający / Satisfactory	39	11,5

\* W dalszych tabelach skrótowo będzie używane pojęcie „dochód” / In the Tables to follow, a shortened term ‘income’ will be used.

Wśród ankietowanych 70% stanowili mieszkańcy tych miast, w których zlokalizowane były sklepy. Przeważały kobiety (około 70% ankietowanych). Dużą grupę stanowili ludzie bardzo młodzi – w wieku do 25 lat. Respondenci legitymujący się dojrzałym wiekiem – powyżej 40 lat – to tylko niecałe 30%. Prawie wszyscy zadeklarowali wykształcenie średnie lub wyższe. Połowa ankietowanych określiła dochód swojego gospodarstwa domowego jako średni, a 1/3 – jako niski.

Zebrany materiał poddano analizie statystycznej, której celem była próba udzielenia odpowiedzi na pytanie, czy określone segmenty respondentów (wydzielone na podstawie ich charakterystyki socjo-ekonomicznej) można zróżnicować pod względem ukierunkowania ich popytu na żywność niekonwencjonalną oraz pod względem umotywowania tego popytu. W tym celu – na podstawie liczby wskazań poszczególnych wersji odpowiedzi na postawione pytanie przez określoną grupę ankietowanych – obliczono odpowiednie wskaźniki struktury (udział procentowy/100), a następnie weryfikowano hipotezę o istotności różnicy pomiędzy dwoma wskaźnikami za pomocą charakterystyki „u” [8]. Wykorzystano w tym celu pakiet „statystyki podstawowe i tabele” programu Statistica 7,0 PL. Wyniki tej weryfikacji zestawiono w tab. 2 i 3. W przypadku weryfikacji hipotez o wpływie badanych cech deskryptywnych na ocenę stopnia powiązania sposobu odżywiania z występowaniem chronicznych chorób niezakaźnych posłużono się jednoczynnikową analizą wariancji (pakiet ANOVA programu Statistica 7,0 PL), a wyniki umieszczono w tabeli 4 [4, 7].

### **Wyniki badań i dyskusja**

Prawie 30% ankietowanych to osoby regularnie (co najmniej kilka razy w tygodniu) dokonujące zakupów w sklepach oferujących żywność ekologiczną i nisko przetworzoną. Była to grupa klientów zainteresowanych najczęściej różnorodnym asortymentem żywności niekonwencjonalnej, oferowanej przez sklep; zaopatrywali się oni w trzy lub więcej grup tej żywności. Z dodatkowych informacji udzielonych przez część tych osób w czasie ankietyzacji wynika, że dokonywali oni zakupów głównie w tego rodzaju sklepach, a zakupy w innych sklepach spożywczych stanowiły tylko uzupełnienie zaopatrzenia gospodarstwa domowego w żywność. Około 50% respondentów zaopatrywało się w sklepach oferujących żywność ekologiczną i nisko przetworzoną regularnie, ale tylko kilka razy w miesiącu. Większość osób należących do tej grupy (około 30% ogółu respondentów) stanowili klienci zainteresowani tylko jedną grupą produktów niekonwencjonalnych; 25% ankietowanych można nazwać klientami przypadkowymi, najczęściej zaopatrującymi się w innych placówkach handlowych, a odwiedzającymi sklepy z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną tylko kilka razy w roku.

Największe zainteresowanie wzbudzały produkty przeznaczone dla osób stosujących dietę wegetariańską i diety odchudzające oraz pochodzące z atestowanych gospo-

darstw ekologicznych. Każda z tych grup wskazana została przez ponad połowę ankietowanych osób. Znaczną część klientów stanowiły osoby zainteresowane produktami bezglutenowymi i żywnością przeznaczoną dla diabetyków, niemowląt i kobiet w ciąży (tab. 2).

Tabela 2

Grupy żywności niekonwencjonalnej nabywanej przez badanych respondentów.  
Groups of non-conventional foods purchased by the respondents surveyed.

Grupy respondentów Groups of respondents		Dla diabetyków For diabetics	Dla wegetarian For vegetarian	Bezglutenowa Without gluten	Niskoenerget. Low-calorie	Dla niemowląt For infants	Dla sportowców For sportsmen	Ekologiczna Organic
Razem / Totally		0,37	0,55	0,31	0,54	0,26	0,28	0,52
Płeć Gender	Kobiety / Women	0,37	0,57	0,28 a	0,53	0,26	0,23 a	0,43 a
	Mężczyźni / Men	0,37	0,52	0,41 b	0,56	0,26	0,44 b	0,59 b
Wiek Age	Do 25 lat / age up to 25 years	0,30 a	0,63 b	0,30	0,67 c	0,27 b	0,28 b	0,50
	26-40 lat / age from 26 to 40 years	0,34 a	0,61 b	0,29	0,50 b	0,34 b	0,37 c	0,41
	pow. 40 lat / age above 40 years	0,50 b	0,40 a	0,33	0,37 a	0,13 a	0,17 a	0,49
Wykształcenie Level of education	Poniżej wyższego / Less than post-secondary	0,31	0,57	0,29	0,49 a	0,32 b	0,27	0,40 a
	Wyższe / Post-secondary	0,39	0,54	0,33	0,62 b	0,15 a	0,31	0,59 b
Dochód Income	Niski / Low	0,33 a	0,42 a	0,24 a	0,26 a	0,19 a	0,27	0,08 a
	Średni / Medium	0,34 a	0,55 b	0,25 a	0,61 b	0,26 a	0,28	0,55 b
	Zadawalający / Satisfac.	0,51 b	0,78 c	0,61 b	0,66 b	0,39 b	0,28	0,62 b

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Różne symbole literowe oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy segmentami respondentów.  
Various letter symbols denote statistically significant differences between the segments of respondents.

Motywacje respondentów skłaniające ich do zakupów w sklepach oferujących żywność ekologiczną i nisko przetworzoną były różnorodne (tab. 3). Na pierwszym miejscu znalazł się motyw zdrowia (własnego i najbliższej rodziny); wskazało ten czynnik 70% ankietowanych osób. Dopiero na drugim miejscu (ponad 50% wskazań) znalazły się walory smakowe i wartość odżywcza nabywanych produktów. Tylko 30% respondentów wymieniło konieczność stosowania diety oraz dbałość o wygląd (którą można utożsamiać w tym przypadku z dietą odchudzającą). Należy więc podkreślić, że w pierwszym rzędzie na decyzje zakupu żywności funkcjonalnej oddziałują jej cechy jakościowe (sensoryczne, wartość odżywcza i jakość higieniczna), a dopiero potem lokują się uwarunkowania związane ze szczególnymi potrzebami żywieniowymi klientów, wynikającymi ze stanu zdrowotnego czy trybu życia. Do podobnych stwierdzeń

doszli Kowrygo i wsp. [9]. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki badań na ogół korespondują z wynikami zaprezentowanymi przez Falkowską [5]. Według wymienionej autorki, Polacy uważają, że odżywiają się raczej zdrowo, ale nadal w ich żywieniu przeważa tradycyjna kuchnia polska (2/3 badanych), która przez fachowców nie jest zaliczana do „zdrowych”. Polacy niechętnie też poddają się dietom, bo tylko 1% badanych stosowało dietę wegetariańską, a 15% badanych dietę specjalną, aczkolwiek diety specjalne są podyktowane chorobą lub mają zapobiegać ewentualnym nawrotom choroby.

Ponadto należy zwrócić uwagę na to, że kolejny raz w tego typu badaniach ujawniła się „chemofobia” polskiego konsumenta [2]. Potwierdzeniem tego zjawiska mogą być wyniki badań Kowrygo i wsp. [9], z których wynika, że dla mieszkańców Warszawy obecność chemicznych substancji obcych w żywności jest najważniejszym czynnikiem ryzyka żywieniowego. Trzeba też pamiętać, że wśród artykułowanych przez konsumentów potrzeb w zakresie jakości żywności występuje antynomia pomiędzy „chemofobią” i potrzebą nabywania i spożywania atrakcyjnych sensorycznie produktów. „Chemofobia” obejmuje bowiem, oprócz uwrażliwienia na zanieczyszczenia środowiskowe (pozostałości pestycydów, jony metali ciężkich, dioksyny itd.), które skażają żywność, także niechęć do obecności substancji dodatkowych, stosowanych w przetwórstwie surowców rolno-spożywczych. Ta druga grupa, w wielu przypadkach, jest niezbędna do uzyskania akceptowanego wyglądu, trwałości, konsystencji lub walorów smakowo-zapachowych produktu.

Wartości zawarte w tab. 2. wskazują, że uwzględnione w analizie czynniki socjoekonomiczne w większości przypadków zdecydowały w istotny sposób o kierunkach popytu na produkty oferowane przez sklepy z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną. Istotnie wyższy odsetek mężczyzn niż kobiet zainteresowany był zakupem produktów bezglutenowych, żywności specjalnej dla osób uprawiających sport oraz produktów z atestowanych gospodarstw ekologicznych. O ile różnica w tej pierwszej grupie klientów jest trudna do zinterpretowania (prawdopodobnie są to rodzice dzieci z tym schorzeniem), to pozostałe różnice wskazywać mogą na to, że więcej mężczyzn niż kobiet zainteresowanych było zakupem żywności o podwyższonych walorach odżywczych, prawdopodobnie byli to mężczyźni wykazujący zwiększoną regularną aktywność fizyczną (uprawiający sport), również większy odsetek mężczyzn nabywał żywność produkowaną metodami ekologicznymi. Dane w tab. 4. potwierdzają, że uprawianie sportu jako motyw zakupu w tych sklepach występuje znacznie częściej wśród mężczyzn niż kobiet.

Wśród ankietowanych wybierających różne grupy żywności niekonwencjonalnej wyróżnił się segment osób w wieku powyżej 40 lat. Zdecydowanie mniejszym zainteresowaniem tej grupy (w porównaniu z segmentami osób młodszych) cieszyła się żywność dla sportowców oraz dla niemowląt lub kobiet w ciąży, a większym – produk-

ty dla diabetyków. Zróżnicowanie to zdaje się być oczywiste. Z punktu widzenia zasad żywienia osób w zaawansowanym wieku niepokojący jest natomiast fakt, że grupa ta w mniejszym stopniu była zainteresowana żywnością ekologiczną oraz niskoenergetyczną. Można to częściowo tłumaczyć rodzajem motywacji, skłaniającej do odwiedzania sklepów z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną (tab. 3). Okazuje się bowiem, że element troski o własne zdrowie występuje częściej w gronie osób w wieku 26-40 lat niż starszych, natomiast motyw dbałości (poprzez stosowanie m.in. diety o niskiej kaloryczności) o własny wygląd jest silniejszy w grupie dwudziesto- i trzydziestolatków, szczególnie kobiet, niż w grupie osób starszych (tab. 3). W badaniach wykonanych przez Falkowską [5] również wykazano, że o poprawę wyglądu, sylwetki i samopoczucia dbają częściej uczniowie i studenci, a zatem – najmłodsze grupy wiekowe wśród grupy osób dorosłych.

Statystycznie istotnie wyższy odsetek respondentów z wykształceniem wyższym odwiedzał sklepy z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną, by kupić w nich produkty niskoenergetyczne oraz żywność z gospodarstw ekologicznych (tab. 2). Motyw troski o własne zdrowie i – prawdopodobnie wynikający z niego – motyw stosowania diety również częściej występuje w gronie osób z wyższym wykształceniem niż wśród osób z wykształceniem podstawowym lub średnim (tab. 3). Należy jednak sądzić, że nie poziom i rodzaj wykształcenia jest w tym przypadku czynnikiem różnicującym, a raczej środowisko, w otoczeniu którego absolwenci wyższych uczelni przebywają na co dzień.

Tabela 3

Motywy zakupu żywności niekonwencjonalnej deklarowane przez respondentów.  
Purchase motives of non-conventional foods as declared by the respondents.

Grupy respondentów Groups of respondents		Dbłość o zdrowie Care for health	Smak Taste	Wartość odżywcza Nutritional Value	Dieta Diet	Dbłość o wygląd Care for appearance	Sport Sport
Razem / Totally		0,70	0,46	0,43	0,32	0,28	0,18
Płeć / Gender	Kobiety / Women	0,70	0,44	0,41	0,32	0,33 b	0,11 a
	Mężczyźni / Men	0,70	0,48	0,44	0,33	0,18 a	0,41 b
Wiek / Age	Do 25 lat / To 25 years	0,61 a	0,37 a	0,41	0,39	0,37 b	0,17 ab
	26-40 lat / 26-40 years	0,82 c	0,53 b	0,45	0,29	0,32 b	0,26 b
	pow. 40 lat / Ab.40years	0,70 b	0,47 b	0,40	0,27	0,17 a	0,10 a
Wykształcenie Level of education	Poniżej wyższego / Less than post-secondary	0,67 a	0,44	0,40	0,28 a	0,31	0,16
	Wyższe / Post-secondary	0,77 b	0,46	0,46	0,41 b	0,28	0,23
Dochód Income	Niski / Low	0,57 a	0,52 b	0,24 a	0,38	0,19 a	0,14
	Średni / Medium	0,73 b	0,41 a	0,48 b	0,31	0,31 b	0,19
	Zadowolający / Satisfac.	0,72 b	0,50 b	0,39 b	0,33	0,39 b	0,22

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Różne symbole literowe oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy segmentami respondentów.

Various letter symbols denote statistically significant differences between the segments of respondents.

Niezmiernie ważnym czynnikiem ograniczającym dokonywanie zakupów w tych sklepach są dochody. Bariera ta występuje przy zakupie prawie wszystkich (z wyjątkiem produktów dla sportowców) grup żywności niekonwencjonalnej. Najczęściej odsetek osób, które oceniają swoje dochody jako zadowalające i nabywają te grupy produktów, jest istotnie wyższy niż odsetek osób oceniających swoje dochody jako niskie lub średnie (tab. 2). Szczególnie dotyczy to tych segmentów, których zainteresowanie zakupami w sklepach z żywnością ekologiczną wynika z troski o zdrowie lub o własny wygląd względnie z przekonania o wysokiej wartości odżywczej nabywanych tam produktów (tab. 3).

Opinię wszystkich respondentów na temat powiązań pomiędzy sposobem odżywiania a występowaniem poszczególnych, wskazanych w ankiecie, chronicznych chorób niezakaźnych przedstawiono w tab. 4. W gronie badanych konsumentów przekonanie o wpływie diety i sposobu odżywiania na problemy zdrowotne związane z nadmierną masą ciała jest najmocniejsze. Średni wskaźnik, przekraczający wartość 80 pkt, wskazuje na pogląd, że żywienie wywiera bardzo silny wpływ na powstawanie nadwagi. Respondenci byli też zdania, że należy się liczyć z ryzykiem oddziaływania diety na pojawianie się takich schorzeń, jak: cukrzyca, choroby układu pokarmowego i choroby układu krążenia. Poziom tej oceny należy uznać jako „żywienie raczej ma wpływ na wystąpienie choroby”, bowiem wartości średniego wskaźnika znajdują się w tym przypadku w pobliżu 60 pkt. Wśród badanej populacji nie zaobserwowano natomiast wyraźnej opinii, że żywienie determinuje takie schorzenia jak: próchnica, choroby nowotworowe i alergię. Stopień oceny tych powiązań kształtuje się tylko w pobliżu 40 pkt, a zatem zdaniem ankietowanych żywienie raczej nie ma wpływu na występowanie tych chorób.

Wyniki te na ogół korespondują z wynikami badań wykonanych wśród ponad 14 000 respondentów zamieszkujących kraje Unii Europejskiej [10]. Najwyższy odsetek ankietowanych (49%) utożsamia zdrowe odżywianie z dietą ubogą w tłuszcz, nieco niższy – około 40% - ze zróżnicowaną i właściwie zbilansowaną dietą zawierającą dużą ilość owoców i warzyw, a tylko kilkanaście procent wskazuje na konieczność stosowania diety z małą ilością cukru i dużą ilością błonnika.

W tab. 4. przedstawiono wyniki analizy wariancji, której celem była weryfikacja kolejnych hipotez o wpływie ujętych w badaniach cech deskryptywnych. Zestawione w tej tabeli wartości średnie wskaźnika oceny kolejnych segmentów ankietowanej populacji oraz obliczone wartości testu F pozwalają na stwierdzenie, które segmenty różnią się pomiędzy sobą w tej ocenie.

Cechami, które szczególnie wyraźnie ujawniły swój wpływ były: wiek i poziom wykształcenia respondentów. Osoby stosunkowo młode (w wieku do 25), lat w porównaniu z osobami starszymi (powyżej 25 lat), przypisywały istotnie mniejszą rolę odżywianiu w kształtowaniu podatności na cukrzycę, choroby układu krążenia



Tabela 4

Wpływ cech deskryptywnych respondentów na ich opinie na temat wpływu żywienia na chroniczne choroby niezakaźne.

Effect of the descriptive traits of respondents on their opinions regarding the impact of nourishment on the chronic, non-contagious diseases.

Grupy respondentów Groups of respondents		Choroby / Diseases						
		Cukrzyca Diabetes	Układu krążenia System of circulation	Układu pokarmowego Alimentary system	Nadwaga Overweight	Osteo-poroza Osteo-porosis	Nowotwory Tumours	Alergie Allergies
		Wartości średnie [pkt] i wartości testu F Mean values [points] and F test values						
Razem / Totally		56,6	57,2	63,4	81,9	40,4	33,5	40,3
Płeć / Gender	Kobiety / Women	57,3	57,2	64,3	86,2	33,8	32,5	41,9
	Mężczyźni / Men	56,5	57,2	62,3	81,1	47,6	34,7	37,6
F		0,029	0,000	2,021	1,243	5,563*	1,796	0,746
Wiek /Age	Do 25 lat Age up to 25 years	47,6 a	46,5 a	57,3	82,1	30,1 a	25,9	35,8
	26-40 lat Age from 26 to 40 years	60,0 b	59,4 b	63,4	49,4	49,9 b	36,2	38,4
	Ponad 40 lat Age above 40 years	55,7 b	58,8 b	66,2	85,5	45,8 b	33,1	39,2
F		2,950*	3,551*	1,295	1,403	5,365*	1,650	0,200
Wykształcenie Level of education	Poniżej wyższego Less than post-secondary	58,5	59,2	63,8	80,5	49,1 b	37,4 b	41,1 b
	Wyższe Post-secondary	49,0	52,0	57,8	86,7	29,3 a	22,5 a	27,2 a
F		2,186	1,433	1,044	1,045	7,778*	5,073*	5,345*
Dochód Income	Niski / Low	55,7	55,6	60,0 a	82,2	39,9	29,1	34,6 a
	Średni / Medium	59,3	56,8	62,2 a	79,9	48,9	38,0	38,2 ab
	Zadawalający Satisfactory	53,8	60,9	71,6 b	84,7	50,2	34,6	45,4 b
F		0,733	0,663	3,173*	0,573	2,466	2,096	2,737*

Objaśnienie: / Explanatory notes:

Symbol \* oznacza statystycznie istotną wartość testu F / The symbol \* denotes a statistically significant value of the F test.

Różne symbole literowe oznaczają statystycznie istotne różnice pomiędzy segmentami respondentów / Various letter symbols denote statistically significant differences between the segments of respondents.

i próchnicę zębów. Można też stwierdzić, że grupie respondentów w wieku do 25 lat w istotnie mniejszym stopniu kojarzył się sposób odżywiania z występowaniem chorób układu pokarmowego, chorób nowotworowych i alergicznych (choć w tych przypadkach nie było podstaw do odrzucenia hipotez zerowych). Grupa osób z wykształceniem podstawowym lub zasadniczym zawodowym w mniejszym stopniu – w porównaniu z osobami mającymi wykształcenie średnie lub wyższe – kojarzyła sposób odżywiania się z możliwością wystąpienia kilku chorób. Spostrzeżenie to dotyczy próchnicy zębów, chorób nowotworowych i alergii (wartości testu  $F > F_0$ ), a także – cukrzycy, chorób układu krążenia i układu pokarmowego.

Cechą deskryptywną, która powinna być również uwzględniona, jest poziom dochodów w gospodarstwie domowym. Wyniki w tab. 4. skłaniają bowiem do stwierdzenia, że wraz ze wzrostem dochodu wzrasta świadomość istotnego wpływu żywienia na możliwość pojawienia się szeregu chorób, a mianowicie – schorzeń układu pokarmowego i alergicznej nietolerancji pokarmów (wartości testu  $F > F_0$ ), jak również schorzeń układu krążenia, próchnicy zębów i chorób nowotworowych.

Pozostałe cechy – płeć, procentowy udział dochodu przeznaczanego na żywność oraz miejsce zamieszkania – zdają się raczej nie odgrywać ważkiej roli w różnicowaniu poglądów będących przedmiotem niniejszych rozważań. Brak różnic pomiędzy poglądami kobiet i mężczyzn nie potwierdzają dane literaturowe, które wskazują na znacznie większe zainteresowanie kobiet zasadami zdrowego odżywiania (co nie zawsze jednak wiąże się z unikaniem produktów i potraw o dużym stopniu ryzyka zdrowotnego) [10, 12, 16]. Także wg Barkera i wsp. [1], świadomość mieszkanek północnej Irlandii dotycząca wpływu ilości spożytego tłuszczu i błonnika na występowanie chorób układu krążenia była wyższa niż u respondentów-mężczyzn. Jeśli zgodzić się z poglądem, że wysokie spożycie owoców i warzyw jest wskaźnikiem właściwej świadomości żywieniowej [17], to również badania wykonane wśród mieszkańców Lwowa mogą wskazywać na takie różnice na korzyść kobiet [3].

## Wnioski

1. Stabilne zapotrzebowanie na żywność niekonwencjonalną deklarowała stosunkowo liczna część mieszkańców największych miast Polski południowo-wschodniej, zaopatrujących się w sklepach z żywnością ekologiczną i nisko przetworzoną. Popyt ten skierowany był przede wszystkim w kierunku składników diety wegetariańskiej i niskoenergetycznej oraz żywności wytworzonej metodami ekologicznymi. Produktami ekologicznymi i niskoenergetycznymi w większym stopniu zainteresowani byli konsumenci z wyższym wykształceniem.
2. Głównym motywem zainteresowania mieszkańców tych miast różnymi grupami żywności niekonwencjonalnej była troska o zdrowie swoje i swoich najbliższych. Motyw ten przejawiał się szczególnie wśród osób w wieku 26–40 lat, w gronie

- osób legitymujących się wyższym wykształceniem oraz wśród kobiet. Wśród innych motywów skłaniających do zakupów żywności niekonwencjonalnej w pierwszej kolejności występowało przekonanie o wysokiej jej jakości, a dopiero w dalszej – szczególne potrzeby dietetyczne konsumentów wynikające z ich stanu zdrowotnego lub trybu życia.
3. Wiedza klientów sklepów oferujących żywność ekologiczną i nisko przetworzoną na temat związków żywienia z występowaniem niektórych chronicznych chorób niezakaźnych była zadowalająca. W opinii większości z nich błędy żywieniowe mają wpływ na występowanie nadwagi, schorzeń układu pokarmowego i układu krążenia oraz cukrzycy. Świadomość na ten temat wzrastała wraz z wiekiem konsumentów. Pogląd o związkach żywienia z występowaniem osteoporozy był powszechniejszy wśród mężczyzn niż wśród kobiet. Wiedza osób z wyższym wykształceniem o występowaniu osteoporozy, chorób nowotworowych i alergii była niższa w porównaniu z osobami o niższym poziomie wykształcenia.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Barker M.E., Thompson K.A., McLean S.I.: Attitudinal dimensions of food choice and nutrient intake. *Br. J. Nutr.*, 1995, **8**, 649-659.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Konsument a jakość żywności. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1995, **4**, 3-10.
- [3] Biloukha O.O., Utermohlen V.: Correlates of food consumption and perceptions of foods in an educated urban population in Ukraine. *Food Quality and Preference*, 2000, **6**, 475-485.
- [4] Dobosz M.: Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań. Akad. Ofic. Wyd. EXIT, Warszawa 2001.
- [5] Falkowska M.: Nawyki żywieniowe i upodobania kulinarne Polaków. [www.cbos.com.pl](http://www.cbos.com.pl)
- [6] Gulbicka B.: Bezpieczeństwo żywnościowe (główne problemy). *Zagadnienia Ekonomiki Rol.*, 1997, **4-5**, 67-78.
- [7] Hill T., Lewicki P. *Statistics Methods and Applications*. StatSoft, Tulsa 2006.
- [8] Iwasiewicz A., Paszek Z.: *Statystyka z elementami statystycznych metod sterowania jakością*. Wyd. AE, Kraków 2000.
- [9] Kowrygo B., Górską-Warsewicz H., Ługowska K.: Ocena preferencji konsumenckich w zakresie żywności i żywienia. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1997, **2**, 50-59.
- [10] Lappalainen R., Kearney J., Gibney M.: A pan EU survey of consumers attitudes to food, nutrition and health: an overview. *Food Quality and Preference*, 1998, **6**, 467-478.
- [11] Maslov A.M.: *A theory of human motivation*. R.A. Sufermeister, New York 1963.
- [12] Meer R.R., Misner S.L.: Food safety knowledge and behavior of expanded food and nutrition education program participants in Arizona. *J. Food Prot.*, 2000, **12**, 1725-1731.
- [13] Praca zbior. pod red. F. Świderskiego: *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT, Warszawa 1999.
- [14] Rutkowski A.: Światowy rynek żywności funkcjonalnej a Polska. *Przem. Spoż.*, 2001, **3**, 6-9.
- [15] Steinhart H., G. Biernoth.: Lipids in novel food. *Europ. J. Lipid Sci. Technol.*, 2001, **1**, 40-41.


- [16] Tepper B.J., Choi Y-S., Nayga jr R.M.: Understanding food choice in adult men: influence of nutrition knowledge, food beliefs and dietary restraint. *Food Quality and Preference*, 1997, **4**, 307-317.
- [17] Wardle J., Parmenter K., Waller J.: Nutrition knowledge and food intake. *Appetite*, 2000, **3**, 269-275.
- [18] Zduńczyk Z.: Jakość zdrowotna – nowy wyróżnik „lepszey żywności”. *Biul. Nauk. (UWM Olsztyn)*, 2000, **8**, 7-15.
- [19] Ziemiański Ś.: Żywnienie a zdrowie. *Przem. Spoż.*, 1996, **10**, 4-9.

#### **NOURISHMENT AND CHRONIC NON-CONTAGIOUS DISEASES IN THE OPINION OF CONSUMERS OF THE NON-CONVENTIONAL FOOD**

##### **S u m m a r y**

The objective of the research was to determine motives and trends in the demand for non-conventional food of the customers buying in the shops offering organic and low-processed foodstuffs. The opinions of respondents were presented on whether or not inappropriate nourishment could possibly impact the occurrence risk of some definite chronic, non-contagious diseases.

The research was conducted using a method of directly surveying 350 persons in Kraków, Lublin, Kielce, and Rzeszów. It was found that the absolute majority of the people surveyed were regular buyers in those shops, who first of all purchased foodstuffs manufactured using ecological methods, as well as vegetarian and low-calorie products. The main motive of eating non-conventional foods was the concern for their own and their families' health. Most frequently, the polled mentioned they were convinced of a correlation between the way of nourishing and the health problems resulting from the excessive body mass (overweight). Additionally, the majority of the respondents noticed the impact of a diet on the occurrence risk of such diseases as diabetes, digestion disorders, and circulatory diseases.

