

**JAKOŚĆ  
I BEZPIECZEŃSTWO  
ŻYWNOŚCI  
- KSZTAŁTOWANIE  
JAKOŚCI ŻYWIENIOWEJ  
W PROCESACH  
TECHNOLOGICZNYCH**

pod redakcją  
Doroty Nowak

Wydawnictwo SGGW  
Warszawa 2011

© Polskie Towarzystwo Technologów Żywności – Oddział Warszawski  
Warszawa 2011

Opiniodawcy: prof. dr hab. Janusz Czapski  
prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert

Wydanie monografii dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa  
Wyższego

ISBN 978-83-7583-279-2

Wydawnictwo SGGW, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa  
tel. 22 593 55 20 (-22; -25 – sprzedaż), fax 22 593 55 21  
e-mail: [wydawnictwo@sggw.pl](mailto:wydawnictwo@sggw.pl)  
[www.wydawnictwosggw.pl](http://www.wydawnictwosggw.pl)

Druk: Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzcyk, [www.grzeg.com.pl](http://www.grzeg.com.pl)

## SPIS TREŚCI

1. Aspekty żywieniowe i legislacyjne wybranych grup żywności funkcjonalnej KATARZYNA STOS	9
2. Dodatki do żywności: naturalne = bezpieczne ? JANUSZ CZAPSKI	29
3. Działania przemysłu żywnościowego na rzecz poprawy jakości żywieniowej produktów MARTA TOMASZEWSKA	41
4. Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa i przetworów mięsnych MIROŚLAW SŁOWIŃSKI	53
5. Wpływ procesów technologicznych na wartość odżywczą olejów jadalnych KRZYSZTOF KRYGIER, MAŁGORZATA WRONIAK, MAGDALENA MASZEWSKA	65
6. Kształtowanie jakości żywieniowej pieczywa w procesie technologicznym na podstawie przedsiębiorstwa Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. AGNIESZKA ZAGROBA, JANUSZ B. BERDOWSKI, WITOLD LISIECKI	77
7. Akryloamid – charakterystyka, występowanie w żywności i ryzyko dla zdrowia HANNA MOJSKA	87
8. Związki kształtujące jakość napojów winiarskich i spirytusowych EDYTA LPIŃSKA, SYLWIA BONIN	103
9. Wpływ procesów technologicznych na zawartość biotoksyn morskich w mięsie małży i skorupiaków MIROŚLAW MICHAŁSKI	119

10. Zmiany jakościowe miodu w procesie jego pozyskiwania i przetwórstwa SŁAWOMIR BAKIER .....	129
11. Jakość a proces technologiczny na przykładzie zakładów gastronomicznych EWA CZARNIECKA-SKUBINA .....	145
12. Wybrane aspekty jakości żywności niekonwencjonalnej IZABELA STEINKA, ANITA KUKUŁOWICZ.....	169
13. Sposoby otrzymywania skrobi odpornej MAŁGORZATA KAPELKO, TOMASZ ZIĘBA, WACŁAW LESZCZYŃSKI, ARTUR GRYSZKIN, EWA ZDYBEL.....	185

## AUTORZY

**BAKIER SŁAWOMIR**, DR HAB., Zakład Techniki Rolno-Spożywczej, Politechnika Białostocka

**BERDOWSKI JANUSZ B.**, DR INŻ., Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o.

**BONIN SYLWIA**, DR INŻ., Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**CZAPSKI JANUSZ**, PROF. DR HAB., Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**CZARNIECKA-SKUBINA EWA**, DR INŻ., Zakład Technologii Gastronomicznej, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

**GRYSZKIN ARTUR**, DR INŻ., Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**KAPELKO MAŁGORZATA**, DR INŻ., Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**KRYGIER KRZYSZTOF**, PROF. DR HAB., Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**KUKUŁOWICZ ANITA**, DR INŻ., Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Akademia Morska, Gdynia

**LESZCZYŃSKI WACŁAW**, PROF. DR HAB., Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**LPIŃSKA EDYTA**, DR INŻ., Zakład Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**LISIECKI WITOLD**, MGR INŻ., Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o.

**MASZEWSKA MAGDALENA**, DR INŻ., Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**MICHAŁSKI MIROSŁAW**, DR INŻ., Państwowy Instytut Weterynaryjny-PIB w Puławach

**MOJSKA HANNA**, DR N. FARM., - Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

**SŁOWIŃSKI MIROSŁAW**, DR HAB., PROF. SGGW, Zakład Technologii Mięsa, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**STEINKA IZABELA**, DR INŻ., Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, Akademia Morska, Gdynia

**STOŚ KATARZYNA**, DR INŻ., Zakład Bezpieczeństwa Żywności, Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie

**TOMASZEWSKA MARTA**, DR INŻ., Polska Federacja Producentów Żywności Związek Pracodawców oraz Katedra Organizacji i Ekonomiki Konsumpcji Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie,.

**WRONIAK MAŁGORZATA** DR INŻ., Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydział Nauk o Żywności, SGGW w Warszawie

**ZAGROBA AGNIESZKA**, MGR INŻ., Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o.

**ZDYBEL EWA**, DR INŻ., Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**ZIĘBA TOMASZ**, DR INŻ., Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## WPROWADZENIE

„*Człowiek jest tym, co zje*”- to stwierdzenie Ludwiga Feuerbacha, filozofa niemieckiego, dobitnie wskazuje na związki pomiędzy jakością produktów spożywczych a prawidłowym funkcjonowaniem organizmu człowieka. Pożywienie musi dostarczyć wszelkich niezbędnych składników budulcowych, energetycznych oraz biorących udział w procesach regulujących. Składniki żywności stanowią niezwykle wrażliwe struktury o przestrzennych konfiguracjach, których zniszczenie, mogące następować w czasie przetwarzania żywności, może decydować o ich biodostępności czy bioaktywności. Końcowa jakość produktu trafiającego do konsumenta to rezultat zarówno jakości surowca użytego do przetwórstwa, jak i zastosowanej technologii, a więc użycia różnorodnych dodatków, wyboru odpowiednich operacji jednostkowych, zastosowania właściwych parametrów procesu

W ostatnich latach społeczeństwo jest coraz bardziej zainteresowane wpływem żywności na zdrowie człowieka, coraz większą uwagę przywiązuje do świadomego wyboru produktów żywnościowych. Jest to, z jednej strony, skutek ostrzeżeń lekarzy dotyczących związku pomiędzy chorobami cywilizacyjnymi a niewłaściwym odżywianiem, z drugiej - szerokiej edukacji w zakresie identyfikacji wartości żywieniowej poszczególnych produktów żywnościowych. Edukacja ta prowadzona jest często przez środki masowego przekazu i niejednokrotnie jest ona mało obiektywna, ze względu na dziennikarską skłonność do wzbudzania sensacji i gry na emocjach odbiorców - konsumentów. W świadomości społeczeństwa pojęcie „żywność wysokoprzetworzona” zaczyna funkcjonować jako przyczyna złej kondycji zdrowotnej społeczeństwa. Nie dostrzega się aspektów związanych z troską wytwórców oraz naukowców o zapewnienie jej wysokiej jakości ani faktu, że rynek konsumenta oczekuje także żywności wygodnej, która jest najczęściej wysokoprzetworzona.

Dlatego właśnie Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, organizując w grudniu 2009 roku VII Konferencję Naukową z cyklu: JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOSTCI, zaproponował, jako wiodący, temat obrad „Kształtowanie jakości żywieniowej w procesach technologicznych”. Referaty prezentowane podczas konferencji pozwoliły sformułować rzetelną ocenę wpływu technologii na jakość żywieniową. Prelegenci przedstawili ciekawe referaty na temat zmian wartości żywieniowej, którym podlegają surowce w procesie przetwarzania, zmian wprowadzonych do technologii, a mających na celu zwiększenie wartości odżywczej produkowanej żywności, a także działań organizacyjnych czy prawnych, mających na celu troskę o ten aspekt żywności.

Na podstawie tych referatów oraz głosów, które padły w żywej dyskusji toczącej się po ich wygłoszeniu, powstały rozdziały niniejszej monografii, która jest czwartą z kolei w ramach cyklu Jakość i Bezpieczeństwo Żywności. Mamy nadzieję, że zawarta w niej wiedza będzie propagowana zarówno w środowisku naukowym, wśród wytwórców żywności, jak i wśród konsumentów i przyczyni się ona do pogłębienia wiedzy dotyczącej podejmowanych starań związanych z zapewnieniem wysokiej jakości i bezpieczeństwa produkowanej żywności.

Prezes Oddziału Warszawskiego PTTŻ

dr inż. Dorota Nowak



# ROZDZIAŁ 1

## ASPEKTY ŻYWIENIOWE I LEGISLACYJNE WYBRANYCH GRUP ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

*Katarzyna Stoś*

### **Wstęp**

Na przestrzeni ostatnich lat nastąpiły ogromne zmiany na rynku żywnościowym. Współcześnie żywność postrzegania jest nie tylko jako element zaspokojenia głodu i potrzeb energetycznych ustroju, ale również jako źródło substancji o działaniu fizjologicznym. Dynamicznie rozwija się rynek żywności funkcjonalnej oraz suplementów diety. Powstają i rozwijają się nowe, dotychczas niestosowane metody produkcji żywności. Coraz częściej receptury produktów spożywczych projektowane są dla poszczególnych grup ludności, zależnie od ich wieku, stanu zdrowia, stanu fizjologicznego, stylu życia.

Żywność jest źródłem składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Jednak coraz częściej przypisuje się produktom spożywczym szczególne właściwości, głównie w obniżaniu ryzyka chorób niektórych chorób dietozależnych. Odpowiednia i zróżnicowana dieta powinna, w normalnych warunkach, dostarczać wszystkich składników odżywczych, niezbędnych dla prawidłowego rozwoju i zachowania zdrowia, w ilościach spełniających normy, ustalone i zalecane na podstawie ogólnie przyjętych danych naukowych. Wadliwy sposób żywienia ludności w Polsce, tak w aspekcie nadmiaru energii i składników odżywczych, jak i niedoboru pewnych składników, to najczęstsze przyczyny większości chorób dietozależnych oraz wielu odchyień w stanie zdrowia. Do najczęściej występujących chorób zależnych od diety możemy zaliczyć: otyłość, chorobę niedokrwienną serca, nadciśnienie tętnicze, nowotwory żywieniowo zależne, cukrzycę insulinozależną oraz osteoporozę. Można by też wymienić wiele innych, o mniejszym rozprzestrzenieniu epidemiologicznym. Wśród determinantów tych chorób

wymienia się zbyt wysokie spożycie tłuszczów, nasyconych kwasów tłuszczowych, niewielkie spożycie warzyw i owoców oraz błonnika pokarmowego. Jakkolwiek polepszenie diety i bezpieczna żywność przyczyniają się do wzrostu przeciętnej długości życia w Europie, to istnieją również niekorzystne trendy z punktu widzenia dostępności żywności oraz zwyczajów żywieniowych.

Niekorzystne zmiany stylu życia, przy jednoczesnym wzroście świadomości zdrowotnej konsumenta i dążeniu do utrzymania dobrego stanu zdrowia, przyczyniają się do zwiększonego popytu na produkty o specjalnie zaprojektowanym składzie, wykazujące korzystne, udokumentowane oddziaływanie zdrowotne, charakteryzujące się jednocześnie wysoką jakością sensoryczną oraz wygodą w ich stosowaniu. Żywność, która wpływa pozytywnie na jedną lub kilka funkcji w organizmie, poza efektem odżywczym określana jest mianem żywności funkcjonalnej. Produkty tego rodzaju mogą być cennym uzupełnieniem zrównoważonej i urozmaiconej diety.

Żywność wprowadzana do obrotu musi być bezpieczna i zgodna z obowiązującymi wymaganiami prawnymi, zarówno w zakresie jakości i bezpieczeństwa żywności, jak i znakowania, prezentacji i reklamy.

### **Żywność funkcjonalna - definicje i charakterystyka**

Od początku lat 90-tych w literaturze światowej zaczął pojawiać się termin „żywność funkcjonalna”. Koncepcja żywności funkcjonalnej wywodzi się z tradycji filozoficznej Wschodu, w której często zaciera się różnica pomiędzy lekami a pożywieniem.

Pomimo prób podejmowanych dla zdefiniowania żywności funkcjonalnej, między innymi w ramach programu badawczego ILSI Europe Functional Food Science in Europe (FUFOSE), nadal nie ma jednej, określonej w prawie definicji w tym zakresie. Ogólnie przyjmuje się, iż żywność można uznać za funkcjonalną, jeśli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy. Polega on na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka choroby.

Ważną kwestią jest również postać żywności funkcjonalnej. Według istniejących propozycji, żywność funkcjonalna jest przeznaczona do ogólnego spożycia jako część codziennej diety. W projekcie FUFOSE zaproponowano, aby żywność ta przypominała postacią żywność konwencjonalną i wykazywała korzystne oddziaływanie w ilościach, które będą normalnie spożywane z dietą

(z wyłączeniem tabletek, kapsulek). Podobnie w USA, jako żywność funkcjonalną uznaje się żywność konwencjonalną (nie suplementy diety).

Modyfikacje technologiczne żywności funkcjonalnej mogą polegać m.in. na: wzbogacaniu w substancje bioaktywne, odpowiednim zestawianiu poszczególnych składników recepturowych, eliminacji lub stosowaniu zamienników składników niepożądanych (np. tłuszczu, cholesterolu, soli, cukru), zwiększanie biodostępności składników odżywczych poprzez wprowadzanie substancji o działaniu synergistycznym lub eliminacji substancji antyodżywczych. Podwyższona jakość zdrowotna tej żywności wynika głównie z obecności w jej składzie substancji bioaktywnych stymulujących pożądany przebieg przemian metabolicznych oraz optymalnej fizjologicznie proporcji poszczególnych składników.

Wśród bioaktywnych składników żywności funkcjonalnej można wyróżnić: witaminy, składniki mineralne, błonnik pokarmowy, prebiotyki (np. inulina, oligofruktoza), poliole, aminokwasy, peptydy, białka, wielonienasycone kwasy tłuszczowe (n-3), probiotyki, substancje fitochemiczne, takie jak flawonoidy, karotenoidy, fitosterole, kofeina.

Stosowane są różne klasyfikacje żywności funkcjonalnej, m.in. ze względu na:

- specyficzne cechy żywności, np. żywność wzbogacona, niskoenergetyczna, wysokobłonnikowa, o obniżonej zawartości cholesterolu;
- zaspokajanie szczególnych potrzeb żywieniowych określonych grup osób, np. żywność dla sportowców, matek karmiących, kobiet ciężarnych, niemowląt, osób obciążonych zwiększonym ryzykiem różnych chorób.

Wśród tych grup można wyróżnić żywność powszechnego spożycia z dodatkiem różnych składników, ale także produkty specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Dla różnych kategorii produktów obowiązują szczegółowe wymagania określone w regulacjach krajowych oraz Unii Europejskiej.

Żywność funkcjonalna wiąże się z przypisywaniem produktom spożywczym właściwości zdrowotnych. Kryteria umieszczania takich oświadczeń na żywności są regulowane prawnie, co zostało opisane w dalszej części. Warto zaznaczyć, iż oświadczenia zdrowotne mogą dotyczyć również suplementów diety, które w regulacjach Unii Europejskiej traktowane są jako żywność. Tak więc kwestia kwalifikacji może być dyskusyjna.

Mimo szybkiego rozwoju rynku żywności funkcjonalnej, status prawny i związane z tym definiowanie oraz klasyfikacja wymienionego typu żywności nie są w pełni uregulowane w krajach Unii Europejskiej. Jednakże, aby jakiś produkt

mógł być zaliczony do produktów żywienia funkcjonalnego należy poddać go badaniom klinicznym, które udowodnią jego korzystne oddziaływanie na organizm człowieka.

Żywność funkcjonalna musi być bezpieczna oraz prawidłowo znakowana. Szczególne korzyści nadane produktom spożywczym nie mogą powodować ryzyka dla zdrowia konsumentów.

Poniżej omówiono wybrane grupy produktów spożywczych w kontekście obowiązującego prawa oraz zagadnienia oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych, co wiąże się z warunkami przypisywania żywności szczególnych właściwości.

### **Wybrane grupy produktów spożywczych w świetle obowiązującego prawa**

Spśród grup produktów obecnych na rynku, do których mają zastosowanie odpowiednie akty prawne możemy wyróżnić:

- żywność ogólnego spożycia, której zadaniem jest pokrycie podstawowego zapotrzebowania fizjologicznego;
- żywność z dodatkiem witamin, składników mineralnych lub innych składników;
- żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego (m.in. dla niemowląt i małych dzieci, sportowców, osób odchudzających się), która ma za zadanie pokrycie szczególnych potrzeb żywieniowych różnych grup osób;
- suplementy diety, będące skoncentrowanym źródłem składników o działaniu odżywczym i innym fizjologicznym w celu uzupełniania diety.

Ważną kwestią w kontekście żywności funkcjonalnej są również wymagania dotyczące nowej żywności i nowych składników żywności oraz stosowania oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych na produktach spożywczych.

Poniżej zostały opisane kategorie produktów spożywczych, dla których prawo określa szczegółowe wymagania. Zastosowanie odpowiednich przepisów prawnych do żywności funkcjonalnej zależy od różnych czynników, m.in. czy produkt zawiera nowy składnik żywności, czy jest to produkt wzbogacony w witaminy i składniki mineralne, czy jest to produkt, do którego dodano inne składniki. Różne przepisy prawne mają zastosowanie do różnych grup produktów. W tym rozdziale opisane zostały również produkty specjalnego przeznaczenia żywieniowego oraz suplementy diety, które mogą się wydawać zbliżone do żywności funkcjonalnej. Wobec braku definicji kwestie te pozostają dyskusyjne.

### **Żywność z dodatkiem witamin, składników mineralnych**

Żywność, do której dodane zostały składniki o działaniu prozdrowotnym może być uznawana za żywność funkcjonalną. Dodawanie do żywności składników odżywczych, zwane też wzbogacaniem żywności jest coraz powszechniej stosowaną praktyką przez producentów żywności.

Wzbogacanie żywności, zgodnie z definicją zamieszczoną w ustawie o bezpieczeństwie żywności i żywienia z 2006 r., polega na dodatku jednego bądź kilku składników odżywczych do środków spożywczych, niezależnie od tego, czy normalnie występują one w tym środku czy nie, w celu zapobiegania niedoborom lub korygowania niedoborów tych składników odżywczych w całych populacjach lub określonych grupach ludności.

Wzbogacanie żywności stosowane jest głównie w celu: zapobiegania niedoborom tych składników odżywczych; uzyskania żywności o wartości odżywczej podobnej jak żywność, dla której mają one stanowić zamienniki; uzupełnienia strat składników odżywczych, które nastąpiły w czasie przetwarzania żywności; zwiększenia asortymentu produktów spożywczych zawierających składniki odżywcze.

W przypadku stwierdzanego w badaniach epidemiologicznych niedostatecznego spożycia niektórych witamin i/lub składników mineralnych z dietą w całej populacji, a także w sytuacji występowania niedoborów składników odżywczych potwierdzonych wynikami badań biochemicznych oraz występowaniem objawów klinicznych, wprowadzone może być obligatoryjne wzbogacanie wybranych produktów spożywczych. Celem takich działań jest zmniejszanie, na drodze żywieniowej, częstości występowania oraz poziomu nasilenia niektórych czynników ryzyka chorób na tle niedoborów. Przykładem stosowanym w Polsce jest obligatoryjne jodowanie soli kuchennej, wprowadzone z uwagi na powszechnie występujące niedobory jodu w diecie.

W Polsce warunki obligatoryjnego wzbogacania żywności określa rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania. Obowiązek dodawania dotyczy:

- witamin A i D do margaryn o normalnej i obniżonej zawartości tłuszczu, masła o obniżonej zawartości tłuszczu, mieszaniny masła i oleju,
- jodu do soli przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Witaminy i składniki mineralne oraz niektóre inne substancje (np.: aminokwasy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy,

rośliny i ekstrakty ziołowe) mogą być również dodawane przez producentów środków spożywczych dobrowolnie. Warunki wzbogacania żywności określa 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. Do żywności możliwe jest dodawanie tylko tych witamin i składników mineralnych, które zwykle spożywane są z żywnością oraz uznawane są za istotne składniki odżywcze, a związki chemiczne wykorzystywane jako źródło dozwolonych do dodawania witamin i składników mineralnych muszą być bezpieczne i przyswajalne przez organizm człowieka.