**Key words:** non-conventional food, chronic non-contagious diseases, purchase motives 

TERESA LESZCZYŃSKA, ELŻBIETA SIKORA, KAROL KRĘCINA,  
KATARZYNA PYSZ

## UDZIAŁ POSIŁKÓW PRZEDSZKOLNYCH W CAŁKOWITYM POKRYCIU ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ I SKŁADNIKI ODŻYWCZE NA PRZYKŁADZIE WYBRANEJ STOŁÓWKI

### Streszczenie

Przedszkolne racje pokarmowe dzieci pokrywały w sposób prawidłowy zapotrzebowanie na energię, białko, węglowodany, tłuszcze, witaminy z grupy B, witaminę E oraz składniki mineralne, takie jak żelazo i magnez. Posiłki charakteryzowały się również prawidłowym udziałem węglowodanów, tłuszczów i białek w pokryciu całkowitych potrzeb energetycznych. Składnikami, w przypadku których stwierdzono niedostateczne spożycie w stosunku do zapotrzebowania były: witamina C, wapń, miedź i cynk. Ilości sodu w racjach pokarmowych odpowiadały dwukrotnemu przekroczeniu wartości normy bezpiecznego spożycia. Niewłaściwe spożycie składników mineralnych rzutowało na nieodpowiedni stosunek wapnia do fosforu i sodu do potasu.

**Słowa kluczowe:** raporty magazynowe, przedszkolne racje pokarmowe, składniki odżywcze, dzieci w wieku przedszkolnym

### Wstęp

Stan zdrowia dziecka, jego rozwój psychofizyczny, aktywność ruchowa i stan emocjonalny są uwarunkowane prawidłowym odżywieniem [19]. W okresie rozwoju organizmu zaznacza się wyraźna przewaga procesów anabolicznych nad katabolicznymi, konsekwencją czego jest duże zapotrzebowanie na składniki pokarmowe. W okresie dynamicznego rozwoju organizmu, niedobory składników pokarmowych mogą wywoływać upośledzenia jego rozwoju z takimi skutkami, jak: niedobór masy ciała, krzywica, opóźnienia w rozwoju umysłowym [8]. Z kolei nadmiar spożywanej energii zwiększa ryzyko nadwagi i otyłości, a gdy nadmierna masa ciała utrzymuje się przez cały okres dzieciństwa i dojrzewania, znacznie wzrasta ryzyko otyłości w wieku

---

*Dr hab. T. Leszczyńska, dr hab. E. Sikora, mgr inż. K. Kręcina, mgr inż. K. Pysz., Katedra Żywności Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków*

dojrzałym [17]. Dzieci w wieku przedszkolnym, podobnie jak inne grupy wiekowe konsumentów, są narażone na nieprawidłowości w żywieniu. Ważne jest, aby żywienie w przedszkolu było pełnowartościowe, prawidłowo zbilansowane, dostarczało energii i składników odżywczych w odpowiednich proporcjach [18, 22]. Nawyki i zwyczaje żywieniowe kształtowane w dzieciństwie wywierają wpływ na sposób żywienia w wieku starszym, stąd zasadne jest poświęcanie szczególnej uwagi grupie dzieci przedszkolnych. Poznawanie zwyczajów żywieniowych nabywanych w tym okresie i ocena sposobu żywienia stanowią podstawę do podejmowania określonych działań, mających na celu korygowanie błędów żywieniowych [9, 26].

Celem niniejszej pracy była ocena potencjalnego pokrycia zapotrzebowania na energię i składniki odżywcze na podstawie raportów magazynowych i jadłospisów dla dzieci otrzymujących trzy posiłki, spośród pięciu zalecanych, w wybranej stołówce przedszkola w Kielcach.

### **Material i metody badań**

Materiał do oceny stanowiły dane uzyskane z raportów magazynowych i jadłospisów dekadowych w stołówce wybranego przedszkola w Kielcach, w czterech porach roku. Do obliczeń posłużyły raporty z pięciu dni tygodnia, z wyłączeniem sobót i niedziel. Oceniano racje pokarmowe składające się z trzech posiłków: II śniadania, obiadu i podwieczorku, natomiast I śniadanie i kolację dzieci spożywały w domu. Posiłki spożywane w domu nie podlegały ocenie. Badaną grupę stanowiło 50 dzieci w wieku od 4 do 6 lat.

Zawartość składników w codziennych racjach pokarmowych obliczano przy zastosowaniu programu komputerowego FOOD-2, opracowanego m.in. na podstawie tabel wartości odżywczej produktów spożywczych [15]. W celu opracowania stopnia pokrycia zapotrzebowania na poszczególne składniki korzystano z norm żywienia człowieka [25].

Spożycie składników odżywczych (z wyjątkiem wyszczególnionych poniżej) odnoszono do wartości norm zalecanych. Poziom miedzi porównano do górnej wartości zalecanego zakresu spożycia, sodu i potasu do normy bezpiecznego spożycia. Spożycie cholesterolu porównano z dopuszczalną wartością 300 mg/osobę/dzień, a błonnika z zalecaną ilością 20 g/osobę/dobę [25].

Wyniki analizowano statystycznie, podając odchylenie standardowe (SD), współczynnik zmienności (CV) oraz przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji wpływu pór roku na istotność różnic (przy poziomie istotności  $p < 0,05$ ) zawartości składników w racjach. Istotność różnic pomiędzy czterema średnimi wartościami pobrania sprawdzano za pomocą testu Duncana. Obliczenia przeprowadzono w programie komputerowym Statistica 6.1.

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że badane racje pokarmowe dzieci przedszkolnych wykazywały zbliżoną wartość energetyczną oraz podobną zawartość składników odżywczych w poszczególnych porach roku. Różnice statystycznie istotne wystąpiły jedynie w przypadku niektórych z nich. Wartości w tab. 1. przedstawiono zatem jako wartości średnie z czterech pór roku.

### *Energia i składniki podstawowe*

Dziecko, przebywając w przedszkolu 8 godzin, otrzymuje trzy posiłki: II śniadanie, obiad i podwieczerek. Posiłki te powinny dostarczać 55–60% energii całodziennej racji pokarmowej, kolejne 40–45% powinno pochodzić z I śniadania i kolacji, spożytych w domu. Z 1700 kcal, które dziecko powinno otrzymać w ciągu całego dnia, racja pokarmowa wydawana w przedszkolu, składająca się z trzech posiłków, powinna dostarczać 935–1020 kcal [22]. Przedszkolne racje pokarmowe wykazywały podaż energii na poziomie od 1085,3 kcal (wiosną) do ok. 1123,4 kcal (w pozostałych porach roku), pozwalając na pokrycie normy odpowiednio w 64 i ok. 66%. Współczynniki zmienności dotyczące wartości energetycznej racji z sezonu wiosennego i zimowego wynoszące jedynie 8,9 i 10,4% świadczą o bardzo zbliżonym udziale sumy głównych źródeł energii w poszczególnych dniach dekady. Potrzeby energetyczne w czterech kolejnych dekadach były pokrywane przez białka w 13,0, 15,0, 12,6 i 13,3%, tłuszcze – w 27,9, 26,2, 24,4 i 26,1% i węglowodany – w 59,1, 58,8, 63,0, 60,6%. Według zaleceń, białka powinny dostarczać 12–14% energii, tłuszcze do 30%, węglowodany nie mniej niż 55%. Struktura energii z podstawowych składników odżywczych w racjach pokarmowych była zatem właściwa.

Średnie spożycie węglowodanów ogółem w sezonie wiosennym, letnim i zimowym było zbliżone i wynosiło ok. 177,0 g/osobę/dobę. Średnia wartość spożycia odpowiadała ok. 75% realizacji normy. W dekadzie jesiennej zawartość węglowodanów ogółem w racjach pokarmowych była mniejsza i wynosiła 145,8 g (CV = 52,1%), a stopień pokrycia normy stanowił 62%. Spożycie błonnika pokarmowego było zbliżone w poszczególnych sezonach i wynosiło średnio 12,7 g/osobę/dobę. Spożycie składnika w takich ilościach pozwoliło na realizację zalecanej ilości spożycia w 64%.

Spożycie tłuszczów z racjami pokarmowymi przez dzieci we wszystkich dekadach było zbliżone i wynosiło średnio 33,0 g/osobę/dobę, przy czym największą zmiennością pod względem zawartości składnika charakteryzowały się racje wiosenne, (CV = 35%), zaś najmniejszą jesienne (CV = 11,5%). Spożycie tłuszczów na tym poziomie pozwoliło na realizację normy w 55%. Cholesterol w omawianych racjach stanowił 58% dopuszczalnej ilości.

Zawartość białka w posiłkach z dekady wiosennej i letniej była zbliżona i równocześnie istotnie większa od zawartości składnika w racjach z okresu jesienno i zi-

mowego (również zbliżonej), bowiem wynosiła średnio 43,6 g (CV = 34,9 i 48,6%) i 35,8 g (CV = 13,3 i 13,6%). Spożycie to umożliwiło realizację normy odpowiednio w 79 i 65%.

Udział w diecie białka zwierzęcego był wysoki i stanowił 59 - 77% ogólnej ilości składnika. W żywieniu dzieci udział białka zwierzęcego powinien wynosić 2/3 ogólnej zawartości białka [7, 22].

W wyniku oceny sposobu żywienia dzieci w naszym kraju na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat stwierdzano zróżnicowane wyniki pokrycia zapotrzebowania na energię i składniki odżywcze, a wykazywane w latach 90. XX w. niektóre błędy żywieniowe utrzymują się do chwili obecnej. Wyniki przedstawione powyżej są zgodne z niektórymi badaniami racji pokarmowych dzieci przedszkolnych i szkół podstawowych [3, 16]. Według innych prac krajowych i zagranicznych wartość energetyczna dziennych racji pokarmowych była niższa od zalecanej [1, 4, 5], bądź przekraczała zalecane ilości [8]. W racjach pokarmowych, w przeciwieństwie do wyników uzyskanych w niniejszych badaniach, struktura energii odbiegała od zalecanej. Stwierdzano zbyt duży udział energii z tłuszczów, wobec małego udziału energii z węglowodanów, natomiast udział energii pochodzącej z białek był prawidłowy [8]. Według zagranicznych doniesień, energia pochodząca z białek i tłuszczów stanowiła zbyt duży udział w racjach pokarmowych [1]. W przeciwieństwie do wyników uzyskanych w niniejszej pracy, w niektórych badaniach sposobu żywienia dzieci przedszkolnych i szkół podstawowych wskazywano na nadmierną ilość spożywanego tłuszczu [8, 16]. Dzieci, które spożywały błonnik pokarmowy w dużych ilościach, spożywały równocześnie mniej tłuszczów, w tym tłuszczów nasyconych, oraz więcej węglowodanów ogółem w porównaniu z dziećmi o małym spożyciu błonnika [13]. Badania przeprowadzane za granicą korelują z wynikami spożycia błonnika przez dzieci, wykazanymi w niniejszej pracy [2, 13].

### *Witaminy*

Zgodnie z uzyskanymi wynikami, w niektórych okresach badań istniało ryzyko występowania niedoborów witaminy C w diecie. Spożycie tej witaminy z trzema posiłkami przez badaną grupę dzieci pozwoliło zrealizować normę w ok. 50% tylko w sezonie wiosennym. Najmniejszą średnią zawartość witaminy C, odpowiadającą 35% realizacji normy (wobec najwyższego współczynnika zmienności CV = 97,4%) odnotowano w racjach z okresu letniego. W pozostałych dwóch okresach, pobranie tego składnika stanowiło 44% ilości zalecanej. Chroniczne niedobory witaminy C, w przypadku dzieci, mogą między innymi zaburzać funkcje odpornościowe organizmu [25].

Zakładając, iż spożywane trzy posiłki powinny realizować normę w 55–60%, można przyjąć, że spożycie witamin z grupy B było na zadowalającym poziomie.



W sezonie zimowym spożycie tiaminy było najwyższe i pozwoliło na pokrycie normy w 67%, ale w pozostałych trzech okresach było również zadowalające, bo stanowiło ok. 55% normy. W przypadku ryboflawiny najwyższe, 100% pokrycie normy odnotowano latem, w pozostałych okresach, czyli w jesiennym, zimowym i wiosennym również wysokie pobranie umożliwiło realizację normy odpowiednio w 73, 72 i 82%. Spożycie niacyny w każdym okresie badań umożliwiło ok. 50% realizację normy, jedynie jesienią było istotnie większe, odpowiadające 71% wartości normy. W przypadku pirydoksyny pokrycie normy wynosiło od 65 (jesienią) do 85% (latem).

Spożycie witaminy A z trzema posiłkami przez dzieci przedszkolne utrzymywało się we wszystkich badanych okresach na wysokim poziomie. Zapotrzebowanie na witaminę A zostało zrealizowane w 109% wiosną, w 114% latem, w 84% jesienią i w 94% zimą.

Zawartość witaminy E w racjach pokarmowych dzieci w okresie wiosennym, jesiennym i zimowym stanowiła ok. 73% normy, stwierdzona mniejsza w letnim, pokrywała w 62% wartość zalecanej normy.

Ocena sposobu żywienia dzieci przedszkolnych przeprowadzana w kraju wskazuje, podobnie jak w niniejszej pracy, na niski poziom spożycia witaminy C [6, 11, 16]. Obserwowano równocześnie zróżnicowany poziom podaży witamin z grupy B. W niektórych pracach poziom spożycia tych witamin był na niskim poziomie [4, 6, 24]. W przeciwieństwie do wyników niniejszych badań, wykazana przez innych autorów podaż witaminy E w racjach pokarmowych dzieci szkolnych i młodzieży nie pokrywała w pełni normy [3, 4, 11]. W niektórych badaniach krajowych i zagranicznych również odnotowano spożycie witaminy A przez dzieci na wysokim poziomie [6, 16, 26]. Z kolei w innych pracach wykazano, że spożycie tej witaminy jest zbyt niskie [4, 5, 8, 20, 21, 24].

#### *Składniki mineralne*

Bardzo istotnym składnikiem mineralnym, z uwagi na intensywny rozwój układu kostnego, jest wapń. Średnie spożycie wapnia przez badaną grupę we wszystkich analizowanych okresach było na zbliżonym poziomie, stanowiącym ok. 50% normy. Półowiczną realizację normy w wyniku spożycia trzech posiłków można uznać za zadowalającą. Dane literaturowe zacytowane poniżej wskazują, że niedobory wapnia występują powszechnie we wszystkich grupach wiekowych. Spożycie fosforu pozwoliło natomiast na pokrycie zapotrzebowania w większym stopniu. Średnie pobranie tego makroelementu z racjami pokarmowymi wynosiło ok. 90% normy wiosną i latem, zaś jesienią i zimą ok. 75%. Stosunek wagowy Ca : P w racjach nie był zatem prawidłowy, wobec zalecanego 1,3:1. Zbyt duże spożycie fosforu może wywoływać istotne zmiany w metabolizmie wapnia, prowadzące m.in. do wzrostu resorpcji i demineralizacji kości, zwłaszcza przy równoległej małej podaży wapnia w diecie [7, 15, 25]. Wykazana

powyżej wysoka podaż witaminy A, pobudzającej osteoklasty i równocześnie hamującej osteoblasty, może dodatkowo wpływać ujemnie na bilans wapnia w organizmie [14].

Ilości magnezu pobrane z trzema posiłkami przez dzieci przedszkolne można uznać za zbliżone do prawidłowych, gdyż pozwalały zrealizować zalecaną normę w 71 - 75% wiosną, latem i zimą oraz w 63% jesienią.

Pokrycie zapotrzebowania na żelazo przez dzieci przedszkolne wahało się w granicach 54 (jesienią) – 70% (latem) normy. W wymienionych okresach odnotowano największą zmienność w podaży żelaza w racjach, współczynniki zmienności (CV) wynosiły odpowiednio 59 i 51%. Niedobory żelaza u badanych dzieci prawdopodobnie mogą być pokryte przez I śniadanie i kolację spożywane w domu. Nie istnieje zatem ryzyko skutków chronicznego niedoboru tego składnika mineralnego, objawiających się anemią, a następnie uszkodzeniem błon śluzowych, w konsekwencji zaburzeniami wchłaniania składników pokarmowych [25].

Poziom pobieranego przez dzieci cynku stanowił ok. 50% normy, jedynie latem 61%.

W racjach pokarmowych dzieci zaobserwowano jesienią i zimą najmniejszą podaż miedzi, stanowiącą 40% normy. Biorąc pod uwagę, że było to przedszkole z trzema posiłkami, poziom spożycia powinien stanowić ponad 55% normy. Jedynie wiosną realizacja normy na miedź wynosiła 60%. Przedłużająca się mała podaż miedzi, szczególnie u małych dzieci, może prowadzić do niekorzystnych zmian w organizmie, ponieważ pierwiastek ten bierze udział, m.in. w procesie krwiotwórczym [21].

Pobranie sodu i potasu z posiłkami przedszkolnymi w pierwszym przypadku było wyższe od wartości normy na poziomie bezpiecznym, a w drugim zbliżone do jej wartości i wynosiło odpowiednio 221(wiosną) – 241% (zimną) oraz 98 (jesienią) – 114% normy (wiosną).

Ocena sposobu żywienia dzieci przeprowadzona w kraju wskazuje na niski poziom spożycia wapnia [4, 8, 14, 15] oraz miedzi [10, 14, 15, 16,21, 24]. W niektórych badaniach racji pokarmowych dzieci w kraju i zagranicą odnotowano również zbyt małą zawartość cynku [1, 14, 15, 16, 21, 26]. Z kolei w niektórych pracach wykazano prawidłowe [14, 15, 16, 23], bądź zbyt niskie [14] spożycie magnezu i żelaza, a nadmierne fosforu [14].

## **Wnioski**

1. Przedstawione w pracy niepełne wartości pokrycia norm przez racje przedszkolne wynoszące w przypadku energii, węglowodanów, tłuszczów i białek odpowiednio 65, 72, 54, 72% nie powinny oznaczać ryzyka deficytu w organizmie, gdyż pozostałe ilości mogą być pokryte przez I śniadanie i kolację spożywane w domu.

2. Do składników mineralnych, w stosunku do których wykazano ryzyko niedoborowego całodziennego spożycia należały wapń, cynk (ok. 50% normy z racji przedszkolnej) i miedź (47% normy). Pokrycie zapotrzebowania na sód wahało się w granicach 221–241% bezpiecznej normy spożycia.
3. Witaminą niedoborową była witamina C, której pobranie z racjami przedszkolnymi zawierało się w granicach 35 (latem) - 52% (wiosną) zalecanej normy. Normy na witaminy z grupy B zostały zrealizowane w zakresie od ok. 56 (tiamina i niacyna) do 82% (ryboflawina), a na witaminy A i E odpowiednio w 101 i 70%.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Bollella C., Spark A., Boccia L.: Nutrient intake of head start children: Home vs School. *J. Am. Coll. Nutr.*, 1999, **18** (2), 108-114.
- [2] Bosscher D., Caillie-Bertrand M., Deelstra H.: Daily dietary fibre intake of children, 2 to 3 years of age, living in Antwerp, Belgium. *Nutr. Res.*, 2002, **22**, 1401-1411.
- [3] Chwojnowska Z., Charzewska J., Sołowiej D.: Wpływ pory roku na sposób żywienia się dziewcząt z warszawskich szkół podstawowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 1989, **26**, 86-93.
- [4] Czezelewski J., Huk E., Jusiak R., Raczyński G.: Sposób żywienia, stan odżywienia i wydolność fizyczna dzieci na przykładzie jednej ze szkół w Białej Podlaskiej. *Żyw. Człow. Metab.*, 1995, **22**, 174-183.
- [5] Czezelewski J., Wilczewski A., Raczyński G.: Assessment of food intake and nutritional status of children from selected polish Urban and rural areas. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1997, **6/47**, **1**, 115-126.
- [6] Duda G., Maruszewska M., Przysławski J.: Wartość odżywcza całodziennych racji pokarmowych dzieci szkolnych. Cz.II. Witaminy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, **31/2**, 107-111.
- [7] Gawęcki J., Hryniewski L.: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2000.
- [8] Gronowska-Senger A., Drywiecka M., Hamułka J.: Analiza stanu żywienia dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym w oparciu o istniejące piśmiennictwo z lat 1980-1995. *Roczn. PZH*, 1998, **49**, 377-383.
- [9] Kleinmam R.E.: Kontrowersje dotyczące żywienia dzieci. Żywnienie dziecka a stan zdrowia człowieka dorosłego. *Prace IŻŻ*, 1996, **72**, 27.
- [10] Komosińska K., Wojnarowska B., Mazur J.: Zachowanie zdrowia związane z żywieniem u młodzieży szkolnej w Polsce w latach 1990-1998. *Żyw. Człow. Metab.*, 2001, **28/1**, 17-21.
- [11] Krechniak A., Zaborski L.: Ocena wartości odżywczej całodziennych racji pokarmowych młodzieży akademickiej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1999, **32**, 169-174.
- [12] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Prace IŻŻ*, 1998, **85**.
- [13] Nicklas T., Farris R., Myers L., Berenson G.: Dietary fiber intake of children and young adults: The Bogalusa Heart Study. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1995, **95**, **2**, 209-214.
- [14] Paradowska-Stankiewicz I., Grzybowski A.: Dobowe spożycie makro- i mikroskładników przez uczniów klas IV-VI z wybranych łódzkich szkół podstawowych a zagrożenia dla zdrowia. Cz.1. *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, **supl. 1**, 641-645.

- [15] Przysławski J., Gertig H., Bolesławska I., Duda G., Maruszewska M.: Analiza zmian poziomu i struktury spożycia wybranych składników mineralnych występujących w racjach pokarmowych różnych grup ludności. Cz. I. Całodzienne racje pokarmowe dzieci w wieku szkolnym. *Żyw. Człow. Metab.*, 1998, **25**, 122-131.
- [16] Puđło E., Bednarski R., Nierebiński T., Dawidowicz T.: Ocena żywienia dzieci w przedszkolach wojskowych, na podstawie analizy laboratoryjnej posiłków obiadowych oraz kalkulacji teoretycznej dekadowych raportów magazynowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2000, **27**, 172-175.
- [17] Rapacka E., Kowalczyk E., Błaszczuk J., Fijałkowski P.: Nadmierna masa ciała problemem wieku rozwojowego. Cz.2, *Żyw. Człow. Metab.*, 2005, **32**, **supl. 1**, 776-780.
- [18] Szotowa W., Wachnik Z., Weker H.: *Żywność, Wyższe Wydziałowe Państwowej Szkoły Wyższej, Warszawa 1996*, s.135.
- [19] Szponar L., Turlejska H.: Aktualne zagadnienia żywienia zbiorowego dzieci i młodzieży w placówkach oświatowo-wychowawczych. *Żywność, Żywność i Zdrowie*, 1996, **1**, 21.
- [20] Szponar L., Respondek W.: Spożycie witamin i mikroelementów przez wybrane grupy ludności w Polsce. *Prace IŻŻ*, 1997, 117-125.
- [21] Świtoniak T.: Stan odżywienia witaminami i mikroelementami w wybranych subpopulacjach w Polsce. *Mat. Konf. nt. „Witaminy i mikroelementy w żywieniu człowieka – biodostępność i stan odżywienia”*. Wyd. SGGW, Warszawa 1998, s. 134-146.
- [22] Wachnik Z., Weker H.: *Żywność, Wyższe Wydziałowe Państwowej Szkoły Wyższej, Warszawa 1998*.
- [23] Wądołowska L., Cichon R.: Spożycie witamin i składników mineralnych w posiłkach oraz w żywności spożywanej dodatkowo przez uczniów szkół podstawowych z Olsztyna. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1992, **16**, 160-172.
- [24] Ziemiański Ś., Wartanowicz M.: Stan odżywienia i spożycie witamin w różnych grupach populacyjnych w Polsce w świetle piśmiennictwa. *Żyw. Człow. Metab.*, 1999, **24**, 320-325.
- [25] Ziemiański Ś. (red.): *Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy*. Wyd. Nauk. PZW, Warszawa 2001.
- [26] Zive M., Taras H., Broyles L.: Vitamin and mineral intakes of Anglo-American and Mexican-American preschoolers. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1995, **95** (3), 329-335.

**MEALS SERVED IN NURSERY SCHOOLS AND THEIR SHARE IN MEETING THE  
RECOMMENDED DAILY DEMAND FOR ENERGY AND NUTRIENTS EXEMPLIFIED  
BY ONE SELECTED CANTEEN**

S u m m a r y

The food rations served to children in the nursery school properly covered the demand for energy, protein, carbohydrates, fat, vitamins of the B-group, vitamin E, and the minerals such as iron and magnesium. Additionally, the meals served were characterized by a proper proportion among the amounts of carbohydrates, fats, and proteins in order to satisfy the total energy demands. In the case of such components as: vitamin C, calcium, copper and zinc, it was found that their intake was insufficient with regard to the demands for them. The levels of sodium as determined in the food rations served exceeded twice the standard values defined as safe for consumption. The incorrect intake of mineral components was reflected by the improper ratio between calcium and phosphorus, as well as between sodium and potassium.

**Key words:** warehouse reports, food rations in the nursery school, nutrients, preschool children 

ANNA KOLLAJTIS-DOŁOWY, ELŻBIETA MATYSIUK, IWONA BONIECKA

## ZWYCZAJE ŻYWIENIOWE WYBRANEJ GRUPY DZIECI 11–12-LETNICH Z BIAŁEGOSTOKU

### Streszczenie

Celem badań ankietowych była ocena niektórych, głównie prozdrowotnych, zachowań żywieniowych 11-12 letnich dzieci z wylosowanych białostockich szkół podstawowych. Prawie wszystkie dzieci spożywały regularnie główne posiłki, a II śniadanie ponad połowa z nich. Posiłki w większości były mało urozmaicone i niewłaściwie zestawione. Badani w wysokim odsetku preferowali owoce, warzywa, soki owocowe i jogurty, co znalazło odzwierciedlenie w podjadaniu tych produktów przez znaczną ich część. Za mała była częstotliwość spożycia mleka i przetworów mlecznych, ciemnego pieczywa, ryb, warzyw, owoców i olejów roślinnych. Zbyt często spożywano małowartościowe produkty typu fast food oraz słodycze. Do głównych źródeł informacji o żywieniu dzieci, poza rodziną, zaliczyły reklamę żywności.

**Słowa kluczowe:** prozdrowotne zwyczaje żywieniowe, częstotliwość spożycia, dzieci, reklama żywności

### Wprowadzenie

Dzieciństwo jest szczególnym okresem dla kształtowania się zwyczajów żywieniowych, dlatego ważne jest, aby zadbać o prawidłowy sposób odżywiania [5], który staje się wzorcem do powielania w przyszłości [12]. Właściwe żywienie może nie tylko zapewnić harmonijny rozwój dziecka, ale zapobiec późniejszemu powstawaniu wielu chorób dietozależnych, jak cukrzyca typu II, otyłość, choroby układu krążenia. Głodne czy niedożywione dzieci często bywają zmęczone, mało aktywne podczas zajęć, mają problemy z koncentracją uwagi, gorzej przyswajają wiedzę, częściej chorują [5].

Celem pracy była ocena wybranych zachowań żywieniowych oraz określenie wybranych czynników, które mogą mieć na nie wpływ, w grupie dzieci w wieku 11-12 lat.

---

*Dr A. Kollajtis-Dolowy, mgr E. Matysiuk, Katedra Żywienia Człowieka, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, mgr I. Boniecka Zakład Żywienia Człowieka, Wydz. Nauki o Zdrowiu, Akademia Medyczna, ul Ciołka 27, Warszawa*

### **Material i metody badań**

Badaniem objęto 165 dzieci uczęszczających do V i VI klasy 4 losowo wybranych (za pomocą tabel liczb losowych) szkół podstawowych w Białymstoku. Badanie wykonano metodą ankietową. Kwestionariusz składał się z ankiety właściwej oraz personalnej. Ankieta właściwa zawierała pytania typu zamkniętego lub częściowo otwartego, m.in. o: preferencje wybranych produktów i potraw (według skali 2-stopniowej – lubi – nie lubi), rodzaj i regularność posiłków, podjadanie między posiłkami, częstotliwość spożywania różnych produktów i potraw oraz źródła informacji o żywieniu. Czynnikiem różnicującymi były płeć, wiek, wykształcenie rodziców oraz stosunek do reklamy żywności (według przyjętych 4 kryteriów: od negatywnego przez raczej negatywny, raczej pozytywny do pozytywnego).

W celu stwierdzenia statystycznie istotnych zależności między udzielonymi odpowiedziami a czynnikami różnicującymi posłużono się testem  $\chi^2$  Pearsona w programie Statistica, przyjmując za granicę istotności  $p < 0,05$

### **Wyniki i dyskusja**

W badanej grupie dzieci była przewaga dziewczynek (66%), co wynikało zarówno z rzeczywistej struktury płci w wylosowanych szkołach i klasach, jak i konieczności odrzucenia większej liczby ankiet wypełnianych niewłaściwie częściej przez chłopców niż dziewczęta. Wśród rodziców badanej grupy dzieci stosunkowo najwięcej ojców miało wykształcenie średnie zawodowe (45%), a matek średnie ogólne (36%). Ponad 33% matek miało wykształcenie średnie zawodowe. Z wykształceniem półwyższym lub wyższym było 25% matek i 7% ojców badanych dzieci. Największa część badanych dzieci (40%) określiła swój stosunek do reklamy żywności jako raczej pozytywny, pozytywny stosunek wyraziło 24% respondentów, w 22% dzieci miały stosunek raczej negatywny, a w 14% - negatywny.

Dzieci spożywały regularnie główne posiłki. Śniadanie i kolacja spożywane były przez 93% badanych, a obiad (w ponad 90% domowy) przez dzieci w jeszcze większym odsetku (98%). Rezultat ten potwierdzają niektórzy autorzy [2, 11], choć w wielu innych badaniach uzyskano znacznie niższe wyniki świadczące o tym, że śniadanie spożywało od około 60 do 80% respondentów, obiad od 70 do 85%, a w najmniejszej części dzieci spożywały kolacje (od ok. 50 do 78%) [3, 4, 5, 8]. Badane dzieci znacznie rzadziej spożywały II śniadanie – jadła je codziennie tylko nieco ponad połowa dzieci. Inni autorzy [2, 4, 8, 9, 11] także podkreślają małą częstotliwość spożywania II śniadań. Z jeszcze mniejszą częstotliwością badane dzieci spożywały podwieczorek (29%), co jest wynikiem niższym, niż rezultaty uzyskane w innych pracach (od ok. 33 do 49%) [2, 11].

Analiza składu przedstawionych przez dzieci posiłków wykazała, że stosunkowo niewielka część jadłospisów była urozmaicona i prawidłowo ułożona, zgodnie z zaleceniami żywieniowymi [12]. Pierwsze śniadanie w 87% przypadków złożone było z kanapek z wędliną, w 10% jadłospisów były kanapki z twarogiem lub serem podpuszczkowym (tzw. żółty). Jogurty (głównie owocowe) spożywała 1/3 dzieci, a zupy mleczne tylko 1/4 badanych. Korzystnym zjawiskiem, stwierdzonym w niniejszych badaniach, było to, że część dzieci w ramach pierwszego śniadania spożywała jogurty. Największa część dzieci piła (do kanapek) herbatę (24%), a w następnej kolejności kakao (21%). Prawidłowe zachowania żywieniowe wystąpiły u większej części dziewczynek niż chłopców, spożywały one częściej zupy mleczne (mleko z dodatkiem rozmaitych produktów węglowodanowych, m.in. płatków owsianych, kukurydzianych, makaronu) ( $p < 0,04$ ) i jogurty ( $p < 0,05$ ), a rzadziej kanapki z wędliną ( $p < 0,05$ ).

Dodatkiem warzywnym najczęściej spożywanym przez dzieci były pomidory (22%), a następnie ogórki (18%). Podobnie, jak w niniejszej pracy, także Wajszczyk i wsp. [11] wykazali zbyt rzadkie spożycie warzyw lub/i owoców na I śniadanie, choć, jak podkreślają autorzy, sytuacja ta ulega na przestrzeni kilku lat poprawie.

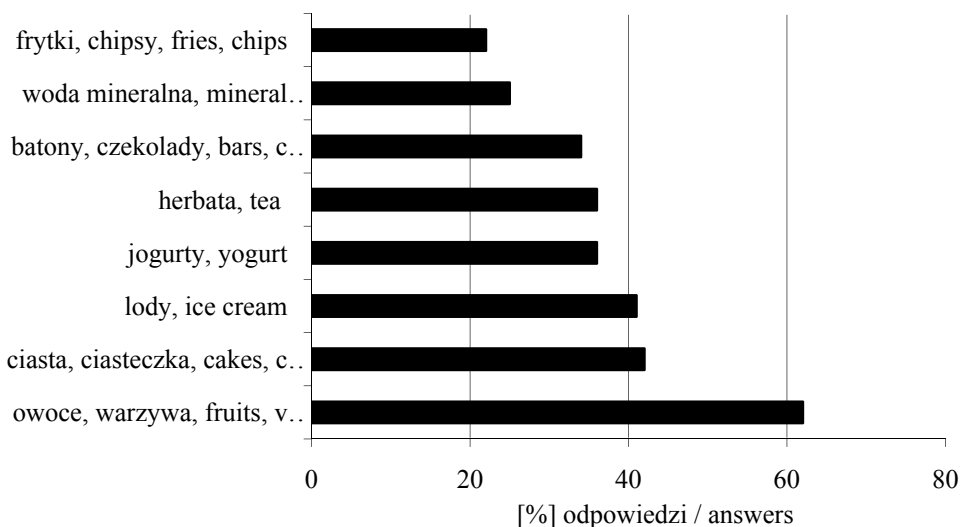
Największa część, wśród dzieci spożywających II śniadanie, jadła jabłka (55%). Na drugim miejscu znalazły się kanapki z wędliną, które spożywało 40% badanych. Jeszcze mniej ankietowanych wybierało bułki z serem twardym (podpuszczkowym) lub twarogiem – 18% respondentów, drożdżówki – 16% dzieci, soki owocowe – 15% uczniów, a najmniej batony (5%) i jogurty (4%). Większość, bo około 70% dzieci, przynosiła II śniadanie z domu, a 11% badanych kupowało w sklepiku szkolnym, głównie takie produkty, jak chrupki, chipsy i słodczyce, podobnie jak to wykazano w badaniach wcześniejszych [4, 8, 12]. Inni autorzy [4, 12] także podkreślają niekorzystny skład tych posiłków, co niewątpliwie może być skutkiem korzystania przez dzieci ze szkolnych sklepików, w których asortyment nie odpowiada zalecanemu w żywieniu tej grupy [12]. Z pracy Łukasiewicz [8] wynika, że w szkołach podstawowych najczęściej kupowano chipsy i chrupki (60%), następnie wyroby czekoladowe (47%) i słodkie napoje gazowane (40%). W żadnej spośród badanych szkół nie sprzedawano kanapek.

Prawie wszystkie dzieci spożywały na obiad zupy. W skład II dania wchodziły, oprócz ziemniaków (54%), kasz czy makaronów (po 11%), kotlety: schabowe (51%) lub mielone, bądź kurczaki pieczone. Za niepokojące należy uznać rzadkie spożycie ryb oraz dań innych niż mięsne oraz stosunkowo rzadki udział surówek w II daniu (20%). Na deser największą popularnością cieszyły się owoce (20%), co należy uznać za bardzo pozytywne i zgodne z zasadami racjonalnego żywienia [12], mniejszą – ciasta i ciastka (po ok. 10% odpowiedzi), a najmniejszą budynie, kisiele i kompoty (po 7% odpowiedzi).

Kolacja składała się z produktów podobnych do spożywanych w czasie śniadania. Prawie każdy uczeń jadał w tym posiłku kanapki. Respondenci w 65% deklarowali, że

zwykle (w większości oprócz kanapek) spożywają na kolację ciepłe danie, np. w postaci zup mlecznych (24%), naleśników (22%), zapiekanek (16%), a jedynie 14% uczniów spożywało do tych dań dodatkowo surówki. Dzieci najchętniej piły herbatę (13%) i kakao z mlekiem (11%). Mały był udział jogurtów w kolacji. Zbliżone wyniki dotyczące składu posiłku spożywanego podczas kolacji uzyskały Kołłajtis-Dołowy i Olechnowicz [7].

Aż w 95% dzieci podjadały między posiłkami, w tym prawie połowa – często. Za korzystne należy uznać, że produktami podjadanymi przez największą część badanych (rys. 1) były warzywa i owoce (60%). Niestety często pojadano również ciasta i lody (ponad 40%). Stosunkowo mniej uczniów (22%), choć zbyt dużo, spożywało chipsy i frytki. Wyniki te mają swe potwierdzenie w innych pracach [4, 5, 9]. Z kolei Charzewska i wsp. [2] wykazali, że w grupie dzieci 11–15-letnich podjadała około połowa badanych. Autorzy podkreślili, że podjadanie nie musi być traktowane jako postępowanie negatywne, przeciwnie, może być nawet wykorzystywane do popularyzowania prozdrowotnego sposobu żywienia, jeśli podjadane produkty należą do wysoko wartościowych [2]. Przekąskami natomiast nie powinna być żywność wysokokaloryczna, w tym słodkie napoje, ponieważ ich spożywanie prowadzić może do znacznego podwyższenia wartości energetycznej diety, czego konsekwencją mogą być nadwaga i otyłość [1].



Objaśnienia: Explanatory notes:

Wyniki nie sumują się do 100%, ponieważ respondenci mogli udzielić więcej niż 1 odpowiedzi / The total of the results is not 100%, because the respondents could give more than one answer.

Rys. 1. Produkty podjadane przez dzieci.

Fig. 1. Products sneaked by children.



Tabela 1

Częstotliwość spożycia przez dzieci wybranych produktów [%].

The frequency of consuming selected products by the children surveyed [%].

Produkty Products	>raz dziennie once a day	1 raz dziennie once as day	2-4 razy/tydz. 2-4 times per week	1 raz na tydz. Once a week	Rzadziej/wcale Rarely/never
Mleko, kefir, jogurt Milk, kefir, yogurt	35	29	25	11	0
Twarogi Quark, fresh cheese	16	9	31	25	19
Sery podpuszczkowe Rennet Cheeses	7	7	59	5	22
Mięso, wędliny, jaja Meat, processed meat products, eggs	33	31	31	5	0
Ryby Fish	2	5	32	30	31
Owoce, warzywa surowe Fruit, was vegetables	42	30	18	5	5
Chleb ciemny, chrupki Brown bread, crisp- bread	19	27	27	14	13
Płatki zbożowe, maka- rony Cereals flakes, pastas	36	18	29	10	7
Soki owocowe Fruit juices	33	21	23	13	10
Masło Butter	48	16	36	0	0
Margaryny Margarines	16	7	48	0	29
Oleje surowe Raw oils	11	13	51	0	25

Niepokojące wydają się wyniki częstotliwości spożycia różnych produktów i potraw (tab. 1), w tym przede wszystkim tych, które odznaczają się wysoką wartością odżywczą, a więc wykazujących cechy prozdrowotne. Zbyt rzadkie było przede wszystkim spożycie mleka i jego przetworów. Codziennie mleko i mleczne napoje fermentowane piło 64% dzieci, w tym zaledwie 1/3 z nich spożywała je zgodnie z zaleceniami, czyli ponad 2 razy dziennie [12]. Jeszcze mniej dzieci (1/4) jadło codziennie sery twarogowe. Rezultat ten jest niższy od uzyskanego przez Cieślak i wsp. [3] w grupie uczniów szkół średnich, ale zbliżony do wyników badań prowadzonych w podobnej grupie wiekowej [8] oraz wśród uczniów gimnazjów [5], a wyższy niż

otrzymany wśród licealistów [4]. Spożycie napojów mlecznych zależało od płci ( $p < 0,02$ ). Więcej dziewczynek, niż chłopców, przyznało, że spożywa mleko i przetwory mleczne częściej niż raz dziennie (odpowiednio 34 i 4,9%). Zbyt mała była również częstotliwość spożycia ryb. Tylko 30% uczniów spożywało je raz w tygodniu i jest to wynik niższy od uzyskanego przez Kollajtis-Dołowy i wsp. [5] oraz Frączek [4]. Pozostałe badane czynniki różnicujące nie miały istotnego wpływu na częstotliwość spożycia produktów przez dzieci.

Ponad połowa badanych spożywała przynajmniej raz dziennie ciemne pieczywo, które ze względu na większą zawartość składników mineralnych, witamin z grupy B czy błonnika pokarmowego jest szczególnie polecane i powinno być spożywane częściej niż pieczywo jasne [12]. Niższe wyniki dotyczące spożycia ciemnego pieczywa uzyskali inni autorzy [4, 5, 7]. Podobnie niedostatecznie, ze względu na zasady racjonalnego żywienia [12], przedstawiało się spożycie warzyw i owoców. Codziennie spożywało ich 72% uczniów, w tym kilka razy dziennie poniżej 42% badanych, co potwierdziło wyniki innych prac [4, 5, 8]. Ponadto okazało się, że tylko w niewielkim odsetku (13%) dzieci spożywały raz dziennie oleje surowe, co także ma swe potwierdzenie w innych badaniach [5].

U wszystkich dzieci obserwowano częste spożycie słodyczy (duża ich część deklaruwała, że je słodczy więcej niż dwa razy dziennie), w tym ciastek oraz chipsów i frytek, co podkreślają także autorzy innych badań [4, 5, 8].

Chociaż 70% dzieci bywało w restauracjach typu McDonald's, to większość (56%) rzadko (lub bardzo rzadko), a 14% uczniów – dość często. Z badań Komosińskiej i wsp [6] wynika, że aż 1/3 badanych dzieci spożywa dania typu fast-food codziennie.

Niewątpliwie za korzystne należy uznać, że do produktów żywnościowych lubianych przez uczniów należały w kolejności: owoce i warzywa, soki owocowe, kefir i jogurty. Natomiast najmniej dzieci preferowało desery (kisiele, budynie), frytki, cukierki, napoje typu cola. Niestety, niewielka część dzieci lubiła również ciemne pieczywo, co zdaje się przekładać na jego niskie spożycie w badanej grupie. Badania wykazały istnienie statystycznej zależności między płcią a preferencją spożycia owoców i warzyw ( $p < 0,002$ ) oraz soków ( $p < 0,01$ ). Więcej dziewczynek niż chłopców deklaruowało, że lubi te produkty. Innych zależności statystycznych z preferencjami produktów spożywczych w badanej grupie dzieci nie stwierdzono.

Czynniki wpływającymi na wybór i spożycie produktów żywnościowych były w kolejności: chęć poznania nowego smaku (42%), cena (37%), namowa rodziców, uczucie głodu, reklama i promocja (nieco ponad 30% odpowiedzi), wpływ na zdrowie i wygląd produktu (po około 20% odpowiedzi). Podobne wyniki uzyskała również Kollajtis-Dołowy i wsp. [5].

Na pytanie o źródła informacji o produktach spożywczych, przeważająca część ankietowanych (ponad 80%) podała rodzinę, a następnie reklamę telewizyjną (40%) i inne rodzaje reklamy oraz promocji. Szkoła była źródłem wiedzy żywieniowej jedynie dla 9% ankietowanych.

Ponad 60% badanej grupy dzieci miało pozytywny (lub raczej pozytywny) stosunek do reklam, a co drugi uczeń przyznał, że dobrze pamięta reklamy produktów żywnościowych. Podobny wynik uzyskała Żbikowska [13], według której 1/3 respondentów zdołała przypomnieć sobie jakąś reklamę tego typu. Wśród połowy dzieci deklarujących, że dobrze pamięta reklamy, relatywnie najwięcej dzieci wymieniło te dotyczące jogurtów (9%), chipsów (7%), batonów (5%). Istnieje ryzyko, że dzieci pozostające pod wpływem reklamy, będą częściej sięgały po reklamowane produkty nisko wartościowe. Potwierdzać to mogą badania przeprowadzone w Nowej Zelandii, z których wynikało, że dzieci, które najczęściej oglądały telewizję, istotnie częściej spożywały produkty reklamowane, tj. słodkie napoje i soki, niektóre słodycze, chipsy, dania typu fast-food [10].

### **Wnioski**

1. Obok licznych, wykazanych błędów żywieniowych badanych dzieci, przejawiających się głównie w niewłaściwej częstotliwości spożycia, proporcjach i składzie posiłków, stosunkowo dużym udziale w nich mało wartościowych potraw, w tym szczególnie słodyczy i żywności typu fast-food, stwierdzono także zjawiska pozytywne, jak preferowanie: owoców, warzyw, przetworów mlecznych, soków owocowych, podjadanie przez przeważającą część respondentów owoców, a także przez stosunkowo sporą – jogurtów i soków owocowych.
2. Zważywszy, że poza rodziną, aż 40% dzieci za główne źródło informacji uznało reklamy żywności, do których zdecydowana większość (60%) miała pozytywny stosunek, można przypuszczać, że zarówno niektóre negatywne, jak i pozytywne zachowania żywieniowe, mogły być kształtowane przez reklamy środków spożywczych (choć w pracy nie wykazano zależności statystycznie istotnych między zachowaniami a stosunkiem respondentów do reklamy żywności). Stąd ważne, aby reklama żywności, obok wskazówek przekazywanych dzieciom przez rodziców i szkołę, była istotnym przekaznikiem rzetelnych informacji.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### **Literatura**

- [1] Bell A. C., Kremer P. J., Magarey A. M., Swinburn B. A.: Contribution of 'noncore' foods and beverages to the energy intake and weight status of Australian children, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2005, **59**, 639-645.

- [2] Charzewska J., Wajszczyk B., Chabrom E., Rogalska-Niedźwiedz M., Chojnowska Z.: Aspekty zdrowotne częstości spożywania posiłków – nowe spojrzenie na tradycyjne zwyczaje, *Żyw. Człow. Metab.* 2003, **30**, 1/2, 68-75.
- [3] Cieślik E., Filipiak-Florkiewicz A., Pałasiński J., Pysz M.: Zwyczaje żywieniowe młodzieży szkół średnich województwa podkarpackiego. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 63-67.
- [4] Frączek B.: Charakterystyka sposobu odżywiania młodzieży klas maturalnych liceum ogólnokształcącego. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 86-92.
- [5] Kollajtis-Dołowy A., Pietruszka B., Waszczeniuk-Uliczka M., Chmara-Pawińska R.: Wybrane zachowania żywieniowe młodzieży gimnazjalnej Warszawy. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 1/2, 182-191
- [6] Komosińska K., Wojnarowska B., Mazur J.: Zachowania zdrowotne związane z żywieniem u młodzieży szkolnej w Polsce w latach 1990-1998. *Żyw. Człow. Metab.*, 2001, **28**, 1, 17-30.
- [7] Kollajtis-Dołowy A., Olechnowicz J.: Rola telewizyjnej reklamy żywności w kształtowaniu postaw i zachowań żywieniowych dzieci. *Żyw. Człow. Metab.*, 2002, **29**, Supl., 360-365
- [8] Łukasiewicz D., Bachenek T., Kozłowska A.: Nawyki żywieniowe dzieci i młodzieży na podstawie sprzedaży produktów żywnościowych w sklepikach szkolnych. *Zdr. Publ.*, 2004, **111**, 4, 37-41.
- [9] Skop A., Potocki A.: Zwyczaje żywieniowe a stan odżywienia młodzieży w wieku 17 lat krakowskich szkół średnich. *Leczenie Żywieniowe*, 2000, **2**, 94.
- [10] Utter J., Scragg R., Schaaf D.: Associations between television viewing and consumption of commonly advertised foods among New Zealand children and young adolescents. *Public Health. Nutr.*, 2005, **9**, 5, 606-612.
- [11] Wajszczyk B., Charzewska J., Chabros E., Chojnowska Z., Rogalska-Niedźwiedz M.: Zmiana zwyczajów żywieniowych młodzieży w wieku pokwitania z Warszawy na przestrzeni ostatnich 30 lat obserwacji. *Żyw. Człow. Metab.*, 2004, **31**, Suplement 2, cz.2, 136-141.
- [12] Ziemiański Ś.: Podstawy prawidłowego żywienia człowieka. Zalecenia żywieniowe dla ludności w Polsce. Instytut Danone-Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1998.
- [13] Żbikowska A.: Percepcja reklamy przez dzieci w wieku przedszkolnym. *Marketing i Rynek*, 1998, **10**, 31.

#### NUTRITIONAL HABITS OF ONE SELECTED GROUP OF 11-12 YEARS OLD CHILDREN FROM THE CITY OF BIAŁYSTOK

##### S u m m a r y

The objective of the questionnaire survey was to assess some, mainly pro-health nutritional behaviours of the 11-12 years old children, who were pupils in several, randomly drawn elementary schools in Białystok. Almost all the children regularly ate major meals, and half of them ate lunch. No variety was added to the majority of meals, and most of meals were wrongly combined. The high per cent rate of the children polled preferred fruit, vegetables, fruit juices, and yoghurts; this fact was reflected in a sneaking habit appearing characteristic for many of them. The frequency of consuming milk, milk products, dark bread, fish, vegetables, fruit, and vegetable oil was too low. Low-value products, such as fast food and sweets, were consumed too often. The children surveyed counted food advertising among the major sources of information, beside their family.

**Key words:** pro-health nutritional habits, frequency of food intake, children, food advertising ☒

MICHALINA LIZOŃ, RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ,  
TERESA LESZCZYŃSKA, IZABELA BODZIARCZYK

## ZAWARTOŚĆ WITAMIN Z GRUPY B W CAŁODZIENNYCH RACJACH POKARMOWYCH MŁODZIEŻY GIMNAZJALNEJ

### Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było oszacowanie wielkości pobrania witamin z grupy B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> oraz kwasu foliowego) przez młodzież gimnazjalną miejscowości Łącko oraz określenie niedoboru lub nadmiaru tych składników w diecie.

Uczniowie (33 dziewcząt i 19 chłopców) w wieku 16-18 lat zostali zakwalifikowani do populacji prowadzącej umiarkowaną aktywność fizyczną. Ocenę pokrycia zapotrzebowania na witaminy z grupy B wykonywano na podstawie 416 wywiadów żywieniowych z ostatnich 24 godz. poprzedzających badanie, przeprowadzanych w ciągu czterech wybranych dni tygodnia, w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim 2005/2006 r. Podstawą oceny wielkości podaży witamin z grupy B było porównanie ilości wykazanych pobrań, na podstawie wywiadów, z odpowiednimi wartościami zawartymi w normie żywieniowej dla badanej populacji.

Otrzymane wyniki wskazują na zadowalającą podaż witamin z grupy B w badanej grupie uczniów. Spośród badanych składników tylko niacyna (83-86% normy) i ryboflawina (85% normy w sezonie jesienno-zimowym) w racjach chłopców charakteryzowały się zbyt małą podażą. Wykazano równocześnie odpowiednie spożycie tiaminy (w sezonie jesienno-zimowym) i niacyny w grupie dziewcząt, a w grupie chłopców ryboflawiny (w sezonie wiosenno-letnim) i pirydoksyny. Pozostałe witaminy, w tym foliany, były spożywane w ilościach przekraczających zalecane wartości. Wpływ sezonowości wykazano jedynie w odniesieniu do podaży witaminy B<sub>12</sub>.

**Słowa kluczowe:** witaminy z grupy B, 24-godzinny wywiad żywieniowy, żywienie młodzieży

### Wprowadzenie

Szybki przyrost wzrostu i masy ciała w okresie młodzieńczym to cechy rozwojowe, które wpływają bezpośrednio na zwiększone zapotrzebowanie młodego organizmu na składniki energetyczne, budulcowe, mineralne i witaminy [17]. Zwiększone potrzeby żywieniowe młodzieży w tym okresie objawiają się często wzmocnionym apetytem,

---

*Mgr inż. M. Lizoń, dr R. Bieżanowska-Kopeć, dr hab. T. Leszczyńska, mgr I. Bodziarczyk, Katedra Żywności Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków*

a także przyspieszeniem przemiany materii. Młodzież uczęszczająca do szkoły średniej (16–18 lat) jest zazwyczaj aktywna fizycznie i obciążona intensywną pracą umysłową, co potęguje zapotrzebowanie na powyższe składniki. Istnieje ścisła zależność pomiędzy dostarczaniem wraz z pokarmem składnikami żywności a rozwojem organizmu oraz utrzymaniem dobrego stanu zdrowia i sprawności fizycznej i psychicznej [14]. Młodzież, często z racji młodego wieku, a także braku prawidłowych nawyków żywieniowych, nie zwraca uwagi na jakość i ilość spożywanego pokarmu, co może doprowadzić zarówno do niedoborów, jak i nadmiaru pewnych składników [8]. W konsekwencji zwiększa się ryzyko chorób m.in. dietozależnej otyłości, próchnicy zębów, osteoporozy oraz chorób układu krążenia [4]. Ponadto, niewystarczająca podaż pożądaných składników może spowodować nieodwracalne zahamowanie tempa rozwoju młodego organizmu [6, 9]. Racjonalne odżywianie się warunkuje także jego prawidłowy rozwój w późniejszym okresie życia [7]. Dlatego sposób żywienia młodzieży powinien podlegać stałej obserwacji [8, 18].

Witaminy z grupy B mają wiele cech wspólnych i z tego powodu najczęściej określane są jako witamina ‘B-kompleks’. Występują przeważnie razem, zarówno w produktach pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego. Największe ilości witamin z grupy B znajdują się w grochu, fasoli, warzywach kapustnych, papryce, marchwi, szpinaku, a także czosnku i chrzanie. W innych warzywach ich zawartość jest znikoma. Innymi źródłami są m.in. wątroba, produkty zbożowe i drożdże. Ze względu na dobrą rozpuszczalność witamin z grupy B w wodzie organizm wydala je dość szybko, dlatego niezbędna jest regularna podaż tych składników w celu utrzymania odpowiedniego ich poziomu. Rosenberg i Miller [16] podają, że deficyt witamin z grupy B przyczynia się do rozwoju zmian depresyjnych, nadmiernej irytacji i degeneracji mieliny. Leszczyńska i Pisulewski [11] uważają, że jednym z możliwych skutków braku tych witamin są zaburzenia w metabolizmie homocysteiny. Podniesiony poziom homocysteiny w osoczu jest niezależnym czynnikiem ryzyka rozwoju wielu chorób sercowo-naczyniowych, mając tym samym związek z genezą arterosklerozy i osłabieniem sprawności umysłowej.

Celem niniejszej pracy była ocena spożycia witamin z grupy B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> oraz kwasu foliowego) przez wybraną grupę młodzieży gimnazjalnej, badanej w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim, oraz określenie niedoboru lub nadmiaru tych składników w diecie.

### **Material i metody badań**

Badaniami objęto grupę młodzieży (19 chłopców i 33 dziewcząt) w wieku 16–18 lat, uczącej się w szkole ponadpodstawowej w miejscowości Łącko (woj. małopolskie). Wśród badanej grupy przeprowadzono badania ankietowe klasyfikujące młodzież do określonych, wg normy polskiej, grup ludności. Zebrano również 24-

godzinny wywiad żywieniowy. Ankiety zostały przeprowadzone w okresie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim na przełomie lat 2005/2006. Ocenę pobrania witamin z grupy B wykonano na podstawie 416 zapisów żywieniowych, zebranych w ciągu czterech dni tygodnia (dwa dni nauki szkolnej oraz soboty i niedziele). W badaniach wykorzystano „Album fotografii produktów i potraw”, jako narzędzie pomocnicze przy określaniu wielkości spożywanych potraw [19, 20]. Zawartość witamin: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, PP w całodziennych dietach porównano z normami na poziomie bezpiecznego spożycia, a w przypadku folianów na poziomie zalecanego spożycia, opracowanymi przez IŻŻ w Warszawie [19, 20, 22]. W celu uzyskania wartości „netto” dane dotyczące poszczególnych produktów spożywczych i potraw zostały wprowadzone do programu komputerowego „Dieta 2.0”, który automatycznie uwzględnił wielkości strat na drodze technologicznej, zgodnie z zaleceniami Nadolnej i wsp. [12, 13].