Zgodnie z rozporządzeniem 1925/2006 witaminy i składniki mineralne dodawane do żywności w postaci przyswajalnej dla ludzkiego organizmu mogą być dodawane do żywności bez względu na to, czy zwykle znajdują się one w tej żywności, w szczególności ze względu na jeden lub więcej następujących powodów:

- niedobór jednej lub więcej witamin lub składników mineralnych w całej populacji lub w określonych grupach populacji, który można wykazać na podstawie symptomów klinicznych lub podklinicznych lub na który wskazuje szacowane niskie spożycie składnika odżywczego,
- możliwość poprawy stanu wyżywienia całej populacji lub określonych grup populacji lub zniwelowania ewentualnych niedoborów witamin lub składników mineralnych w przyjmowanym pożywieniu będących skutkiem zmian w zwyczajach żywieniowych,
- rozwój ogólnie uznanej wiedzy naukowej na temat roli witamin i składników mineralnych w żywieniu i ich skutków zdrowotnych.

Wykaz witamin i składników mineralnych, które mogą być dodawane do żywności określa Rozporządzenie Komisji (EC) nr 1170/2009 z 30 listopada 2009 zmieniające Dyrektywę 2002/46/EC i Rozporządzenie 1925/2006 dotyczące listy witamin i składników mineralnych oraz ich form chemicznych, które mogą być dodawane do żywności, włączając suplementy. Są to następujące witaminy: A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, niacyna, kwas pantotenowy, kwas foliowy, biotyna, C oraz składniki mineralne: wapń, magnez, żelazo, miedź, jod, cynk, mangan, sód, potas, selen, chrom, molibden, fluorek, chlorek, fosfor. Rozporządzenie zawiera również wykaz form chemicznych wymienionych witamin i składników mineralnych, które mogą być dodawane do żywności.

Natomiast należy zaznaczyć, iż obowiązujące przepisy, zarówno w Polsce, jak i w Unii Europejskiej nie zawierają ustaleń szczegółowych odnośnie

maksymalnych ilości witamin i składników mineralnych, jakie mogą być dodawane do żywności wzbogacanej oraz suplementów diety. W świetle przepisów UE (rozporządzenie 1925/2006, dyrektywa 2002/46) przy ustalaniu maksymalnych ilości witamin i składników mineralnych w żywności należy brać pod uwagę następujące kryteria:

- górne bezpieczne poziomy (Upper Level (UL)) witamin i składników mineralnych ustalone na podstawie naukowej oceny ryzyka, w oparciu o ogólnie akceptowane dane naukowe, uwzględniając zmienne stopnie wrażliwości różnych grup konsumentów;
- spożycie witamin i składników mineralnych wynikające z innych źródeł diety, z uwzględnieniem żywności wzbogacanej;
- zalecane spożycie witamin i składników mineralnych dla populacji.

W Unii Europejskiej trwają prace nad ustaleniem maksymalnych poziomów witamin i składników mineralnych w żywności wzbogacanej oraz suplementach diety.

W przepisach prawnych zostały również określone wymagania na temat znakowania, prezentacji i reklamy żywności z dodatkiem witamin i składników mineralnych. Oznakowanie tej żywności nie może zawierać stwierdzeń ani sugestii, że zrównoważona i zróżnicowana dieta nie może zapewnić właściwych ilości składników odżywczych oraz wprowadzać konsumentów w błąd lub podawać nieprawdy co do wartości odżywczej, jaką żywność może posiadać na skutek dodania tych składników odżywczych. Oznaczanie wartości odżywczej produktów z dodatkiem witamin i składników mineralnych jest obowiązkowe. Etykietowanie produktów z dodatkiem witamin i składników mineralnych może zawierać informację o takim dodatku, o ile jest to zgodne z wymogami określonymi w rozporządzeniu nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.

### **Inne składniki dodawane do żywności, z uwzględnieniem składników roślinnych**

Istnieje szereg substancji odżywczych, poza witaminami i składnikami mineralnymi, które mogą być dodawane do żywności m.in. aminokwasy, niezbędne kwasy tłuszczowe, błonnik, różne rośliny, ekstrakty roślinne i ziołowe, i inne np. probiotyki i prebiotyki.

Rozporządzenie 1925/2006 podejmuje próbę uregulowania kwestii dodawania do żywności innych substancji niż witaminy czy składniki mineralne. Załącznik

III tego rozporządzenia uwzględnia 3 części: substancje zakazane, substancje podlegające ograniczeniom, substancje podlegające kontroli przez Wspólnotę. Dotychczas jednak nie umieszczono konkretnych składników w wymienionym załączniku. Natomiast, jeśli substancja inna niż witaminy lub składniki mineralne albo składnik zawierający substancję inną niż witaminy lub składniki mineralne są dodawane do żywności lub stosowane w jej produkcji w sposób prowadzący do spożycia ilości znacznie przekraczających rozsądne przewidywane spożycie w normalnych warunkach konsumpcji przy zrównoważonej i zróżnicowanej diecie lub stanowiący inne potencjalne zagrożenie dla konsumentów, Komisja może podjąć decyzję o umieszczeniu takiej substancji czy takiego składnika na liście podlegającej zakazowi, ograniczeniu lub kontroli przez Wspólnotę.

Rośliny i wyizolowane substancje czynne coraz częściej wchodzi w skład żywności, najczęściej suplementów diety. Działanie roślin zależy od obecności w nich określonych substancji (związków) czynnych, będących składowymi metabolizmu roślin. Jako składniki produktów spożywczych stosowane są najczęściej rośliny lub ekstrakty z roślin, niewykazujące działania farmakologicznego, a ich dawki są od kilku do kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu razy niższe od dawek leczniczych.

Stosowanie dodatku składników roślinnych do żywności może służyć zmniejszaniu ryzyka chorób i zaburzeń stanu zdrowia. Niesie jednak za sobą również ryzyko niekontrolowanego spożycia szeregu substancji czynnych. Należy zwrócić uwagę, iż brak jest badań nad długoterminowym stosowaniem roślin leczniczych w dawkach podprogowych oraz brak „historii stosowania” w Europie szeregu roślin, m.in. azjatyckich i południowoamerykańskich, oraz badań nad możliwymi interakcjami z innymi składnikami żywności i lekami.

Ocena bezpieczeństwa suplementów diety, w szczególności zawierających składniki roślinne, jest bardzo złożona. W 2009 r. EFSA opublikował pakiet dokumentów zawierających informacje oraz kryteria istotne z punktu widzenia oceny ryzyka i szacowania bezpieczeństwa stosowania składników pochodzenia roślinnego w żywności (w tym w suplementach diety). Jednym z dokumentów jest „*EFSA Compendium of botanicals that have been reported to contain toxic, addictive, psychotropic or other substances of concern*” zawierający listę (regularnie uzupełnianą) roślin oraz substancji pochodzenia roślinnego, wobec których mogą istnieć uzasadnione podejrzenia, co do bezpieczeństwa zdrowotnego w przypadku ich stosowania w środkach spożywczych. Celem tego kompendium jest zwrócenie uwagi producentów żywności oraz przedstawicieli urzędowej kontroli żywności na istotne kwestie bezpieczeństwa w odniesieniu do



produktów zawierających w swoim składzie wymienione w dokumencie komponenty roślinne. Dokument ten nie dokonuje ostatecznej oceny i nie przesądza o bezpieczeństwie czy też niebezpieczeństwie stosowania określonych składników pochodzenia roślinnego w żywności. Aktualnie, zarówno na poziomie Unii Europejskiej, jak i w kraju brak jest szczegółowych regulacji określających składniki roślinne i ich poziomy dodawane do żywności.

**Należy również pamiętać, iż żywność funkcjonalna może zawierać nowe składniki.** Produkty i ich składniki nie stosowane w znacznym stopniu do żywienia ludzi w państwach członkowskich Unii Europejskiej traktowane są jako nowa żywność i podlegają określonym przepisom.

### **Nowa żywność**

Rozwój nowych technologii powoduje pojawianie się nowych składników żywności stosowanych do środków spożywczych, często określanych jako żywność funkcjonalna. Składniki te często nie były wcześniej stosowane w żywieniu ludzi w krajach Unii Europejskiej. Nowe składniki mogą podnosić wartość odżywczą produktów spożywczych.

Nową żywnością, z ang. *novel food*, jest żywność i składniki żywności, które nie były w znacznym stopniu stosowane w żywieniu ludzi w krajach członkowskich Unii Europejskiej przed dniem 15 maja 1997 roku. Wyróżnia się następujące kategorie nowej żywności:

- żywność i składniki żywności składające się lub wyekstrahowane z niestosowanych dotychczas roślin lub nowe składniki pochodzące od zwierząt,
- żywność i składniki żywności składające się lub wyekstrahowane z drobnoustrojów, grzybów lub wodorostów,
- żywność i składniki żywności o nowej lub celowo zmodyfikowanej podstawowej strukturze molekularnej,
- żywność i składniki żywności, które zostały otrzymane w wyniku zastosowania nowo opracowanych technologii, w efekcie których powstają istotne zmiany w składzie lub strukturze żywności lub jej składników, co z kolei ma wpływ na ich wartość odżywczą, metabolizm i poziom niepożądanych substancji.

Nowa żywność może być wprowadzana do obrotu w krajach Unii Europejskiej tylko wtedy, gdy jest bezpieczna i nie wprowadza konsumenta w błąd. Wymagania oraz procedury dotyczące nowej żywności reguluje rozporządzenie

Nr 258/97 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 stycznia 1997 r. w sprawie nowej żywności i nowych składników żywności.

Produkt uznany za nową żywność powinien przejść procedurę dla nowej żywności według rozporządzenia WE 258/97. Podjęcie wprowadzania do obrotu nowej żywności poprzedza się postępowaniem, niezbędnym do stwierdzenia, że nie stanowi ona zagrożenia dla zdrowia lub życia człowieka oraz środowiska. Dokumentacja towarzysząca wnioskowi musi być sporządzona zgodnie z zaleceniami Komisji 97/618/EC z dnia 29 lipca 1997 r. Należy dodać, iż trwają prace nad nowym rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie nowej żywności.

Przykładem składników, które zostały dopuszczone do stosowania w żywności zgodnie z procedurą dla nowej żywności są sterole i stanole roślinne. Składnikom tym przypisuje się korzystne działanie zdrowotne. Są dodawane do różnych grup produktów spożywczych, m.in. margaryn, produktów mlecznych, pieczywa, sosów. Produkty z dodatkiem tych składników są przykładem żywności funkcjonalnej. Fitosterole wpływają hamująco na absorpcję cholesterolu w jelicie powodując obniżenie cholesterolu ogółem i frakcji LDL cholesterolu oraz nie wywierają wpływu na poziom frakcji HDL cholesterolu w surowicy krwi. Spożycie 1.5 – 2.5g/dzień steroli lub stanoli powoduje znaczące obniżenie całkowitego cholesterolu i LDL cholesterolu. Maksymalna dzienna dawka steroli lub stanoli nie powinna przekraczać 3 g. Produkty z dodatkiem fitosteroli muszą być odpowiednio znakowane. Na ich etykietach powinny znaleźć się stwierdzenia informujące, że:

- produkt ma być przeznaczony dla osób, które chcą obniżyć poziom cholesterolu we krwi;
- pacjenci objęci działaniem leków obniżających cholesterol powinni spożywać omawiane produkty pod kontrolą lekarską;
- margaryny z fitosterolami nie są odpowiednie dla kobiet w ciąży, karmiących i dzieci do 5 lat;
- produkty z fitosterolami powinny być wkomponowane w prawidłową dietę zapewniającą regularne spożywanie owoców i warzyw dla zapewnienia podaży karotenoidów.

Innymi przykładami nowej żywności są: sok z owoców Noni (*Morinda citrifolia* L.), olej bogaty w kwas dokozaheksaenowy DHA otrzymywany z mikroalg *Schizochytrium sp.*, salatrim (grupa triacyloglicerydów o zredukowanej kaloryczności), likopen z *Blakeslea trispora*.

### **Środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego**

Często uważa się, iż żywnością funkcjonalną są produkty przeznaczone dla określonych grup osób w celu zaspokajania szczególnych potrzeb żywieniowych. Zgodnie z regulacjami Unii Europejskiej, jak i prawem krajowym istnieje kategoria produktów klasyfikowanych jako środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Potocznie jest nazywana żywnością dietetyczną, chociaż według obowiązującego prawa tylko w odniesieniu do niektórych grup produktów można stosować takie określenie.

Środkami spożywczymi specjalnego przeznaczenia żywieniowego, zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie żywności i żywienia, są środki spożywcze, które ze względu na specjalny skład lub sposób przygotowania wyraźnie różnią się od środków spożywczych powszechnie spożywanych i zgodnie z informacją zamieszczoną na opakowaniu są wprowadzane do obrotu z przeznaczeniem do zaspokajania szczególnych potrzeb żywieniowych:

- osób, których procesy trawienia i metabolizmu są zachwiane lub osób, które ze względu na specjalny stan fizjologiczny mogą odnieść szczególne korzyści z kontrolowanego spożycia określonych substancji zawartych w żywności - taki środek spożywczy może być określany jako "dietetyczny",
- zdrowych niemowląt i małych dzieci w wieku od roku do 3 lat.

Według prawa krajowego środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego, ze względu na swoje przeznaczenie, obejmują następujące grupy:

- preparaty do początkowego żywienia niemowląt, w tym mleko początkowe, oraz preparaty do dalszego żywienia niemowląt, w tym mleko następne;
- środki spożywcze uzupełniające, obejmujące produkty zbożowe przetworzone i inne środki spożywcze dla niemowląt i małych dzieci w wieku od roku do 3 lat;
- środki spożywcze stosowane w dietach o ograniczonej zawartości energii w celu redukcji masy ciała;
- dietetyczne środki spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego;
- środki spożywcze zaspokajające zapotrzebowanie organizmu przy intensywnym wysiłku fizycznym, zwłaszcza sportowców;
- środki spożywcze dla osób z zaburzeniami metabolizmu węglowodanów (cukrzyca);
- środki spożywcze niskosodowe, w tym sole dietetyczne o niskiej zawartości sodu lub bezsodowe;
- środki spożywcze bezglutenowe.

Do środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego można stosować różne substancje odżywcze, takie jak witaminy, składniki mineralne, aminokwasy i inne, w celu zapewnienia zaspokojenia specjalnych potrzeb żywieniowych. Skład omawianych grup produktów musi być zgodny z wymaganiami określonymi w szczególności w rozporządzeniu Komisji Europejskiej 953/2009, a także rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2007 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego, gdzie uwzględnione zostały Dyrektywy Unii Europejskiej.

**Środkami spożywczymi stosowanymi w dietach o ograniczonej zawartości energii w celu redukcji masy ciała** są specjalnie przygotowane środki spożywcze, które użyte zgodnie z instrukcją producenta zastępują całkowicie lub częściowo całodzienną dietę. Środki te obejmują następujące kategorie:

- produkty przedstawiane jako zamienniki całodzienniej diety,
- produkty przedstawiane jako zamienniki jednego posiłku lub większej liczby posiłków w ciągu dnia.

Reklama i prezentacja środków spożywczych stosowanych w dietach o ograniczonej zawartości energii, w celu redukcji masy ciała, nie mogą odnosić się do tempa ani ilości ubytku masy ciała, które mogłyby wynikać ze stosowania tych produktów.

**Dietetyczne środki spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego** obejmują środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego, odpowiednio przetworzone lub przygotowane i przeznaczone do żywienia dietetycznego pacjentów pod nadzorem lekarza. Przy określaniu składu oraz zasad stosowania tych produktów powinny być uwzględniane uznane zasady medyczne i żywieniowe oraz ogólnie przyjęte dane naukowe.

**Do środków spożywczych zaspokajających zapotrzebowanie organizmu przy intensywnym wysiłku fizycznym, zwłaszcza sportowców**, zalicza się m.in. produkty białkowe, węglowodanowe, białkowo-węglowodanowe, preparaty aminokwasowe oraz napoje izotoniczne. Coraz powszechniej spotyka się suplementy dla sportowców, będące źródłem witamin, składników mineralnych i innych składników o działaniu fizjologicznym.

**Środki spożywcze dla osób z zaburzeniami metabolizmu węglowodanów (cukrzyca)** są to produkty dyskusyjne, dla których nie ustalono szczegółowych wymagań prawnych. Dane naukowe wskazują, że dieta chorego na cukrzycę powinna być zgodna z założeniami diety zdrowego człowieka, tzn. powinna spełniać zalecenia dietetyczne zdrowego żywienia, niezależnie od współistnienia

jakichkolwiek chorób. Szczególną uwagę zwraca się na ograniczenie spożycia sacharozy.

Szczególną grupą produktów są **środki spożywcze niskosodowe, w tym sole dietetyczne o niskiej zawartości sodu lub bezsodowe**. Szczegółowe wymagania dotyczące znakowania produktów o obniżonej zawartości soli są określone w rozporządzeniu 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.

**Środki spożywcze bezglutenowe** przeznaczone są dla osób chorych na celiakię. Polega ona na nietolerancji frakcji glutenu, tj. białka zawartego w ziarnach pszenicy, żyta, jęczmienia, owsa. Szczegółowe kwestie dotyczące składu i znakowania tej grupy produktów określa rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (EC) 41/2009 z 20 stycznia 2009 r. Wyróżnia się „**produkty o bardzo niskiej zawartości glutenu**” - specjalnie przetworzone w celu obniżenia zawartości glutenu do ilości nie większej niż 100 mg/kg produktu sprzedawanego konsumentowi końcowemu oraz „**produkty bezglutenowe**” - zawierających gluten w ilości nie większej niż 20 mg/kg produktu sprzedawanego konsumentowi końcowemu. Przepis ten dopuszcza znakowanie określeniem „produkt bezglutenowy” produktów powszechnego spożycia.

Wymienione wyżej grupy produktów są przeznaczone do specjalnych celów żywieniowych określonych grup osób. W dyskusjach na temat definicji żywności funkcjonalnej wskazuje się przede wszystkim na jej korzystny wpływ na organizm, poza efektem odżywczym. Natomiast środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego, to produkty, które wprowadzane są do obrotu z przeznaczeniem do zaspokajania szczególnych potrzeb żywieniowych.

Wydaje się, iż bliskie określeniu „żywność funkcjonalna” mogą być także suplementy diety poprzez przypisywane im korzystne działanie na zdrowie ludzi.

### **Suplementy diety**

Poza wyżej opisanymi grupami produktów, warto zwrócić uwagę na środki spożywcze określone jako suplementy diety, zdefiniowane w Unii Europejskiej w 2002 r. Są to produkty różniące się postacią od żywności konwencjonalnej, jednak traktowane są jako żywność i podlegają prawu żywnościowemu. Często przypisuje się im szczególne właściwości zdrowotne. Suplementy diety mogą być stosowane w sytuacjach zwiększonego zapotrzebowania na składniki odżywcze, również wtedy, gdy ich przyswajanie nie jest do końca możliwe, zwłaszcza u ludzi w starszym wieku z zaburzeniami łaknienia lub chorobami przewodu

pokarmowego. W praktyce można zatem rozważać znaczenie suplementów jako składników uzupełniających nieprawidłową dietę.

Suplementami diety, zgodnie z ustawą o bezpieczeństwie żywności i żywienia, są środki spożywcze, których celem jest uzupełnianie normalnej diety, będące skoncentrowanym źródłem witamin lub składników mineralnych lub innych substancji wykazujących efekt odżywczy lub inny fizjologiczny, wprowadzane do obrotu w formie umożliwiającej dawkowanie, przeznaczonych do spożywania w małych, odmierzonych ilościach jednostkowych, z wyłączeniem produktów posiadających właściwości produktu leczniczego w rozumieniu przepisów prawa farmaceutycznego.

Obecnie obowiązujące przepisy regulują szczegółowo kwestie dotyczące witamin i składników mineralnych, z uwzględnieniem ich form chemicznych. Brak jest jednak wymagań w zakresie maksymalnych poziomów dla tych składników.

Obok witamin i składników mineralnych w suplementach diety mogą występować inne substancje np. aminokwasy, kwasy tłuszczowe, błonnik, lecytyna, składniki roślinne i inne. Regulacje prawne w odniesieniu do suplementów diety zawierających składniki roślinne w krajach Unii Europejskiej nie są ujednocnione. Zarówno w kraju, jak i w Unii Europejskiej nie ma list odnośnie dozwolonych innych składników, w tym roślinnych.

Znaczenie suplementów diety dla zdrowia jest wciąż dyskutowane. Coraz częściej pojawia się pytanie o bezpieczeństwo ich stosowania. Witaminy i składniki mineralne spożywane zarówno z suplementów diety oraz żywności wzbogacanej mogą zwiększać ryzyko przekroczenia górnych bezpiecznych poziomów w przypadku niektórych składników. Suplementy diety mogą być przyczyną powikłań farmakoterapii u pacjentów zażywających leki będących następstwem interakcji pomiędzy składnikami zawartymi w suplementach (witaminy, składniki mineralne, zioła i inne) a powszechnie stosowanymi lekami. Składniki suplementów mogą zmniejszać wchłanianie wielu leków czy też zaburzać metabolizm niektórych z nich.