Wartości spożycia różniące się o  $\pm 10\%$  od wartości zamieszczonych w normie przyjęto za prawidłowe. Wyniki przedstawiono w postaci wartości średnich, obliczonych odchyłeń standardowych (SD) oraz współczynników zmienności CV [%]. Oceniono również wpływ czynnika, jakim jest sezonowość, wykorzystując w tym celu jednoczynnikową analizę wariancji i test t-Studenta na poziomie istotności  $\alpha < 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

Wyliczone średnie zawartości witamin z grupy B dla badanej grupy uczniów przedstawiono w tab. 1 i 2. Otrzymane wartości wskazują, że średni poziom spożycia tiaminy przez młodzież męską był nieznacznie wyższy niż w grupie młodzieży żeńskiej i wyniósł w okresie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim odpowiednio 1,7 i 1,8 mg. W grupie dziewcząt i chłopców zaobserwowano przekroczenie normy na ten składnik w sezonie wiosenno-letnim odpowiednio o 14 i 20%. Rzadko obserwowane są jednak niepokojące objawy przedawkowania tiaminy. W przypadku młodzieży męskiej w okresie jesienno-zimowym wykazano niedobory ryboflawiny na poziomie ok. 15% w stosunku do normy i ilość spożycia wynosiła 1,7 mg. Natomiast w okresie wiosenno-letnim odnotowano 10% nadwyżkę (spożycie 2,2 mg). Podobne wyniki uzyskane w okresie wczesnowiosennym podaje Kosek [10], oceniając wyżywienie młodzieży męskiej (16–20 lat), zamieszkującej wybrany, krakowski dom dziecka. W diecie żeńskiej odnotowano 13% nadwyżki ponad normę, a średnie spożycie wynosiło 1,8 mg w okresie jesienno-zimowym i 2,0 mg w sezonie wiosenno-letnim. Należy tu nadmienić, że znaczne przekroczenie zalecanej dziennej dawki pobrania tej witaminy może spowodować nudności i wymioty. W badaniach Dziudy i wsp. [4] wykazano zbyt niską podaż witamin B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> u uczniów obydwu płci, z przedziału wiekowego 17-20 lat, przy czym niedobory częściej obserwowano u dziewcząt. Utrzymujący się niedobór ryboflawiny skutkuje opóźnieniem wzrostu, zawrotami głowy i bezsennością, zapaleniem śluzówki oraz zmianami skórnymi. Witamina ta umożliwia funkcjonowanie układów

enzymatycznych i sprawnego działania układu nerwowego Bierze także udział w metabolizmie węglowodanów, białek i tłuszczów [2, 3]. Zadowalającą podaż witamin B<sub>1</sub> i B<sub>2</sub> u dziewcząt uzyskali w swoich badaniach Białokoz-Kalinowska i wsp. [1], którzy uwzględnili tę samą grupę wiekową z terenu woj. białostockiego.

Tabela 1

Spożycie witamin z grupy B przez młodzież żeńską w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim.  
Intake of B-group vitamins by girls during the autumn-winter and spring-summer seasons.

Witamina Vitamin	Wartość minimalna i maksymalna Minimal and maximal value	$\bar{x}$	SD	CV	Norma Standard	[%] normy [%] of the standard
Sezon jesienno-zimowy / Autumn-winter season						
Tiamina Thiamin [mg]	0,5 - 3,2	1,5	0,5	33	1,4	+ 7
Ryboflawina Riboflavin [mg]	0,4 - 3,1	1,8	0,5	28	1,6	+ 13
Niacyna Niacin [mg]	2,7 - 45,8	16,9	6,3	37	18,0	- 6
Pirydoksyna Prydoxine [mg]	0,5 - 9,1	2,2	0,7	32	1,6	+ 38
Witamina B <sub>12</sub> Cyanocobalamin [µg]	0,7 - 18	3,6	3,0	83	2,0	+ 80
Foliany Folic acid [µg]	108 - 808	268	66,9	25	220	+ 22
Sezon wiosenno-letni / Spring-summer season						
Tiamina Thiamin [mg]	0,7 - 4,1	1,6	0,5	31	1,4	+ 14
Ryboflawina Riboflavin [mg]	1,0 - 6,6	2,0	0,7	35	1,6	+ 13
Niacyna Niacin [mg]	5,9 - 35,0	16,9	5,9	35	18	- 6
Pirydoksyna Prydoxine [mg]	0,9 - 4,0	2,2	0,6	27	1,6	+ 38
Witamina B <sub>12</sub> Cyanocobalamin [µg]	1,2 - 80,4	5,3*	3,3	62	2	+ 165
Foliany Folic acid [µg]	243 - 1464	294	91,7	31	220	+ 34

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* - statystycznie istotne różnice w realizacji normy pomiędzy sezonami na poziomie istotności  $\alpha < 0,05$  /statistically significant differences in the level of fulfilling the standard between the seasons are at a level of  $\alpha < 0,05$ .



Tabela 2

Spożycie witamin z grupy B przez młodzież męską w sezonie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim.  
Intake of B-group vitamins by boys during the autumn-winter and spring-summer season.

Witamina Vitamin	Wartość minimalna i maksymalna Minimal and maximal value	$\bar{x}$	SD	CV	Norma Standard	[%] normy [%] of the standard
Sezon jesienno-zimowy /Autumn-winter season						
Tiamina Thiamin [mg]	0,8 - 3,5	1,7	0,5	29	1,5	+ 13
Ryboflawina Riboflavin [mg]	0,6 - 5,3	1,7	0,6	35	2,0	- 15
Niacyna Niacin [mg]	6,6 - 37,5	18,2	5,7	31	22	- 17
Pirydoksyna Prydoxine [mg]	0,8 - 4,9	2,2	0,7	32	2,2	0
Witamina B <sub>12</sub> Cyanocobalamin [µg]	1,0 - 33,0	4,9	3,4	70	2,0	+ 145
Foliany Folic acid [µg]	141 - 753	276	80,2	29	240	+ 15
Sezon wiosenno-letni / Spring-summer season						
Tiamina Thiamin [mg]	0,9 - 4,1	1,8	0,5	218	1,5	+ 20
Ryboflawina Riboflavin [mg]	1,1 - 6,2	2,2	0,9	41	2,0	+ 10
Niacyna Niacin [mg]	8,6 - 39,5	18,9	5,8	31	22	- 14
Pirydoksyna Prydoxine [mg]	1,4 - 3,7	2,3	0,4	17	2,2	+ 5
Witamina B <sub>12</sub> Cyanocobalamin [µg]	1,5 - 101,6	7,9*	6,3	80	2,0	+ 295
Foliany Folic acid [µg]	192 - 1430	303	113,9	38	240	+ 26

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

Wśród witamin z grupy B największe niedobory stwierdzono w przypadku niacyny. Odnotowano je zarówno w sezonie jesienno-zimowym, jak i wiosenno-letnim w całej badanej populacji. W przypadku młodzieży żeńskiej średnie dzienne spożycie w obydwu sezonach utrzymało stałą wartość, która wyniosła 16,9 mg. W analogicznych okresach wśród młodzieży męskiej spożycie tego składnika wyniosło odpowiednio 18,2 i 18,9 mg. Niacyna pełni funkcję składnika dwóch koenzymów w procesie oddychania tkankowego, a także współdziała w syntezie hormonów płciowych, dlatego

wszelkie niedobory stanowią ryzyko dla prawidłowego rozwoju młodego organizmu. Gawęcki i wsp. [5] uważają, że niedostateczne spożycie niacyny może być przyczyną pogorszenia funkcjonowania centralnego i obwodowego układu nerwowego. Z doniesień Ostrowskiej i wsp. [14] wynika, że procent realizacji normy na witaminy z grupy B wśród dziewcząt jest niski, na poziomie 58%, a u chłopców wynosi już 86%. Natomiast Smorczevska-Czupryńska i wsp. [17] donoszą o prawidłowej podaży witaminy PP wśród gimnazjalistów.

W diecie młodzieży żeńskiej stwierdzono wyższe spożycie witaminy B<sub>6</sub> w stosunku do normy o 38% w obydwu badanych sezonach, a w diecie młodzieży męskiej wartości te utrzymywały się w granicy normy. Organizm dobrze toleruje zwiększoną podaż pirydoksyny, jednak objawami dłużej utrzymującej się hiperwitaminozy są zaburzenia neurologiczne. Witamina ta odgrywa istotną rolę w metabolizmie białek i tłuszczów, a prawidłowa podaż chroni organizm przed nadmiernym gromadzeniem się homocysteiny [8]. Ostrowska i wsp. [14] nie wykazali odstępstw od normy w przypadku witamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>.

Analiza uzyskanych danych wykazała, że młodzież żeńska w okresie jesienno-zimowym pobierała wraz z dietą około 268 µg kwasu foliowego, a w okresie wiosenno-letnim 294 µg na dobę i tym samym przekroczyła zalecane dzienne spożycie tego składnika, odpowiednio o 22 i 34%. Natomiast spożycie tego składnika przez chłopców wyniosło 276 µg w okresie jesienno-zimowym i 303 µg w okresie wiosenno-letnim i tym samym przekroczyło normę odpowiednio o 15 i 26%. Ostrowska i wsp. [14] wykazali zróżnicowane pobranie kwasu foliowego w zależności od płci, a stopień realizacji normy dla dziewcząt w szkole średniej wyniósł 83%, a dla chłopców 105%.

Według Gawęckiego i wsp. [5], za nadmiar kwasu foliowego uważa się dzienną dawkę wynoszącą 15 mg. Taka ilość mogłaby wywołać zaburzenia układu nerwowego i pokarmowego oraz przyczynić się do powstania odczynów alergicznych na skórze. Badacze ci [5] uważają również, że niedobór kobalaminy i kwasu foliowego przyczynia się m.in. do zmniejszenia ilości czerwonych krwinek zwany niedokrwistością, zaburzeń w rozwoju płodu, a także wpływa na genezę miażdżycy. Utrzymujący się przez kilka lat umiarkowany niedobór może spowodować trwałe zaburzenia neurologiczne bądź psychiczne. Dlatego też niewielki nadmiar folianów, jaki stwierdzono w diecie badanej populacji nie jest niepokojący. Niepokojący byłby równoczesny niedobór witaminy B<sub>12</sub>, gdyż wtedy nadmierne ilości kwasu foliowego mogłyby doprowadzić do tzw. „pułapki folianowej” [5].

W obrębie całej badanej populacji zaobserwowano znaczne przekroczenie normy pod względem spożycia cyjanokobalaminy. Źródłem witaminy B<sub>12</sub> są głównie produkty spożywcze pochodzenia zwierzęcego, natomiast owoce, warzywa i produkty zbożowe praktycznie nie zawierają tego składnika. Sugeruje to, że w diecie młodzieży przewagę w posiłkach stanowią produkty mięsne. Zbyt duża podaż cyjanokobalaminy

może być względnie szkodliwa przy równoczesnym nadmiarze innych składników np. witaminy C, co prowadzi do krwotoków z nosa. Z drugiej strony, niedobór tego składnika w organizmie powoduje niedokrwistość [23]. Kosek [10], badająca sposób żywienia dzieci i młodzieży w jednym z krakowskich domów dziecka stwierdziła 34% nadwyżkę spożycia witaminy B<sub>12</sub> wobec normy.

Niedobór witamin z grupy B, a wśród nich folianów, spotykany jest najczęściej w racjach pokarmowych kobiet w ciąży, osób w wieku podeszłym, a także młodzieży w okresie wzrostu i osób otyłych [15, 21, 23]. Sposób żywienia badanej grupy młodzieży wskazuje na nadmierną podaż niektórych witamin z grupy B (za wyjątkiem niacyny) i tym samym odsunął perspektywę schorzeń następujących w wyniku hipowitaminozy.

Należałoby się w tym miejscu zastanowić nad sensem modyfikowania diety, gdyż zaobserwowany duży rozrzut wyników wskazuje na silne zróżnicowanie i na potrzebę indywidualnego podejścia do sposobu żywienia ucznia.

### Wnioski

1. W badanej grupie młodzieży, w obydwu sezonach, wykazano niedostateczne spożycie niacyny, a także ryboflawiny w grupie chłopców w okresie jesienno-zimowym.
2. W grupie dziewcząt zaobserwowano przekroczenie normy na pozostałe witaminy z grupy B, z wyjątkiem tiaminy, w sezonie jesienno-zimowym.
3. Największe przekroczenie normy stwierdzono w spożyciu witaminy B<sub>12</sub>.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Białokoz-Kalinowska I., Zagórecka E., Piotrowska-Jastrzębska J.: Ocena sposobu żywienia dzieci w wieku szkolnym z terenu miasta i okolic Białegostoku. *Pediatrya Polska* LXXV, 2000, **8**, 643-653.
- [2] Duda G., Maruszewska M., Przysławski J.: Wartość odżywcza całodziennych racji pokarmowych dzieci szkolnych. Cz. II. Witaminy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, XXXI, **2**, 107-113.
- [3] Duda G., Maruszewska M., Przysławski J., Gertig H.: Ocena wartości odżywczej całodziennych racji pokarmowych młodzieży szkół średnich. Cz.II. Składniki mineralne i witaminy. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, **4 (31)**, 369-374.
- [4] Dziuda R., Trafalska E., Paradowska-Stankiewicz I.: Spożycie wybranych składników odżywczych a ryzyko zagrożenia chorobami cywilizacyjnymi w wybranej grupie młodzieży. *Żyw. Człow. Met. – Supl.*, XXVII, 2000, 220-225.
- [5] Gawęcki J. (red.), Nadolna I., Nogala-Kałucka M., Korczak J.: *Witaminy*. Wyd. AR, Poznań 2002.
- [6] Górnicki B., Dębiec B (red): *Pediatra*. PZWL, Warszawa 1995.

- [7] Hamulka J., Gronowska-Senger A., Tomala G.: Częstość i wartość energetyczna śniadań spożywanych przez młodzież szkół ponadpodstawowych. *Rocz. PZH*, 2002, **1 (53)**, 81-87.
- [8] Iłow R., Regulska-Iłow B., Szymczak J.: Ocena sposobu żywienia chłopców ze szkół średnich z Głogowa i Lublina. Cz. II. Ocena ilościowa. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1999, **1 (32)**, 27-33.
- [9] Jeszka J., Kostrzewa-Tarnowska A., Człapka-Matyasik M.: Ocena stanu odżywiania, sposobu żywienia i bilansu energetycznego. *Żyw. Człow. Met. – Supl.*, 2000, XXVII, 37-40.
- [10] Kosek M.: Ocena wyżywienia młodzieży w domu dziecka w wybranym okresie roku. *Żywność. Technologia. Jakość*, 1996, **3 (8)**, 52-59.
- [11] Leszczyńska T., Pisulewski P. M.: Wpływ wybranych składników żywności na aktywność psychofizyczną człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1 (38)**, 12-20.
- [12] Nadolna I., Kunachowicz H., Iwanow K.: Potrawy, skład i wartość odżywcza. *Prace IŻŻ*, 1994, **65**.
- [13] Nadolna I., Przygoda B., Troszyńska A.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Witaminy. IŻŻ*, 2000, **99**.
- [14] Ostrowska A., Szewczyński J., Gajewska M.: Wartość odżywcza całodziennych racji pokarmowych uczniów szkół średnich z województwa mazowieckiego. Część II. Składniki mineralne i witaminy. *Żyw. Człow. Met.*, 2003, **1/2 (30)**, 367-371.
- [15] Raczyński P., Kubik P., Niemiec T.: Zalecenia dotyczące diety u kobiet podczas planowania ciąży, w ciąży i w czasie karmienia piersią. *Ginekologia Praktyczna*, 2006, **4**, 2-7.
- [16] Rosenberg I. R., Miller J.W.: Nutritional factors in physical and cognitive functions of elderly people. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1992, **55**, 1237-1243.
- [17] Smorzewska-Czupryńska B., Ustymowicz-Farbiszewska J., Kozłowska M., Karczewskai J., Fiłon J.: Analiza stanu odżywiania witaminami grupy B młodzieży gimnazjalnej z Białegostoku i okolic. *Bromat. Chem. Toksykol.– Supl.*, 2005, 123-127.
- [18] Stopnicka B., Szamrej I. K.: Ocena jakości indywidualnego żywienia dzieci, młodzieży szkół ponadpodstawowych i młodzieży akademickiej woj. podlaskiego na przestrzeni lat 1996-2000. *Żyw. Człow. Met. – Supl.*, 2001, XXVIII, 562-563.
- [19] Szczygłowa H., Szczepańska A., Ners A., Nowicka L.: Album porcji produktów i potraw. *IŻŻ*, Warszawa 1991.
- [20] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. *IŻŻ*, Warszawa 2000.
- [21] Wierzbicka E., Brzozowska A., Górski T., Roszkowski W.: Stan odżywiania witaminą B<sub>12</sub> i kwasem foliowym osób w wieku 75-80 lat zamieszkałych w rejonie Warszawy - badania pilotowe. *Żyw. Człow. Met.*, 2000, XXVII (Supl.), 88-92.
- [22] Ziemiański Ś.: Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. *Wyd. Lek. PZWL*, Warszawa 1991.
- [23] Ziemiański Ś., Wartnerowicz M.: Stan odżywiania i spożycie witamin w różnych grupach populacyjnych w Polsce w świetle piśmiennictwa. *Żyw. Człow. Met.*, 1999, XXVI, **4**, 320-329.

#### CONTENT OF THE B-GROUP VITAMINS IN THE WHOLE-DAY FOOD RATIONS OF THE GYMNASIUM PUPILS

##### S u m m a r y

The objective of the research was to assess the intake level of B-group vitamins (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, and folic acid) by the gymnasium pupils in a locality of Łącko, and to identify a deficiency or an excess of those components in their diet.

The pupils (33 girls and 19 boys), aged 16 to 18, were classified as a group of population having a moderate physical activity. On the basis of 416 interviews on the food rations during 24 hrs prior to the

research, the assessment was performed of fulfilling the requirements for the B-group vitamins; the interviews were done on four selected weekdays, during the spring-summer and autumn-winter seasons in 2005/2006. The supply rate of B-group vitamins was assessed by comparing the number of supplies identified through the interviews and the respective values indicated in the relevant nutritional standard referring to the population researched.

The results obtained point to the satisfactory supply level of the B-group vitamins in the group of pupils covered by this research. Among the components analysed, only the niacin (83-86% of the standard level) and the riboflavin (85% of the standard level during the autumn-winter season) were characterized by a too low supply rate. At the same time, it was shown that the following intake levels were appropriate: thiamine (during the autumn-winter season) and niacin in the group of girls; riboflavin (in the spring-summer season) and pyridoxine in the group of the boys. The intake of all other vitamins, including folic acid, exceeded the recommended levels. The impact of a seasonal character of the intake was confirmed only with regard to the supply of B<sub>12</sub>.

**Key words:** B-group vitamins, 24 hr nutritional interview, teenage diet ☒

RENATA BIEŻANOWSKA-KOPEĆ, TERESA LESZCZYŃSKA,  
PAWEŁ M. PISULEWSKI

## OSZACOWANIE ZAWARTOŚCI FOLIANÓW I INNYCH WITAMIN Z GRUPY B W DIETACH MŁODYCH KOBIET (20–25 LAT) Z WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO

### Streszczenie

Celem pracy było określenie sposobu żywienia kobiet w wieku 20-25 lat. Badaniami objęto grupę młodych kobiet z okolic Krakowa w sezonie jesienno-zimowym oraz wiosenno-letnim. Badania przeprowadzono metodą wywiadu żywieniowego z ostatnich 24 godz. Ankiety zbierano w ciągu 4 dni tygodnia, łącznie otrzymano 384 ankiety. Racje pokarmowe badanej grupy kobiet nie pokrywały zapotrzebowania na foliany i większość pozostałych witamin z grupy B. Spożycie kwasu foliowego przez badaną grupę kobiet pokrywało zapotrzebowanie zaledwie w 74%. Wykazano również małe spożycie tiaminy, ryboflawiny, niacyny oraz witaminy B<sub>6</sub>. Tylko podaż witaminy B<sub>12</sub> pokrywała zalecane wartości. Wpływ sezonowości podaży produktów żywnościowych na wielkość spożycia wykazano tylko w odniesieniu do niektórych witamin. Uzyskane w niniejszej pracy wyniki potwierdzają konieczność podejmowania działań zmierzających do zmiany zwyczajów żywieniowych młodych kobiet.

**Słowa kluczowe:** racje pokarmowe, zapis żywieniowy z ostatnich 24 godzin, foliany, witaminy z grupy B

### Wprowadzenie

Prawidłowe żywienie człowieka polega na pokryciu zapotrzebowania organizmu na wszystkie składniki odżywcze potrzebne do życia i zachowania zdrowia. Ujemne konsekwencje zdrowotne mogą być wynikiem zarówno niedostatecznego, jak i nadmiernego pobrania tych składników z pożywieniem [15].

Rola folianów w organizmie polega na dostarczeniu jednowęglowych jednostek wielu związkom biorącym udział w podziałach komórek, syntezie białek oraz zasad azotowych, będących elementami struktury DNA. Są także potrzebne do syntezy metioniny, glicyny i glutaminy oraz modyfikowania neurotransmiterów. Zaburzenie której

---

*Dr inż. R. Bieżanowska-Kopeć, dr hab. T. Leszczyńska, prof. dr hab. P.M. Pisulewski, Katedra Żywienia Człowieka, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków*

kolwiek z tych funkcji, związane z poważnym lub tylko niewielkim niedoborem kwasu foliowego, może mieć poważne konsekwencje dla zdrowia [18]. Witamina B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> oraz kwas foliowy wpływają na poziom homocysteiny we krwi. Pozycja tych trzech witamin odpowiada najważniejszym wyznacznikom hiperhomocysteinemii [13].

Niedobór folianów, wynikający z niedostatecznego spożycia, wchłaniania lub zwiększonego zapotrzebowania organizmu człowieka, wśród różnych grup populacyjnych, może wpływać na powstawanie określonych jednostek chorobowych, m.in. wad cewy nerwowej u noworodków [21]. Kobiety są szczególnie odpowiedzialne nie tylko za swoje zdrowie, ale także za prawidłowy rozwój swojego dziecka. Zmiana nawyków żywieniowych kobiety ciężarnej powinna obejmować nie tylko okres samej ciąży, ale kilkumiesięczny okres przed planowanym jej początkiem [2]. Ponieważ ponad 60% ciąż rozpoczyna się w sposób nieplanowany, dlatego bardzo ważne jest prawidłowe zaopatrzenie organizmu kobiet w kwas foliowy w sposób ciągły. Zmiana diety ma na celu wyrównanie ewentualnych niedoborów żywieniowych.

Celem przeprowadzonych badań było oszacowanie wielkości pobrania folianów i innych witamin z grupy B z racjami pokarmowymi młodych kobiet, pochodzących z okolic Krakowa.

### **Material i metody badań**

Badaniami objęto grupę 48 kobiet w wieku 20–25 lat z Krakowa i okolic, w okresie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim w roku 2005/2006.

Ocenę sposobu żywienia prowadzono metodą wywiadu żywieniowego 24-godzinnego, w ciągu czterech dni tygodnia, obejmujących dwa dni robocze oraz soboty i niedziele. Łącznie otrzymano 384 ankiety, na podstawie których oceniano ilość pobranych folianów, witaminy B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> i B<sub>12</sub>. W badaniach wykorzystano „Album fotografii produktów i potraw” [12, 16] jako narzędzie pomocne przy określaniu ilości spożywanych potraw. Zawartość witamin obliczano za pomocą programu komputerowego „Dieta 2.0”, (IŻŻ, Warszawa). W celu uzyskania wartości „netto” dane dotyczące poszczególnych produktów spożywczych i potraw automatycznie zredukowano o wielkości strat technologicznych, zgodnie z zaleceniami Kunachowicz i wsp. [7] oraz Nadolnej i wsp. [7, 9].

Otrzymane wyniki porównano z normami na poziomie bezpiecznego spożycia (w przypadku folianów na poziomie zalecanego spożycia), opracowanymi przez IŻŻ [19, 20], a zawartymi w programie „Dieta 2.0”. Wyniki przedstawiono jako wartości średnie oraz obliczano: odchylenie standardowe, błąd standardowy, a także oceniono wpływ czynnika, jakim jest sezonowość, na istotność różnic ( $P < 0,05$ ) w pobraniu witamin.

## Wyniki i dyskusja

W grupie ankietowanych kobiet w okresie jesienno-zimowym dostarczono 209,5 µg kwasu foliowego, co pokrywało normę tylko w 72,3%, a w okresie wiosenno-letnim spożyto 219,8 µg (75,4% normy) (tab. 1). Najlepszym źródłem folianów w dietach kobiet były warzywa, owoce, nasiona i soki owocowe (łącznie dostarczały 99 µg kwasu foliowego), a także produkty obfitujące w węglowodany złożone (95 µg). Oszacowana średnia zawartość kwasu foliowego w dietach młodych kobiet, potencjalnie mogących zajść w ciążę, była niewystarczająca w porównaniu z zaleceniami. Zapotrzebowanie dla kobiet w wieku 20-25 lat na kwas foliowy wynosi 240 µg/os. Nie ma dotychczas zgodności poglądów co do niezbędnej zawartości folianów dostarczanych z dietą. Biorąc pod uwagę bioprzyswajalność krystalicznego kwasu foliowego przyjmuje się, że minimalne dzienne zapotrzebowanie osoby dorosłej na tę witaminę nie powinno być mniejsze niż 100 µg. Badania Rogalskiej-Niedźwiedz i wsp. [11] traktujące o spożyciu folianów przez kobiety w wieku prokreacyjnym wykazały, że średnie dzienne spożycie kwasu foliowego, pochodzącego z żywności, wynosiło 315 µg/osobę (wahało się w granicach od 111 do 548 µg), co zapewniało odpowiednie pokrycie normy. Jeszcze niższe wyniki uzyskały Hamułka i Wawrzyniak [4] badając kobiety w ciąży. Wynika z nich, że wraz z dietą młode matki spożywały małą ilość kwasu foliowego, pokrywając tylko w 43,2–58,5% normę ich dziennego zapotrzebowania. Ujemny bilans folianów w ustroju kobiet ciężarnych jest zjawiskiem fizjologicznym, dlatego ogólnie przyjmuje się, że zapotrzebowanie na kwas foliowy zwiększa się w czasie ciąży 2- do 4-krotnie [16]. Aby zapewnić komfort zdrowotny matce, jak i dziecku, wszystkie ciężarne powinny przyjmować wystarczającą ilość kwasu foliowego w diecie, bądź w suplementach. W celu zachowania prawidłowych zasobów kwasu foliowego zaleca się dzienne spożycie 0,4 mg kwasu foliowego wszystkim kobietom w wieku rozrodczym przed zajściem w ciążę [2].