### **Oświadczenia żywieniowe i zdrowotne**

Wprowadzanie do obrotu żywności, szczególnie funkcjonalnej, wiąże się z chęcią przypisywania jej szczególnych właściwości żywieniowych i/lub zdrowotnych. Istnieje szeroki zakres składników odżywczych i innych substancji, obejmujący w szczególności, witaminy, składniki mineralne, aminokwasy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, błonnik pokarmowy, różne wyciągi

roślinne i ziołowe, które wywierają określone skutki żywieniowe lub fizjologiczne i mogą znajdować się w żywności oraz być przedmiotem oświadczenia. Żywność, która jest promowana przy użyciu odpowiednich oświadczeń, może być postrzegana przez konsumentów jako produkt o korzystniejszych właściwościach odżywczych, fizjologicznych lub zdrowotnych niż podobne lub inne produkty, do których takie składniki odżywcze i inne substancje nie zostały dodane. Może to skłonić konsumentów do podejmowania decyzji, które wpłyną bezpośrednio na całkowitą ilość spożywanych przez nich składników odżywczych lub innych substancji w sposób, który byłby niezgodny z zaleceniami naukowymi. Niezbędne jest zatem przestrzeganie pewnych zasad, warunków i ograniczeń dotyczących stosowania oświadczeń na produktach spożywczych.

Warunki stosowania tego typu oświadczeń są uregulowane przepisami prawnymi. Jedną z głównych zasad zakazuje posługiwania się informacjami, które wprowadzałyby konsumenta w błąd. Znakowanie i sposób znakowania, prezentacja i reklama środków spożywczych nie mogą również przypisywać tym środkom właściwości zapobiegania, leczenia lub wyleczenia chorób człowieka, jak też sugerować takich właściwości.

Zamieszczane oświadczenia muszą być zgodne z prawdą, posiadać potwierdzenie naukowe ich korzystnego działania odżywczego lub fizjologicznego. Konieczne jest więc, aby substancja będąca przedmiotem oświadczenia była obecna w produkcie końcowym w wystarczających ilościach lub by dana substancja była nieobecna lub obecna w ilościach odpowiednio zmniejszonych, tak by powodować zgodne z oświadczeniem działanie odżywcze lub fizjologiczne. Substancja ta powinna być ponadto przyswajalna przez organizm. Dodatkowo, w odpowiednich przypadkach, znacząca ilość substancji, która według oświadczenia ma działanie odżywcze lub fizjologiczne, powinna być dostarczana w takiej ilości żywności, jakiej spożycia można racjonalnie oczekiwać.

W celu zapewnienia skutecznego funkcjonowania rynku wewnętrznego Wspólnoty Europejskiej w odniesieniu do oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu ochrony konsumentów określono wspólne zasady i warunki stosowania oświadczeń w znakowaniu środków spożywczych. Kwestie te szczegółowo reguluje rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.

Przepis ten ma zastosowanie do oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych zawartych w przekazach komercyjnych, zarówno w etykietowaniu, przy prezentacji, jak i w reklamach żywności, przeznaczonej dla konsumentów końcowych. Zasady stosowania oświadczeń uwzględniają żywność przeznaczoną dla restauracji, szpitali, szkół, stołówek i podobnych instytucji żywienia zbiorowego.

Oświadczenia są elementem znakowania informującym konsumenta o szczególnych cechach produktu spożywczego. Do produktów spożywczych zastosowanie mają oświadczenia żywieniowe, które odnoszą się do składu produktu oraz oświadczenia zdrowotne, które mówią o funkcjach fizjologicznych i wpływie na czynniki ryzyka chorób.

Wykaz dozwolonych oświadczeń żywieniowych wraz z warunkami ich stosowania, określa załącznik do rozporządzenia 1924/2006.

Oświadczenie zdrowotne, zgodnie z definicją, oznacza każde oświadczenie, które stwierdza, sugeruje lub daje do zrozumienia, że istnieje związek pomiędzy kategorią żywności, daną żywnością lub jednym z jej składników, a zdrowiem.

Oświadczenia zdrowotne mogą być stosowane po przeprowadzeniu oceny naukowej. Zgodnie z aktualnym prawem ocena taka jest przeprowadzana przez Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Wyróżnić można oświadczenia zdrowotne dotyczące funkcji fizjologicznej, wzmocnienia funkcji fizjologicznej, a także zmniejszenia ryzyka choroby.

Wykaz dozwolonych oświadczeń zdrowotnych dotyczących funkcji fizjologicznej, zgodnie z procedurą rozporządzenia 1924/2006, powstanie po merytorycznej ocenie oświadczeń zgłoszonych przez kraje członkowskie, dokonanej przez EFSA.

Oświadczenia zdrowotne dotyczące zmniejszenia ryzyka choroby oraz rozwoju i zdrowia dzieci mogą być stosowane na podstawie decyzji Komisji Europejskiej, opracowanej na podstawie naukowej opinii EFSA, na wniosek poszczególnych przedsiębiorców.

Ocena naukowa oświadczeń jest zagadnieniem bardzo złożonym. Wiele oświadczeń umieszczanych na etykietach i wykorzystywanych w reklamach żywności dotyczy substancji, których korzystne działanie nie zostało wykazane lub co do których nie istnieje jeszcze jednoznaczne stanowisko naukowe. W odniesieniu do substancji, których dotyczy oświadczenie, uzyskać należy potwierdzenie ich korzystnego działania odżywczego lub fizjologicznego. Głównym aspektem branym pod uwagę przy stosowaniu oświadczeń



żywieniowych i zdrowotnych powinno być potwierdzenie naukowe. Oświadczenie powinno być potwierdzone naukowo poprzez uwzględnienie ogółu dostępnych danych naukowych i poprzez ocenę mocy naukowej dowodów.

### **Podsumowanie**

Żywność funkcjonalna jest kategorią żywności, która wymaga szczególnej uwagi w kontekście przypisywanych jej efektów korzystnego oddziaływania na zdrowie oraz aspektów bezpieczeństwa. Biorąc pod uwagę rosnące zainteresowanie konsumentów wpływem diety na zdrowie, istnieje duże prawdopodobieństwo wzrostu popytu na żywność o ukierunkowanym, pożądanym oddziaływaniu na organizm człowieka.

Mimo szybkiego rozwoju rynku żywności funkcjonalnej, status prawny i związane z tym definiowanie oraz klasyfikacja tego typu żywności nie są uregulowane. Jednakże należy pamiętać, iż korzystne oddziaływanie zdrowotne żywności powinno być udokumentowane badaniami naukowymi. Tylko naukowe potwierdzenie właściwości prozdrowotnych upoważnia do uznania danego produktu za żywność funkcjonalną.

Żywność funkcjonalna musi być bezpieczna, spełniać wymagania obowiązujące dla żywności tradycyjnej. Szczególne korzyści nadane produktom spożywczym nie mogą powodować ryzyka dla zdrowia konsumentów. Należy pamiętać o potencjalnym ryzyku spożycia nadmiernych ilości pewnych witamin (np. witaminy A), składników mineralnych i innych składników, które może wywołać skutki uboczne. Warto również monitorować rynek nowych produktów oraz prowadzić badania spożycia różnych składników, uwzględniając nowe składniki żywności.

Żywność taka wymaga oceny z punktu widzenia jej bezpieczeństwa dla organizmu. Jednocześnie stwarza ona unikalną możliwość polepszenia jakości żywności oferowanej konsumentom dla dobrego samopoczucia oraz zdrowia. Przyszłość żywności funkcjonalnej zależy od zaawansowania nauk żywieniowych i rozwoju innowacyjnych technologii. Duże znaczenie ma również świadomość, rozumienie i akceptacja przez konsumentów nowych produktów spożywczych.

### **Literatura**

1. Binns N., Howlett J.: Functional foods in Europe: international developments in science and health claims. *Eur J Nutr*, 2009, 48, suppl 1.
2. Commission Recommendation 97/618/EC: of 29 July 1997 concerning the scientific aspects and the presentation of information necessary to support

applications for the placing on the market of novel foods and novel food ingredients and the preparation of initial assessment reports under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council (OJ, L 253 z 16.09.1997r.).

3. Diplock A.T. et al: Scientific concepts of functional foods in Europe – consensus document (FUFOSE), 1999, Br J Nutr 81 (suppl. 1).
4. Dyrektywa 2002/46/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 10 czerwca 2002 r. w sprawie zbliżenia Państw Członkowskich w zakresie suplementów diety.
5. Dyrektywa 2009/39/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 maja 2009 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego, OJ L 124; 20.5.2009. EFSA Compendium of botanicals that have been reported to contain toxic, addictive, psychotropic or other substances of concern; EFSA Scientific Cooperation (ESCO) Report, EFSA Journal, 2009; 7(9):281. Jarosz M, Bułhak-Jachymczyk B.: Normy Żywienia Człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Red. IŻŻ, PZWL, 2008.
8. Krygier K.: Żywność funkcjonalna – żywność XXI wieku. Przemysł Spożywczy, 2002, 4, 56.
9. Rozporządzenie (WE) 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności. (Dz. U. L 031 , 01/02/2002 P).
10. Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.
11. 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. Dz. U. WE, L 404 z dnia 30.12.2006 r.
12. Rozporządzenie Komisji nr 1170/2009 z dnia 30 listopada 2009 r. zmieniające dyrektywę 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wykazów witamin i składników mineralnych, które można dodawać do żywności, w tym do suplementów żywnościowych.

13. Rozporządzenie 258/97/WE z dnia 27 stycznia 1997 r. w sprawie nowej żywności i nowych składników żywności (Dziennik Urzędowy UE, L 43 z dnia 14.02.1997r.)
14. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 953/2009 z dnia 13 października 2009 r. w sprawie substancji, które mogą być dodawane w szczególnych celach odżywczych do środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. OJ L 269/9; 14.10.2009
15. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego (Dz.U. Nr 209, poz. 1518). Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności i warunków ich stosowania, (Dz. U. Nr 27, poz. 237).
17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007r. w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety (Dz. U. Nr 196 poz. 1425).
18. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (EC) 41/2009 z dnia 20 stycznia 2009 r. dotyczące składu i znakowania środków spożywczych odpowiednich dla osób z nietolerancją glutenu. OJ L 16; 21.1.2009.
19. Sahin N., Akdemir F. et al. Lycopene-enriched quail egg as functional food for humans. *Food Research International*, 2008, 41, 295-300.
20. Szponar L., Sekuła W., Rychlik E., Ołtarzewski M., Figurska K.: Badania indywidualnego spożycia żywności i stanu odżywienia w gospodarstwach domowych, *Prace IŻŻ* 101, 1 – 897, 2003, Warszawa, IŻŻ.
21. Świdorski F., Kolanowski W.: „Żywność funkcjonalna i dietetyczna”. Żywność wygodna i funkcjonalna, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2003.
22. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals, Report European Food Safety Authority, 2006.
23. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. z 2006 r. Nr 171, poz. 1225).



## **ROZDZIAŁ 2.**

### **DODATKI DO ŻYWNOŚCI: NATURALNE = BEZPIECZNE ?**

*Janusz Czapski*

W produkcji żywności stosuje się bardzo różnorodne surowce, w tym dodatki o różnym charakterze i statusie prawnym. Obecnie obowiązuje definicja „dodatku do żywności” według Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności [12], harmonizująca przepisy dotyczące stosowania dodatków do żywności w środkach spożywczych. Wg tego rozporządzenia „dodatek do żywności” oznacza każdą substancję, która w normalnych warunkach ani nie jest spożywana sama jako żywność, ani nie jest stosowana jako charakterystyczny składnik żywności, bez względu na swoją ewentualną wartość odżywczą. Celem stosowania dodatków do żywności jest wywołanie określonego efektu technologicznego w trakcie jej produkcji, przetwarzania, przygotowywania, obróbki, pakowania, przewozu lub przechowywania. Jednocześnie substancja ta lub jej produkty pochodne stają się bezpośrednio lub pośrednio składnikiem tej żywności. Za dodatki do żywności nie uważa się jednak m.in. monosacharydów, środków spożywczych aromatyzujących dodanych ze względu na ich właściwości aromatyczne, smakowe lub odżywcze wraz z wtórnym efektem barwiącym.

Powyższego rozporządzenia nie stosuje się m.in. do następujących substancji, chyba że są one stosowane jako dodatki do żywności:

- substancji pomocniczych w przetwórstwie;
- substancji stosowanych do ochrony roślin i produktów roślinnych zgodnie z zasadami wspólnotowymi odnoszącymi się do zdrowotności roślin;
- substancji dodawanych do żywności jako składniki odżywcze;
- substancji stosowanych do uzdatniania wody pitnej;
- środków aromatyzujących objętych zakresem stosowania rozporządzenia (WE) nr 1334/2008 w sprawie środków aromatyzujących i niektórych

składników żywności o właściwościach aromatyzujących do użycia w i na środkach spożywczych;

- enzymów spożywczych objętych zakresem stosowania rozporządzenia (WE) nr 1332/2008 w sprawie enzymów spożywczych.

Przeciętny konsument traktuje dodatki do żywności z nieufnością, uważa je za sztuczne i syntetyczne związki chemiczne i obawia się ich szkodliwego działania. Dość powszechne jest natomiast przekonanie, że związki naturalnie występujące w spożywanych przez człowieka produktach są całkowicie nieszkodliwe.

Jedną z przyczyn negatywnej oceny przez konsumentów dodatków było wprowadzenie na szeroką skalę w wieku XIX barwników do żywności. Były to barwniki stosowane w przemyśle włókienniczym, a do żywności dodawane dla nadania jej atrakcyjnej barwy, w tym również w celu zafałszowania. W tym czasie nie stosowano badań toksykologicznych. Pierwsze unormowania prawne dotyczące stosowania syntetycznych barwników do żywności wydano w USA w 1906 r., a w Wielkiej Brytanii w 1925 r.

Według Amerykańskiego Urzędu ds. Żywności i Leków (FDA), który uszeregował zagrożenia ze strony żywności, dodatki do żywności znajdują się na 6. miejscu:

- drobnoustroje chorobotwórcze;
- naturalnie występujące trucizny;
- zanieczyszczenia ze środowiska;
- niedobory żywieniowe – głód, niedożywienie;
- pozostałości pestycydów;
- dodatki do żywności.

Dodatki do żywności mogą być szkodliwe dla konsumenta, m.in. ze względu na:

- działanie toksyczne;
- nietoksyczne reakcje organizmu, np. w postaci alergii pokarmowej lub nietolerancji pokarmowej;
- interakcje z lekami;
- niepożądane działanie farmakologiczne.

Należy jednak bardzo wyraźnie podkreślić, że każdy z tych przypadków może dotyczyć również produktów spożywczych uważanych za bezpieczne. Przykładem może być interakcja związków polifenolowych grejpfruta z niektórymi lekami nasercowymi, jak blokery kanału wapniowego. Prowadzi to do wzrostu stężenia

leku w surowicy, co powodować może hipotonię, bóle i zawroty głowy. Notowano nawet przypadki śmiertelne po popiciu leków sokiem grejfrutowym.

Dodatki do żywności podlegają ciągłej ocenie pod kątem ich szkodliwości. Przewiduje to również wspomniane wcześniej rozporządzenie 1333/2008 [12]. Każdy dodatek do żywności powinien podlegać stałemu nadzorowi, a gdy tylko jest to konieczne ze względu na zmianę warunków jego stosowania lub pojawienie się nowych informacji naukowych, musi zostać poddany ponownej ocenie.

Postęp w analizie chemicznej i w ocenie toksykologicznej powoduje zmiany w ocenie składników żywności i dodatków. Od wielu lat podkreśla się możliwość powstania szkodliwych związków ze składników naturalnie występujących w żywności. Bardzo dużo uwagi poświęcono m.in. nitrozoaminom, powstającym z azotanów (III) i amin, akryloamidu z argininy.

Związki szkodliwe dla zdrowia mogą powstawać z dodatków, długo uznawanych za całkowicie bezpieczne. Przykładem może być przypadek estru etylowego kwasu pirowęglowego, do 1972 r. stosowanego pod nazwą Baycovin jako konserwant do win i napojów w ilości 50-300 ppm. Jest to związek o silnym działaniu bakteriobójczym, hydrolizujący w środowisku wodnym do dwóch nieszkodliwych związków: kwasu pirowęglowego i etanolu. Stwierdzono jednak, że w reakcji tego związku z mocznikiem powstaje również szkodliwy karbaminian etylu, którego działanie kancerogenne i teratogenne wykazano na zwierzętach. Należy wspomnieć, że karbaminian etylu był stosowany jeszcze w latach 40-tych XX wieku jako lek.

Karbaminian etylu znajduje się w małych ilościach w wielu produktach, m.in. w pieczywie i kapuście kiszanej. Znaczne jego ilości, zawierają niektóre napoje alkoholowe (np. koniaki i winiaki, wódki i destylaty z owoców pestkowych, tequila) [2, 19].

Jednym z głównych prekursorów karbaminianów etylu jest jon cyjankowy, który powstaje z glikozydów cyjanogennych na drodze ich hydrolizy enzymatycznej lub wskutek działania podwyższonej temperatury. Glikozydy cyjanogenne występują m.in. w pestkach owoców (amygdalina), w siemieniu lnianym (linamaryna), owocach kassawy, cukrze trzcinowym.

W procesach fermentacji karbaminiany mogą powstawać w wyniku różnych reakcji etanolu z m.in. mocznikiem, cytruliną i związkami cyjanowymi. Uważa się, że w sosach sojowych powstaje on z cytruliny, która nagromadza się w produkcie w czasie pasteryzacji w wyniku degradacji argininy [8].

Ostatnio zwraca się uwagę na możliwość powstawania benzenu z kwasu benzoesowego, stosowanego jako konserwant m.in. przy produkcji napojów. Kwas benzoesowy występuje naturalnie w niektórych jagodach, m.in. borówki brusznicy i żurawiny. Benzen powstaje w wyniku dekarboksylacji konserwanta, a reakcję tę przyspieszają: obecność kwasu askorbinowego i izoaskorbinowego, podwyższona temperatura i dostęp światła. Zwraca się uwagę, że pobranie benzenu z zanieczyszczonego powietrza jest znacznie większe niż z żywności [3].

### **Żywność funkcjonalna i dodatki**

Żywność funkcjonalna jest grupą produktów, których asortyment i wielkość spożycia bardzo szybko zwiększają się. Według definicji przyjętej przez zespół ekspertów Unii Europejskiej w 1999 r., żywność może być uznana jako funkcjonalna, jeżeli udowodniono jej korzystny wpływ, ponad odpowiedni efekt odżywczy, na jedną lub więcej funkcji organizmu, które mają związek z poprawą stanu zdrowia oraz dobrego samopoczucia i/lub ze zmniejszeniem ryzyka zachorowania.

Dla producentów żywności istotne znaczenie w promocji produktu mają umieszczane na opakowaniu oświadczenia zdrowotne. „Oświadczenie zdrowotne” oznacza każde oświadczenie, które stwierdza, sugeruje lub daje do zrozumienia, że istnieje związek pomiędzy kategorią żywności, daną żywnością lub jednym z jej składników, a zdrowiem. Zezwolenia na takie oznakowanie wydaje Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) [14].

Pierwsze decyzje dotyczące zezwoleń na stosownie oświadczeń zdrowotnych wydano w marcu 2009 r. Znaczna część wniosków została odrzucona, ze względu na niewystarczające udowodnienie naukowe.

W ostatnich latach szczególnym zainteresowaniem jako składnikiem żywności funkcjonalnej cieszą się różnego rodzaju dodatki pochodzenia roślinnego, bogate w związki biologicznie aktywne, zwane niekiedy fitozwiązkami. Takie postępowanie jest często uzasadniane naturalnością tych związków, tradycją i ich bardzo długim wykorzystaniem w lecnictwie ludowym. Zapomina się, że „naturalne” nie oznacza „bezpieczne”. Należy podkreślić, że w przypadku takich związków jest wiele niewiadomych, jak [5]:

- zalecany poziom ich spożycia;
- zmienny skład surowca uwarunkowany czynnikami genetycznymi, uprawowymi, morfologicznymi itp.;
- współdziałanie poszczególnych związków;
- stabilność składników w czasie przetwarzania i przechowywania;



- zmiana stosunku poszczególnych składników surowca przy otrzymywaniu różnych preparatów, np. w postaci ekstraktów;
- interakcja z lekami;
- właściwości (np. barwa, smak, zapach, rozpuszczalność) ograniczające ich zastosowanie;
- stan prawny;
- wpływ matrycy produktu na działanie fitozwiązku.

Należy również przypomnieć, że ocena roli wielu składników ulegała dużym zmianom. Przykładem mogą być flawonoidy:

- XIX w. - składniki bez wartości żywieniowej;
- 1936 r. - Szent-Györgyi i Rusznyák stwierdzili, że m.in. kwercetyna zmniejsza przepuszczalność ścian naczyń i zaproponowali nazwę witaminy P;
- 1950 r. – nie są witaminą;
- po 1970 r. - kwercetyna jest mutagenna;
- po 1985 r. – pozytywny wpływ na organizm.

Możliwe, że nawet w niedalekiej przyszłości wiele związków uznanych za nieszkodliwe bądź działające prozdrowotnie, zostanie uznanych za niebezpieczne, i odwrotnie.