W niniejszych badaniach stwierdzono bardzo niskie spożycie tiaminy, wynoszące 0,9 mg/os/dobę w okresie jesienno-zimowym (54% normy), a w sezonie wiosenno-letnim 1,1 mg/os/dobę, co odpowiadało realizacji średniej normy w 63,5%. Głównym źródłem witaminy B<sub>1</sub> w badanych dietach kobiet w wieku 20–25 lat, były produkty obfitujące w węglowodany złożone (0,43 mg/dzień/osobę) oraz mięso, wędliny, drób, ryby i jaja (łącznie 0,38 mg B<sub>1</sub>). Badania wykazały, że prawidłowa zawartość tiaminy powinna wynosić 1,7 mg/dobę. Polskie normy w odniesieniu do kobiet w ciąży zalecają spożycie 1,8 mg a karmiących 2,0 mg tiaminy. Według Szponara i Mielezsko [14] spożycie tej witaminy było większe od otrzymanych wyników w niniejszej pracy, chociaż także nie pokrywało zalecanych wartości (74,7% normy). Podobnie, o zbyt niskim spożyciu tiaminy informuje Szymelfejnik i wsp. [17]. Prawidłowe spożycie z dietą witaminy B<sub>1</sub> uzyskano tylko w pracy Pierzynowskiej i wsp. [10].



Tabela 1

Spożycie witamin z grupy B przez kobiety w okresie jesienno-zimowym oraz wiosenno-letnim.  
Intake of B-group vitamins by women during the autumn-winter and spring-summer seasons.

Rodzaj składnika Type of component	Jednostka Unit	Zakres Range	Wartość średnia Mean value	Odchylenie standardowe Standard deviation	Błąd standardowy Standard error	Norma Recommended daily allowance	Realizacja normy [%] Percentage of recommended daily allowance
Foliany / Foliates	µg	36,9-480,0	209,5	79,4	5,7	290,1	72,3
Tiamina / Thiamine	mg	0,3-2,7	0,9	0,4	0,03	1,7	54,0
Ryboflawina / Riboflavin	mg	0,4-5,8	1,3	0,6	0,04	1,6	78,5
Niacyna / Niacine	mg	2,3-40,6	11,9	6,9	0,5	19,0	62,8
Witamina B <sub>6</sub> / Piridoxine	mg	0,4-4,4	1,3	0,6	0,05	1,8	69,6
Witamina B <sub>12</sub> / Vitamin B <sub>12</sub>	µg	0,2-35,4	3,1	4,2	0,3	2	157,5
Sezon wiosenno-letni / Spring-summer season							
Foliany / Foliates	µg	57,1-583,6	219,8*	88,8	6,41	288,5	75,4
Tiamina / Thiamine	mg	0,2-3,6	1,1	0,5	0,04	1,7	63,5
Ryboflawina / Riboflavin	mg	0,2-3,7	1,4	0,6	0,04	1,6	86,9
Niacyna / Niacine	mg	2,8-52,8	13,6*	7,8	0,6	18,9	71,1
Witamina B <sub>6</sub> / Piridoxine	mg	0,1-4,9	1,4	0,7	0,05	1,8	78,7
Witamina B <sub>12</sub> / Vitamin B <sub>12</sub>	µg	0,05-21,5	3,3	2,9	0,2	2,0	163,9

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* - różnice w wartościach spożycia składników odżywczych w dwóch sezonach są statystycznie istotne  $P < 0,05$  / differences among the values of nutrients consumption levels during the two seasons are statistically significant at  $P < 0,05$ .

Spożycie ryboflawiny w okresie jesienno-zimowym wynosiło 1,3 mg/os/dobę, co stanowiło 78,5% średniej normy. W sezonie wiosenno-letnim pobranie tej witaminy wynosiło 1,4 mg/os/dobę (86,9% średniej normy). Głównym źródłem ryboflawiny w racjach pokarmowych kobiet było mleko i przetwory mleczne (0,44 mg/dzień/osobę), a także mięso, wędliny, drób, ryby i jaja (łącznie dostarczały 0,38 mg B<sub>2</sub>). Na małe spożycie witamin z grupy B wskazują także badania innych autorów [6, 8, 17]. W badaniach Czapskiej i wsp. [1] racje pokarmowe studentów były prawidłowo zbilansowane (pokrywały w 115% normę na witaminę B<sub>2</sub>). Również w pracy Kunachowicz i wsp. ryboflawina występowała w ilościach pokrywających zalecane normy spożycia [5]. W Stanach Zjednoczonych przyjmuje się, że spożycie witaminy B<sub>2</sub> w ilości 0,6 mg/1000 kcal jest wystarczające do pokrycia potrzeb ludzi zdrowych [3]. Instytut Żywności i Żywienia podaje normy dla kobiet ciężarnych 2,0 mg, a dla karmiących 2,5 mg [2]. Hamułka i Wawrzyniak wykazali, w badaniu grupy kobiet ciężarnych, realizację normy na ryboflawinę na poziomie 77–86% [4].

Oszacowana średnia zawartość niacyny w badanych okresach była znacznie mniejsza w porównaniu z zalecanymi wartościami. W sezonie jesienno-zimowym kształtowała się na poziomie 11,9 mg/os/dobę (62,8% normy), natomiast w następnym sezonie 13,6 mg (71,1% normy). Najlepszym źródłem niacyny było, w analizowanych dietach kobiet, mięso, wędliny, drób, ryby i jaja (5,83 mg/dzień/osobę), a w znacznie mniejszym stopniu produkty obfitujące w węglowodany złożone (3,34 mg B<sub>3</sub>). Zapotrzebowanie na niacynę u kobiet wynosi 19 mg/os/dobę, wzrasta w okresie ciąży i laktacji do wartości odpowiednio 18 mg i 20 mg. Podobnie dość niskie spożycie witaminy B<sub>3</sub> wykazano w badaniach Kunachowicz i wsp. [5]. Również w pracy Szymelfejnik i wsp. [17] spożycie niacyny nie pokrywało zalecanych wartości (71% normy). Także badania Hamułki i Wawrzyniak [4] dowodzą o niskim pobraniu z diety witaminy B<sub>3</sub> przez kobiety ciężarne. Tylko w pracy Czapskiej i wsp. [1] spożycie niacyny wśród studentów kształtowało się na zalecanym poziomie.

Podaż witaminy B<sub>6</sub> wynosiła w okresie jesienno-zimowym i wiosenno-letnim odpowiednio 1,3 mg/os/dobę i 1,4 mg/os/dobę i stanowiła 69,6 i 78,7% normy. W analizowanych dietach produktami dostarczającymi pirydoksyny w największym stopniu były produkty obfitujące w węglowodany złożone (0,51 mg/dzień/osobę), mięso, wędliny, drób, ryby i jaja (0,45 mg), a także warzywa, owoce, nasiona i soki owocowe (0,38 mg). Zapotrzebowanie na pirydoksynę jest ściśle związane z ilością spożywanego białka. Komitet Żywienia Człowieka PAN zaleca dla kobiet ciężarnych 2,6–3,4 mg witaminy B<sub>6</sub>, a dla karmiących 2,5–3,0 mg [2]. Badania innych autorów wskazują na większe spożycie witaminy B<sub>6</sub> z diety. W pracy Szymelfejnik i wsp. [17] spożycie pirydoksyny pokryto w 95% normy. Kobiety ciężarne [4] realizowały zapotrzebowanie na tę witaminę w 96%, natomiast w badaniach studentek [1] spożycie pokrywało 126% normy.

Kobiety objęte badaniami spożywały 3,1 µg witaminy B<sub>12</sub> w okresie jesienno-zimowym, (157,5% normy), a w okresie wiosenno-letnim 3,3 µg/os/dobę, co stanowiło 163,9% zalecanej wartości. Najlepszym źródłem cyjanokobalaminy było mięso, wędliny, drób, ryby i jaja (łącznie dostarczały 2,22 µg B<sub>12</sub>/dzień/osobę), a także mleko i przetwory mleczne (1,16 µg). Dzielne zapotrzebowanie kobiet w młodym wieku na witaminę B<sub>12</sub> kształtuje się na poziomie 2,0 µg. Ze względu na trudności w określeniu stopnia wykorzystania witaminy syntetyzowanej w przewodzie pokarmowym – orientacyjnie przyjmuje się normę zapotrzebowania 1 µg/12 h. FAO/WHO zaleca jako normę dobową zapotrzebowania dla ciężarnych 3,0 µg, dla kobiet karmiących 5 µg. Komitet Żywności Człowieka PAN zaleca 3,0 µg dla kobiet nieciążarnych, 4,0 µg dla ciężarnych i 4,0 µg dla kobiet karmiących [2].

Według Nadolnej i Kunachowicz [8] spożycie witamin z grupy B nie jest zbyt duże, a wręcz zaobserwowano na przestrzeni kilku ostatnich lat systematyczne niższe ich spożycie.

Na podstawie uzyskanych wyników własnych oraz innych autorów należałoby zalecać suplementownie diet kobiet witaminami z grupy B, a w szczególności kwasem foliowym.

## Wnioski

1. Całodzienne racje pokarmowe badanej grupy kobiet w wieku 20–25 lat nie spełniały zalecanego zapotrzebowania na większość witamin z grupy B.
2. Wykazano niedostateczne spożycie folianów, jak również tiaminy, ryboflawiny, niacyny oraz pirydoksyny.
3. Spożycie cyjanokobalaminy przekraczało zalecane wartości.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

## Literatura


- [1] Czapska D., Ostrowska L., Karczewski J.: Zawartość wybranych biopierwiastków w całodziennej racji pokarmowej studentów Akademii Medycznej w Białymstoku. Rocznik PZH, 2000, **51**, **4**, 353-359.
- [2] Gawęcki J., Hasik J.: Żywnienie człowieka zdrowego i chorego. Wyd. PWN, Warszawa 2000.
- [3] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003.
- [4] Hamułka J., Wawrzyniak A.: Ocena spożycia wybranych witamin i składników mineralnych u kobiet w ciąży. Rocznik PZH, 2003, **3**, 245-251.
- [5] Kunachowicz H., Rutkowska U., Czarnowska-Misztal E., Nadolna I.: Badania analityczne nad wartością odżywczą całodziennej racji pokarmowych wybranych grup ludności. Przem. Spoż., 1990, **10**, 251-253.
- [6] Leszczyńska T., Pysz M.: Assessment of food consumption patterns of students of the Faculty of Food Technology at the Agricultural University of Crakow. Pol. J. Food Nutr. Sci., 2005, **14/55**, **3**, 315-322.

- [7] Nadolna I., Kunachowicz H., Iwanow K.: Potrawy, skład i wartość odżywcza. Prace IŻŻ, 1994, **65**.
- [8] Nadolna I., Kunachowicz H.: Badania analityczne nad składem i wartością odżywczą racji pokarmowych. Cz. IV. Zawartość witamin grupy B. Żyw. Człow. Met., 1994, **21 (1)**, 25-33.
- [9] Nadolna I., Przygoda B., Troszyńska A.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. Witaminy. IŻŻ, Warszawa 2000.
- [10] Pierzynowska J., Wyrzykowska J., Gronowska-Senger A.: Analiza wpływu edukacji żywieniowej na zachowania żywieniowe wybranej grupy studentów. Rocznik PZH, 1998, **49**, 491-498.
- [11] Rogalska-Niedźwiedź M., Chabros E., Chwojnowska Z., Wajszczyk B., Charzewska J., Ziemiański Ś.: Badania wielkości spożycia folianów w grupie kobiet w wieku prokreacyjnym. Żyw. Człow. Met., 2000, **27, 2**, 172-183.
- [12] Rosenberg J.: Homocysteine, vitamins and arterial occlusive disease: An Overview. J. Nutrition 1996, **126**, (Sup.), 235-236.
- [13] Szczygłowa H., Szczepańska A., Ners A., Nowicka L.: Album porcji produktów i potraw. IŻŻ, Warszawa 1991.
- [14] Szponar L., Mieleško T.: Żywnienie całodzienne kobiet pracujących fizycznie w dużych zakładach pracy. Rocznik PZH, 1987, **38, 6**, 471-479.
- [15] Szponar L., Ołtarzewski M., Rychlik E.: Energia i białko w całodziennym pożywieniu różnych grup ludności w Polsce. Żyw. Człow. Met., 2003, **30, 1/2**, 113-119.
- [16] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. IŻŻ, Warszawa 2000.
- [17] Szymelfejnik E. J., Wądołowska L., Cichoń R., Przysławski J., Bolesławska I.: Wartość odżywcza tygodniowych racji pokarmowych młodzieży akademickiej. Żyw. Człow. Met., 2003, **30, 1/2**, 120-126.
- [18] Wartanowicz M.: Kwas foliowy - mikroskładnik o wielkim znaczeniu. Żyw. Człow. Met., 1997, **24, 1**, 96-100.
- [19] Zielke M., Kostrzewa-Tarnowska A.: Ocena sposobu żywienia i stanu odżywienia wybranej grupy młodzieży akademickiej. Żyw. Człow. Met., 2000, XXVIII Supl, 50.
- [20] Ziemiański Ś.: Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2001.
- [21] Ziemiański Ś., Wartanowicz M.: Rola folianów w żywieniu kobiet w okresie rozrodczym. Nowa Medycyna, Rok IV, Ginekologia IV, Borgis LTD, Wyd. Medyczne i Oświatowe, Warszawa, 1997, **13**, 16-2.

#### ASSESSMENT OF THE CONTENT OF FOLATES AND OTHER B-GROUP VITAMINS IN THE DIETS OF YOUNG WOMEN (20-25 YEARS OLD) FROM THE MAŁOPOLSKA REGION

##### S u m m a r y

The objective of this study was to determine the nourishing method for women aged 20 to 25 years. The research covered a group of young women from the Cracow neighbourhood; it was conducted during the autumn-spring (2005/2006). The research was conducted using a method of interviewing those women on their food intake during the last 24 hrs before the research. The poll was performed on 4 weekdays, totally 384 poll questionnaires were received. The food rations eaten by women polled did not meet the requirements for folates, nor for the majority of B-group vitamins. The intake of folic acid by women studied covered as little as the 74% of the required amount. Additionally, it was proved that the intake of thiamine, riboflavin, niacin, and vitamin B<sub>6</sub> was low. Only the intake of vitamin B<sub>12</sub> covered the recommended values. The seasonal character of supply of some products on the intake level was proved only with regard to some vitamins. The findings of this study confirm the necessity of taking actions aiming at changing the nutritional habits of young women.

**Key words:** food rations, dietary records taken during the last 24 hrs, folates, B-group vitamins 

MONIKA BRONKOWSKA, BEATA SADOWSKA

## OCENA SPOSOBU ŻYWIENIA KOBIET W OKRESIE OKOŁOMENOPAUALNYM W ASPEKCIE ZAGROŻENIA CHOROBY CYWILIZACYJNYMI – SPOŻYCIE WYBRANYCH SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

### Streszczenie

Celem pracy była ocena sposobu żywienia kobiet ( $n = 100$ ) w okresie okołomenopauzalnym w aspekcie zagrożenia chorobami cywilizacyjnymi. Zastosowano metodę trzykrotnego wywiadu o spożyciu z ostatnich 24 godzin oraz historię żywienia (m.in. zwyczajowa dzienna liczba posiłków, częstotliwość spożywania produktów). Sposób żywienia większości badanych kobiet był nieprawidłowy, aterogenny, zbliżony do sposobu żywienia innych populacji w krajach rozwiniętych gospodarczo. Na podstawie analizy ilościowej wykazano, że w około 30-50% diet podaży składników aterogennych (nasycone kwasy tłuszczowe, tłuszcz ogółem, cholesterol, białko zwierzęce) przekraczała zalecenia przyjętego modelu prozdrowotnego (powyżej 110%). Sposób żywienia badanych kobiet nie różnił się zasadniczo w zależności od poziomu ich wykształcenia. W średniej racji pokarmowej udział energii pochodzącej z tłuszczu, białka i węglowodanów wynosił odpowiednio 29,4; 14,4 i 56,1%.

**Słowa kluczowe:** kobiety, sposób żywienia, okres okołomenopauzalny

### Wprowadzenie

Zagrożenie zdrowia kobiet przez metaboliczne choroby cywilizacyjne przejawia się w rosnącym wciąż odsetku zapadających na te schorzenia. Choroby układu krążenia są przyczyną zgonów około 54% kobiet w Polsce. Częstość występowania choroby wieńcowej wzrasta u kobiet w okresie okołomenopauzalnym. Zmiany zachodzące w organizmie kobiety w okresie menopauzy wzbudzają duże zainteresowanie naukowców, lekarzy wielu dyscyplin oraz samych kobiet. Menopauza jest okresem przejściowym od okresu rozrodczego do okresu starości. U kobiet po menopauzie, postępujący zanik czynności hormonalnej jajników i innych gruczołów wydzielania wewnętrznego wiąże się z występowaniem zaburzeń gospodarki lipidowej w surowicy krwi. Zaburze-

nia te wraz z innymi czynnikami, takimi jak: nadciśnienie tętnicze i palenie papierosów mogą przyczyniać się do uszkodzenia ściany naczyń krwionośnych i rozwoju płytki miażdżycowej [1, 2, 3].

W związku z problemami zdrowotnymi kobiet w okresie menopauzalnym ważne jest podejmowanie badań prowadzących do zdefiniowania rodzaju i liczby czynników odpowiedzialnych za choroby metaboliczne najczęściej występujące w tej grupie osób. Żywnienie jest główną, dającą się modyfikować determinantą chorób przewlekłych. Zmiana sposobu żywienia, w kierunku wyeliminowania błędów żywieniowych, istotnie wpływa na poprawienie zdrowia i jakości życia kobiet w okresie okołomenopauzalnym. W postępowaniu leczniczo-profilaktycznym, oprócz wyrównania niedoborów hormonalnych, ogromną rolę odgrywa prozdrowotny styl życia, którego składową jest właściwy sposób odżywiania, zbilansowany pod względem wartości energetycznej diety, ale również struktury jej pochodzenia z poszczególnych makroskładników – białek, tłuszczów, węglowodanów oraz zawartości witamin i składników mineralnych [8, 9].

Celem pracy była ocena sposobu żywienia kobiet w okresie okołomenopauzalnym w aspekcie zagrożenia chorobami cywilizacyjnymi.

### **Material i metody badań**

Badania sposobu żywienia wykonano w grupie 100 kobiet, w wieku 45–55 lat. Wywiady przeprowadzono od listopada 2006 r. do marca 2007 r. Dobór populacji do badań był przypadkowy. Wszystkie badane osoby charakteryzowały się małą zawodową aktywnością fizyczną (urzędy, biura itp.).

W ocenie sposobu żywienia kobiet zastosowano trzykrotny wywiad o spożyciu z ostatnich 24 godz. przed badaniem oraz historię żywienia, dotyczącą 2–3 miesięcy poprzedzających badania. Do oceny ilościowej wykorzystano „Album fotografii produktów i potraw” [19]. W badanych racjach pokarmowych za pomocą programu komputerowego „Dietetyk 2000” dla Windows 95, zawierającego bazę danych utworzoną przez autorów na podstawie „Tabel wartości odżywczej produktów spożywczych” [10] oraz „Potrawy – skład i wartość odżywcza” [12], obliczano wartość energetyczną i zawartość 11 składników odżywczych. Kwestionariusz historii żywienia zawierał pytania dotyczące upodobań żywieniowych, zwyczajowej dziennej liczby posiłków, zwyczajowej częstotliwości spożycia różnych produktów i potraw.

Do oceny sposobu żywienia badanych kobiet przyjęto własny, prozdrowotny model żywienia, opracowany na podstawie światowych rekomendacji oraz szeregu programów i raportów żywieniowo - kardiologicznych, m.in. ekspertów World Health Organization [20], National Cholesterol Education Program Adults Treatment Panel III [6]. Założenia modelu prozdrowotnego oraz uzyskane wyniki dotyczące spożycia podstawowych składników odżywczych przedstawiono w tab. 1.

W modelu tym przyjęto należną dla 45-55-letnich kobiet wartość energetyczną całodziennych posiłków [21]. Udział w całodziennym zapotrzebowaniu energii pochodzącej z: białka (12%), tłuszczów (25%) i węglowodanów (58%) wykorzystano do ustalenia zaleceń spożycia tych składników w modelu prozdrowotnym. Zgodnie z zaleceniami ekspertów, jako pożądane w żywieniu przyjęto także poziom 30 g błonnika i 300 mg cholesterolu.

W przyjętym, a opracowanym na podstawie rekomendacji WHO oraz światowego i krajowego piśmiennictwa [11, 13, 20, 21] modelu prozdrowotnym dotyczącym spożycia kwasów tłuszczowych, uwzględniono następujący ich udział procentowy w ogólnej wartości energetycznej całodziennych racjach pokarmowych:

- z nasyconych kwasów tłuszczowych (KTN) – 8%,
- z jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (KTJ) – 12%,
- z wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WKT) – 5% .

Obliczano również wskaźnik aterogenności diety wg Keysa [ $1,35 \times (2 \times \% \text{ en. z KTN} - \% \text{ en. z WKT}) + 1,5 \times \sqrt{\text{cholesterol}/1000}$ ] [kcal] [17, 18]; wyniki przedstawiono w tab. 1.

Uzyskane wyniki podzielono wg procentowej realizacji modelu prozdrowotnego (tab. 2). Uwzględniono następujące przedziały [%]: 0–30, 30–50, 50–70, 70–90, 90–110, 110–130 i powyżej 130; za prawidłowy zgodny z zaleceniami uznano przedział 90–110.

Wyniki przedstawiono w postaci wartości średniej, mediany, odchylenia standardowego oraz wartości maksymalnej i minimalnej. Do badania różnic między wartościami średnimi zastosowano test t-Studenta.

## Wyniki i dyskusja

Badana grupa kobiet charakteryzowała się różnym wykształceniem. Kobiety z wykształceniem wyższym stanowiły 30% badanej populacji, z wykształceniem średnim 45%, z wykształceniem zawodowym 19,2% i z wykształceniem podstawowym 5,8%. Większość (82,5%) respondentek pracowała zawodowo, pozostałe 17,5% nie pracowało. Większość badanych kobiet (85%) była mężatkami. Około 60,8% badanych kobiet mieszkało na wsi, 34,2% w mieście do 50 tys. mieszkańców i 5% w mieście powyżej 50 tys. mieszkańców.

Badaną grupę kobiet początkowo podzielono ze względu na wykształcenie i nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w podaży wybranych składników odżywczych (test t-Studenta dla zmiennych niezależnych) w poszczególnych grupach. Uzyskane wyniki połączono i traktowano badane kobiety jako jedną grupę o niskiej aktywności fizycznej.

Poza zawodowy aktywny tryb życia zadeklarowało 28% badanych kobiet, 35% – przeciętnie aktywny, 34% – mało aktywny, a 3% nie potrafiło go ocenić. Na uwagę

zasługuje fakt, że uprawianie sportu i regularne ćwiczenia zadeklarowało tylko 15%. Wolny czas 50% badanych kobiet spędzało najczęściej oglądając telewizję, 40% czytając książki i gazety, natomiast tylko 25% badanych kobiet jeździło na rowerze.

Wyniki badań dotyczące oceny sposobu żywienia kobiet przedstawiono w tab. 1. Uwzględniono w niej wartość energetyczną całodziennych racji pokarmowych oraz podaż podstawowych składników odżywczych. Średnie wyniki porównano z odpowiednimi zaleceniami przyjętego prozdrowotnego modelu żywienia oraz przedstawiono procent ich realizacji.

Wartość energetyczna średniej racji pokarmowej badanej grupy kobiet wynosiła 7,7 MJ (1833,4 kcal) i była zbliżona do danych uzyskiwanych w innych polskich badaniach [4, 16]. Pokrycie zapotrzebowania energetycznego na granicy obowiązujących norm (84,5%) wykazano również w badaniach Przybyłowicz i wsp. [15] przeprowadzonych wśród kobiet w wieku 36–60 lat oraz w badaniach przeprowadzonych przez Iłowa i wsp. [7] wśród zawodowo pracujących kobiet z Legnicy, gdzie stopień realizacji normy wynosił 89,4%.

Należy podkreślić, że w niniejszych badaniach około 50% racji realizowało normę poniżej 90%, natomiast 29% diet mieściło się powyżej 110% normy (tab. 2).

Podaż białka ogółem w racjach pokarmowych badanych kobiet przekraczała przyjęty w prozdrowotnym modelu żywienia poziom i wynosiła 64,7 g. Zaobserwowano znaczne przekroczenie zalecanej podaży białka zwierzęcego. Średnia zawartość tego składnika w dietach wynosiła 38,8 g i przekraczała zalecenia o 98,8%. Zalecenia dotyczące spożycia białka roślinnego zostały zrealizowane z kolei tylko w 66,4%.

Podobną tendencję zaobserwowały również Piórecka [14] w badania przeprowadzonych wśród mieszkank Krakowa oraz Bronkowska i wsp. [4] wśród 40-letnich kobiet z Wrocławia. Spożycie białka przekroczyło także normę w całodziennych racjach pokarmowych kobiet w wieku 36–60 oraz 42–52 lat [5, 15].

Podaż węglowodanów w średniej racji pokarmowej kobiet (270,0 g) była poniżej przyjętego modelu prozdrowotnego, a realizacja zalecanej normy wynosiła 87,9%. Prawidłową ilość węglowodanów (90–110%) realizowano tylko w 24% racji pokarmowych badanych kobiet. Zbliżoną zawartość węglowodanów zaobserwowano także w racjach pokarmowych 40-letnich mieszkank Wrocławia i 45–52-letnich mieszkank Szczecina. Procent realizacji normy na ten składnik wynosił odpowiednio 86,1 i 83,0% [4, 5]. Zbyt małą podaż węglowodanów odnotowano również w racjach pokarmowych kobiet ocenianych przez Przybyłowicz i wsp. (72% realizacji normy) [15].

Średnia zawartość błonnika pokarmowego w racjach badanych kobiet wynosiła 20,1 g (67,0% normy). Do optymalnego przedziału realizacji normy (90–110%) zakwalifikowano tylko 10% racji pokarmowych. Niską zawartość błonnika pokarmowego odnotowano również wśród kobiet badanych przez Bronkowską i wsp. [4], Piórecką



Tabela 1

Energia i podstawowe składniki odżywcze w racjach pokarmowych badanych kobiet (n = 100) w wieku 45-55 lat.

Energy and basic nutrients contained in food rations eaten by 45 to 55 year old women investigated (n = 100).

Wartość energetyczna i składniki odżywcze Energy and nutrients	Wartość średnia Mean value	Odchylenie standardowe Standard deviation	Min. Min.	Max. Max	Mediana Median	Zalecenia założone zgodnie z prozdrowotnym modelem żywienia Recommendations of the health-promoting model	Realizacja zaleceń założonych w prozdrow. modelu żywienia [%] Level of meeting the recommended requirements as assumed in the pro-health-model [%]
Wartość energetyczna Energetic value [MJ]	7,7	2,3	2,7	15,2	17,3	8,2	94,0
Wartość energetyczna Energetic value [kcal]	1833,4	548,4	636,6	3621,0	1748,2	1950	94,0
Białko ogółem Total protein [g]	64,7	18,1	23,5	124,7	63,1	58,5	110,7
Białko roślinne Plant-derived protein [g]	25,9	9,0	8,2	54,9	24,5	39	66,4
Białko zwierzęce Animal-derived protein [g]	38,8	12,8	0,2	72,9	36,8	19,5	198,8
Węglowodany ogółem Total carbohydrates [g]	270,0	82,8	109,2	513,4	266,1	307,1	87,9
Błonnik pokarmowy Dietary fibre [g]	20,1	6,5	8,0	48,4	26,1	30	67,0
Tłuszcz ogółem Total fats [g]	60,6	22,3	15,7	128,7	57,2	54,2	111,8
Nasycone KT Saturated fatty acids [g]	19,8	7,9	4,2	41,3	18,3	17,3	114,4
Jednonienasycone KT Monounsaturated fatty acids [g]	22,6	9,2	4,4	50,8	21,2	26	86,8
Wielonienasycone KT Multiunsaturated fatty acids [g]	10,4	5,3	2,9	33,4	9,5	10,8	96,0
Cholesterol Cholesterol [mg]	307,2	151,5	3,3	701,5	282,6	300	102,4
Wskaźnik Keysa Keys Indicator	37,6	31,5	6,8	51,6	36,0	33,4	112,6

Tabela 2

Podział racji pokarmowych badanych kobiet w wieku 45-55 lat (n = 100) na frakcje procentowej realizacji zaleceń na energię i składniki odżywcze [%].