Różne postaci preparatów substancji pochodzenia roślinnego można podzielić na grupy, jako otrzymane:

- z konwencjonalnych produktów spożywanych przez człowieka;
- z produktów, które w różnych rejonach świata są używane w leczeniu;
- z innych materiałów, które nie są spożywane przez człowieka.

W Unii Europejskiej obowiązują przepisy, definiujące nową żywność [15]. Zgodnie z tym rozporządzeniem nowa żywność i nowe składniki żywności to żywność i składniki żywności, które do 15 maja 1997 r. (przyjęto datę wejścia w życie rozporządzenia) nie były w znacznym stopniu wykorzystywane we Wspólnocie do spożycia przez ludzi.

Definicja nowej żywności obejmuje następujące kategorie żywności i składników żywności [15]:

- o nowej lub celowo zmodyfikowanej podstawowej strukturze molekularnej;
- składające się z, lub wyekstrahowane z drobnoustrojów, grzybów lub wodorostów;
- składające się z, lub wyekstrahowane z roślin i składniki żywności pochodzące od zwierząt, z wyjątkiem żywności i składników żywności

uzyskanych drogą tradycyjnych metod wytwórczo-hodowlanych, o których już wiadomo, że są bezpieczne dla zdrowia;

- poddane procesowi wytwórczemu obecnie niebędącemu w użyciu, w efekcie którego powstają istotne zmiany w składzie lub strukturze żywności lub jej składników, co z kolei ma wpływ na ich wartość odżywczą, metabolizm i poziom niepożądanych substancji.

Wnioskodawca, wprowadzając do obrotu w Polsce nową żywność lub nowy składnik żywności, jest zobowiązany do złożenia wniosku do Głównego Inspektoratu Sanitarnego oraz przesłania kopii do Komisji Europejskiej. Dopiero wydanie decyzji Komisji Europejskiej lub Rady Unii Europejskiej, zezwalającej na wprowadzenie do obrotu konkretnego produktu bądź składnika, upoważnia przedsiębiorcę do sprzedaży nowej żywności lub nowego składnika żywności we Wspólnocie. Postępowanie zakończone jest wydaniem przez Komisję Europejską lub Radę Unii Europejskiej decyzji zezwalającej lub zakazującej, która jest publikowana w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich. Decyzja ta określa zakres zezwolenia, precyzując:

- warunki korzystania z żywności lub składnika żywności;
- przeznaczenie żywności lub składnika żywności oraz jego specyfikację;
- szczególne wymagania dotyczące etykietowania.

Przykładowo, decyzjami Komisji Parlamentu Europejskiego i Rady zezwolono na wprowadzenie do obrotu jako nowego składnika żywności, m.in.: oleożywicę likopenową z pomidorów, likopen z *Blakeslea trispora*, liście oraz sok z owoców *Morinda citrifolia* (noni), olej z *Mortierella alpina* o wysokiej zawartości kwasu arachidonowego; napoje ryżowe z dodatkiem fitosteroli/fitostanoli; tłuszcze smarowne na bazie margaryn; napoje owocowe na bazie mleka, produkty jogurtowe i serowe z dodatkiem fitosteroli/fitostanoli. Nie dopuszczono natomiast do obrotu m.in. betainy. Szczegółowy wykaz i treść zezwoleń można znaleźć na stronie internetowej [9].

Europejski Urząd Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) opublikował 10 września 2009 dokument [6], zawierający wskazówki dotyczące oceny bezpieczeństwa surowców i preparatów botanicznych przeznaczonych do stosowania w suplementach. Proponowany sposób oceny przedstawiono na przykładzie kilku surowców [7] oraz opracowano kompendium surowców zawierających związki szkodliwe dla zdrowia, prowadzące do nałogowego spożywania oraz o działaniu psychotropowym [4].

Dodawanie substancji pochodzenia roślinnego może stwarzać poważne problemy związane z bezpieczeństwem zdrowotnym produktu. Napotyka również

problemy natury legislacyjnej. Poniżej przedstawiono przykłady dla wybranych roślin.

Kava kava (*Piper methysticum* G. Forst.), pieprz metystynowy, jest rośliną uprawianą na wyspach zachodniego Pacyfiku. Wyciągi z kłaczy są stosowane na Hawajach, Australii i Nowej Gwinei jako lekarstwo ziołowe. Działają one uspokajająco i nasennie, zmniejszają ból, mają działanie psychotropowe i spazmolityczne. Produkt ten nie jest zalecany do spożycia przez kierowców. Obecnie uważa się, że roślina ta ma właściwości hepatoksyczne. W niektórych państwach wyciągi są stosowane jako składnik napojów, np. napój Mary Jane's Relaxing Soda w USA, działający relaksująco, antystresująco oraz ułatwiający zasypianie. W wielu państwach (np. Kanada, Wielka Brytania) stosowanie wyciągów jest zabronione, ze względu na hepatoksyczność tych wyciągów. W Polsce, ustawa z dnia 20 marca 2009 r. o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii stwierdza, że posiadanie roślin żywych, suszu, nasion, wyciągów oraz ekstraktów z kava kava jest nielegalne [17].

Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum* L.) jest byliną szeroko rozpowszechnioną na świecie. Ziele dziurawca jest stosowane w lecznictwie, m.in. jako lek antydepresyjny. Ma działanie żółciopędne, żółciotwórcze, pobudzające trawienie, przeciwzapalne i dezynfekcyjne. Pomaga przy lekkiej bezsenności, a także przy migrenie. Może być stosowany zewnętrznie na rany i do płukania gardła. Może on powodować uczulenia, osłabienie działania niektórych leków. Obserwuje się również przewartościowanie działania dziurawca, wykazano np., że nie ma on wpływu na łagodzenie objawów jelita wrażliwego [16]. Należy stwierdzić, że ogólnie budzi on mało zastrzeżeń. W państwach UE środki aromatyzujące i składniki żywności o właściwościach aromatyzujących wytwarzane z tego surowca mogą być stosowane wyłącznie do produkcji napojów alkoholowych [13].

Guarana. Wykorzystuje się ekstrakty z pnącza paulinia guarana (*Paullinia cupana*), które rośnie w Brazylii i Wenezueli. Jest nieraz nazywana guaraną od nazwy napoju sporządzanego przez tubylców z jej nasion. Nasiona zawierają 4-8% kofeiny, która wchłania się wolniej niż z kawy. Guarana działa stymulująco, znosi zmęczenie fizyczne i psychiczne, zwiększa umiejętność koncentracji i zapamiętywania. Właściwości te przypisuje się kofeinie.

Wyciągi z nasion guarany stosuje się jako składnik napojów, w tym napojów energizujących. Pierwszym napojem wyprodukowanym z użyciem tej rośliny jest Guaraná Antarctica, produkowana w Brazylii od roku 1921. Napój ten jest wytwarzany również w Portugalii i Japonii.

Kofeina stanowi składnik wielu napojów energizujących. Jedną z najbardziej znanych marek jest Red Bull, obecna w Austrii od 1987 r., a w USA od 1997. Kofeina należy do środków stymulujących. Działa pobudzająco na ośrodkowy układ nerwowy usuwa zmęczenie, polepsza nastrój i koncentrację. Kofeina ma działanie wielokierunkowe. Może mieć ujemny wpływ na pamięć długotrwałą, zwiększa też uczucie niepokoju i lęku, zwiększa insulinooporność. Posiada także właściwości pobudzające ośrodki wegetatywne: oddechowy, naczynioruchowy i nerwu błędnego.

Zawartość kofeiny w napojach energizujących waha się w szerokich granicach: 50-500 mg/opakowanie. Są doniesienia o intoksykacji kofeiną po spożyciu napojów, obserwuje się ujemne efekty w przypadku nadciśnienia, arteriosklerozy, nietolerancji glukozy [10].

Przedawkowanie kofeiny niesie za sobą poważne konsekwencje zdrowotne. Przy dawce powyżej 0,5 g następuje zwykle silne pobudzenie psychoruchowe, przyspieszenie i niemiarowość serca, nudności, wymioty, przyspieszenie diurezy i osłabienie. W skrajnych przypadkach (w silnym zatruciu) występują drgawki i porażenie ośrodka oddechowego.

Napoje z dodatkiem guarany nie stanowią większego niebezpieczeństwa niż napoje z dodatkiem kofeiny syntetycznej. Podkreśla się jednak, że zawsze należy podawać zawartość kofeiny, co szczególnie ważne jest przy spożyciu kilku produktów zawierających kofeinę, niezależnie od jej źródła pochodzenia.

Miłorząb dwuklapowy (*Ginkgo biloba* L.) kojarzy się najczęściej konsumentowi z rośliną hamującą procesy starzenia i poprawiającą pamięć. Oprócz leków na bazie wyciągów z liści produkowane są suplementy diety oraz takie produkty, jak np. napoje. W ostatnich latach pojawia się coraz więcej doniesień podważających hamowanie zaburzeń funkcji poznawczych w starzeniu [10, 17].

Wiedza o działaniu różnych substancji dodawanych do żywności jest niewielka, na co wskazują wyniki ankiety wśród lekarzy w USA. Tylko 57% wiedziało, że kawa kawa jest podejrzana o hepatoksycyzość, 15% że dziurawiec może obniżyć poziom cyklosporyn, a 36% że olej rybi obniża poziom triglicerydów we krwi [1].

Zastrzeżenia zdrowotne wysuwa się również wobec produktów roślinnych, które są spożywane lub stosowane w produkcji żywności jako dodatki od dawna. Przykładem może tu być cynamon, który z jednej strony zawiera polifenole, korzystnie działające na zdrowie, z drugiej zaś kumaryny, uważane za

szkodliwe. Zawartość kumaryn zależy od gatunku cynamonu: cynamon cassia (chiński) (*Cinnamomum cassia*) zawiera ich znacznie więcej niż cynamon cejloński (*Cinnamomum zeylanicum*). Oba gatunki znajdują się w handlu. Obecnie w Unii Europejskiej wprowadzono ograniczenia w zawartości kumaryn, np. w tradycyjnych lub sezonowych wyrobach piekarniczych, na których etykiecie wymieniony jest cynamon – do 50 mg/kg [13].

Przekonanie, że naturalne składniki roślin są całkowicie bezpieczne jest bardzo powszechne wśród konsumentów. Zwolennicy takiego poglądu podpierają się argumentem długiego ich spożywania lub stosowania w lecznictwie ludowym. Rozwój metod analitycznych oraz postępu w ocenie szkodliwości często przeczą prawdziwości tych poglądów. Warto pamiętać o przewartościowywaniu znaczenia różnych składników: dziś nieszkodliwe, a nawet działające pozytywnie na zdrowie – jutro szkodliwe, i odwrotnie. Wartość prozdrowotna jest niewątpliwie elementem marketingowym zwiększającym zysk i wartość sprzedaży. Przy poszukiwaniu substancji pochodzenia roślinnego należy mieć jednak na uwadze różne zagrożenia, wynikające z wielkości spożycia, interakcji z innymi składnikami lub lekami itp. Często zapomina się o ograniczeniach prawnych, wprowadzonych dla zapewnienia bezpieczeństwa żywności.

### Literatura

1. Ashar B.H., Rice T.N., Sisson S.D. Medical residents' knowledge of dietary supplements. *South Med J.* 2008, 101, 996-1000.
2. Balcerek M. Prekursory karbaminianu etylu w napojach alkoholowych. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2006, 5, 23-25.
3. Bundesinstitut für Risikobewertung) BfR Expert Opinion No. 013/2006, 1 December 2005. Indication of the possible formation of benzene from benzoic acid in foods (<http://www.bfr.bund.de/cd/738>).
4. Compendium of botanicals that have been reported to contain toxic, addictive, psychotropic or other substances of concern on request of EFSA. *EFSA Journal* 2009; 7(9):281. [100 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.281. Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).
5. Czapski J. Czy nowe znaczy bezpieczne? *Przem. Spoż.*, 2006, 60 (4), 12-15
6. EFSA Scientific Committee; Guidance on safety assessment of botanicals and botanical preparations intended for use as ingredients in food supplements, on

- request of EFSA. EFSA Journal 2009; 7(9):1249. [19 pp.]. doi:10.2093/j.efsa.2009.1249. Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).
7. EFSA Scientific Cooperation (ESCO) Working Group on Botanicals and Botanical Preparations; Advice on the EFSA guidance document for the safety assessment of botanicals and botanical preparations intended for use as food supplements, based on real case studies on request of EFSA. EFSA Journal 2009; 7(9):280. [104 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.280. Available online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).
  8. Hamlet C.G., Ethyl Carbamate (Urethane). W: Process-Induced Food Toxicants. Occurrence, Formation, Mitigation, and Health Risks. Red: Stadler R.H., Lineback D.A. A John Wiley & Sons, Inc., Publication. 2009, 285.
  9. [http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/authorisations\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/authorisations_en.htm)
  10. Reissig C.J., Strain E.C., Griffiths R.R. Drug Alcohol Depend. 2009, 1, 99(1-3), 1-1. Snitz B.E., O'Mears, Carlson A.M. i in. Ginko biloba for preventing cognitive decline in older adults – a randomized trial. J Amer. Med. Association, 2009, 302, 24, 2663-2670.
  11. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1332/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie enzymów spożywczych, zmieniające dyrektywę Rady 83/417/EWG, rozporządzenie Rady (WE) nr 1493/1999, dyrektywę 2000/13/WE, dyrektywę Rady 2001/112/WE oraz rozporządzenie (WE) nr 258/97.
  12. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności.
  13. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1334/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie środków aromatyzujących i niektórych składników żywności o właściwościach aromatyzujących do użycia w oraz na środkach spożywczych oraz zmieniające rozporządzenie Rady (EWG) nr 1601/91, rozporządzenia (WE) nr 2232/96 oraz (WE) nr 110/2008 oraz dyrektywę 2000/13/WE.
  14. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.
  15. Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 258/97 z dnia 27 stycznia 1997 r. dotyczącego nowej żywności i nowych składników żywności.
  16. Saito Y.A., Rey E., Almazar-Elder A.E., Harmsen W.S., Zinsmeister A.R., Locke G.R., Talley N.J. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of St John's

- wort for treating irritable bowel syndrome. *Am J Gastroenterol.*, 2010, 105(1):170-177.
17. Snitz B.E., O'Mears, Carlson A.M. i in. Ginko biloba for preventing cognitive decline in older adults – a randomized trial. *J Amer. Med. Association*, 2009, 302, 24, 2663-2670.
  18. Ustawa z dnia 20 marca 2009 r. o zmianie ustawy o przeciwdziałaniu narkomanii. *Dz.U.* 2009 nr 63 poz. 520.
  19. Weber J.V., Sharypov V.I. Ethyl carbamate in foods and beverages: a review. *Environ. Chem. Letters*, 2009, 7, 3, 237-243.





## **ROZDZIAŁ 3**

### **DZIAŁANIA PRZEMYSŁU ŻYWNOŚCIOWEGO NA RZECZ POPRAWY JAKOŚCI ŻYWIENIOWEJ PRODUKTÓW**

*Marta Tomaszewska*

Obserwowane w krajach wysokorozwiniętych, a także coraz częściej w krajach rozwijających się, niekorzystne trendy w zakresie wzrostu zachorowań na choroby niezakaźne, są bezpośrednio związane z nieprawidłowym stylem życia w populacji mieszkańców Europy. Zwiększone spożycie wysokoenergetycznych pokarmów o wysokiej zawartości tłuszczu, cukru i soli, przy jednoczesnym postępującym ograniczeniu aktywności fizycznej są wskazywane jako podstawowe czynniki warunkujące występowanie poważnych chorób niezakaźnych, w tym chorób układu sercowo-naczyniowego, cukrzycy typu II i określonych rodzajów nowotworów. Według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia choroby niezakaźne już w 2004 r. były przyczyną prawie 60% ogólnej liczby zgonów wynoszącej 59 milionów rocznie oraz 47% całkowitej liczby chorób na świecie. Nieumiejętność prawidłowego zbilansowania pod względem energetycznym i odżywczym diety prowadząca do zachwiania równowagi energetycznej organizmu jest zjawiskiem coraz bardziej powszechnym. Ma ona jednak szczególne znaczenie w przypadku dzieci i młodzieży.

Zauważając nasilający się w społeczeństwie europejskim problem, Światowa Organizacja Zdrowia przyjęła w trakcie Światowego Zgromadzenia Zdrowia w 2004 r. rezolucję pt. „Globalna strategia dotycząca diety, aktywności fizycznej i zdrowia”. Strategia ta określa podstawowe wytyczne dla tworzenia zaleceń dietetycznych dla populacji i jednostek. Zgodnie z nimi, niezbędne jest zapewnienie równowagi energetycznej i prawidłowej masy ciała, m.in. poprzez ograniczenie podaży energii w postaci tłuszczów oraz spożycie mniejszej ilości kwasów tłuszczowych nasyconych i większej ilości kwasów tłuszczowych nienasyconych, a także eliminację kwasów tłuszczowych w formie trans z diety.

W dalszej kolejności WHO zaleca zwiększenie spożycia warzyw, owoców i roślin strączkowych, a także produktów pełnoziarnistych i orzechów, przy jednoczesnym ograniczeniu spożycia cukrów prostych oraz ograniczenia podaży soli (sodu) i spożywaniu soli jodowanej.

Warto w tym miejscu podkreślić, że niemniej ważnym elementem zapewnienia prawidłowego bilansu energetycznego organizmu jest aktywność fizyczna. Światowa Organizacja Zdrowia podkreśla, że jako kluczowy czynnik warunkujący zużywanie energii, aktywność fizyczna jest podstawą zachowania równowagi energetycznej i utrzymania prawidłowej wagi ciała. Aktywność fizyczna powoduje zmniejszenie ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego oraz cukrzycy i ma korzystny wpływ na wiele schorzeń, nie tylko tych związanych z otyłością. Wysiłek fizyczny powoduje zmniejszenie ciśnienia tętniczego, zwiększenie poziomu frakcji cholesterolu HDL, poprawę kontroli glikemii u osób z nadwagą, a także wiąże się ze zmniejszeniem ryzyka rozwoju raka okrężnicy i raka piersi u kobiet.

Kwestia zależności pomiędzy chorobami niezakaźnymi a stylem życia stanowiła również obszar zainteresowania Wspólnoty Europejskiej, czego dowodem jest opublikowanie w 2007 r. po długotrwałych konsultacjach społecznych dokumentu „Biała Księga. Strategia dla Europy w sprawie zagadnień zdrowotnych związanych z odżywianiem, nadwagą i otyłością”. W dokumencie tym Komisja Europejska zwracała uwagę na konieczność wielotorowego podejścia do zagadnień związanych ze sposobem odżywiania i uprawianiem aktywności fizycznej. Jednym z aspektów, na które Komisja Europejska zwracała uwagę, jest wzrastające zainteresowanie składem produktów żywnościowych i rolą, jaką mogą odgrywać zmiany w recepturach w poprawie sposobu odżywiania.

Przemysł żywnościowy, wychodząc naprzeciw zaleceniom zawartym w Globalnej Strategii WHO i tezom zawartym w Białej Księdze Komisji Europejskiej podejmuje działania zmierzające do zmiany składu produktów spożywczych, głównie w zakresie ograniczenia zawartości tłuszczów, kwasów tłuszczowych nasyconych, kwasów tłuszczowych typu trans oraz cukru i soli (sodu).

Warto w tym miejscu zauważyć, iż decyzja o dokonaniu zmiany w recepturze produktu wymaga uwzględnienia szeregu czynników, wśród których jednymi z najistotniejszych są nie tylko możliwości technologiczne, ale także kwestie ekonomiczne oraz akceptowalność produktów przez konsumentów. Przykładowo, ograniczenie zawartości cukru czy tłuszczu może zostać przeprowadzone poprzez

obniżenie ich zawartości, przy jednoczesnym zastosowaniu zamienników i substytutów lub bez ich dodatku. Decydując się na którekolwiek z powyższych rozwiązań należy jednak rozważyć, jak dalece redukcja zawartości cukru czy tłuszczu jest możliwa bez wpływu na bezpieczeństwo produktu, jego strukturę, a także smak produktu.

Innym sposobem na redukcję gęstości energetycznej produktu jest dodatek wody, błonnika lub jego napowietrzenie. Działania takie wpływają odpowiednio na masę produktu lub na jego objętość, bez zwiększania jego kaloryczności.

Niestety, niejednokrotnie produkty o zmienionej recepturze nie znajdują uznania wśród odbiorców. Przyczyn takiego stanu rzeczy można upatrywać zarówno w braku akceptacji nowego smaku przez konsumentów, przywiązaniu do tradycyjnych receptur (konsument uważa, że produkt o niskiej zawartości tłuszczu czy cukru nie będzie im odpowiadał, ponieważ nie będzie smaczny), preferowaniu „naturalnych składników” żywności (część konsumentów nie akceptuje np. substancji dodatkowych i uznaje je za „sztuczne dodatki”), jak i niskiej świadomości żywieniowej i nieznanomości zaleceń żywieniowych.