The fractional classification of food rations eaten by 45-55 year old women by the per cent levels of meeting the recommended values of energy and nutrients to be supplied [%].

Wartość energetyczna i składniki odżywcze Energy and nutrients	% grupy % group	0-30	30-50	50-70	70-90	90-110	110-130	>130
Wartość energetyczna Energetic value [MJ] Wartość energetyczna Energetic value [kcal]	% grupy	-	4	13	33	21	20	9
Białko ogółem / Total protein [g]	% grupy	-	4	13	33	21	20	9
Białko roślinne Plant-derived protein [g]	% grupy	-	1	6	16	30	27	20
Białko zwierzęce Animal-derived protein [g]	% grupy	2	19	41	26	8	1	3
Wartość energetyczna Energetic value [MJ]	% grupy	1	-	-	1	4	4	90
Węglowodany ogółem Total carbohydrates [g]	% grupy	-	5	21	28	24	16	6
Błonnik pokarmowy Dietary fibre [g]	% grupy	1	18	44	24	10	2	1
Tłuszcz ogółem / Total fats [g]	% grupy	1	3	10	20	22	10	34
Nasycone KT* Saturated fatty acids [g]	% grupy	1	5	8	17	23	14	32
Jednonienasycone KT* Monounsaturated fatty acids [g]	% grupy	3	11	21	23	18	14	10
Wielonienasycone KT* Multiunsaturated fatty acids [g]	% grupy	1	13	20	19	19	13	15
Cholesterol / Cholesterol [mg]	% grupy	3	11	15	16	15	18	22
Wskaźnik Keysa / Keys Indicator	% grupy	1	-	7	12	30	25	25

i wsp. [14] i Przybyłowicz i wsp. [15] i wykazano, że normy realizowane były odpowiednio w 61,7, 53,6 i 73,2%. Wielokierunkowy wpływ błonnika pokarmowego na funkcje przewodu pokarmowego oraz na procesy trawienia i wchłaniania (m.in. zmniejszanie stężenia cholesterolu we krwi) powoduje, że niedoborom błonnika w diecie przypisuje się powstawanie i rozwój wielu chorób przewodu pokarmowego i chorób metabolicznych [20]. W całodziennych racjach pokarmowych badanych kobiet stwierdzono zbyt dużą, w stosunku do zaleceń prozdrowotnego modelu żywienia, podaż tłuszczu ogółem, zawartość w średniej racji pokarmowej kobiet 45–55 letnich

wynosiła 60,6 g (111,8% zaleceń). W około 34% racji pokarmowych stwierdzono zawartość tego składnika powyżej 130% zaleceń.

Wykazano również wysoką podaż nasyconych kwasów tłuszczowych wynoszącą 19,8 g (114,4% realizacji zaleceń). Nasycone kwasy tłuszczowe, występujące w znacznych ilościach w posiłkach badanych grup kobiet, mogą podnosić stężenie cholesterolu całkowitego i frakcji LDL-cholesterolu. Poza niekorzystnym wpływem na profil lipidowy, zwiększają one krzepliwość krwi, powodują dysfunkcję śródbłonna, podnoszą ciśnienie tętnicze i insulinooporność oraz stymulują arytmie [wg 21].

Podaż jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w całodziennych racjach pokarmowych (22,6 g) stanowiła 86,8% zaleceń (tab. 1). Natomiast podaż wielonienasyconych kwasów tłuszczowych pokrywała zalecenia w 96% (10,4 g) w racjach pokarmowych kobiet (tabela 1).

Zawartość cholesterolu w średniej racji pokarmowej badanych kobiet wynosiła 307,2 mg. W około 15% racji pokarmowych kobiet realizowano podaż w przedziale 90-110% zaleceń, natomiast w 22% racji podaż cholesterolu była na poziomie >130%. Wykazane zbyt wysokie spożycie cholesterolu przy występujących zaburzeniach metabolizmu lipidów u kobiet w wieku okołomenopauzalnym przyczynia się w istotny sposób do występowania w tej populacji chorób układu krążenia.

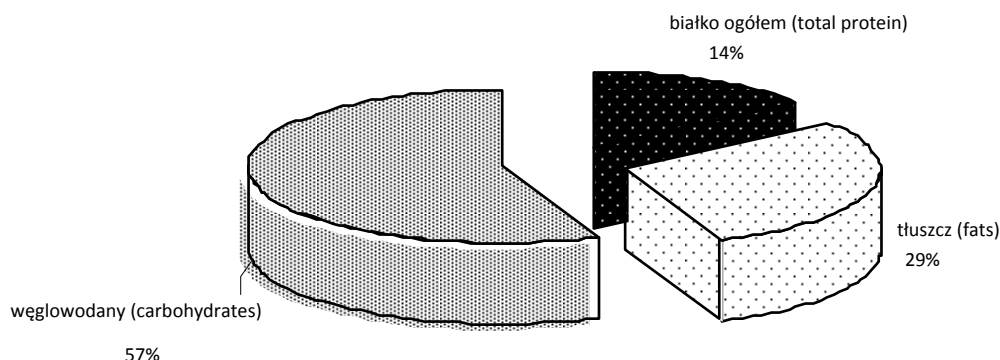
Wysokie spożycie tłuszczu ogółem, cholesterolu oraz nasyconych kwasów tłuszczowych wykazano także w badaniach spożycia składników odżywczych wśród 40-letnich kobiet z Wrocławia [4]. Podobne wyniki uzyskał również Przysławski [16], badając wartość żywieniową tłuszczów występujących w racjach pokarmowych kobiet i mężczyzn w okresie meno- i andropauzy.

Na rys. 1. przedstawiono procentowe udziały energii pochodzącej z poszczególnych składników odżywczych (białko, węglowodany i tłuszcz ogółem) w racjach pokarmowych badanych kobiet. Wykazano zbyt wysoką podaż energii pochodzącej z białka 14,4% - przy zaleceniach 12%, oraz 29,4% energii z tłuszczu – przy zaleceniach 25%. Całodziennie racje pokarmowe badanych kobiet wykazały zbyt mały (63%), w stosunku do zaleceń, udział energii z węglowodanów – 56,1%. Struktura spożycia energii jest główną miarą prawidłowości żywienia. Podobną strukturę odbiegającą od zaleceń (zbyt duży procentowy udział energii z białek oraz tłuszczów, a w konsekwencji zbyt mały udział energii z węglowodanów), potwierdzają badania innych polskich autorów [4, 5, 15].

Udział energii pochodzącej z nasyconych kwasów tłuszczowych w średniej racji pokarmowej kobiet w wieku 45–55 lat wyniósł 9,1% (przy zalecanych 8% energii ogółem), natomiast udział energii z jednonienasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wynosił odpowiednio 11,8 i 5,6% (przy zaleceniach 12 i 5%).

W przeprowadzonych badaniach określono również aterogenność diety badanych kobiet wykorzystując do obliczeń wskaźnik Keysa. Średnia wartość powyższego wskaźnika w

W przeprowadzonych badaniach określono również aterogenność diety badanych kobiet, wykorzystując do obliczeń wskaźnik Keysa. Średnia wartość powyższego wskaźnika w racjach pokarmowych kobiet kształtowała się powyżej wartości przyjętych w modelu prozdrowotnym i wynosiła odpowiednio 37,6 (112,6% realizacji zaleceń). Wykazano, że 50% racji pokarmowych kobiet cechowało się wartościami wskaźnika Keysa powyżej 110% realizacji zalecanego poziomu. Do przedziału wartości prawidłowych (90–110% zaleceń) zaliczono 30% racji.



Rys. 1. Udziały energii pochodzącej z poszczególnych składników odżywczych (białko, węglowodany i tłuszcz ogółem) w racjach pokarmowych badanych kobiet (n = 100), [%].

Fig. 1. Per cent contributions of energy from nutrients (protein, carbohydrates, fats) in food rations of 45-55-year-old women examined (n = 100).

Inne badania potwierdzają, że diety kobiet charakteryzują się znaczną aterogennością. Średni wskaźnik Keysa w diecie 40-letnich kobiet z Wrocławia [4] wynosił 38,6, natomiast mieszkanek Krakowa aż 41,9 [14].

## Wnioski

1. Kobiety w wieku okołomenopauzalnym z terenu Dolnego Śląska wykazują niekorzystne zachowania żywieniowe, co przekłada się na zwiększenie ryzyka zagrożenia chorobami metabolicznymi.
2. Średnia realizacja zapotrzebowania energetycznego przez badane kobiety znajduje się na granicy przyjętych założeń modelu prozdrowotnego, przy czym struktura jego realizacji jest nieprawidłowa. Wykazano zbyt duży udział energii z tłuszczów i białek, wobec małego udziału energii z węglowodanów.

3. Nieprawidłowy udział (zbyt mały) jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, białka roślinnego oraz błonnika pokarmowego w dziennej racji pokarmowej stanowią główne żywieniowe czynniki ryzyka chorób serca w badanej grupie kobiet.
4. Średnia racja pokarmowa charakteryzowała się ateroogennością, wynikającą z nadmiernego spożycia tłuszczów i cholesterolu.
5. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w sposobie żywienia kobiet w zależności od wykształcenia. Stwierdzono jednak bardzo duże indywidualne zróżnicowanie spożycia składników pokarmowych i nieregularność w przyjmowaniu posiłków.

*Praca była prezentowana podczas VIII Konferencji Naukowej nt. „Żywność XXI wieku – Żywność a choroby cywilizacyjne”, Kraków, 21–22 czerwca 2007 r.*

### Literatura

- [1] Biela U.: Czynniki determinujące wiek naturalnej menopauzy. *Przegl. Lek.*, 2002, **59**, 165-169.
- [2] Bokiniec M.: Menopauza. *Med. Rodzinna*, 2002, 18, **2**, [www.borgis.pl](http://www.borgis.pl).
- [3] Bolesławska I., Przysławski J.: Żywieniowe aspekty rozwoju niedokrwiennej choroby serca wśród kobiet z regionu Wielkopolski. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, supl., 497-501.
- [4] Bronkowska M., Zechałko-Czajkowska A.: Nutritional patterns of 40-year-old women from Wrocław in the aspect of the risk of Cardiovascular diseases. Part I. Intake of selected nutrients and groups of food products. *Pol. J Food Nutr. Sci.*, 2006, **15/56**, **1**, 83-90.
- [5] Friedrich M.: Prozdrowotna edukacja żywieniowa jako czynnik wpływający na zmiany nawyków żywieniowych. Cz. I. Ocena sposobu żywienia zawodowo pracujących mieszkanki Szczecina, w wieku 45-52 lat, z BMI  $\geq 30,0$  i  $\geq 40,0$ . *Żyw. Czł. i Metab.*, 1997, **24**, **3**, 279-292.
- [6] Grundy S. M., Becker D.: National Cholesterol Education Program (NCEP). Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adults Treatment Panel III). NIH Publication, 2001.
- [7] Iłow R., Regulska-Iłow B., Szymczak J.: Ocena sposobu żywienia kobiet z Legnicy i okolic. Cz.II. Ocena ilościowa. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1998, **31**, **1**, 55-60.
- [8] Kornacewicz-Jach Z., Przybycień K., Chomicz J., Pieczul - Mróz, Karwat B., Gorący J.: Zagrożenie chorobami układu krążenia u kobiet. *Przegl. Menopauzalny*, 2003, **5**, 17-26.
- [9] Kornacewicz-Jach Z.: Choroby serca u kobiet. *Forum profilaktyki*, 2006, **4**, **3**, 1-3, [www.pfp.edu.pl](http://www.pfp.edu.pl).
- [10] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. *Prace IŻŻ*, Warszawa 1998, s. 85.
- [11] Lauritzen J., Hansen H.S., Jorgensen M.H.: The essentiality of long chain n-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog. Lip. Res.*, 2001, **40**, 1-94.
- [12] Nadolna I., Kunachowicz H., Iwanow K.: Potrawy – skład i wartość odżywcza. *Prace IŻŻ*, Warszawa 1994.
- [13] Paradowski L., Kempniński R.: Nutrition and chronic diseases of developed communities. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 2003, **12**, supl. 1, 109-116.
- [14] Piórecka B., Jagielski P., Żwirska J., Piskorz A., Brzostek T., Schlegel-Zawadzka M.: Wpływ żywienia na występowanie wybranych metabolicznych czynników ryzyka chorób układu krążenia wśród mieszkanki Krakowa. *Roczniki PZH*, 2007, **58**, **1**, 119-127.


- [15] Przybyłowicz K., Majewicz B., Cichon R., Przybyłowicz M.: Żywieniowe uwarunkowania kobiet w okresie okołomenopauzalnym w odniesieniu do chorób dietozależnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003, supl., 137-141.
- [16] Przysławski J., Grygiel B.: Estimation of nutrition manner of obese women perimenopausal and postmenopausal period. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **30**, 127-132.
- [17] Rywik S., Broda G.: Stan zdrowia ludności byłego województwa tarnobrzeskiego w roku 2001. Inst. Kardiol., Warszawa 2002.
- [18] Rywik S., Broda G.: Stan zdrowia ludności Warszawy w roku 2001. Inst. Kardiol., Warszawa 2002.
- [19] Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2000.
- [20] World Health Organization., Diet, nutrition and the prevention of chronic disease. Report of joint WHO/FAO Expert Consultation. Technical Report Series, No 916, Geneva 2003.
- [21] Ziemiński S.; Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Wyd. PZWL, Warszawa 2001.

**ASSESSING THE EATING HABITS OF PERIMENOPAUSAL WOMEN FROM THE POINT OF VIEW OF HAZARDS BY THE DISEASES OF CIVILIZATION – THE INTAKE OF SOME SELECTED NUTRIENTS**

**S u m m a r y**

The objective of the study was to assess the eating habits of perimenopausal women (n = 100) from the point of view of hazards by the diseases of civilization. A method of threefold interview referring to the food eaten during the most recent 24-hour period and a diet history were applied (whereas the latter covered, among other things, a usual number of meals per day, a frequency of eating food products). The eating habits of the majority of women interviewed were improper, atherogenic, and close to the eating habits of other populations living in the economically developed countries. On the basis of the quantitative analysis, it was proved that the levels of components supplied with the food eaten exceeded the recommended amounts as assumed by the pro-health diet model in ca. 30-50% of the food rations consumed by the women interviewed (over 110%).

The eating habits of the women investigated did not basically differ with regard to their levels of education. The energy ratios provided with one average food ration and originating from fat, protein and carbohydrates were 29.4%, 14.4%, and 56.1%.

**Key words:** women, eating habits, perimenopausal period 

GRAŻYNA MORKIS

## PROBLEMATYKA ŻYWNOSCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 31 grudnia 2007 r.

### Polskie akty prawne

1. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 19 grudnia 2007 r. w sprawie połączenia Centralnego Laboratorium Chłodnictwa, Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego, Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Gastronomicznego i Artykułów Spożywczych oraz Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (Dz. U. 2007 r. Nr 247, poz. 1837).

Od dn. 1 stycznia 2008 r. następuje włączenie Centralnego Laboratorium Chłodnictwa, Centralnego Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego oraz Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Gastronomicznego i Artykułów Spożywczych do Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego. Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego zachowuje dotychczasową nazwę.

### Unijne akty prawne

1. Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1441/2007 z dn. 5 grudnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 2073/2005 w sprawie kryteriów mikrobiologicznych dotyczących środków spożywczych (Dz. Urz. UE L 322, s. 12).

Rozporządzenie zawiera nowy załącznik I do rozporządzenia (WE) nr 2073/2005 pt. „Kryteria mikrobiologiczne dotyczące środków spożywczych”. Tekst załącznika zawiera następujące rozdziały:

1. Kryteria bezpieczeństwa żywności.

2. Kryteria higieny procesów:
  - Mięso i produkty mięsne.
  - Mleko i produkty mleczne.
  - Produkty jajeczne.
  - Produkty rybołówstwa.
  - Warzywa, owoce i produkty pochodne.
3. Zasady pobierania i przygotowania próbek do badań:
  - Ogólne zasady pobierania i przygotowania próbek do badań
  - Pobieranie próbek bakteriologicznych w rzeźniach i zakładach produkujących mięso i wyroby mięsne. ☒



HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, DAGMARA MIERZEJEWSKA

## WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOŚCI

Prezentujemy 29. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

- AKTYWNA KONFORMACJA / ACTIVE CONFORMATION** – konformacja przyjmowana przez związek w czasie łączenia się z docelowym miejscem wiążącym
- ANALOG STANU PRZEJŚCIOWEGO / TRANSITION STATE ANALOG** – inhibitor enzymu, opracowany w celu pozorowania stanu przejściowego w reakcji katalizowanej enzymem
- AUTOINHIBICJA / AUTOINHIBITION** – proces związany z wydzielaniem specyficznych toksyn (autotoksyn), które ograniczają wzrost rośliny, a nawet przerastanie się nawzajem korzeni rośliny z korzeniami roślin sąsiednich
- BIOWEKTOR / BIOVECTOR** – bardzo mały pęcherzyk utworzony z hydrofilowego, żelowego, polisacharydowego rdzenia, zdolnego do wychwytywania czynników aktywnych w oczkach sieci
- ELICYTOR / ELICITOR** – czynnik pochodzenia grzybowego, który wywołuje reakcję rośliny na infekcję
- NANOKAPSUŁA / NANOCAPSULE** – system zbiornikowy, złożony z polimeryzowanej ciągłej osłonki, która otacza płynne lub żelowe wnętrze
- NANOSFERA / NANOSPHERE** – polimeryczny system matrycowy, utworzony ze stałego wnętrza, o strukturze porowatej i nieciągłej. Czynniki aktywne są adsorbowane na materiale polimerycznym i powinny się rozpuszczać w środowisku polimeryzacji, które dostosowane jest najczęściej do aktywnych składników hydrofilowych
- PEPTOIDY / PEPTOIDS** – peptydy częściowo lub w pełni otrzymane z aminokwasów niewystępujących w naturze. Nie są rozpoznawane jako peptydy przez występujące w organizmie enzymy – proteazy
- QSAR / QSAR** – ilościowa zależność struktura-aktywność. Badania zależności właściwości fizykochemicznych związków od ich aktywności farmakologicznej ☒

---

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

## NOWE KSIĄŻKI

### **Food Preservation by Pulsed Electric Fields: From Research to Application**

[Konserwacja żywności za pomocą impulsowego pola elektrycznego]

H.L.M. Lelieveld, Unilever Research, Vlaardingen, The Netherlands

S. Notermans, Lancashire University, UK

S.W.H. de Haan, Technical University of Delft, The Netherlands, UK

Wydawnictwo: Taylor & Francis Group, 2008, ISBN 9781420043952, stron 363, cena 269,95\$

Zamówienia: [www.crcpress.com](http://www.crcpress.com)

Zastosowanie impulsowego pola elektrycznego (IPE) w przetwórstwie spożywczym jest nietermiczną metodą zabezpieczenia, polegającą na użyciu serii krótkich impulsów wysokiego napięcia w celu unieszkodliwienia drobnoustrojów. Metoda pozwala na wyprodukowanie żywności o bardzo wysokiej jakości sensorycznej i niezmienionej wartości odżywczej oraz o długim okresie trwałości. W książce usystematyzowano wiedzę dotyczącą tej nowatorskiej nadal metody, począwszy od badań nad bezpieczeństwem produktu, poprzez rozwój technologii aż do wdrożenia jej w praktyce.

### **Znakowanie mięsa i przetworów mięsnych Przewodnik po podstawowych przepisach prawa żywnościowego**

A. Płóciennik-Ociepka, L. Wardenga

Wydawnictwo: Elamed, Warszawa 2007, ISBN 9788392516217, stron 239, cena 33,50 zł

Branża mięsna boryka się z wieloma problemami związanymi z dostosowaniem się zakładów do unijnych przepisów. Jednym z takich problemów jest znakowanie żywności. Unia Europejska oraz Polska wprowadziły szereg przepisów dotyczących znakowania mięsa i przetworów mięsnych, lecz do tej pory nie opublikowano materiałów szkoleniowych i poradników. Dlatego książka wypełnia braki w tym zakresie. W jednej pozycji zebrano przepisy unijne oraz polskie regulacje prawne dotyczące produktów pochodzenia zwierzęcego. Oprócz przepisów prawa, w poradniku przedstawiono problematykę związaną z kontrolą przedsiębiorstw branży mięsnej, a zwłaszcza kompetencje poszczególnych organów kontrolnych. Forma, w jakiej przedstawiono informacje jest przystępna, umożliwiającą pełne zrozumienie i korzystanie z przepisów prawa w omawianym zakresie.

Opracował: *Stanisław Popek*

## TECHNOLOG ŻYWNOSCI

### INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 17 Nr 6

grudzień 2007

---

#### DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

##### Zarząd Główny

Zarząd Główny nawiązał współpracę z Funduszem Współpracy „AGRO-SMAK-2”, w ramach której Towarzystwo będzie realizować temat pt. „Diagnoza stanu bezpieczeństwa w procesach wytwarzania produktów tradycyjnych i lokalnych oraz projekt modelu systemu bezpieczeństwa i doradztwa technologicznego dla tych produktów”.

PTTŻ jako organizacja pożytku publicznego złożyła odpowiednie dokumenty w Urzędzie Skarbowym w związku ze zmianą w sposobie przekazywania 1% podatku. Obecnie wypełniając PIT do rozliczeń za rok 2007 wystarczy wpisać nazwę Towarzystwa i nr KRS, a pieniądze przekaże za nas fiskus.

#### WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE KONFERENCJE I KONGRESY NAUKOWE

**2008 r.**

##### Luty

**12 – 13 OLSZTYN – KORTOWO = XI Międzynarodowa Sesja naukowa nt.: „Postęp w technologii, technice, analityce i organizacji mleczarstwa”.**

Kontakt: dr inż. Krzysztof Bohdziewicz, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością UWM, ul. Oczipowskiego 7, 10-719 Olsztyn; tel.: 89/5233908;  
e-mail: k.bohdziewicz@uwm.edu.pl

##### Maj

**12 – 15 SZKLARSKA PORĘBA = V Konferencja Naukowa z cyklu: „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie” nt.: „Przetwórstwo ziemniaka czynnikiem wzrostu i racjonalizacji jego produkcji”**

Organizator: Oddział Wrocławski PTTŻ, Sekcja Technologii Węglowodanów

**28 – 29 ŁÓDŹ = XIII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ nt.: „Żywność XXI wieku – szanse i zagrożenia”**Czerwiec**17 – 21 KRAKÓW = XVI International Starch Convention Cracow-Moscow**

Kontakt : mgr Joanna Opalińska – Piskorz

e-mail: joa111@wp.pl

Wrzesień

8 – 10 CAPE TOWN, South Africa = 17th World Meat Congress

**14 – 16 WARSZAWA = 5th EUROPEAN CONGRESS ON NUTRITION AND HEALTH IN THE ELDERLYNHE – 2008****25 – 26 LUBLIN = III Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt.: „Tradycyjne i regionalne technologie i produkty w żywieniu człowieka”**

Kontakt: dr inż. Agnieszka Latoch, dr inż. Joanna Stadnik

tel.: 081 462 33 40÷41, fax: 081 462 33 45

e-mail: ktmzj@ar.lublin.pl

**25 – 27 TORUŃ = IX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Technologiczna**

Organizator: Sekcja Chemii i Technologii Tłuszczów PTTŻ

Październik

19 – 24 SHANGHAI, China = The 14\* IUFOST World Congress of Food Science and Technology, Food for Health and Wellbeing: Tradition Meets the Future,.