Kolejnym aspektem zmiany receptur produktów są względy ekonomiczne. Przedsiębiorstwo podejmujące działania w zakresie reformulacji produktów jest narażone na dodatkowe koszty związane nie tylko z zakupem nowych składników żywności (niejednokrotnie zamienniki i substytuty są droższe od składnika zastępowanego), ale także wynikające ze zmiany maszyn i urządzeń stosowanych w procesie produkcyjnym, konieczności przeszkolenia pracowników, czy też wynikające z konieczności zmiany etykiet.

Pomimo złożoności problematyki dokonywania działań w zakresie zmiany receptur produktów, z przeprowadzonego przez Konfederację Przemysłu Żywności i Napojów Unii Europejskiej (CIAA) w 2006 r. badania wynika, że przedsiębiorstwa sektora żywnościowego w dużej części podejmują pozytywne decyzje dotyczące zmiany składu swoich produktów. Ponad 30% przedsiębiorstw potwierdziło dokonanie reformulacji przynajmniej połowy swojego portfolio w latach poprzedzających badanie. Zmiany dotyczyły szerokiej gamy produktów, obejmującej m.in. płatki śniadaniowe, ciasta, słodczyce, dania gotowe.

Z opublikowanego w 2009 r. przez Europejską Platformę ds. Diety, Aktywności Fizycznej i Zdrowia w 2009 r. podsumowania dotychczasowej sytuacji w zakresie inicjatyw dotyczących reformulacji produktów wynika, że większość przeprowadzonych dotychczas działań dotyczyła obniżenia zawartości kwasów tłuszczowych typu trans oraz redukcji zawartości soli (sodu). Również

w Polsce przemysł żywnościowy koncentruje się na ograniczeniu zawartości soli w produktach, co jest następstwem nieprawidłowych zwyczajów żywieniowych polskiego społeczeństwa. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Instytut Żywności i Żywienia, dobowe spożycie soli w Polsce kształtuje się na poziomie 12 g/osobę, przy zalecanym przez Światową Organizację Zdrowia poziomie 5 g/osobę. Statystyki te znacznie zawyżają gospodarstwa domowe emerytów przy średnim dobowym spożyciu soli dochodzącym nawet do 16 g/osobę, co może wynikać z przyzwyczajenia osób starszych do tradycyjnych metod utrwalania żywności domowymi sposobami.

Warto w tym miejscu zauważyć, że głównym źródłem sodu w diecie dorosłego człowieka jest sól kuchenna dodawana przez konsumentów w trakcie przyrządzania potraw (45–60%). Sód zawarty w przetworzonych produktach żywnościowych dostarcza od 30 do 45% wartości dziennego spożycia (najwięcej sodu dostarczają przetwory zbożowe – głównie pieczywo, oraz mięso i przetwory mięsne). Pozostałe 10% to sód naturalnie występujący w produktach pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Sód pochodzący z przetworzonych produktów żywnościowych również w głównej mierze pochodzi z soli dodanej w procesie technologicznym (powyżej 90%), choć nie tylko. Do 10% sodu pochodzi z substancji dodatkowych pełniących różne funkcje, jak chociażby substancje konserwujące (m.in. E 211 - benzoosan sodu, E 221 - siarczyn sodu, E 222 - wodorosiarczyn sodu), regulatory kwasowości (E 262 - octany sodu, E 331 - cytryniany sodu, E 339 - fosforany sodu, E 350 - jabłczany sodu i inne), substancje utrzymujące wilgotność (E 325 - mleczan sodu), przeciwutleniacze (E 301 - askorbinian sodu, E 316 - izoaskorbinian sodu), substancje przeciwzbrylające (E 535 - żelazocyjanek sodu), substancje wzmacniające smak i zapach (glutaminian sodu) i inne.

Jak zatem wynika z powyższego, istnieje pilna potrzeba edukacji społeczeństwa w zakresie prawidłowego komponowania diety.

W odniesieniu natomiast do obniżania zawartości sodu w produktach przetworzonych, najbardziej efektywnym sposobem jest redukcja poziomu soli. W tym kierunku zmierzają również działania przemysłu żywnościowego. Zawartość soli w produktach żywnościowych jest redukowana w dwojaki sposób: poprzez ograniczenie zastosowania soli lub poprzez stosowanie jej zamienników. W pierwszym przypadku – przy większym ograniczeniu zawartości soli bez zastosowania jej zamienników smakowych pojawia się problem braku akceptacji produktów mniej słonych ze strony konsumentów. W świadomości społecznej mniej słony produkt o obniżonej zawartości soli jest często odbierany jako

nieodpowiednio przyprawiony, niedosolony, a zatem niesmaczny. Ze względu na występujące w społeczeństwie polskim silne przyzwyczajenie do smaku słonego, redukcja zawartości soli bez zastępowania jej zamiennikami smakowymi ma więc bardzo ograniczone możliwości zastosowania.

W przypadku stosowania zamienników smakowych soli najpopularniejsze rozwiązania to stosowanie mieszanek przyprawowych (przyprawy korzenne, zioła, suszone warzywa, a także ocet, sok z cytryny, wino, ekstrakt dymu wędzarniczego) lub stosowanie zamienników soli kuchennej w postaci soli innych niż sodowa. Najpopularniejszymi zamiennikami soli kuchennej są chlorki: wapnia, magnezu i potasu, a także kwas glutaminowy, glutaminian potasu oraz siarczan magnezu. Stosowanie tych substancji wiąże się jednak niejednokrotnie z pewnymi niedogodnościami. Przykładowo, stosowanie związków potasu jest z jednej strony ze względu na ich cenę wyższą niż NaCl niekorzystne ekonomicznie dla producenta, z drugiej zaś wysoka zawartość potasu u osób z problemami funkcjonowania nerek niesie ze sobą ryzyko wzrostu poziomu potasu w surowicy krwi, co w skrajnym przypadku może doprowadzić nawet do zaburzeń rytmu serca. Dodatkowo, chlorek potasu ma niekorzystny smak i przy zbyt dużej substytucji NaCl posmak ten jest wyczuwalny. Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych na Uniwersytecie Warmińsko Mazurskim w Olsztynie nad opracowaniem receptur kiełbas podsuszanych, kiełbas nietrwałych oraz wyrobów garnażeryjnych, w którym podjęto próbę zastąpienia części chlorku sodu przez chlorek potasu w pasztetach wytworzonych z mięsa strusiego, wątroby strusiej, słoniny wieprzowej z dodatkiem wywaru i przypraw. Z badań wynika, że zamiana 50% soli przez KCl spowodowała wyczuwalne odchylenia jakościowe w modelowych produktach. Natomiast zadowalające efekty jakościowe uzyskano przy zamianie 35% soli chlorkiem potasu.

Na rynku Unii Europejskiej obecne są zamienniki soli stanowiące mieszanki różnych substancji, których skład dobierany jest w taki sposób, aby otrzymany składnik był możliwie jak najbardziej zbliżony w smaku do soli kuchennej i wolny od obcych, niekorzystnych nut smakowych. Przykładami tego typu preparatów są Pansalt zawierający KCl i substancje maskujące metaliczny posmak, czy oparte na ekstraktach drożdżowych Carbelac, Provesta oraz Aromild.

W Polsce działania zmierzające do ograniczenia zawartości soli w produktach prowadzone są przez firmy z różnych sektorów branży żywnościowej. Reformulacji poddawane są zarówno słone zakąski, przekąski, zupy, dania gotowe, przyprawy jak i produkty zbożowe, a nawet środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego.

Firma Frito Lay Poland, wiodący producent słonych przekąsek ziemniaczanych jest obecnie w trakcie wprowadzania nowych grup produktów – chipsów w specjalnej ofercie przeznaczonej dla szkół, w których zawartość soli jest zredukowana o 25%. Dodatkowo firma przeprowadza stopniowe obniżenie zawartości soli w chrupkach o od 19% do nawet 42%.

Firma Nestle Polska działania w zakresie reformulacji produktów ze swojego portfolio prowadziła dwuetapowo: w pierwszej kolejności zmianą receptury objęte zostały produkty stanowiące znaczną część dziennego spożycia, takie jak: przekąski, zupy, dania gotowe. W dalszej kolejności reformulacji poddane zostały produkty używane przez konsumentów w niewielkich ilościach (przyprawy). W trakcie pierwszej fazy działań trwającej do końca 2007 r., osiągnięto redukcję zawartości soli o 10% w stosunku do wartości wyjściowej. Finalnie zakładany poziom ograniczenia zawartości soli w produktach do końca 2010 r. ma wynieść 75% wartości wyjściowej (redukcja o 25%).

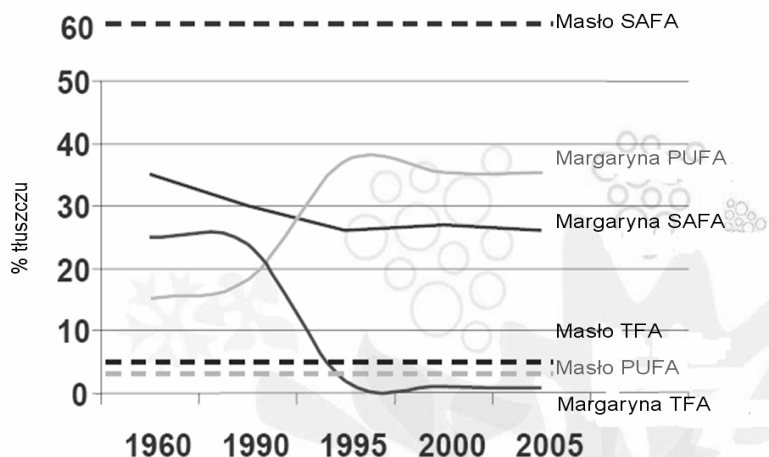
Firma Cereal Partners Poland "Toruń-Pacific" Sp. z o.o., lider na rynku płatków śniadaniowych, ze względu na niską zawartość sodu w większości produktów w swoim portfolio (zawartość sodu rzędu 0,5 g Na/100 g produktu i niższa) podejmuje działania w zakresie redukcji zawartości soli w produkcie Corn Flakes. Poziom wyjściowy zawartości sodu w tym produkcie wynosił 1,1 g sodu/100 g produktu. Wartość tę do końca 2009 r. udało się zredukować do 0,9 g. Zakładany do uzyskania z końcem 2010 r. poziom docelowy to 0,8 g sodu/100 g produktu.

Kolejnym producentem przetworów zbożowych, który poddał swoje produkty programowi zmiany receptury, jest W.W.K. VINI – Piekarnia z Rogoźnika, która, dzięki zmianom w procesie technologicznym oraz stosowaniu mąki o różnym stopniu przemiału, uzyskała redukcję poziomu zawartości z 3% do 1% wagowego. Zmieniona receptura opracowana została wspólnie z Instytutem Żywności i Żywienia.

Kolejnym przykładem firmy dokonującej zmiany receptur swoich produktów jest Unilever Polska Sp. z o.o. W latach 2005-2009 firma dokonała oceny całego portfolio ok. 30 tysięcy produktów. Przykładowe produkty objęte modyfikacji receptury pod kątem ograniczenia zawartości sodu w tym okresie to: zupy suche (marka Amino – redukcja o 7%, marka Knorr – redukcja o 23%), sosy sałatkowe Knorr (redukcja o 2%), przyprawa w mini kostkach Knorr (redukcja o 40%), buliony Knorr (redukcja o 11%), czy „gorące kubki” Knorr (redukcja o 26%).

Planowane dalsze zmiany receptur produktów w portfolio firmy zmierzają do takiej redukcji zawartości, aby, przy przeciętnej konsumpcji, osiągnąć zalecany poziom spożycia 6 g soli dziennie do końca 2010 r., a w dalszej kolejności – do osiągnięcia poziomu 5 g do końca 2015 r.

Firma podejmuje również działania zmierzające do ograniczenia zawartości cukru, kwasów tłuszczowych nasyconych oraz kwasów tłuszczowych typu trans. Według danych udostępnionych przez firmę, szacuje się, że dzięki reformulacjom dokonywanym w latach 2005-2008, z globalnego asortymentu produktów żywnościowych zostało wyeliminowanych 30 tysięcy ton kwasów tłuszczowych typu trans, 10 tysięcy ton tłuszczów nasyconych, 2 tysiące ton sodu oraz 37 tysięcy ton cukru. W ramach wewnętrznego Programu Optymalizacji Wartości Odżywczej Unilevera, firma podejmuje ustawiczne działania w celu poprawy jakości żywieniowej swojego asortymentu. Rysunek 1 obrazuje zmianę zawartości poszczególnych frakcji tłuszczu (ograniczenie zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych – SAFA oraz kwasów tłuszczowych typu trans – TFA, oraz wzrost zawartości korzystnych dla zdrowia wielonienasyconych kwasów tłuszczowych - PUFA) w margarynach produkowanych przez firmę Unilever w porównaniu z profilem tłuszczowym masła.



Rysunek 1. Poprawa jakości margaryn w Programie Optymalizacji Wartości Odżywczej firmy Unilever, Źródło: Materiały własne Unilever Polska Sp. z o.o.

Istotnym przykładem działania przemysłu w zakresie obniżenia zawartości soli w produktach jest reformulacja podjęta przez firmę Nutricia Polska S.A. - producenta żywności dla niemowląt i małych dzieci, kwalifikowanej jako środki

spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Ze względu na specyfikę grupy odbiorców tej kategorii żywności, szczegółowe wymagania odnośnie składu określone są w przepisach rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia z dnia 17 października 2007 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Wewnętrzne limity przyjęte przez firmę Nutricia dla zawartości sodu są jednak bardziej restrykcyjne, niż wymogi prawa. Różnice pomiędzy obowiązującymi wartościami granicznymi ustalonymi w przepisach prawa, a wewnętrznymi limitami firmy przedstawia tabela 1:

Tabela 1. Różnice w poziomach zawartości soli wg wewnętrznych limitów Nutricia Polska S.A. a rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego.

Produkty Nutricia marka BoboVita		Wymagania rozporządzenia	Poziom sodu w produktach BoboVita
Kaszki	mleczne	sole sodu mogą być dodawane wyłącznie ze względów technologicznych	≤ 30 mg /100 kcal
	bezmleczne		≤ 20 mg / 100 kcal
Chrupaczki – ciasteczka >10 m-cac			30 mg /100 kcal
Chrupaczki ryżowe – wafelki > 7 m-ca		poziom sodu ≤ 100mg /100 kcal	0,001 mg /100 kcal
Obiadki – gotowe posiłki w słoiczkach	≤ 6 m-ca	dodatek soli nie jest zabroniony	≤ 40mg / 100 g
	7-12 m-cy		≤ 100 mg / 100g (średnio 41 mg / 100g)
	> 12 m-ca	poziom sodu ≤ 200 mg /100 g	≤ 110 mg / 100 g (średnio 82 mg/ 100 g)

Źródło: Materiały własne Nutricia Polska S.A.

Warto również wspomnieć o obecnych na rynku dietetycznych środkach spożywczych stanowiących alternatywę dla soli kuchennej. Niskosodowe sole o obniżonej zawartości soli kuchennej, która zastąpiona jest mieszanką soli potasowej, magnezowej i wapniowej z powodzeniem zastępują tradycyjną sól kuchenną i są przeznaczone do powszechnego użytku. Obecne na Polskim rynku marki to m.in. Magdi, czy Salvita.



W kontekście promowania zdrowej zbilansowanej diety i jednoczesnego zapobiegania rozwojowi chorób niezakaźnych, równie istotna jest kwestia edukacji społeczeństw w zakresie odżywiania i aktywności fizycznej oraz nabycia przez nie umiejętności korzystania ze środków przekazu. Istnieje konieczność zapewnienia holistycznej, całościowej edukacji, umożliwiającej konsumentowi podejmowanie świadomych decyzji przy wyborze produktów żywnościowych w oparciu o obiektywne informacje. Odpowiedzialność za edukowanie konsumentów ponoszą wszystkie strony zainteresowane – zarówno organizacje konsumenckie, jak i środowisko naukowe, strona rządowa czy sektor prywatny.

Przykładem działań podejmowanych przez przemysł żywnościowy w zakresie edukacji żywieniowej, stanowiących przejaw społecznej odpowiedzialności biznesu, jest realizowany na zasadzie szerokiej współpracy ogólnopolski program edukacyjny „Trzymaj formę!” skierowany do młodzieży gimnazjalnej. Współorganizatorem programu jest Główny Inspektorat Sanitarny, a wsparcie merytoryczne przy tworzeniu materiałów dydaktycznych zapewniły Instytut Matki i Dziecka, Instytut Żywności i Żywienia oraz Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie. Celem głównym programu jest zwiększenie świadomości dotyczącej wpływu żywienia i aktywności fizycznej na zdrowie wśród młodzieży w wieku 13-15 lat, a także pogłębienie wiedzy w zakresie znaczenia zbilansowanej diety i aktywności fizycznej dla organizmu człowieka, kształtowanie postaw i zachowań młodzieży związanych z prawidłowym żywieniem, odpowiednią jakością zdrowotną żywności i aktywnością fizyczną, oraz dostarczenie wiedzy i umiejętności korzystania z informacji zamieszczonych na opakowaniach produktów żywnościowych. Dotychczasowa realizacja programu, trwająca od 2006 r. objęła swoim zasięgiem ponad 6 tysięcy szkół, zaangażowanych zostało ponad 2 miliony 200 tysięcy uczniów. Z przeprowadzonego w 2009 r. porównania zachowań zdrowotnych młodzieży uczestniczącej w programie Trzymaj Formę! (56%) i uczniów nie uczestniczących w tym programie (44%), dokonanego na podstawie badań ankietowych, które objęły losowo wybraną, reprezentatywną próbę 12 005 polskich nastolatków i ich rodziców wynika, że zachowania młodzieży związane z dietą i aktywnością fizyczną uległy diametralnej zmianie. Młodzież realizująca program Trzymaj Formę! częściej spożywa 5 posiłków dziennie, rzadziej dojada w ciągu nocy, na podwieczorek rzadziej je słodczyce, a także częściej spożywa warzywa /surówki.

Uczestnicy programu potrafią korzystać z etykiet zawartych na produktach żywnościowych przy komponowaniu zbilansowanej diety. Zmianie uległo także

nastawienie młodzieży do aktywności fizycznej. 38% badanych dzieci twierdzi, że regularnie uprawia jakąś dyscyplinę sportową. 70% spośród dzieci realizujących program sport, uprawia rekreacyjnie.

Zgodnie ze stanowiskiem Rządu Polskiego dotyczącym dokumentu „Biała Księga. Strategia dla Europy w zakresie zagadnień zdrowia związanych z żywieniem, nadwagą i otyłością” Komisji Europejskiej, informacje zamieszczone na etykietach powinny stanowić naturalne uzupełnienie wiedzy, jaką zdobywają konsumenci w procesie szerokiej edukacji społecznej, a jednocześnie nie powinny one zawierać elementów mogących ograniczać prawo jednostki do swobodnego wyboru stylu życia i sposobu odżywiania.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom społecznym, widząc potrzebę zapewnienia konsumentowi dostępu do obiektywnych, łatwo zrozumiałych informacji i chcąc przyczynić się poprawy rozumienia informacji zamieszczanych na opakowaniach produktów żywnościowych przez konsumentów, od 2007 r. polski przemysł żywnościowy wprowadza na zasadzie samoregulacji na opakowaniach produktów spożywczych oznaczenia zgodne z Dobrowolnym Programem Znakowania Żywności Wartością Odżywczą (GDA – Guideline Daily Amounts – Wskazane Dienne Spożycie). Znakowanie produktów żywnościowych wartością odżywczą ułatwia konsumentom podjęcie świadomej decyzji o zakupie, a zaprezentowana w sposób czytelny i łatwy do zrozumienia pomaga im w codziennym stosowaniu zasad zbilansowanej pod względem odżywczym i energetycznym diety. Ponadto znakowanie wartością odżywczą na etykietach pozwala konsumentowi zrozumieć, w jaki sposób korzystać z produktów, aby zachować dobry stan zdrowia. Oznakowanie zgodne z Dobrowolnym Programem Znakowania Wartością Odżywczą GDA, dzięki zastosowaniu prostych i dobrze widocznych symboli graficznych zamieszczonych na froncie opakowania stanowi szybki sposób na dotarcie do informacji żywieniowej, niezbędnej z punktu widzenia zasad zbilansowanej diety. Dobrowolny system znakowania wartością odżywcza GDA polega na oznakowaniu produktu informacją o procentowej zawartości składników odżywczych istotnych w aspekcie przeciwdziałania nadwadze i otyłości, a także newralgicznych z punktu widzenia zachowania dobrego stanu zdrowia, tj. cukrów, tłuszczu, kwasów tłuszczowych nasyconych oraz soli, a także wartości energetycznej w przeliczeniu na porcję produktu. Wartości referencyjne przyjęte do obliczania wskazania procentowego zostały ustalone w oparciu o zalecenia międzynarodowych gron ekspertów z zakresu żywienia (Eurodiet). Co więcej, w 2009 r. wartości przyjęte w systemie GDA zostały uznane również przez

działający w ramach Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności Panel ds. produktów dietetycznych, żywienia i alergii jako właściwe wartości referencyjne do celów znakowania.