Contact: e-mail: cifst@yahoo.com.cn

**CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA  
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI**

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

Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**Przy Oddziale Szczecińskim: **TECHNEX Sp. z o.o., Szczecin.**Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**

---

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

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

---

---

*Materiał zawarty w Nr 5 (54)/2007 Biuletynu podano według stanu informacji do 10 grudnia 2007 r.*

*Materiały do Nr 1/2008 prosimy nadsyłać do 1 marca 2008 r. na adres Redakcji Czasopisma.*

---

---

#### KOMUNIKAT

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

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji  
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

<b>PREZES / ODDZIAŁ</b>	<b>ADRES</b>
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 843 87 11 e-mail: danuta_kolozyn_krajewska@sggw.pl
Dr inż. Stanisław Kalisz Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: stanislaw_kalisz@sggw.pl
Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 621 70 41; Fax.: 058 62 02 831
Prof. dr hab. Stanisław Mleko Oddział Lubelski	AR, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 444 63 10
Prof. PŁ, dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PŁ, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 613 34 68; Fax. 042 636 74 88
Dr hab. Grażyna Jaworska Oddział Małopolski	AR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 661 47 50; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. inż. Katarzyna Majewska Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 32 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Prof. dr hab. Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	AR, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 423 10 61
Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel./fax: 022 593 75 68 e-mail: dorota_witrowa_rajchert@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz Oddział Wielkopolski	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60, Fax.: 061 848 71 46
Prof. dr hab. Zygmunt Gil Oddział Wrocławski	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 04; Fax: 071 320 54 77
<b>SEKCJE</b>	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsliiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	AR, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@au.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	AR, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl

**SPIS TREŚCI**  
**KWARTALNIKA „ŻYWNOŚĆ”**  
**NR 50–55**

**Wykaz opublikowanych materiałów**

**Nr 50**

Od Redakcji .....	3
<i>Małgorzata Darewicz, Jerzy Dziuba</i> : Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii .....	5
<i>Anna Ziemińska, Grażyna Krasnowska</i> : Zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego w obrocie tuszami zwierząt łownych .....	16
<i>Katarzyna Kajak, Wiesław Przybylski, Danuta Jaworska, Elżbieta Rosiak</i> : Charakterystyka jakości technologicznej, sensorycznej i trwałości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej końcowej wartości pH.....	26
<i>Marek Kotowicz, Leszek Gajowiecki, Kazimierz Lachowicz, Waldemar Dąbrowski, Anna Koronkiewicz, Joanna Żochowska-Kujawska, Małgorzata Sobczak, Arkadiusz Żych</i> : Wpływ sorbinianu potasu na jakość modelowych wyrobów drobiowych wyprodukowanych bez dodatku azotanu (III) sodu.....	35
<i>Barbara Wróblewska, Lucjan Jędrzychowski, Marek Farjan</i> : Jakość hydrolizatów białek mleka krowiego w aspekcie produkcji odżywek hypoalergiczných .....	44
<i>Waldemar Gustaw, Maciej Nastaj</i> : Wpływ dodatku wybranych koncentratów białek serwatkowych (WPC) na właściwości reologiczne jogurtów otrzymanych metodą termostatową .....	56
<i>Izabela Dmytrów, Krzysztof Kryża, Krzysztof Dmytrów, Sławomir Lisiecki</i> : Wpływ opakowania na wybrane cechy jakościowe sera twarogowego kwasowego przechowywanego w warunkach chłodniczych .....	64
<i>Marek Nowak, Tadeusz Trziszka, Marek Szoltysik</i> : Preferencje konsumentów mlecznych napojów fermentowanych.....	77
<i>Zbigniew Rzedzicki, Piotr Zarzycki</i> : Wpływ ekstruzji dwuślimakowej mieszanek z udziałem razówki owsianej na skład frakcyjny błonnika pokarmowego .....	84
<i>Jan Oszmiański, Aneta Wojdyło, Paweł Matuszewski</i> : Zmiany zawartości związków fenolowych podczas produkcji zagęszczonego soku truskawkowego w warunkach przemysłowych.....	94
<i>Ewa Rembiałkowska, Ewelina Hallmann, Lech Kaproń, Anna Rusaczonek</i> : Ocena wartości przeciwutleniającej oraz zawartości związków bioaktywnych w kremogenach wykonanych z owoców starych i nowych odmian jabłoni .....	105
<i>Anna Korus, Zofia Lisiewska, Waldemar Kmiecik</i> : Ocena jakości brzoskwiń w żelu konserwowanych kwasem sorbowym - w zależności od warunków przechowywania .....	113
<i>Marcin Kidoń, Janusz Czapski</i> : Wpływ obróbki termicznej na zawartość barwników betalainowych i zdolność przeciwutleniającą buraka ćwikłowego .....	124

<i>Urszula Gawlik-Dziki, Dariusz Kowalczyk</i> : Wpływ warunków ekstrakcji na aktywność przeciwutleniającą ekstraktów z kielków rzodkiewki.....	132
<i>Katarzyna Czaczyk, Agnieszka Marciniak, Wojciech Białas, Anna Mueller, Kamila Myszka</i> : Wpływ czynników środowiskowych na biosyntezę lipopeptydów przez <i>Bacillus</i> spp. ....	140
<i>Danuta Witkowska, Anita Rywińska, Michał Piegza</i> : Wytwarzanie fitaz, celulaz i ksylanaz przez wybrane szczepy grzybów strzępkowych.....	150
<i>Piotr Janas, Zdzisław Targoński</i> : Wpływ źródła węgla i azotu na produkcję ksantanu i enzymów zewnątrzkomórkowych przez penicylioopornego mutantu <i>Xanthomonas campestris</i> .....	161
<i>Grażyna Morkis, Wioletta Karaś</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym ..	173
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	180
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki .....	182
<i>Piotr Przybyłowski</i> : XXXVII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN „Doskonalenie jakości żywności i żywienia w perspektywie potrzeb konsumenta XXI wieku” .....	185
<i>Tadeusz Sikora</i> : Recenzja książki .....	187
<i>Technolog Żywności</i> .....	189

## Nr 51

Od Redakcji .....	3
<i>Anna Michalska, Henryk Zieliński</i> : Produkty reakcji Maillarda w żywności .....	5
<i>Andrzej Tyburcy, Rafał Trzeganowski, Aneta Cegielka</i> : Modyfikacje składu emulsyjnych powłok ochronnych na osłonki kielbas suszonych .....	17
<i>Zbigniew Śmietana, Eliza Krajewska-Kamińska, Krzysztof Bohdziewicz, Beata Nalepa</i> : Porównanie jakości mikrobiologicznej mleka pasteryzowanego, mikrofiltrowanego i UHT.....	29
<i>Danuta Jaworska</i> : Jakość sensoryczna serów twarogowych o zróżnicowanej zawartości tłuszczu.....	40
<i>Alicja Skrzypek, Ewa Makarska, Wanda Kociuba, Marek Studziński</i> : Aktywność przeciwutleniająca i zawartość lipidów rezorcynolowych w ziarnie mieszańcowych rodów pszenżyta ozimego .....	51
<i>Katarzyna Majewska, Ewa Dąbkowska, Krystyna Żuk-Golaszewska, Józef Tyburski</i> : Wartość wypiekowa mąki otrzymanej z ziarna wybranych odmian orkisz (Triticum spelta L.) .....	60
<i>Agata Marzec, Piotr P. Lewicki, A. Pietrowska</i> : Badanie procesu czerstwienia pieczywa metodą emisji akustycznej.....	72
<i>Alicja Ceglińska, Grażyna Cacak-Pietrzak, Danuta Dojczew, Tadeusz Haber, Marlena Szulim</i> : Wpływ dodatku różnych form błonnika na jakość wybranych wyrobów ciastkarskich .....	80
<i>Monika Hoffmann</i> : Jakość sensoryczna wybranych warzyw przyprawowych liofilizowanych i suszonych konwencjonalnie.....	91
<i>Marian Remiszewski, Małgorzata Kulczak, Krzysztof Przygoński, Eugeniusz Korbas, Maria Jeżewska</i> : Wpływ ekstruzji na aktywność przeciwutleniającą nasion wybranych roślin strączkowych.....	98
<i>Ewelina Hallmann, Ewa Rembiałkowska</i> : Zawartość wybranych składników odżywczych w czerwonych odmianach cebuli z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej .....	105
<i>Krystyna Zarzecka, Marek Gugala, Iwona Mystkowska</i> : Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka odmiany jadalnej Viking w zależności od sposobów uprawy roli i herbicydów .....	112
<i>Adam Malicki, Szymon Brużewicz</i> : Zmiany ilościowe mikroflory w trakcie przechowywania frytek mrożonych .....	120
<i>Dorota Walkowiak-Tomczak</i> : Wpływ procesu mrożenia na jakość restrukturyzowanych truskawek .....	126



<i>Monika Kordowska-Wiater, Piotr Janas, Bożena Sosnowska, Adam Waśko, Anna Nowak, Beata Kluza</i> : Występowanie bakterii patogennych oraz drobnoustrojów wskaźnikowych zanieczyszczenia fekalnego w mrożonych warzywach .....	134
<i>Stanisław Kalisz, Marta Mitek, Monika Nowicka</i> : Wpływ dodatku pektyn wysoko metylowanych na zawartość składników o właściwościach przeciwutleniających w sokach truskawkowych.....	145
<i>Jolana Karovičová, Zlatica Kohajdová, Kristína Kukurová, Jarmila Lehkoživová</i> : Ocena autentyczności soku pomarańczowego na podstawie wybranych wyróżników .....	155
<i>Jan Iciek, Ilona Błaszczak, Agnieszka Papiewska</i> : Inaktywacja spor <i>Geobacillus stearothermophilus</i> w obecności wybranych kwasów organicznych.....	166
<i>Małgorzata Zielińska-Przyjemska, Anna Olejnik, Włodzimierz Grajek</i> : Wpływ soku z buraka ćwikłowego i aronii <i>in vitro</i> na metabolizm tlenowy i apoptozę ludzkich granulocytów obojętnochłonnych.....	174
<i>Monika Tworko, Danuta Kołożyn-Krajewska</i> : Ocena postępowania konsumentów przy przygotowywaniu potraw w domu.....	187
<i>Grażyna Morkis, Wioletta Karaś</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym ..	199
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	204
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki .....	206
<i>Technolog Żywności</i> .....	210

## Nr 52

Od Redakcji .....	3
<i>Bohdan Achremowicz, Jarosław Korus</i> : Potrzeba regulacji zawartości izomerów <i>trans</i> kwasów tłuszczowych w żywności.....	5
<i>Agnieszka Kita, Grażyna Lisińska</i> : Ocena składu chemicznego i jakości organoleptycznej mrożonych produktów ziemniaczanych pochodzących z sieci handlowej .....	15
<i>Krzysztof Kryża, Ludmiła Stodolnik</i> : Zmiany stabilności oksydacyjnej i fizycznej emulsji niskotłuszczowych w czasie chłodniczego przechowywania .....	28
<i>Agata Witeczak</i> : <i>Non-</i> i <i>mono-orto</i> kongenery PCB w wybranych przetworach z bezkręgowców morskich .....	44
<i>Artur Ciemniak</i> : Porównanie wpływu metody grillowania na zawartość benzo[a]pirenu w mięsie kurcząt.....	54
<i>Roża Biegańska-Marecik, Janusz Czapski, Patrycja Błaszczak</i> : Określenie wpływu odmiany i procesu technologicznego na występowanie smaku gorzkiego w buraku ćwikłowym .....	62
<i>Adam Florkiewicz, Ewa Cieślik, Agnieszka Filipiak-Florkiewicz</i> : Wpływ odmiany i terminu zbioru na skład chemiczny bulw topinamburu ( <i>Helianthus tuberosus</i> L.).....	71
<i>Tadeusz Wojdyla, Dorota Wichrowska, Roman Rolbiecki, Stanisław Rolbiecki, Berenika Weltrowska-Medzińska</i> : Zawartość wybranych składników chemicznych w dyni makaronowej świeżej po zbiorach i po przechowywaniu oraz konserwowanej – w zależności od nawadniania i odmiany .....	82
<i>Anna Nowotna, Krzysztof Buksa, Halina Gambuś, Magdalena Gnela, Rafał Ziobro, Renata Sabat, Jan Krawontka</i> : Użycie mąki całoziarnowej z różnych odmian żyta w piekarstwie .....	90
<i>Elżbieta Wojtowicz, Renata Zawirska-Wojtasiak, Krzysztof Przygoński</i> : Wpływ procesu sterylizacji parą wodną na zawartość związków lotnych zapachowych w tymianku ( <i>Thymus vulgaris</i> L.) oceniany metodą GC/MS .....	98
<i>Rafał Wołosiak, Michał Rudny, Elżbieta Skrobek, Elwira Worobiej, Beata Drużyńska</i> : Charakterystyka aromatu i właściwości przeciwutleniających wybranych naparów używek i ziół .....	109

<i>Hanna Kowalska, Sylwia Jadczak</i> : Odwadnianie osmotyczne jabłek w roztworze sacharozy i kwasu askorbinowego.....	119
<i>Beata Sękalska</i> : Zawartość sztucznych substancji słodzących – aspartamu, acesulfamu-K i sacharynianu sodu w napojach dietetycznych.....	127
<i>Piotr Pokrzywa, Ewa Cieślik, Kinga Topolska</i> : Ocena zawartości mikotoksyn w wybranych produktach spożywczych.....	139
<i>Agata Szymkiewicz, Lucjan Jędrychowski, Aneta Wagner</i> : Wpływ obróbki termicznej i hydrolizy enzymatycznej na alergenicność białek grochu.....	147
<i>Celina Wieczorek, Lesław B. Lahuta</i> : Wpływ niektórych zabiegów kulinarnych na zmiany poziomu węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy.....	159
<i>Marzena Tomaszewska, Andrzej Neryng</i> : Wpływ środowiska obróbki cieplnej oraz warunków przechowywania na barwę gotowych produktów ziemniaczanych przygotowanych według technologii gwałtownego schładzania.....	173
<i>Urszula Gawlik-Dziki</i> : Zmiany poziomu związków fenolowych i właściwości przeciwutleniających płynów uzyskanych po trawieniu <i>in vitro</i> chleba pszennego.....	184
<i>Iwona Urbańska, Ewa Czarniecka-Skubina</i> : Częstotliwość spożycia przez młodzież produktów spożywczych oferowanych w sklepikach szkolnych.....	193
<i>Arkadiusz Stachowiak, Wiesław Zwierzycki, Krzysztof Bieńczyk, Tomasz Rochatka, Przemysław Tyczewski</i> : Doskonalenie jakości drogowych środków oraz procesu chłodniczego transportu żywności.....	205
<i>Grażyna Morkis, Wioletta Karaś</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym.....	219
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności.....	225
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki.....	227
<i>Włodzimierz Dolata, Edward Pospiech</i> : Z żałobnej karty: Wspomnienie o prof. dr hab. Barbarze Dzierżyńskiej-Cybulko.....	230
Technolog Żywności.....	234

## Nr 53

Od Redakcji.....	3
<i>Robert Duliński</i> : Metody identyfikacji genetycznie zmodyfikowanych organizmów w żywności.....	5
<i>Krzysztof Surówka, Ireneusz Maciejaszek</i> : Oddziaływania białkowo-polisacharydowe i ich praktyczne wykorzystanie.....	17
<i>Zlatica Kohajdová, Jolana Karovičová</i> : Effect of incorporation of spelt flour on the dough properties and wheat bread quality.....	36
<i>Agnieszka Wójtowicz</i> : Ocena wybranych cech jakościowych ekstrudowanych zbożowych kaszek błyskawicznych.....	46
<i>Beata Paszczyk, Zofia Żegarska, Zbigniew Borejszo</i> : Skład kwasów tłuszczowych i izomerów <i>trans</i> kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich.....	55
<i>Agnieszka Kita, Grażyna Lisińska</i> : Zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych frytek w zależności od warunków przechowywania.....	66

<i>Renata Cegielska-Radziejewska, Jacek Kijowski, Edward Nowak, Jan Zabielski</i> : Wpływ temperatury na dynamikę zmian liczby bakterii w wybranych wędlinach przechowywanych w warunkach handlu hurtowego i detalicznego.....	76
<i>Grzegorz Szczepanik</i> : Wpływ ekstraktów kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szałwii i tymianku na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków .....	89
<i>Szymon Brużewicz, Adam Malicki</i> : Stan mikrobiologiczny wybranych przypraw i przeżywalność w nich drobnoustrojów .....	99
<i>Sylwia Bonin, Maria Ślusarska</i> : Wpływ dodatku soli magnezu i wapnia do wysokocukrowych nastawów na proces fermentacji winiarskiej i przyrost biomasy drożdży.....	109
<i>Agnieszka Nawirska, Anna Sokół-Lętowska, Alicja Z. Kucharska</i> : Właściwości przeciwutleniające wyłoków z wybranych owoców kolorowych .....	120
<i>Małgorzata Ziarno, Piotr Bartosz</i> : Wiązanie cholesterolu przez bakterie jogurtowe w modelowym soku jelitowym.....	126
<i>Grażyna Morkis</i> : Zakres wdrożenia GHP, GMP i HACCP w przemyśle spożywczym w 2006 roku .....	139
<i>Grażyna Morkis, Wioletta Karaś</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym .....	154
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	162
<i>Stanisław Poppek</i> : Nowe książki .....	164
<i>Zbigniew Duda</i> : 53. Międzynarodowy Kongres Nauki o Mięsie i Technologii Mięsa.....	168
<i>Włodzimierz Bednarski, Jerzy Borowski</i> : Żywność A Jakość Życia. Uwarunkowania Technologiczne, Higieniczne, Żywnościowe i Kulturowe. XXXVIII Sesja Naukowa Komitetu Nauk o Żywności PAN.....	171
<i>Technolog Żywności</i> .....	176

## Nr 54

Od Redakcji .....	7
<i>Zbyszko Lubiewski, Joanna Le Thanh, Lidia Stendera, Grażyna Lewandowicz</i> : Hydroliza enzymatyczna, w recykulacyjnym reaktorze membranowym, soli sodowej oktenylobursztynianu skrobiowego.....	9
<i>Małgorzata Kapelko, Tomasz Zięba</i> : Właściwości ekstrudowanej skrobi ziemniaczanej modyfikowanej glicyną .....	23
<i>Małgorzata Piecyk, Renata Walicka</i> : Wpływ modyfikacji hydrotermicznej na właściwości skrobi wyizolowanej z wybranych nasion roślin strączkowych .....	33
<i>Agnieszka Trela, Leszek Mościcki</i> : Wpływ procesu ekstruzji na wybrane cechy jakościowe peletów zbożowych .....	43
<i>Anna Matusz-Mirlak, Dorota Pastuszka, Halina Gambuś</i> : Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w ekstrudatach z udziałem otrąb żytnich .....	55

<i>Karolina Stempińska, Maria Soral-Śmietana, Henryk Zieliński, Anna Michalska</i> : Wpływ obróbki termicznej na skład chemiczny i właściwości przeciwutleniające ziarniaków gryki ....	66
<i>Agnieszka Zembold-Guła, Józef Błażewicz</i> : Wpływ modyfikacji czasu słodowania ziarna jęczmienia na cechy brzeczek otrzymanych z udziałem grysu kukurydzianego .....	77
<i>Magdalena Skotnicka, Piotr Palich</i> : Wpływ warunków przechowywania na stopień czerstwienia mrożonych wyrobów ciastkarskich .....	84
<i>Dominika Boguszevska</i> : Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka .....	93
<i>Dariusz Kowalczyk, Małgorzata Stryjecka, Barbara Baraniak</i> : Charakterystyka właściwości funkcjonalnych niemodyfikowanych i acylowanych koncentratów białek soczewicy i ich trypsynowych hydrolizatów .....	102
<i>Beata Drużyńska, Agnieszka Jeżak</i> : Właściwości przeciwutleniające polifenoli zawartych w okrywie nasiennej nasion bobu .....	113
<i>Urszula Samotyja, Tomasz Zdziebłowski, Mirosława Szlachta, Maria Małecka</i> : Przeciwutleniające właściwości ekstraktów z kielków roślin .....	122
<i>Ewa Sosińska, Mieczysław W. Obiedziński</i> : Badania nad bioaktywnymi glukozynolanami w wybranych odmianach warzyw krzyżowych techniką HPLC .....	129
<i>Ewa Jabłońska-Ryś</i> : Porównanie zawartości poliacetylenów w 18 odmianach selera korzeniowego .....	137
<i>Michał Gośliński, Renata Zawirska-Wojtasiak, Janina Gajc-Wolska</i> : Optymalizacja parametrów techniki SPME do oceny aromatu owoców linii transgenicznych ogórka ekspresujących gen taumatyny II .....	144
<i>Joanna Niewczas, Marta Mitek</i> : Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej ( <i>Cucurbita maxima</i> ) na wybrane parametry składu chemicznego .....	155
<i>Emilia Bernaś, Grażyna Jaworska, Ireneusz Maciejaszek, Adriana Biernacka</i> : Wpływ obróbki wstępnej, zamrażania i zamrażalniczego składowania na teksturę pieczarek .....	165
<i>Arkadiusz Szterk, Piotr P. Lewicki</i> : Badanie stabilności $\beta$ -karotenu na nośnikach stałych....	173
<i>Dorota Zielińska, Urszula Uzarowicz</i> : Warunki dojrzewania i przechowywania fermentowanego napoju sojowego .....	186
<i>Stanisław Kalisz, Marta Mitek</i> : Wpływ dodatku nektaru z dzikiej róży na właściwości przeciwutleniające i zawartość składników bioaktywnych w mieszanych sokach różano-jabłkowych .....	194
<i>Stanisław Kalisz, Michał Wolniak</i> : Zmiany wybranych wyróżników jakościowych podczas przechowywania soków odtwarzanych z koncentratów .....	203
<i>Magdalena Kopera, Marta Mitek</i> : Wpływ procesu odwadniania osmotycznego na zawartość polifenoli w suszach gruszkowych ( <i>Pyrus communis</i> i <i>Pyrus pyrifolia</i> ) .....	213
<i>Małgorzata Rząca, Dorota Witrowa-Rajchert</i> : Wpływ parametrów suszenia konwekcyjno-mikrofalowego na aktywność przeciwrodnikową jabłek .....	222
<i>Iwona Ścibisz, Marta Mitek</i> : Wpływ procesu mrożenia i zamrażalniczego przechowywania owoców borówki wysokiej na zawartość antocyjanów .....	231
<i>Tomasz Krupa, Piotr Latocha</i> : Aktywność przeciwutleniająca oraz zawartość witaminy C i związków fenolowych w owocach różnych genotypów aktinidii ( <i>Actinidia Lindl.</i> ).....	239

<i>Ewa Majewska, Anna Delmanowicz</i> : Profile związków lotnych wybranych miodów pszczelich .....	247
<i>Przemysław Krawczyk, Beata Drużyńska</i> : Porównanie oznaczania zawartości katechin w liściach zielonej i czarnej herbaty metodą wanilinową i metodą HPLC .....	260
<i>Marta Ciecierska, Mieczysław W. Obiedziński, Marta Albin</i> : Zanieczyszczenie herbat wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi .....	267
<i>Waldemar Gustaw, Maciej Nastaj, Bartosz Sołowiej</i> : Wpływ wybranych hydrokoloidów na właściwości reologiczne jogurtu stałego .....	274
<i>Maciej Nastaj, Waldemar Gustaw, Bartosz Sołowiej</i> : Właściwości reologiczne deserów otrzymanych z białek serwatkowych z dodatkiem różnych substancji słodzących .....	283
<i>Bartosz Sołowiej</i> : Analiza tekstury analogów serów topionych z dodatkiem preparatów serwatkowych .....	292
<i>Anna Bzducha, Mieczysław W. Obiedziński</i> : Liczebność pałeczek z rodzaju <i>Lactobacillus</i> i <i>Bifidobacterium</i> oraz ich wpływ na zawartość skoniugowanego kwasu linolowego w modelowych serach dojrzewających .....	301
<i>Karolina Szulc, Andrzej Lenart</i> : Wpływ aglomeracji na właściwości użytkowe sproszkowanych modelowych odżywek dla dzieci .....	312
<i>Sabina Kokoszka, Andrzej Lenart</i> : Wybrane właściwości fizyczne powłok jadalnych serwatkowych .....	321
<i>Urszula Złotek, Urszula Gawlik-Dziki</i> : Wpływ kwaśnej hydrolizy na właściwości przeciwutleniające alkoholowych ekstraktów wybranych przypraw .....	329
<i>Dorota Derewiaka, Mieczysław W. Obiedziński</i> : Modelowe badania nad utlenianiem steroli .....	337
<i>Katarzyna Jędrzejkiwicz, Anna Florowska</i> : Stabilność i jakość bezcholesterolowych, niskotuszczowych emulsji majonezowych zawierających inulinę .....	346
<i>Aleksandra Graszkiwicz, Małgorzata Kaźmierska, Joanna Niedbalska</i> : Wpływ dodatku preparatów mineralno-huminowych oraz przeciwutleniaczy do paszy niosek na aktywność lizozymu i cystatyny w białku jaj .....	360
<i>Agnieszka Latoch</i> : Wpływ sonifikacji na właściwości żelu miofibryli podczas dojrzewania mięsa wołowego .....	367
<i>Anna Michalska, Henryk Zieliński, Maria Soral-Śmietana, Karolina Stempińska</i> : Zawartość związków fenolowych i pojemność przeciwutleniająca produktów żywnościowych w symulowanych <i>in vitro</i> zmianach pH w przewodzie pokarmowym oraz po trawieniu enzymatycznym <i>in vitro</i> .....	374
<i>Ewa Żary-Sikorska, Jerzy Juśkiewicz</i> : Wpływ fruktanów o różnym stopniu polimeryzacji łańcucha węglowodanowego na procesy fermentacyjne w końcowym odcinku przewodu pokarmowego u szczurów doświadczalnych .....	385
<i>Monika Tworko, Aleksandra Markucińska, Anna Węgrzynek</i> : Zastosowanie bioluminescencyjnego pomiaru ATP do oceny poziomu higieny w gospodarstwach domowych .....	392
<i>Grażyna Morkis</i> : Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym .....	400
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska</i> : Współczesny leksykon wiedzy o żywności .....	402
<i>Stanisław Popek</i> : Nowe książki .....	404

<i>Bartosz Sołowiej</i> : XII Sesja Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ „Jakość i prozdrowotne cechy żywności” .....	406
Technolog Żywności .....	409

## Nr 55

Od Redakcji .....	7
<i>Barbara Wróblewska, Agata Szymkiewicz, Lucjan Jędrychowski</i> : Wpływ procesów technologicznych na zmiany alergenicności żywności .....	9
<i>Barbara Kusznierewicz, Anita Piasek, Joanna Lewandowska, Anna Śmiechowska, Agnieszka Bartoszek</i> : Właściwości przeciwnowotworowe kapusty białej .....	20
<i>Igo Kajaba, Alexander Dandar, Krzysztof Surówka, Kamil Cejpek, Jozef Augustin</i> : The role of vegetable nutrition sources in the prevention of civilization diseases .....	35
<i>Władysław Migdał</i> : Spożycie mięsa a choroby cywilizacyjne .....	48
<i>Danuta Rosołowska-Huszcz</i> : Antyoksydanty w profilaktyce i terapii cukrzycy typu II .....	62
<i>Grażyna Sikorska-Wiśniewska</i> : Nadwaga i otyłość u dzieci i młodzieży .....	71
<i>Ewa Babicz-Zielińska, Romuald Zabrocki</i> : Postawy konsumentów wobec prozdrowotnej wartości żywności .....	81
<i>Barbara Ratkowska, Hanna Kunachowicz, Beata Przygoda</i> : Krajowy rynek produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne wobec wymagań prawnych UE .....	90
<i>Agnieszka Szajdek, Eulalia J. Borowska, Jerzy Borowski, Bartłomiej Saczuk</i> : Musy owocowe jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy .....	100
<i>Dorota Walkowiak-Tomczak, Róża Biegańska-Marecik, Julita Reguła</i> : Aktywność przeciwutleniająca wybranych odmian śliwek ( <i>Prunus domestica</i> ) uprawianych w kraju .....	109
<i>Magdalena Michalczyk, Ryszard Macura, Andrzej Złobek</i> : Zmiany jakości przechowywanych syropów z owoców żurawiny ( <i>Vaccinium oxycoccus</i> L.) i brusznicy ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.) otrzymanych różnymi metodami .....	116
<i>Małgorzata Jalośńska</i> : Przeżywalność szczepu probiotycznego w napoju bananowo-mlecznym w zależności od dodatku różnych prebiotyków .....	127
<i>Monika Trzaskowska, Danuta Kołożyn-Krajewska, Antoni Goryl</i> : Prognozowanie wzrostu i przeżywalności bakterii probiotycznych w fermentowanym soku marchwiowym .....	138
<i>Jarosław Korus</i> : Zawartość fosforanów inozytolu w suchych i ekstrudowanych nasionach fasoli ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	149
<i>Małgorzata Gumienka, Maria Czarnecka, Zbigniew Czarnecki</i> : Zmiany zawartości wybranych składników żywności w produktach otrzymanych z nasion roślin strączkowych pod wpływem obróbki biotechnologicznej .....	159
<i>Josef Augustin, Grażyna Jaworska, Alexander Dandar, Kamil Cejpek</i> : Bocznik ostrygowaty ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) jako źródło β-D-glukanów .....	170
<i>Grażyna Jaworska, Adriana Biernacka, Sławomir Wybraniec, Emilia Bernaś</i> : Porównanie zawartości witamin B <sub>1</sub> i B <sub>2</sub> w mrożonkach i sterylizowanych konserwach z boczniaka, borowika i pieczarki .....	177
<i>Elżbieta Rytel, Grażyna Lisińska</i> : Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone .....	186



<i>Hanna Śmigielska, Grażyna Lewandowicz: Właściwości funkcjonalne skrobi modyfikowanych wzbogaconych jonami miedzi</i> .....	198
<i>Danuta Górecka, Józef Korczak, Aneta Borowska-Parus: Zastosowanie substancji słodzących w wyrobach ciastkarskich</i> .....	210
<i>Alicja Kawka, Paulina Rausch, Jarosław Świerczyński: Możliwości stosowania kultur starterowych do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego</i> .....	219
<i>Alicja Ceglińska, Antoni Pluta, Józef Skrzypek, Przemysław Krawczyk: Badania nad zastosowaniem do produkcji pieczywa składników mineralnych otrzymanych po nanofiltracji serwatki</i> .....	234
<i>Marek Sady, Jacek Domagała, Tadeusz Grega, Dorota Kalicka: Wpływ czasu przechowywania na mikroflorę jogurtów z dodatkiem nasion amarantusa i ziaren owsa</i> .....	243
<i>Anna Berezińska, Mieczysław W. Obiedziński: Technika SPME jako użyteczne narzędzie do konstruowania aromagramów serów z przerostem pleśni</i> .....	251
<i>Anna Bzducha, Mieczysław W. Obiedziński: Wpływ <i>Bifidobacterium lactis</i> na udział kwasu linolowego o wiązaniach sprzężonych w tłuszczu modelowych serów dojrzewających</i> .....	258
<i>Małgorzata Bączkiewicz, Teresa Fortuna, Justyna Ogonek: Jakość odżywek białkowo-węglowodanowych i preferencje konsumenckie osób o zwiększonej aktywności fizycznej</i> .....	268
<i>Władysław Migdał, Dorota Wojtysiak, Krystyna Palka, Małgorzata Natonek-Wiśniewska, Iwona Duda, Agnieszka Nowocień: Skład chemiczny i parametry tekstury wybranych mięśni tuczników rasy polskiej białej zwisłouchej ubijanych w różnym wieku</i> .....	277
<i>Ewa Czarniecka-Skubina, Wiesław Przybylski, Danuta Jaworska, Ingrid Wachowicz, Iwona Urbańska, Stanisław Niemyjski: Charakterystyka jakości mięsa wieprzowego o zróżnicowanej zawartości tłuszczu śródmięśniowego</i> .....	285
<i>Ewelina Węsierska: Trwałość mikrobiologiczna homogenizowanych kielbas drobiowych</i> ...	295
<i>Małgorzata Ziarno, Beata Margol: Badania nad zdolnością wybranych kultur starterowych bakterii mlekowych do przeżywania w modelowym soku żołądkowym oraz wiązania cholesterolu w tych warunkach</i> .....	304
<i>Leokadia Drobnica, Tomasz Cebulak, Władysław Pieczonka: Żywnienie a chroniczne choroby niezakaźne w opinii konsumentów żywności niekonwencjonalnej</i> .....	315
<i>Teresa Leszczyńska, Elżbieta Sikora, Karol Kręcina, Katarzyna Pysz: Udział posiłków przedszkolnych w całkowitym pokryciu zapotrzebowania na energię i składniki odżywcze na przykładzie wybranej stołówki</i> .....	327
<i>Anna Kollajtis-Dołowy, Elżbieta Matysiuk, Iwona Boniecka: Zwyczaje żywieniowe wybranej grupy dzieci 11-12 letnich z Białegostoku</i> .....	335
<i>Michalina Lizoń, Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Izabela Bodziarczyk: Zawartość witamin z grupy B w całodziennych racjach pokarmowych młodzieży gimnazjalnej</i> .....	343
<i>Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Paweł M. Pisulewski: Oszacowanie zawartości folianów i innych witamin z grupy B w dietach młodych kobiet (20–25 lat) z województwa małopolskiego</i> .....	352