Do końca 2009 r. w Polsce system wprowadzało 500 firm z różnych branż sektora żywnościowego na większości oferowanego przez nie asortymentu.

Kolejną dobrowolną inicjatywą przemysłu żywnościowego jest program „Wiem, co wybieram”. Celem programu jest z jednej strony ułatwienie konsumentom dokonywania wyboru produktów żywnościowych, w których zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych, kwasów tłuszczowych typu trans, soli (sodu) oraz cukru jest zgodna z międzynarodowymi zaleceniami, z drugiej zaś – zachęcenie producentów żywności do weryfikacji i zmiany receptur, aby zaoferować konsumentom produkty o lepszym profilu żywieniowym, ułatwiające zbilansowanie diety.

Na podstawie międzynarodowych zaleceń żywieniowych, międzynarodowe gremia naukowe opracowały kryteria dotyczące wartości energetycznej oraz zawartości błonnika, kwasów tłuszczowych nasyconych, kwasów tłuszczowych typu trans, cukru i sodu w poszczególnych produktach spożywczych. Logiem programu „Wiem, co wybieram” mogą zostać opatrzone jedynie opakowania produktów spełniających kryteria.

Z badań przeprowadzonych w 2009 r. na rynku duńskim wynika, że wraz z zastąpieniem w diecie produktów standardowych produktami spełniającymi kryteria programu „Wiem, co wybieram” następuje pozytywna zmiana spożycia składników odżywczych obejmująca ograniczenie spożycia kwasów tłuszczowych nasyconych (o 40%), kwasów tłuszczowych typu trans (o 63%), cukru (o 36%) oraz sodu (o 23%), a także wzrost spożycia błonnika (o 28%), wapnia (o 17%), żelaza (o 13%) i kwasu foliowego (o 5%).

W Polsce dotychczas do programu „Wiem, co wybieram” przystąpiło 7 firm.

Kolejnym przykładem inicjatywy przemysłu w zakresie poprawy komunikacji z konsumentem jest Kompas Żywieniowy firmy Nestle. Jest to unikalny system informacji żywieniowej umieszczanej na opakowaniu każdego produktu tej firmy, w skład którego wchodzi nie tylko jasne i przejrzyste informacje żywieniowe obejmujące tabelę wartości odżywczej oraz GDA, ale także 3 pola: "Warto wiedzieć", "Warto zapamiętać" oraz "Warto porozmawiać". Pole "Warto wiedzieć" zawiera informacje żywieniowe - wiadomości na temat składników odżywczych zawartych w produkcie, jak również ich wpływ na zdrowie. W polu "Warto zapamiętać" zawarte są informacje i porady dotyczące żywienia

i zdrowego stylu życia oraz sposobu komponowania zbilansowanej diety z wykorzystaniem danego produktu. Pole „Warto porozmawiać” zawiera informacje na temat kontakt z firmą - zarówno za pośrednictwem bezpłatnej infolinii, jak i Internetu, dzięki któremu konsument może w łatwy sposób uzyskać informacje na temat żywienia.

### **Literatura:**

1. Rezolucja World Health Assembly nr WHA57.17 "Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health", WHO 2004, [http://www.who.int/entity/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy\\_english\\_web.pdf](http://www.who.int/entity/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_english_web.pdf).
2. White Paper on a strategy for Europe on Nutrition, Overweight and Obesity related health issues, dokument Komisji Wspólnot Europejskich COM (2007) 279, Bruksela, 2007.
3. [http://ec.europa.eu/health/ph\\_determinants/life\\_style/nutrition/documents/nutrition\\_wp\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/nutrition_wp_en.pdf).
4. National Salt Initiatives implementing the EU Framework for salt reduction initiatives, European Platform on Diet, Physical Activity and Health, 2009.
5. Report on European Consumers' Perception of Foodstuffs Labelling. Results of Consumer Research conducted on behalf of BEUC from February to April 2005", Beuc - The European Consumers' Organisation, <http://www.beuc.org/BEUCNoFrame/Docs/2/LNIIFNOAPFIDEONJIEIEOME BPDB19DBN7Y9DW3571KM/BEUC/docs/DLS/2005-00692-01-E.pdf>.
6. Saturated Fat – Consumer Awareness, Omnibus Research Report, Food Standard Agency, 2007.
7. Pan-European consumer research on in-store behaviour, understanding and use of nutrition information on food labels, and nutrition knowledge, EUFIC, 2008.
8. Potential impact of the Choices Programme on nutrient intakes of the Dutch population. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 2009, 34, 318–323.
9. Lenzion K., Batura J., Wpływ KCl jako częściowego zamiennika NaCl w mieszance peklującej na jakość pasztetu z mięsa strusiego, Inżynieria Rolnicza 2006, 7, 311-315.
10. Przygoda B., Ratkowska B., Stosowanie przypraw w żywieniu ludzi a możliwość zmniejszania zawartości soli. Przyprawy o dużej zawartości soli.

## **ROZDZIAŁ 4**

### **BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE MIĘSA I PRZETWORÓW MIĘSNYCH**

*Mirosław Słowiński*

Żywność, a szczególnie jej bezpieczeństwo, jest tematem często pojawiającym się w środkach masowego przekazu. Niestety często mówi się o niej źle. Tytuły artykułów zamieszczanych w prasie informują o „starym” mięsie, dioksynach, chorobie szalonych krów, ptasiej grypie, złym stanie higienicznym zakładów, zapleśniałych kiełbasach itd. Wskazują one na złą jakość żywności i niekorzystne jej oddziaływanie na organizm człowieka, a nawet na jej szkodliwość.

Do żywności pochodzenia zwierzęcego zaliczane są: mięso ssaków rzeźnych, drobiu i zwierząt łownych, małe i produkty rybołówstwa, mleko, jaja, miód i przetwory wytworzone z wyżej wymienionych surowców. Nad pozyskiwaniem i bezpieczeństwem tej grupy żywności pieczę sprawują służby weterynaryjne. Pod ich nadzorem jest ona wytwarzana: począwszy od hodowli, a skończywszy na zakładzie przetwórczym (od pola do stołu).

Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa i przetworów mięsnych to z jednej strony obecność/brak zanieczyszczeń będących potencjalnym zagrożeniem zdrowia konsumentów, a z drugiej obecność składników, które korzystnie wpływają na stan ich zdrowia. Zanieczyszczenia występujące potencjalnie w tej grupie żywności można na podzielić na:

- biologiczne – zazwyczaj stanowią największe zagrożenie dla zdrowia konsumentów: wydzielin y owadów, drobnoustroje,
- chemiczne – substancje chemiczne pochodzenia naturalnego lub dodane/powstające podczas przetwarzania,
- fizyczne – mogą się dostawać na każdym etapie wytwarzania; szkło, metale, drewno, plastik, owady, kawałki kości.

### **Zanieczyszczenia biologiczne**

Żywność pochodzenia zwierzęcego jest dobrą pożywką dla drobnoustrojów, gdyż cechuje się ona:

- wysoką zawartością i dostępnością wody,
- łatwą dostępnością składników odżywczych,
- łatwością występowania zakażeń krzyżowych,
- relatywnie wysokim pH.

Rozwój drobnoustrojów w mięsie i jego przetworach najczęściej powoduje szereg niekorzystnych zmian sensorycznych: zmiany zapachu, barwy, smaku oraz struktury i konsystencji, a ich nasilenie uzależnione jest od rodzaju rozwijających się drobnoustrojów i ich ilości. W tej grupie żywności mogą rozwijać się także drobnoustroje patogenne, które stanowią potencjalne zagrożenie dla konsumentów. W mięsie i jego przetworach mogą się znajdować: *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*.

Z grupy wymienionych wyżej drobnoustrojów najwięcej zarejestrowanych zatruć pokarmowych wywołuje *Salmonella*. W ostatnim okresie pewnym paradoksem jest relatywnie częste występowanie w przetworach mięsnych *Listeria monocytogenes*. Przed kilkunastu laty, gdy w zakładach mięsnych bytowały w znacznych ilościach bakterie kwasu mlekowego, które były głównym czynnikiem ograniczającym trwałość wędlin, drobnoustrój ten nie stanowił zagrożenia dla konsumentów. Wynikało to z faktu, że bakterie kwasu mlekowego są mikroflorą konkurencyjną dla *Listeria monocytogenes*.

### **Zanieczyszczenia chemiczne**

Są to substancje nie dodawane w sposób zamierzony do środków spożywczych a występują w nich jako wynik procesu produkcyjnego lub zanieczyszczenia środowiska. Występują praktycznie na każdym etapie procesu wytwarzania i wykorzystania żywności pochodzenia zwierzęcego:

- hodowla (powietrze, pasze, woda),
- przetwórstwo,
- przechowywanie,
- dystrybucja,
- handel,
- przygotowanie do spożycia.

Należą do nich związki chemiczne powszechnie występujące w środowisku: metale ciężkie (w tym kadm, ołów), pozostałości pestycydów chloroorganicznych (OCP) i inne trwałe związki organiczne (polichlorowane difenole, dioksyny, furany, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne - WWA) oraz możliwe do uniknięcia w wyniku stosowania GMP i GHP: środki lecznicze, dodatki do pasz, stosowane w przetwórstwie chemiczne środki pomocnicze i konserwujące, w tym substancje powstające w wyniku niewłaściwego przechowywania surowców rolnych (mikotoksyny, ochratoksyna A), czy procesu przetwarzania technologicznego (chloropropanole, WWA, nitrozoaminy).

### **Zanieczyszczenia fizyczne**

Są nimi ciała obce dostające się do żywności m.in.:

- z surowcami np.: piasek, kamyki, papier,
- z surowców np.: odłamki kości w wędlinach,
- w trakcie procesów przetwórczych np.: szkło, plastik, odłamki metalowe,
- w wyniku zaniedbań personelu: biżuteria, ozdoby, guziki z odzieży ochronnej, przedmioty z kieszeni, włosy,
- w wyniku nieprzestrzegania zasad GMP: odłamki szkła dostające się w wyniku braku osłon w lampach.

W liniach produkcyjnych stosuje się często szereg urządzeń, umożliwiających identyfikowanie ich obecności w żywności pochodzenia zwierzęcego. Czynniki decydujące o bezpieczeństwie zdrowotnym mięsa i jego przetworów, związane są z:

- surowcem: kształtowane są za życia zwierzęcia lub po uboju,
- przetwórstwem,
- dystrybucją,
- personelem produkcyjnym.

### **Surowiec**

Bezpieczeństwo zdrowotne mięsa jest wynikiem działań mających miejsce na drodze od fermy hodowlanej do lodówki konsumenta. Skład spożywanych przez zwierzęta pasz wpływa na skład chemiczny mięsa, a więc także na występowanie w nim zanieczyszczeń chemicznych i mikrobiologicznych. Skład kwasów tłuszczowych oraz zawartość witamin w paszach oddziałują na ich zawartość w mięsie. Także zanieczyszczenia zawarte w wodzie pitej przez zwierzęta oraz w powietrzu, którym one oddychają, wpływają na ich występowanie w mięsie. Niekorzystne warunki panujące przed ubojem zwierząt na drodze ferma – rzeźnia mogą wpływać na występowanie uszkodzeń skóry i złamania kończyn, które

z kolei mogą być przyczyną zanieczyszczeń mięsa drobnoustrojami. Także nieprawidłowo prowadzony ubój zwierząt i przebieg procesów poubojowych oraz niewłaściwe warunki wychładzania tusz i ich magazynowania mogą przyczynić się do występowania zakażeń krzyżowych i wzrostu zanieczyszczenia mikrobiologicznego mięsa. Ale nawet, gdy wszystkie czynności przedubojowe, ubój i poubojowe prowadzone są prawidłowo, spożycie mięsa u niektórych jego konsumentów budzi pewne obawy. Panuje bowiem przekonanie, że mięso to żywność kwasotwórcza, tłuszcz zwierzęcy to dobre źródło kwasów tłuszczowych nasyconych i cholesterolu, a złe kwasów nienasyconych. Uważa się także, że wysokie spożycie mięsa będącego dobrym źródłem białka może być przyczyną zakrzepów i zatorów. W niektórych środowiskach mówi się także, że spożycie mięsa może być przyczyną nowotworów. Jednak czy faktycznie? Zgodnie z tabelami wartości odżywczej artykułów spożywczych skład kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego i zapasowego zwierząt rzeźnych i ptaków jest bardzo zróżnicowany. W tłuszczu wołowym i baranym 51-55% ogółu kwasów tłuszczowych stanowią kwasy nasycone, a tylko kilka procent wielonienasycone, jednak w tłuszczu kurcząt i indyków kwasy nasycone to tylko 31-33%, a wielonienasycone 22-25%. W tłuszczu wieprzowym kwasy nasycone stanowią ok. 38% ogółu kwasów tłuszczowych, a wielonienasycone 6-14%. Tłuszcze zwierząt rzeźnych zawierają znaczne ilości kwasów jednonienasyconych. Obecne w mięsie i przetworach mięsnych niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, będące składnikiem budulcowym komórek, są niezbędne dla wzrostu tkanek, konieczne dla prawidłowego transportu tłuszczów we krwi, obniżają poziom cholesterolu we krwi, zapobiegają powstawaniu zakrzepów itd. Także zawartość cholesterolu w mięsie chudym wynosi ok. 50-60 mg/100 g, a tłustym – ponad 70 mg/100 g. Nie ma także jednoznacznych dowodów na związek między spożyciem mięsa a częstotliwością występowania chorób nowotworowych. Jeśli nawet o nim się mówi, to głównie w kontekście wpływu wysokiej wartości energetycznej diety na występowanie tych chorób. A produkty wysokoenergetyczne w diecie to nie tylko mięso.

Z drugiej strony spożywanie mięsa niesie ze sobą szereg korzyści dla organizmu. Jest ono jednym z najważniejszych źródeł pełnowartościowego białka o dobrym składzie aminokwasowym, w związku z czym, jest ono konieczne dla osób wymagających większej podaży białka (dzieci, młodzieży, osób z zespołem złego wchłaniania, chorych na choroby miększu wątroby, choroby wyniszczające). Mięso jest dobrym źródłem żelaza (najlepszym mięso o wysokiej zawartości mioglobiny), cynku, miedzi i fosforu, kreatyny, źródłem uzupełniającym witamin



z grupy B. Tłuszcz wołowy jest bardzo dobrym źródłem skoniugowanych dienów kwasu linolowego (CLA; chociaż nie tylko, gdyż występują one także w mniejszych ilościach w tłuszczu wieprzowym i drobiowym). Związki te przypisuje się działanie antymutagenne, antykancerogenne, przeciwdziałają one miażdżycy, poprawia tolerancję węglowodanów, poprawia strukturę kości, a nawet zmniejsza zawartość tłuszczu w masie ciała. Największe jego ilości stwierdzane są w tłuszczu wołowym pochodzącym od zwierząt wypasanych na pastwiskach.

Główne zarzuty, jakie stawiane są mięsu dotyczą zawartości w nim tłuszczu i jego składowi. Aby sprostać wymaganiom rynku w tym zakresie przemysł mięsny podejmuje pewne działania: duże złoże tłuszczu są usuwane podczas rozbioru tusz i wykrawania mięsa, a do konsumenta trafia mięso i przetwory mięsne o niższej zawartości tłuszczu. Podejmowane są także przyżyciowe modyfikacje składu chemicznego mięsa przez wykorzystanie metod genetycznych oraz żywieniowych. Te drugie głównie przez zmiany składu paszy podawanej zwierzętom. Działania te przyniosły na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat wymierne efekty w postaci obniżenia zawartości tłuszczu w tuszu wieprzowej o ok. 23%, a wołowej 6%, poprawy składu kwasów tłuszczowych tłuszczu w kierunku zmniejszenia udziału kwasów nasyconych, a także zwiększenia zawartości w mięsie witaminy E oraz selenu.

### **Przetwórstwo**

W zakresie tego zagadnienia można wyróżnić kilka obszarów wpływających na bezpieczeństwo zdrowotne przetworów mięsnych. Należą do nich: receptura, dodatki funkcjonalne i wielkość ich dodatku, proces technologiczny oraz proces pakowania i logistyka.

Z punktu widzenia receptury wytworzenie bezpiecznych zdrowotnie przetworów mięsnych jest gwarantowane przez użycie surowców świeżych o znanym i sprawdzonym pochodzeniu, zagwarantowanie obecności w wyrobie odpowiedniej ilości składników będących dobrym źródłem białek (głównie miofibrilarnych), odpowiedniej ilości i jakości wprowadzanych do przetworów tłuszczu i wody oraz używania bezpiecznych i dozwolonych do stosowania dodatków funkcjonalnych i przypraw. Przyprawy bowiem uważane są, obok mięsa, jako główne źródło zanieczyszczenia mikrobiologicznego przetworów. W tym miejscu należy wspomnieć, że skład recepturowy przetworów mięsnych jest bardzo ważnym wyróżnikiem ich jakości i akceptacji konsumenckiej.

Dodawane do przetworów mięsnych dodatki funkcjonalne można podzielić na dwie grupy:

- stosowane w celu osiągnięcia zamierzonych efektów technologicznych, sensorycznych i trwałości; do najczęściej stosowanych należą: azotan (III) sodu, fosforany, karagen, glutaminian sodu, izoaskorbinian sodu, białko sojowe, preparaty błonnikowe; należy także wspomnieć o soli kuchennej, która jest dodawana do przetworów mięsnych głównie ze względów technologicznych i sensorycznych,
- stosowane w celu osiągnięcia dodatkowych efektów prozdrowotnych: preparaty błonników rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych, białka sojowe, probiotyki, likopen, sterole i stanole roślinne.

Niektórym dodatkom, których celem jest osiągnięcie zamierzonych efektów technologicznych stawiane są określone zarzuty w zakresie ich oddziaływania na stan zdrowia konsumentów. Azotan (III) sodu zostanie scharakteryzowany szerzej przy omawianiu procesu peklowania. Fosforany odpowiedzialne mogą być za odwapnienie kości, zachwianie równowagi kwasowo-zasadowej organizmu, występowanie syndromu hiperkinetycznego u dzieci, jednak ich źródłem są nie tylko przetwory mięsne. Występują bowiem także w szeregu innych artykułach spożywczych, np. są stosowane przy produkcji serów topionych. Glutaminian sodu znajduje się w większości przetworów mięsnych, jednak jego użycie może być zredukowane lub zastąpione przez inne dodatki bez pogorszenia ich jakości. Użycie limitowanego rozporządzeniem ministra zdrowia izoaskorbinian sodu może być zastąpione przez askorbinian sodu, jednak całkowite jego pominięcie spowodowałoby pogorszenie bezpieczeństwa zdrowotnego przetworów. Powoduje on bowiem obniżenie pozostałości azotanów (III) w przetworach mięsnych, zwolnienie tempa tworzenia się niebezpiecznych dla konsumentów nitrozoamin oraz będąc przeciwutleniaczem zwalnia inne procesy utleniania. Należy jednak pamiętać, że w przetwórstwie mięsa wolno używać tylko te dodatki funkcjonalne, które są wymienione w rozporządzeniu ministra zdrowia i w ilościach w nim zadeklarowanych. Ważna jest także znajomość pochodzenia stosowanych dodatków, a głównie potencjalnie występujące w nich zanieczyszczenia.

Proces wytwarzania przetworów mięsnych, składający się z reguły z kilku operacji jednostkowych także może powodować pogorszenie ich bezpieczeństwa zdrowotnego. Do najważniejszych etapów wytwarzania przetworów mięsnych, mających wpływ na ich bezpieczeństwo zdrowotne, należą: peklowanie, rozdrabnianie i emulgowanie, uplastycznienie (masowanie), obróbka termiczna (wędzenie, parzenie, studzenie i chłodzenie).

Peklowanie, obok oddziaływania korzystnego na bezpieczeństwo przetworów mięsnych (hamowanie rozwoju *Clostridium botulinum* oraz spowalnianie oksydacji tłuszczów), wykazuje również oddziaływanie niekorzystne. Wynika ono z dwóch przesłanek:

- azotan (III) (według starej terminologii azotyn) sam w sobie jest toksyczny;
- w przetworach wyprodukowanych z jego udziałem mogą powstać niebezpieczne dla konsumentów N-nitrozoaminy.

ADI azotanu (III) wynosi 0-0,6 mg/kg masy ciała konsumenta, w zależności od ich wieku i stanu zdrowia. Tak niska wartość wynika z łatwości wchodzenia tlenu azotu (II) w reakcję z hemoglobina krwi. W wyniku tej reakcji hemoglobina traci zdolność transportowania tlenu do komórek mięśniowych.