---

<i>Monika Bronkowska, Beata Sadowska: Ocena sposobu żywienia kobiet w okresie okołomenopauzalnym w aspekcie zagrożenia chorobami cywilizacyjnymi – spożycie wybranych składników pokarmowych</i> .....	359
<i>Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym</i> .....	369
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska: Współczesny leksykon wiedzy o żywności</i> .....	371
<i>Stanisław Popek: Nowe książki</i> .....	372
<i>Technolog Żywności</i> .....	373
Spis treści kwartalnika „Żywność” Nr 50–55 .....	377
Wykaz nazwisk Autorów w 2007 roku .....	387
Wykaz nazwisk Recenzentów w 2007 roku .....	391



**WYKAZ NAZWISK AUTORÓW W 2007 ROKU**

- Achremowicz B.* 52/5  
*Albin M.* 54/267  
*Augustin J.* 55/35, 55/170  
*Babicz-Zielińska E.* 55/81  
*Baraniak B.* 54/102  
*Bartosz P.* 53/126  
*Bartoszek A.* 55/20  
*Bączkiewicz M.* 55/268  
*Bednarski W.* 53/171  
*Berezińska A.* 55/251  
*Bernaś E.* 54/165, 55/177  
*Białas W.* 50/140  
*Biegańska-Marecik R.* 52/62, 55/109  
*Bieńczyk K.* 52/205  
*Biernacka A.* 54/165, 55/177  
*Bieżanowska-Kopeć R.* 55/343, 55/352  
*Błaszczyk I.* 51/166  
*Błaszczyk P.* 52/62  
*Błażewicz J.* 54/77  
*Bodziarczyk I.* 55/343  
*Boguszewska D.* 54/93  
*Bohdziewicz K.* 51/29  
*Boniecka I.* 55/335  
*Bonin S.* 53/109  
*Borejszo Z.* 53/55  
*Borowska E.J.* 55/100  
*Borowska-Parus A.* 55/210  
*Borowski J.* 53/171, 55/100  
*Bronkowska M.* 55/359  
*Brużewicz S.* 51/120, 53/99  
*Buksa K.* 52/90  
*Bzducha A.* 54/301, 55/258  
*Cacak-Pietrzak G.* 51/80  
*Cebulak T.* 55/315  
*Cegielska-Radziejewska R.* 53/76  
*Cegielka A.* 51/17, 51/80  
*Ceglińska A.* 55/234  
*Cejpek K.* 55/35, 55/170  
*Ciecierska M.* 54/267  
*Ciemniak A.* 52/54  
*Cieślak E.* 52/71, 52/139  
*Czaczyk K.* 50/140  
*Czapski J.* 50/124, 52/62  
*Czarnecka M.* 55/159  
*Czarnecki Z.* 55/159  
*Czarniecka-Skubina E.* 52/193, 55/285  
*Dandár A.* 55/35, 55/170  
*Darewicz M.* 50/5  
*Dąbkowska E.* 51/60  
*Dąbrowski W.* 50/35  
*Delmanowicz A.* 54/247  
*Derewiaka D.* 54/337  
*Dmytrów I.* 50/64  
*Dmytrów K.* 50/64  
*Dojczew D.* 51/80  
*Dolata W.* 52/230  
*Domagała J.* 55/243  
*Drobnica L.* 55/315  
*Drużyńska B.* 52/109, 54/113, 54/260  
*Duda I.* 55/277  
*Duda Z.* 53/168  
*Duliński R.* 53/5  
*Dziuba J.* 50/5  
*Farjan M.* 50/44  
*Filipiak-Florkiewicz A.* 52/71  
*Florkiewicz A.* 52/71  
*Florowska A.* 54/346  
*Fortuna T.* 55/268  
*Gajc-Wolska J.* 54/144  
*Gajowiecki L.* 50/35  
*Gambuś H.* 52/90, 54/55  
*Gawlik-Dziki U.* 50/132, 52/184, 54/329  
*Gnela M.* 52/90  
*Goryl A.* 55/138  
*Gośliński M.* 54/144  
*Górecka D.* 55/210  
*Grajek W.* 51/174  
*Graszkiwicz A.* 54/360  
*Grega T.* 55/243  
*Gugała M.* 51/112  
*Gumienna M.* 55/159  
*Gustaw W.* 50/56, 54/274, 54/283

- Haber T. 51/80  
Hallmann E. 50/105, 51/105  
Hoffmann M. 51/91  
Iciek J. 51/166  
Jabłońska-Ryś E. 54/137  
Jadczak S. 52/119  
Jałosińska M. 55/127  
Janas P. 50/161, 51/134  
Jaworska D. 50/26, 51/40, 55/285,  
Jaworska G. 54/165, 55/170  
Jaworską G. 55/177  
Jeżak A. 54/113  
Jeżewska M. 51/98  
Jędrychowski L. 50/44, 52/147, 55/9  
Jędrzejkiewicz K. 54/346  
Juśkiewicz J. 54/385  
Kajaba I. 55/35  
Kajak K. 50/26  
Kalicka D. 55/243  
Kalisz S. 51/145, 54/194, 54/203  
Kapelko M. 54/23  
Kaproń L. 50/105  
Karaś W. 50/173, 51/199, 52/219, 53/154  
Karovičová J. 51/155, 53/36  
Kawka A. 55/219  
Kaźmierska M. 54/360  
Kidoń M. 50/124  
Kijowski J. 53/76  
Kita A. 52/15, 53/66  
Kluza B. 51/134  
Kmiecik W. 50/113  
Kociuba W. 51/51  
Kohajdová Z. 51/155, 53/36  
Kokoszka S. 54/321  
Kollajtis-Dolowy A. 55/335  
Kołozyn-Krajewska D. 51/187, 55/138  
Kopera M. 54/213  
Korbas E. 51/98  
Korczak J. 55/210  
Kordowska-Wiater M. 51/134  
Koronkiewicz A. 50/35  
Korus A. 50/113  
Korus J. 52/5, 55/149  
Kostyra E. 50/180, 51/204, 52/225, 53/162,  
54/402, 55/371  
Kostyra H. 50/180, 51/204, 52/225, 53/162,  
54/402, 55/371  
Kotowicz M. 50/35  
Kowalczyk D. 50/132, 54/102  
Kowalska H. 52/119  
Krajewska-Kamińska E. 51/29  
Krasnowska G. 50/16  
Krawczyk P. 54/260, 55/234  
Krawontka J. 52/90  
Kręcina K. 55/327  
Krupa T. 54/239  
Kryża K. 50/64, 52/28  
Kucharska A.Z. 53/120  
Kukurová K. 51/155  
Kulczak M. 51/98  
Kunachowicz H. 55/90  
Kusznierewicz B. 55/20  
Lachowicz K. 50/35  
Lahuta L.B. 52/159  
Latoch A. 54/367  
Latocha P. 54/239  
Le Thanh J. 54/9  
Lehkoživová J. 51/155  
Lenart A. 54/312, 54/321  
Leszczyńska T. 55/327, 55/343, 55/352  
Lewandowicz G. 54/9, 55/198  
Lewandowska J. 55/20  
Lewicki P.P. 51/72, 54/186  
Lisiecki S. 50/64  
Lisiewska Z. 50/113  
Lisińska G. 52/15, 53/66, 55/186  
Lizoń M. 55/343  
Lubiewski Z. 54/9  
Maciejaszek I. 53/17, 54/165  
Macura R. 55/116  
Majewska E. 54/247  
Majewska K. 51/60  
Makarska E. 51/51  
Malicki A. 51/120, 53/99  
Małecka M. 54/122  
Marciniak A. 50/140

- Margol B. 55/304  
Markucińska A. 54/392  
Marzec A. 51/72  
Matuszewski P. 50/94  
Matusz-Mirlak A. 54/55  
Matysiuk E. 55/335  
Michalczyk M. 55/116  
Michalska A. 51/5, 54/374, 54/66  
Mierzejewska D. 50/180, 51/204, 52/225,  
53/162, 54/402, 55/371  
Migdał W. 55/48, 55/277  
Mitek M. 51/145, 54/155, 54/194, 54/213,  
54/231  
Morkis G. 50/173, 51/199, 52/219, 53/139,  
53/154, 54/400, 55/369  
Mościcki L. 54/43  
Mueller A. 50/140  
Mystkowska I. 51/112  
Myszka K. 50/140  
Nalepa B. 51/29  
Nastaj M. 50/56, 54/274, 54/283  
Natonek-Wiśniewska M. 55/277  
Nawirska A. 53/120  
Neryng A. 52/173  
Niedbalska J. 54/360  
Niemyjski S. 55/285  
Niewczas J. 54/155  
Nowak A. 51/134  
Nowak E. 53/76  
Nowak M. 50/77  
Nowicka M. 51/145  
Nowocień A. 55/277  
Nowotna A. 52/90  
Obiedziński M.W. 54/129, 54/267, 54/301,  
54/337, 55/251, 55/258  
Ogonek J. 55/268  
Olejnik A. 51/174  
Oszmiański J. 50/94  
Palich P. 54/84  
Palka K. 55/277  
Papiewska A. 51/166  
Pastuszka D. 54/55  
Paszczyk B. 53/55  
Piasek A. 55/20  
Piecyk M. 54/33  
Pieczonka W. 55/315  
Piegza M. 50/150  
Pietrowska A. 51/72  
Pisulewski P.M. 55/352  
Pluta A. 55/234  
Pokrzywa P. 52/139  
Poppek S. 50/182, 51/206, 52/227, 53/164,  
54/404, 55/372  
Pospiech E. 52/230  
Przybylski W. 50/26, 55/285  
Przybyłowski P. 50/185  
Przygoda B. 55/90  
Przygoński K. 51/98, 52/98  
Pysz K. 55/327  
Ratkowska B. 55/90  
Rausch P. 55/219  
Reguła J. 55/109  
Rembalkowska E. 50/105, 51/105  
Remiszewski M. 51/98  
Rochatka T. 52/205  
Rolbiecki R. 52/82  
Rolbiecki S. 52/82  
Rosiak E. 50/26  
Rosołowska-Huszcz D. 55/62  
Rudny M. 52/109  
Rusaczonek A. 50/105  
Rytel E. 55/186  
Rywińska A. 50/150  
Rzqca M. 54/222  
Rzedzicki Z. 50/84  
Sabat R. 52/90  
Saczuk B. 55/100  
Sadowska B. 55/359  
Sady M. 55/243  
Samotyja U. 54/122  
Sękalska B. 52/127  
Sikora E. 55/327  
Sikora T. 50/187  
Sikorska-Wiśniewska G. 55/71  
Skotnicka M. 54/84  
Skrobek E. 52/109

- Skrzypek A. 51/51  
Skrzypek J. 55/234  
Sobczak M. 50/35  
Sokół-Łętowska A. 53/120  
Sołowiej B. 54/274, 54/283, 54/292, 54/406  
Soral-Śmietana M. 54/66, 54/374  
Sosińska E. 54/129  
Sosnowska B. 51/134  
Stachowiak A. 52/205  
Stempińska K. 54/66, 54/374  
Stendera L. 54/9  
Stodolnik L. 52/28  
Stryjecka M. 54/102  
Studziński M. 51/51  
Surówka K. 53/17, 55/35  
Szajdek A. 55/100  
Szczepanik G. 53/89  
Szlachta M. 54/122  
Szołtysik M. 50/77  
Szterk A. 54/186  
Szulc K. 54/312  
Szulim M. 51/80  
Szymkiewicz A. 52/147, 55/9  
Ścibisz I. 54/231  
Ślusarska M. 53/109  
Śmiechowska A. 55/20  
Śmietana Z. 51/29  
Śmigielska H. 55/198  
Świerczyński J. 55/219  
Targoński Z. 50/161  
Tomaszewska M. 52/173  
Topolska K. 52/139  
Trela A. 54/43  
Trzaskowska M. 55/138  
Trzeganowski R. 51/17  
Trziszka T. 50/77  
Tworko M. 51/187, 54/392  
Tyburcy A. 51/17  
Tyburski J. 51/60  
Tyczewski P. 52/205  
Urbańska I. 52/193, 55/285  
Wachowicz I. 55/285  
Wagner A. 52/147  
Walicka R. 54/33  
Walkowiak-Tomeczak D. 51/126, 55/109  
Waśko A. 51/134  
Weltrowska-Medzińska B. 52/82  
Węgrzynek A. 54/392  
Węsierska E. 55/295  
Wichrowska D. 52/82  
Wieczorek C. 52/159  
Witczak A. 52/44  
Witkowska D. 50/150  
Witrowa-Rajchert D. 54/222  
Wojdyła T. 52/82  
Wojdyło A. 50/94  
Wojtowicz E. 52/98  
Wojtysiak D. 55/277  
Wolniak M. 54/203  
Wołosiak R. 52/109  
Worobiej E. 52/109  
Wójtowicz A. 53/46  
Wróblewska B. 50/44, 55/9  
Wybraniec S. 55/177  
Zabielski J. 53/76  
Zabrocki R. 55/81  
Zarzecka K. 51/112  
Zarzycki P. 50/84  
Zawirska-Wojtasiak R. 52/98, 54/144  
Zdziebłowski T. 54/122  
Zembold-Guła A. 54/77  
Ziarno M. 53/126, 55/304  
Zielińska-Przyjemska M. 51/174  
Zieliński H. 51/5, 54/66, 54/374  
Ziembińska A. 50/16  
Zięba T. 54/23  
Ziobro R. 52/90  
Złobecki A. 55/116  
Złotek U. 54/329  
Zwierzycki W. 52/205  
Żary-Sikorska E. 54/385  
Żegarska Z. 53/55  
Żochowska-Kujawska J. 35  
Żuk-Golaszewska K. 51/60  
Żych A. 50/35

## WYKAZ NAZWISK RECENZENTÓW W 2007 ROKU

Zamykamy kolejny rok wydawania kwartalnika „Żywność”. Redakcja pragnie przekazać PT Recenzentom wyrazy wdzięczności i szacunku za tegoroczną, społeczną pracę na rzecz naszego czasopisma. Opinie Państwa – Recenzentów są niezmiernie ważne w pracy nad kształtowaniem odpowiedniego poziomu naukowego czasopisma. Serdecznie za nie dziękujemy.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Prof. dr hab. Ewa Babicz-Zielińska  | 33. Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska  |
| 2. Prof. dr hab. Barbara Baraniak      | 34. Prof. dr hab. Wiesław Kopeć             |
| 3. Prof. dr hab. Nina Barylko-Pikielna | 35. Prof. dr hab. Józef Korczak             |
| 4. Dr hab. inż. Józef Błażewicz        | 36. Dr inż. Jarosław Korus                  |
| 5. Prof. dr hab. Genowefa Bonczar      | 37. Prof. dr hab. Henryk Kostyra            |
| 6. Prof. dr hab. Eulalia Borowska      | 38. Prof. dr hab. Krzysztof Krygier         |
| 7. Dr inż. Bożena Borycka              | 39. Prof. dr hab. Tomasz Lesiów             |
| 8. Prof. dr hab. Piotr Bykowski        | 40. Dr hab. inż. Teresa Leszczyńska         |
| 9. Dr hab. Alicja Ceglińska            | 41. Prof. dr hab. Wacław Leszczyński        |
| 10. Prof. dr hab. Danuta Czajkowska    | 42. Prof. dr hab. Grażyna Lewandowicz       |
| 11. Prof. dr hab. Janusz Czapski       | 43. Prof. dr hab. Piotr P. Lewicki          |
| 12. Prof. dr hab. Małgorzata Darewicz  | 44. Prof. dr hab. Zdzisława Libudziś        |
| 13. Prof. dr hab. Zbigniew Duda        | 45. Prof. dr hab. Zofia Lisiewska           |
| 14. Prof. dr hab. Mirosław Fik         | 46. Prof. dr hab. Grażyna Lisińska          |
| 15. Prof. dr hab. Teresa Fortuna       | 47. Prof. dr hab. Jan Michniewicz           |
| 16. Prof. dr hab. Halina Gambuś        | 48. Prof. dr hab. Władysław Migdał          |
| 17. Prof. dr hab. Jan Gawęcki          | 49. Prof. dr hab. Małgorzata Nogala-Kalucka |
| 18. Dr inż. Marek Gibiński             | 50. Prof. dr hab. Helena Oberman            |
| 19. Prof. dr hab. Henryk Gil           | 51. Prof. dr hab. Mieczysław Obiedziński    |
| 20. Dr hab. inż. Danuta Górecka        | 52. Prof. dr hab. Jan Oszmiański            |
| 21. Prof. dr hab. Włodzimierz Grajek   | 53. Prof. dr hab. Piotr Palich              |
| 22. Prof. dr hab. Roman Grzybowski     | 54. Prof. dr hab. Krystyna Palka            |
| 23. Dr inż. Waldemar Gustaw            | 55. Prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński     |
| 24. Prof. dr hab. Jan Iciek            | 56. Prof. dr hab. Andrzej Pisula            |
| 25. Prof. dr hab. Tomasz Jankowski     | 57. Prof. dr hab. Paweł Pisulewski          |
| 26. Prof. dr hab. Małgorzata Jasińska  | 58. Prof. dr hab. Edward Pospiech           |
| 27. Dr hab. inż. Grażyna Jaworska      | 59. Prof. dr hab. Piotr Przybyłowski        |
| 28. Prof. dr hab. Edward Kamiński      | 60. Doc. dr hab. Marian Remiszewski         |
| 29. Dr hab. inż. Zenon Kędzior         | 61. Prof. dr hab. Daniela Rotkiewicz        |
| 30. Prof. dr hab. Jacek Kijowski       | 62. Prof. dr hab. Zdzisław Rzedziecki       |
| 31. Dr hab. inż. Agnieszka Kita        | 63. Dr Małgorzata Schlegel-Zawadzka         |
| 32. Prof. dr hab. Halina Kolenda       |   |

64. *Dr hab. inż. Elżbieta Sikora*
65. *Prof. dr hab. Marek Sikora*
66. *Prof. dr hab. Tadeusz Sikora*
67. *Prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski*
68. *Prof. dr hab. Izabela Steinka*
69. *Prof. dr hab. Andrzej Stołyhwo*
70. *Prof. dr hab. Krzysztof Surówka*
71. *Prof. dr hab. Katarzyna Szoltysek*
72. *Prof. dr hab. Jerzy Szpendowski*
73. *Prof. dr hab. Maria Śmiechowska*
74. *Prof. dr hab. Tomasz Twardowski*
75. *Prof. dr hab. Jadwiga Wilska-Jeszka*
76. *Dr inż. Mariusz Witeczak*
77. *Prof. dr hab. Maria Wojtatowicz*
78. *Dr inż. Barbara Wójcik-Stopczyńska*
79. *Dr hab. inż. Monika Wszolek*
80. *Prof. dr hab. Ryszard Zadernowski*
81. *Prof. dr hab. Zygmunt Zander*
82. *Prof. dr hab. Kazimiera Zgórska*
83. *Prof. dr hab. Stanisław Zmarlicki*
84. *Prof. dr hab. Zofia Żakowska*
85. *Dr inż. Henryk Żegota*
86. *Prof. dr hab. Krzysztof Żyła*

## CONTENTS

Od Redakcji .....	7
<i>Barbara Wróblewska, Agata Szymkiewicz, Lucjan Jędrychowski</i> : Effect of technological processes on changes in the food allergenicity .....	9
<i>Barbara Kusznierewicz, Anita Piasek, Joanna Lewandowska, Anna Śmiechowska, Agnieszka Bartoszek</i> : Anti-carcinogenic properties of white cabbage.....	20
<i>Igo Kajaba, Alexander Dandar, Krzysztof Surówka, Kamil Cejpek, Jozef Augustin</i> : Rola żywności pochodzenia roślinnego w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym .....	35
<i>Władysław Migdał</i> : Meat consumption and civilization diseases.....	48
<i>Danuta Rosołowska-Huszcz</i> : Antioxidants for the prevention and therapy of type 2 diabetes .....	62
<i>Grażyna Sikorska-Wiśniewska</i> : Overweight and obesity in children and young people .....	71
<i>Ewa Babicz-Zielińska, Romuald Zabrocki</i> : Consumer attitudes toward the pro-healthy value of food.....	81
<i>Barbara Ratkowska, Hanna Kunachowicz, Beata Przygoda</i> : Domestic market of food products fortified by vitamins and minerals in the light of the european regulations.....	90
<i>Agnieszka Szajdek, Eulalia Julitta Borowska, Jerzy Borowski, Bartłomiej Saczuk</i> : Fruit mousses as the source of natural antioxidants.....	100
<i>Dorota Walkowiak-Tomczak, Róża Biegańska-Marecik, Julita Reguła</i> : Antioxidant activity of some selected plum cultivars ( <i>Prunus domestica</i> ) grown in Poland .....	109
<i>Magdalena Michalczyk, Ryszard Macura, Andrzej Złobecki</i> : The survivability of probiotic strain in a banana-milk drink depending on the various prebiotics added.....	116
<i>Małgorzata Jałosińska</i> : The survivability of probiotic strain in a banana-milk drink depending on the various prebiotics added .....	127
<i>Monika Trząskowska, Danuta Kołożyn-Krajewska, Antoni Goryl</i> : Predicting the growth and survival of probiotic bacteria in fermented carrot juice .....	138
<i>Jarosław Korus</i> : The content of inositol phosphates in dry and extruded bean seeds ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	149
<i>Małgorzata Gumienna, Maria Czarnecka, Zbigniew Czarnecki</i> : Changes in the content of some selected food components in products produced from leguminous plant seeds owing to biotechnological treatment .....	159
<i>Josef Augustín, Grażyna Jaworska, Alexander Dandár, Kamil Cejpek</i> : <i>Pleurotus ostreatus</i> as a source of beta-d-glucanes .....	170
<i>Grażyna Jaworska, Adriana Biernacka, Sławomir Wybraniec, Emilia Bernaś</i> : Comparing the vitamin B <sub>1</sub> and B <sub>2</sub> content levels in frozen and sterilized canned foodstuffs of <i>Pleurotus ostreatus</i> , <i>Boletus edulis</i> , and <i>Agaricus bisporus</i> .....	177

<i>Elżbieta Rytel, Grażyna Lisińska</i> : Changes in the content of vitamin C in potato tubers during the cooking and processing to fried and dried products .....	186
<i>Hanna Śmigielska, Grażyna Lewandowicz</i> : Functional properties of the modified starches fortified by copper ions .....	198
<i>Danuta Górecka, Józef Korczak, Aneta Borowska-Parus</i> : The use of sweetening substances in baked goods .....	210
<i>Alicja Kawka, Paulina Rausch, Jarosław Świerczyński</i> : Application possibilities of starter cultures in the production of wheat-barley bread .....	219
<i>Alicja Ceglińska, Antoni Pluta, Józef Skrzypek, Przemysław Krawczyk</i> : Study on the application of nanofiltrated whey-derived mineral components in the production of bread ..	234
<i>Marek Sady, Jacek Domagała, Tadeusz Grega, Dorota Kalicka</i> : Effect of the storing period on micro-flora in yoghurts containing amaranth seeds and oat grains added .....	242
<i>Anna Berezińska, Mieczysław W. Obiedziński</i> : The SPME technique as a useful tool to construct aromagrams of blue-veined cheeses .....	251
<i>Anna Bzducha, Mieczysław W. Obiedziński</i> : The impact of <i>Bifidobacterium lactis</i> on the conjugated linoleic acid content in the fat of model ripening cheeses .....	258
<i>Małgorzata Bączkiewicz, Teresa Fortuna, Justyna Ogonek</i> : The quality of protein-carbohydrate supplements and consumer preferences of people with higher levels of physical activity .....	268
<i>Władysław Migdał, Dorota Wojtysiak, Krystyna Palka, Małgorzata Natonek-Wisniewska, Iwona Duda, Agnieszka Nowocień</i> : Chemical composition and texture parameters of some selected muscles of the polish landrace fatteners slaughtered at different age .....	277
<i>Ewa Czarniecka-Skubina, Wiesław Przybylski, Danuta Jaworska, Ingrid Wachowicz, Iwona Urbańska, Stanisław Niemyjski</i> : Quality profile of pork meat with varying contents of intramuscular fat .....	285
<i>Ewelina Węsierska</i> : Microbiological stability of homogenized chicken sausages .....	295
<i>Małgorzata Ziarno, Beata Margol</i> : Research into the ability of some selected starter lactic acid bacteria (slab) to survive in a model gastric juice and cholesterol binding under those these conditions .....	304
<i>Leokadia Drobnica, Tomasz Cebulak, Władysław Pieczonka</i> : Nourishment and chronic non-contagious diseases in the opinion of consumers of the non-conventional food .....	315
<i>Teresa Leszczyńska, Elżbieta Sikora, Karol Kręcina, Katarzyna Pysz</i> : Meals served in nursery schools and their share in meeting the recommended daily demand for energy and nutrients exemplified by one selected canteen .....	327
<i>Anna Kollajtis-Dolowy, Elżbieta Matysiuk, Iwona Boniecka</i> : Nutritional habits of one selected group of 11–12 years old children from the city of Białystok .....	335
<i>Michalina Lizoń, Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Izabela Bodziarczyk</i> : Content of the b-group vitamins in the whole-day food rations of the gymnasium pupils .....	343
<i>Renata Bieżanowska-Kopeć, Teresa Leszczyńska, Paweł M. Pisulewski</i> : Assessment of the content of folates and other B-group vitamins in the diets of young women (20-25 years old) from the małopolska region .....	352



---

<i>Monika Bronkowska, Beata Sadowska: Assessing the eating habits of perimenopausal women from the point of view of hazards by the diseases of civilization – the intake of some selected nutrients.....</i>	359
<i>Grażyna Morkis: Food problems in Polish and EU legislation.....</i>	369
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Dagmara Mierzejewska: Food science lexicon – contemporary terms.....</i>	371
<i>Stanisław Popiek: Book reviews .....</i>	372
<b>The Food Technologist .....</b>	<b>373</b>
Annual contents .....	377
Index of Authors .....	387
Index of Reviewers .....	391