Jako proces niepożądany wynikający z użycia azotanu (III) należy wymienić także tworzenie N-nitrozoamin. Do najczęściej spotykanych w peklowanych przetworach mięsnych nitrozoamin należy kancerogenna N-nitrozo-dimetyloamina (NDMA). Do czynników stymulujących powstawanie N-nitrozoamin w przetworach mięsnych należą: obecność azotanu (III), obecność amin drugorzędowych, niskie pH (poniżej 5,5), wysokie temperatury obróbki oraz długi czas przechowywania w temperaturze pokojowej.

W praktyce oznacza to, że w mięsie świeżym i wyrobach wytworzonych bez dodatku azotynowej mieszanki peklującej nie powstaną nitrozoaminy, ponieważ produkty te nie zawierają azotanu (III). Parzone kiełbasy i wędzonki oraz wędliny podrobowe mogą wprawdzie zawierać azotan (III), jednak takie asortymenty produkowane są z mięsa świeżego, które zawiera niewielkie ilości amin drugorzędowych. Przy właściwie prowadzonej produkcji nie mogą się zatem tworzyć nitrozoaminy. Natomiast wyrobów z mięsa peklowanego nie powinno się grillować, czy smażyć. Kiełbasy surowe i wędzonki surowe produkowane są z mięsa peklowanego azotanem (III) bądź azotanem (V), przy czym ten ostatni oddziałuje dopiero po redukcji do azotanu (III). Podczas dłuższego cyklu produkcyjnego i przechowywania z uwalnianych aminokwasów tworzą się aminy drugorzędowe. pH obniża się często do wartości niższej od 5,5. Ponieważ jednak w przypadku produktów surowych temperatura bardzo rzadko przekracza 25°C i przechowywane są najczęściej w temperaturze 15°C i niższej, tworzenie się N-nitrozoamin przebiega bardzo wolno.

W zasadzie wszystkie substancje, które z kwasem azotowym (III) reagują szybciej niż aminy drugorzędowe, należy postrzegać jako potencjalne inhibitory tworzenia N-nitrozoamin. Kwas L-askorbinowy bądź L-askorbinian opisywane są jako bardzo skuteczne substancje hamujące tworzenie N-nitrozoamin. Ich

inhibujące działanie polega na gwałtownej redukcji przez askorbinian trójtlenku diazotu ( $N_2O_3$ ) do tlenku azotu (NO). Aby uzyskać efektywne hamowanie tworzenia N-nitrozoamin w obecności tlenu, należy stosować nadmiar kwasu askorbinowego. W krajach Unii askorbinian sodu i wapnia są dozwolone do stosowania w produkcji przetworów mięsnych jako środki wspomagające peklowanie i przereagowanie barwników hemowych mięsa.

Ważną lipofilną substancją hamującą nitrozowanie jest  $\alpha$ -tokoferol. Wykazano, że askorbinian i  $\alpha$ -tokoferol posiadają wspólnie silniejsze działanie inhibujące tworzenie N-nitrozoamin niż poszczególne te związki.

W związku z tym, że użycie azotanu (III) budzi pewne wątpliwości zdrowotne, próbowano go zastąpić inną substancją. Jednak prawdopodobieństwo znalezienia jednego związku, który łączyłby w sobie wszystkie zalety azotanu (III), jest nieznaczne. Dlatego w przeszłości badano związki, które mogą wykazywać poszczególne pozytywne funkcje azotanu (III). Na przykład jako zamiennik barwotwórczej funkcji azotanu (III) proponowany jest dodatek dinitrozyloferrohochromu. Podejmowano też badania nad uzyskaniem odpowiedniej barwy kiełbas surowych i szynek surowych drogą optymalizacji użytych przypraw. Jako alternatywę azotanu (III) zaproponowano czerwoną mączkę z ryżu poddanego fermentacji z udziałem wyselekcjonowanych szczepów pleśni z rodzaju *Monascus* (m. in. *Monascus purpureus*). W licznych produktach z nią wytworzonych znaleziono jednak mikotoksyny. Ponadto skład ekstraktów z czerwonej mączki ryżowej jest bardzo zmienny, a wiedza o nich jest niewystarczająca. Z tej przyczyny czerwonej mączki ryżowej nie wolno używać w produkcji żywności, ponieważ należy ją traktować jako wymagającą dopuszczenia, ale niedozwoloną, a zatem zabronioną substancję dodatkową do żywności.

Kolejnymi etapami produkcji wędlin, mogącymi mieć wpływ na ich bezpieczeństwo zdrowotne, są: rozdrabnianie, emulgowanie, uplastycznienie (masowanie), nadziewanie i formowanie. Mogą one wpływać na stan mikrobiologiczny gotowego wyrobu w wyniku zakażeń krzyżowych i wzrostu intensywności namnażania się drobnoustrojów spowodowanego wzrostem temperatury. Dlatego podczas ich realizacji, nie tylko z przyczyn technologicznych, bardzo ważne jest zachowanie odpowiedniej temperatury i higieny.

Przy produkcji większości asortymentów wędlin, po wymienionych wyżej operacjach, następuje obróbka termiczna. Ma ona na celu nadanie produktowi określonych cech sensorycznych go charakteryzujących oraz trwałości. Składa się

ona z następujących operacji (jednak nie zawsze występują wszystkie): wędzenie lub/i parzenie wędlin. Z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego obróbka termiczna wpływa pozytywnie. W wyniku oddziaływania składników dymu wędzarniczego oraz wysokiej temperatury następuje poprawa czystości mikrobiologicznej wędlin. W przypadku parzenia, tj. ogrzewania batonu wędlin do temperatury 70-72°C w centrum geometrycznym batonu, następuje obniżenie ilości mikroflory wegetatywnej (w tym także chorobotwórczej). Ogrzewanie powoduje także zmiany w składzie chemicznym farszu mięsnego. Mogą być one pozytywne, np. poprawa strawności niektórych składników (np. niekiedy białek), ale także negatywne – przyspieszenie procesów utleniania i powstawanie związków szkodliwych dla zdrowia, straty witamin itd.

Niejednoznaczny wpływ na bezpieczeństwo zdrowotne przetworów mięsnych ma także wędzenie. W skład dymu wędzarniczego wchodzi kilkaset związków chemicznych, które, z jednej strony przedłużają trwałość przetworów mięsnych, jednak z drugiej także stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia konsumentów. Należą do nich: alkohole (w tym także metylowy), aceton, kwas mrówkowy, dioksyne, fenole, krezole, benzen, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i szereg innych. O ich ilości i strukturze decydują m.in.: ilość tlenu dostępnego podczas pirolizy drewna, jego wilgotność, temperatura dymu.

W ostatnich latach główny nacisk kładzie się na ograniczenie zawartości w przetworach mięsnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), powszechnie występujących związków organicznych, powstających w wyniku pirolizy materiału organicznego. Za występowanie tychże substancji w produktach spożywczych odpowiedzialne może być: wędzenie, suszenie i ogrzewanie. Pod względem budowy chemicznej wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne wyróżniają się obecnością dwóch lub większej liczby skondensowanych aromatycznych pierścieni węglowych. Do WWA zalicza się prawie 250 różnych substancji, z których niektóre posiadają właściwości kancerogenne. Najbardziej znanym związkiem o działaniu kancerogennym należącego do WWA jest benzo[a]piren, uznawany dotychczas za substancję wskaźnikową. Obok benzo[a]pirenu wymienianych jest jeszcze 15 związków zaliczanych do WWA mających istotne znaczenie zdrowotne. Zgodnie z Rozporządzeniem Wspólnoty Europejskiej Nr 208/2005 z dn. 4 lutego 2005 roku maksymalna zawartość benzo[a]pirenu w przetworach mięsnych to 5 µg/kg gotowego produktu. Mediana zawartości benzo[a]pirenu w wędzonych produktach mięsnych wynosiła w latach od 2003 do 2005 poniżej 0,1 µg/kg, a zatem wartość ta była ponad 50-cio krotnie niższa od wdrażanej przez UE maksymalnej

zawartości. Pomimo stwierdzonej niskiej zawartości tego związku w wędzonej żywności należy nadal dążyć do obniżenia jego stężenia. W tym celu w czasie wytwarzania dymu nie należy przekraczać temperatury 425 °C w fazie rozkładu termicznego drewna i 325 °C w fazie utleniania. Alternatywą dla tradycyjnego wędzenia jest stosowanie preparatów dymu wędzarniczego mających działanie barwiące i aromatyzujące lub tylko aromatyzujące. Do zalet ich stosowania należy: skrócenie procesu wędzenia, obniżenie ubytków masy, standaryzacja produktu, możliwość dokładniejszego sterowania procesem wędzenia, eliminacja lub ograniczenie zanieczyszczenia środowiska składnikami dymu, a więc wytwarzanie bezpieczniejszych produktów mięsnych. Jednak jakość sensoryczna wędlin wędzonych dymem lub preparatem dymu wędzarniczego jest różnicowana.

Do wyróżników bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, w tym także mięsa i jego przetworów, należą występujące w niej alargeny, ważne dla określonych grup konsumentów. W przetworach mięsnych mogą występować m.in. następujące alergeny: zboża zawierające gluten (tj. pszenica, żyto, jęczmień, owies zwyczajny, pszenica oplewiona /orkisz lub ich szczypty hybrydowe) i produkty pochodne, jaja i produkty pochodne, nasiona soi i produkty pochodne, mleko i produkty pochodne (łącznie z laktozą), seler zwyczajny i produkty pochodne oraz gorczyca i produkty pochodne. Należy podkreślić, że producenci żywności mają obowiązek deklarowania w składzie recepturowym użycia ww składników do przygotowania wyrobu.

### **Dystrybucja**

Pakowanie, a następnie dystrybucja mięsa i przetworów mięsnych są ważne z punktu widzenia ich bezpieczeństwa zdrowotnego. Opakowania jednostkowe są bowiem z jednej strony ochroną produktu przed ingerencją środowiska (oddzielają produkt od źródeł zanieczyszczeń chemicznych, biologicznych i fizycznych), ale z drugiej mogą być źródłem jej zanieczyszczenia. Także gazy stosowane jako atmosfera ochronna w opakowaniach żywności muszą cechować się wymaganą czystością. Warunki panujące podczas pakowania i dystrybucji (temperatura, wilgotność powietrza, czystość mikrobiologiczna powietrza w pomieszczeniach pakowni) rzutują na bezpieczeństwo zapakowanego mięsa i jego przetworów.

### **Czynnik ludzki**

Człowiek to najważniejszy czynnik zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego mięsa i jego przetworów. Pracownicy nieprzestrzegający zasad systemu zapewnienia bezpieczeństwa, niestosujący się do przyjętych w danym zakładzie

systemów działania, nieprzestrzegający receptur są często przyczyną wytwarzania produktów niespełniających wymogów bezpieczeństwa zdrowotnego.

### **Funkcjonalne przetwory mięsne**

Obecnie są one produktami niszowymi, którymi przetwórcy mięsa chcą rozszerzyć rynek zbytu swoich wyrobów. Aby znalazły akceptację konsumentów w stosunku do produktów tradycyjnych muszą być lepsze pod względem żywieniowym, ale takie same pod względem sensorycznym. O tym, że można je faktycznie produkować świadczą pozytywne próby opisane w literaturze i dotyczące następujących przetworów mięsnych:

- wędliny probiotyczne (kielbasy surowe; zawierają *Lactobacillus casei* 01, *Bifidobacterium lactis*),
- wędliny drobno rozdrobnione z prebiotykami: inuliną i błonnikiem owsianym (głównie pasztety i wędliny homogenizowane o obniżonej zawartości tłuszczu),
- wędliny ze sterolami i stanolami roślinnymi (np. mortadela),
- wędliny i dania gotowe z preparatami błonników pokarmowych pszennym, ziemniaczanym, cytrusowym, sojowym, bambusowym, marchwiowym (dawkowanie: 0,75 do 3-4%),
- wędliny z likopenem (kiszka pasztetowa),
- wędliny z dodatkiem olejów – poprawa stosunku kwasów  $\omega$ -3 do  $\omega$ -6 - kielbasy kutrowane (dodatek 3 do 6% oleju lnianego lub/i słonecznikowego i rzepakowego; oleje rybne – ograniczona możliwość zastosowania ze względu na smak i aromat).

### **Podsumowanie**

Mięso i przetwory mięsne są żywnością, która obok składników pozytywnie oddziałujących na organizm człowieka zawiera składniki, które mają także działanie niekorzystne. Występowanie i zawartość związków niekorzystnie oddziałujących na konsumenta można ograniczyć w wyniku działań podejmowanych za życia zwierzęcia (kontrola pasz, prace genetyczne, warunki środowiskowe odchowu), jak również modyfikacji receptury i kontroli poprawności prowadzenia procesu produkcyjnego. Tutaj bardzo ważny jest człowiek, który jest niestety najsłabszym ogniwem łańcucha produkcyjnego.

Gwarancją wysokiej jakości i bezpieczeństwa mięsa i przetworów mięsnych jest zapewnienie odpowiedniej jakości surowca, bezwzględne przestrzeganie wymogów procesu technologicznego i przechowywania oraz właściwej dystrybucji.

## **Literatura**

1. Arihata K. Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Sci.* 2006, 74, 219-229.
2. Cegiełka A., Słowiński M. Wygoda czy konieczność. *Mięso i Wędliny*, 2008, 6, 14-36.
3. Gwiazda S., Pisula A.. Prozdrowotne tendencje w przetwórstwie mięsa. *Gosp. Mięsna*, 2006, 2, 12-14.
4. Honikel K.O. The use and control of nitrite and nitrate for processing of meat products. *Meat Sci.* 2008, 78, 68-76.
5. Jankiewicz L., Słowiński M. Technologia produkcji wędlin. Wędzonki parzone. Polskie Wydawnictwo Fachowe Warszawa, 2008.
6. Jira W., Ziegenbals K., Speed K. PAK in gerauchten Fleischerzeugnissen. *Fleischwirtschaft*, 2006, 10, 103-106.
7. Kuhne D. Nitrit, Nitrat und Nitrosamine. *Fleischwirtschaft*, 2003, 11, 143-146.
8. Kuhne D. Konjugierte Linolsaure in Fetten von Wiederkauern. *Fleischwirtschaft*, 1999, 12, : 86-89.
9. Lucke F.K. Nitrit und die Haltbarkeit und Sicherheit erhitzter Fleischprodukte. *Fleischwirtschaft*. 2008, 12, 91-94.
10. Nute G.R., Richardson R.I., Wood J.D., Hughes S.I. Wilkinson R. S.L., Sinclair L.A. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. *Meat Sci.* 2007, 77, 547-555.
11. Pyrcz J., Kowalski R. Rola substancji dodatkowych stosowanych w przetwórstwie mięsnym. *Gospodarka Mięsna*, 2005, 12, 26-31, 34.
12. Schwind K.H. Umweltkontaminanten in Fleisch. *Fleischwirtschaft*, 2004, 5, 240-244.
13. Sielaff H., Schleusener H. Emissionen weiter vermindern. *Fleischwirtschaft*, 2008, 4, 57-62.
14. Vogel U., Barwinkel K. Kontrolliertrauchern – sicher und wirtschaftlich. *Fleischwirtschaft*, 2003, 11, 62-70.
15. Vogel U., Barwinkel K. Eine Rauchart mit Zukunft. *Fleischwirtschaft*, 2005, 5, 47-50.
16. Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 2008, 74, 343-358.



## **ROZDZIAŁ 5**

### **WPLYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ OLEJÓW JADALNYCH**

*Krzysztof Krygier, Małgorzata Wroniak, Magdalena Maszewska*

Tłuszcze, to bardzo ważny składnik diety człowieka, są dla naszego organizmu głównym źródłem energii, źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) oraz są nośnikiem witamin rozpuszczalnych w tłuszczach A, D, E, K. Tłuszcze naturalne są wieloskładnikową mieszaniną różnych lipidów, ale głównym ich składnikiem są triacyloglicerole (97-99%), pozostałe to substancje towarzyszące (najczęściej około 1-2%), w zależności od surowca tłuszczowego, sposobu wydobywania i jego oczyszczania (rafinacji) [1, 3, 34].

W nasionach oleistych, a następnie w olejach roślinnych i produktach tłuszczowych, oprócz nienasyconych kwasów tłuszczowych istotna jest zawartość natywnych składników towarzyszących triacyloglicerolom, są to głównie związki o silnych właściwościach przeciwutleniających, takie jak: tokoferole, sterole, karotenoidy, skwalen, fosfolipidy, związki fenolowe [3, 7, 17, 18]. Na ich poziom w wydobywanych olejach wpływają: czynniki odmianowe, glebowe, klimatyczne, nawożenie i pielęgnacja, stopień dojrzałości surowca, ale na ich zawartość w olejach jadalnych wpływają w dużym stopniu od wielu czynników technologicznych związanych z otrzymaniem i przetwarzaniem. Również warunki przechowywania i wykorzystywania tłuszczów wpływają na ich końcową zawartość w produkcie. Wysoka zawartość tych związków warunkuje odpowiednią wartość odżywczą, ale również trwałość wytwarzanych olejów i tłuszczów [3, 9].

Tokoferole i tokotrienole są najważniejszymi i najlepiej poznanymi przeciwutleniaczami występującymi w surowcach oleistych. Stanowią bardzo ważny składnik olejów jadalnych ze względu na aktywność prowitaminową

(witamina E), jak również silne właściwości przeciwutleniające [3, 7, 22]. Wśród nich wyróżniamy pochodne tokolu ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ -,  $\gamma$ -tokoferol), występujące głównie w olejach nasiennych i tokotrienolu ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\delta$ -,  $\gamma$ -tokotrienol) [3, 11] występujące w szczególnie dużych ilościach w oleju palmowym [11]. Są to związki bardzo labilne, wrażliwe na podwyższoną temperaturę, światło, alkalia, obecność metali. Ich obecność w olejach zależy od odmiany, klimatu, gleby, warunków uprawy i zbioru, ale szczególnie duże ich ubytki zachodzą w procesach technologicznych i w trakcie przechowywania olejów [3].

Sterole roślinne są głównym składnikiem substancji niezmydlających się w olejach jadalnych. Występują w olejach jako wolne lub zestryfikowane sterole lub jako glikozydy. Należą do związków obniżających poziom cholesterolu we krwi poprzez hamowanie jego absorpcji. Najbardziej rozpowszechnione fitosterole to:  $\beta$ -sitosterol, campesterol, stigmsterol i (tylko w rzepaku) brasikasterol [3, 7]].

### **Procesy technologiczne w przetwórstwie tłuszczów**

Technologia otrzymywania olejów jadalnych może obejmować następujące etapy produkcji [1, 8]:

- wydobywanie oleju (odłuszczenie, rozdrabnianie, prażenie, tłoczenie, ekstrakcja, hydratacja),
- rafinacja oleju (odszlamowanie, neutralizacja, bielenie, dezodoryzacja).

Każdy z powyższych etapów ma większy lub mniejszy wpływ na wartość odżywczą olejów.

Obecnie większość olejów jadalnych na rynku to oleje rafinowane charakteryzujące się jasną barwą oraz neutralnym smakiem i zapachem. Ich skład chemiczny jest uboższy niż olejów naturalnych, produkowanych w małej skali tylko przez tłoczenie, szczególnie na zimno, czyli w temperaturze 40-50°C. Klasycznym przykładem tej grupy olejów jest oliwa z oliwek extra virgin. Oleje tłoczone na zimno są to oleje otrzymane wyłącznie metodami mechanicznymi i ewentualnie oczyszczane przez płukanie, wirowanie, filtrowanie czy dekantację, tylko przy olejach typu virgin dopuszcza się zastosowanie ogrzewania w trakcie wydobywania [2]. Oleje tłoczone na zimno mają intensywną barwę, są aromatyczne, bo nie są rafinowane i zawierają przez to cenne żywieniowo składniki, które w trakcie rafinacji są częściowo usuwane. Charakteryzują się wyższą zawartością tokoferoli (o 25%), steroli (o 30%) i barwników karotenoidowych w stosunku do ich zawartości w oleju rafinowanym [6, 24]. Jednakże brak rafinacji powoduje, że oleje te mogą zawierać większe ilości zanieczyszczeń (metale, pestycydy, WWA, produkty oksydacji, barwniki

chlorofilowe), które są ważne ze względu na bezpieczeństwo i stabilność oksydacyjną [4, 6].

Obróbka termiczna nasion przed tłoczeniem (tzw. prażenie, kondycjonowanie) lub tłoczenie na gorąco zdecydowanie wpływa na wzrost wydobycia tokoferoli i steroli w stosunku do olejów tłoczonych na zimno (tab. 1). Najwyższą zawartością tych związków charakteryzują się oleje uzyskane w wyniku ekstrakcji rozpuszczalnikiem [14, 21, 24]. Jednakże nie spełniają one wymagań dla olejów jadalnych, muszą być poddane rafinacji.

Tabela 1. Zawartość tokoferoli i steroli w oleju rzepakowym

Olej rzepakowy	Tokoferole [mg/100 g] [24]	Tokoferole [mg/100 g] [14]	Sterole [mg/100 g] [14]	Sterole [mg/100 g] [21]
Nasiona	-	-	-	474-629
Tłoczony na zimno	43	-	-	790
Tłoczony na gorąco	52	70	848	872
Ekstrakcyjny	-	81	997	1078
Surowy	58	74	898	-

Porównując zawartość tokoferoli ogółem w olejach rzepakowych uzyskanych różnymi metodami, tłoczony i ekstrakcyjny oraz oleju surowym, który jest mieszaniną oleju tłoczonego na gorąco i hydratowanego ekstrakcyjnego (w stosunku zwykle 3:1), stwierdzono najwyższą zawartość tokoferoli w przypadku w przypadku oleju ekstrakcyjnego (tab. 1) [14].

W procesie pozyskiwania oleju z nasion rzepaku zawartość steroli ogółem spada, ale skład procentowy poszczególnych steroli nie ulega zmianie. Rudzińska i in. [21] w nasionach rzepaku stwierdzili 470-630 mg/100 g steroli ogółem, w tłoczonym na zimno 790 mg/100 g. Zawartość steroli w oleju rzepakowym ekstrakcyjnym była ok. 25% wyższa niż w oleju tłoczonym. Natomiast najwyższa ich ilość ogółem była w oleju odśluzowanym, podobnie jak u Płatek wsp. [14]. Oleje tłoczone na zimno zawierają więcej steroli niż ich odpowiedniki rafinowane np.: w oleju kukurydzianym tłoczonym było 770 mg/100 g, a w rafinowanym 768 mg/100 g, w oleju rzepakowym tłoczonym 769 mg/100 g, a w rafinowany 725 mg/100 g [20]. Wyjątkiem były oleje sojowy i słonecznikowy, w których

zawartość steroli była wyższa niż w ich odpowiednikach tłoczonych na zimno, jednakże badania dotyczyły olejów handlowych, a nie pochodzących z tych samych nasion. Podobnie zaobserwowano w badaniach Krygiera i wsp. [6].

Oleje surowe oczyszcza się w procesie rafinacji w celu otrzymania produktu bardziej uszlachetnionego, pozbawionego szeregu substancji ubocznych. W efekcie otrzymuje się oleje o jasnej słomkowej barwie, klarowne i praktycznie bez smaku i zapachu.

Podstawowe etapy rafinacji to [1, 8, 14, 16]:

- odszlamowanie (odśluzowanie) polegające na usunięciu z olejów i tłuszczów przede wszystkim związków fosforowych (fosfatydy, aminofosfatydy, białka, śluzy) obniżających stabilność i innych zanieczyszczeń (glikolipidy, jony metali) zwykle przez zastosowanie kwasu fosforowego lub cytrynowego bądź adsorbentów;
- odkwaszanie (neutralizacja) polega na usunięciu z olejów wolnych kwasów tłuszczowych i innych zanieczyszczeń (fosfatydy, aminofosfatydy, białka, śluzy, niepełne glicerydy, produkty utleniania, barwniki: chlorofilowe, ksantofilowe i karotenowe) metodą chemiczną z użyciem alkaliów (NaOH, KOH);
- odbarwianie (bielenie) to usunięcie naturalnych barwników oraz innych substancji towarzyszących i zanieczyszczeń (fosfatydy, aminofosfatydy, białka, śluzy, jony metali, produkty utleniania, WWA) przez ich zaadsorbowanie na ziemiach bielących lub/i innych adsorbentach;
- odwanianie (dezodoryzacja) polega na usunięciu z oleju lotnych składników (substancji smakowo-zapachowych, produktów utleniania, wolnych kwasów tłuszczowych, niepełnych glicerydów, pestycydów, barwników: chlorofilowych, ksantofilowych i karotenowych, tokoferoli, steroli oraz lotnych zanieczyszczeń) na drodze destylacji z parą wodną prowadzoną pod obniżonym ciśnieniem.

Otrzymywanie i przetwarzanie olejów jadalnych metodami przemysłowymi, szczególnie proces rafinacji, przeprowadzany jest w drastycznych warunkach fizycznych i chemicznych, co powoduje w znacznej mierze eliminowanie związków niepożądanych, ale jednocześnie tych biologicznie czynnych, takich jak tokoferole, sterole, karotenoidy, polifenole [9, 17, 18, 22]. Podatność poszczególnych związków na destrukcyjne działanie czynników w trakcie przetwarzania i przechowywania jest różna. Końcowy etap rafinacji – odwanianie – powoduje najwięcej niekorzystnych, destrukcyjnych oddziaływań na wartość odżywczą oleju. Szczególnie wysoka temperatura (ok. 240°C) i długi czas (do

kilku godzin) powodują niekorzystne przemiany w olejach, dochodzi tu m.in. do nieznacznej izomeryzacji *trans* kwasów tłuszczowych (ok. 1%). W badaniach Krygier i wsp. [6], Wroniak i wsp. [25], Wroniak i wsp. [24], stwierdzono brak izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w olejach rzepakowych tłoczonych na zimno i virgin oraz olejach z linii przemysłowej tłoczonych na gorąco ekstrakcyjnych, bielonych, natomiast stwierdzono ich obecność w olejach odwanianych. Również w badaniach Płatek i wsp. [15] w olejach rzepakowych odwonionych stwierdzono izomery *trans* kwasów linolowego C18:2 0,3% (0,1-0,5%) i linolenowego C 18:3 – 1,1% (0,4-2,5%). Podobnie Ortega-García i wsp. [10] w oleju krokoszowym stwierdzili obecność 0,34% izomerów *trans* po etapie odwaniania, a brak izomerów *trans* stwierdzono w oleju surowym, odśluzowanym i bielonym (<0,1%).

Oprócz izomeryzacji *trans* podczas rafinacji dochodzi do niepożądanych strat tokoferoli i steroli (tab. 2). Straty tokochromanoli (wszystkich homologów tokoferoli i tokotrienoli) mają miejsce w całym procesie rafinacyjnym. Obserwuje się różnice ilościowe pomiędzy etapami zależnie od rodzaju rafinowanego oleju, ale najbardziej niekorzystny dla tej grupy związków jest dezodoryzacja [9].

W wielu pracach straty w trakcie rafinacji w stosunku do zawartości tokochromanoli w olejach surowych są określane powyżej 30%, najmniejsze ubytki mają miejsce przy odśluzowaniu ok. 10% (zależą od rodzaju użytego kwasu, fosforowy czy cytrynowy). Podczas neutralizacji traci się kolejne 4-12% tokochromanoli, natomiast podczas bielenia ok. 18%, najwięcej ubywa, jak już wspomniano, podczas procesu odwaniania (rys. 1) [8, 23].

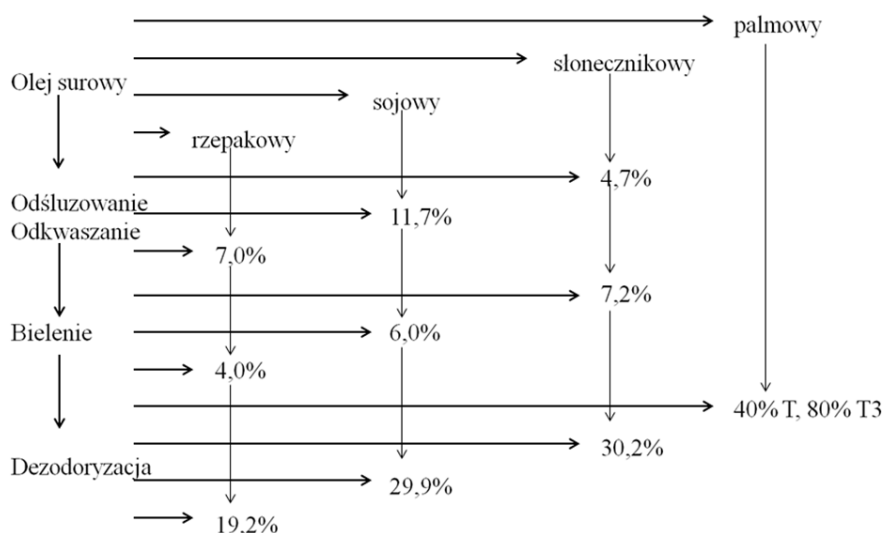
Zmiany obserwuje się nie tylko w ilości, ale również w składzie poszczególnych homologów. W przypadku oleju palmowego stwierdzono straty przy odwanianiu rzędu 40% tokoferoli i aż 80% tokotrienoli. W badaniach Płatek i wsp. [13] nie stwierdzono ubytku tokoferoli w procesie neutralizacji i bielenia, natomiast podczas odwaniania 26%, przy czym całkowite straty tokoferoli w trakcie rafinacji wyniosły 42%.

Stosowana w etapie odwaniania wysoka temperatura i duże podciśnienie (ciśnienie bezwzględne ok. 200 Pa) powodują oddestylowanie w strumieniu pary do destylatu (kondensatu podezodoracyjnego) również tokoferoli i steroli. W latach 70. straty tokoferoli sięgały 50% w oleju sojowym, a od 30, czasem do 70%, w oleju rzepakowym [8]. Obecnie, dzięki nowoczesnej aparaturze i nowym technologiom, straty zostały ograniczone i nie przekraczają 30% w stosunku do oleju surowego [9].

Tabela 2. Zmiany zawartości tokoferoli i steroli na poszczególnych etapach rafinacji

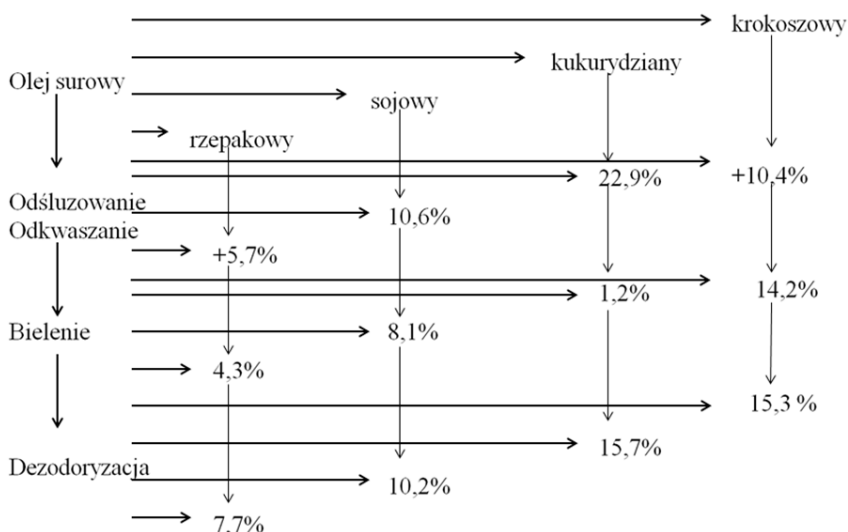
Oleje	Surowy	Odszlamowany	Odkwaszony	Bielony	Odwanianny
Tokoferole [mg/100 g]					
Kukurydziany [22]	202,5	-	214,0	211,9	82,8
Palmowy [11]	127,3	113,4	-	109,4	102,9
Rzepakowy /Canova [22]	136	114,7	128,7	117,8	87,3
Sojowy [22]	222,3	291,9	267,7	284	195,2
Sojowy [5]	144,8	110,4		122,5	106,8
Sterole [mg/100 g]					
Krokoszowy [10]	151,37	168,87	-	144,89	122,75
Kukurydziany [22]	1113,9	-	859,2	848,8	715,3
Rzepakowy / canola [22]	820,6	772	797,8	650,4	393
Rzepakowy [21]	872/1078	1118	885	925	923
Sojowy [2]	359,5	321,5	313,9	288,8	295,4

Proces rafinacji powoduje również zmiany jakościowe i ilościowe w sterolach. Oleje rafinowane zawierają 25-32% mniej steroli niż oleje surowe, inni podają spadek prawie 50%. Spowodowane jest to głównie adsorbcją na ziemiach bielących, one też sprzyjają zmianom dehydratacyjnym, w wyniku których powstają steradieny. Sterole w procesie rafinacji ulegają utlenieniu lub kondensacji, a bisteroidowe etery stwierdzono w olejach jadalnych i tłuszczach utwardzonych. Przemiany oksydacyjne steroli zachodzą szczególnie w procesie odkwaszania, gdzie pod wpływem środowiska alkalicznego przekształcają się do pochodnych utlenionych 7-hydroksy oraz 7- keto-fitosteroli. Coraz więcej uwagi poświęca się utlenionym pochodnym steroli, w związku z potwierdzeniem mutagennego i toksycznego działania utlenionych pochodnych cholesterolu. Ponieważ występują tylko nieznaczne różnice w cząsteczkach fitosteroli i cholesterolu należy się spodziewać podobnych produktów utlenienia i podobnego ich działania w organizmach żywych [7, 21].



Rysunek 1. Ubytek tokoferoli i tokotrienoli w procesie rafinacji [9]

Na podstawie wyników badań prezentowanych w literaturze stwierdzono, że spadek zawartości steroli ogółem w olejach rafinowanych waha się od 20% do 40% (rys. 2), w zależności od rodzaju przetwarzanego oleju, sposobu rafinacji i zastosowanych parametrów technologicznych.



Rysunek 2. Ubytek steroli w trakcie rafinacji [10, 21, 22]

W badaniach Rade i wsp. [19] w olejach słonecznikowych skład steroli był taki sam w rafinowanych jak i nierafinowanych. Po procesie rafinacji stwierdzono spadek zawartości steroli ogółem o 22%. U Płatek i wsp. [14] najwyższą zawartość steroli w olejach rzepakowych stwierdzono w przypadku oleju ekstrakcyjnego 996,5 mg/100 g i hydratowanego 962 mg/100 g, niższą zawartość stwierdzono w oleju tłoczonym na gorąco, natomiast olej surowy (tłoczony i ekstrakcyjny 3:1) zawierał najmniej steroli ogółem 898 mg/100 g [14]. Stwierdzono, że ekstrakcja rozpuszczalnikiem najefektywniej wydobywa z nasion rzepaku fosfolipidy i sterole, w porównaniu do tłoczenia. To sprawia, że oleje ekstrakcyjne charakteryzują się najwyższą stabilnością oksydacyjną. Oleje słonecznikowe tłoczone na zimno i na gorąco okazały się mniej stabilne niż olej rafinowany, a najlepszą stabilnością oksydacyjną charakteryzował się olej ekstrakcyjny, podobnie jak ekstrakcyjny olej rzepakowy w badaniach Płatek i wsp [14] oraz Wroniak i wsp. [24]. Podobnie stwierdzono w pracy Wroniak [25]. Składniki olejów nierafinowanych wykazują silne właściwości przeciwutleniające dając efekt w wysokiej trwałości oleju [18]. Pomimo swojego działania przeciwutleniającego, fosfolipidy muszą być usunięte z oleju przez hydratację, ponieważ są również silnymi emulgatorami i utrudniają kolejne etapy rafinacji. U Płatek i wsp. [13] całkowite straty rafinacyjne steroli wyniosły 17%. Skład procentowy poszczególnych steroli nie uległ zmianie. Ortega-Garcia i wsp. [10] w oleju krokoszowym stwierdzili spadek steroli ogółem z 151,3 mg/100 g w oleju surowym do 122,7 mg/100 g w oleju odwonionym (20%). Najwyższą zawartość steroli ogółem stwierdzono w oleju odszlamowanym (rys. 2), zarówno w oleju rzepakowym [21] jak i krokoszowym [10].

### **Podsumowanie**

Oleje tłoczone na zimno mają przewagę nad olejami rafinowanymi, nie zawierają izomerów trans kwasów tłuszczowych (choć rafinowane zawierają bardzo małe ilości, rzędu 1%) i charakteryzują się wyższą zawartością związków aktywnych m.in. steroli i tokoferoli. Najwyższą zawartością tych związków charakteryzują się oleje surowe, uzyskane w wyniku ekstrakcji rozpuszczalnikiem, niebędące olejami jadalnymi. Oczyszczanie tych olejów w procesie rafinacji powoduje eliminowanie związków niepożądanych, ale jednocześnie tych biologicznie cennych. Zdecydowanie największym stratom ulegają tokoferole od 30, a dawniej nawet do 70%, w mniejszym stopniu sterole od 20 do 40%, w zależności od rodzaju przetwarzanego oleju, sposobu rafinacji i zastosowanych parametrów technologicznych. Szczególnie znaczenie ma proces dezodoryzacji, który dodatkowo przyczynia się do powstawania izomerów trans, powodując



niewielkie straty nienasyconych kwasów tłuszczowych. Należy jednak podkreślić, że proces ten usuwa m.in. pestycydy, WWA, produkty oksydacji, które mogą być niebezpieczne dla człowieka.

### **Literatura:**

1. Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products. 1996, vol. 1 & 2, edited by Y. H. Hui, A Wiley –Interscience Publication.
2. Codex Alimentarius: Codex Standard for Named Vegetable Oils. Codex Stan 210, 2005.
3. Drozdowski B. Lipidy oraz Charakterystyka ogólna tłuszczów jadalnych. [w]: Chemia żywności tom 2. Sacharydy, lipidy i białka. red. Z. Sikorski; WNT, Warszawa, 2007.
4. Jankowski P.S., Karpiński R., Cozel A., Krygier K., Cieślak B., Bartnikowska E., Obiedziński M. Badania porównawcze wybranych skażeń chemicznych w olejach roślinnych. *Rośliny Oleiste*, 1998, 19, 279-289.
5. Kania M., Michalak M., Gogolewski M. Zmiany potencjału antyoksydacyjnego w oleju rzepakowym tłoczonym na zimno i po jednostkowych procesach rafinacji. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005, 38, 1, 19-26.
6. Krygier K., Wroniak M., Dobczyński K., Kiełt I., Grzeskiewicz S., Obiedziński M. Charakterystyka wybranych rynkowych olejów roślinnych tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 1998, 19, 573-582.
7. Małecka M. Składniki frakcji nieglicerydowej olejów roślinnych jako przeciwutleniacze; *Tłuszcze Jadalne*, 1995, 30, 3, 123-130.
8. Niewiadomski H. *Technologia tłuszczów jadalnych*. WNT, Warszawa, 1993, 18-271.
9. Nogala-Kałużka M. Wpływ obróbki technologicznej na zawartość przeciwutleniaczy w olejach roślinnych. [w]: *Przeciwutleniacze z żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*, (red. W.Grajek), WNT, Warszawa, 2007, 470-473.
10. Ortega-García J. Gámez-Meza N., Noriega-Rodríguez J.A., Dennis-Quiñonez O., García-Galindo H.S., Angulo-Guerrero J.O., Medina-Juárez L.A. Refining of high oleic safflower oil. Effect on the sterols and tocoferols content. *Eur Food Res Technol*, 2006, 223, 775-779.
11. Puah C.W., Choo Y.M., Ma A.N., Chuah C.H. The effect of physical refining on palm Vitamin E (tocopherol, tocotrienol, tocomonoenol). *Am. J. Applied Sci.*, 2007, 4, 6, 374-377.

12. Płatek T., Krygier K. Characteristics of oils obtained from rapeseeds by pressing and extraction method in industrial scale. *Roczniki IPMiT*, 1997, 34, 145-155.
13. Płatek T., Węgorowski J., Jerzewska M., Krygier K. Wpływ procesów rafinacyjnych na stabilność oksydacyjną oleju rzepakowego. Część V. Podsumowanie i wnioski. *Tłuszcze Jadalne*, 1999, 34, 32-41.
14. Płatek T., Węgorowski J., Krygier K. Wpływ procesów rafinacyjnych na stabilność oleju rzepakowego. Część I. Charakterystyka surowców. *Tłuszcze Jadalne*, 1997, 32, 3-23.
15. Płatek T., Węgorowski J., Krygier K. Wpływ procesów rafinacyjnych na stabilność oksydacyjną oleju rzepakowego. Część IV. Proces odwaniania. *Tłuszcze Jadalne*, 1998, 33, 100-112.
16. PN-A-86940:2001. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Terminologia.
17. Prior E., Vadke V., Sosulski F. Effect of Heat Treatments on Canola Press Oils and Non- Triglyceride Components. *JAOCS*, 1991a, 68, 401- 406.
18. Prior E., Vadke V., Sosulski F. Effect of Heat Treatments on Canola Press Oils. II Oxidative Stability. *JAOCS*. 1991b, 68, 407- 411.
19. Rade D., Mokrovcač Z., Strucelj D., Skevin D., Nederal S. The effect of processing conditions on the nontriacylglycerol constituents of sunflower oil. *Acta Alimentaria*, 2004, 33, 1, 7-18.
20. Rudzińska M., Kazuś T., Wąsowicz E. Sterole i ich utlenione pochodne w olejach roślinnych rafinowanych i tłoczonych na zimno. *Rośliny Oleiste*, 2001, 22, 477-494.
21. Rudzińska M., Uchman W, Wąsowicz E. Plant sterols in food technology, *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2005, 4, 147-156.
22. Shahidi F., Shukia V.K.S. Nontriacylglycerol constituents of fat, oils. *INFORM*, 1996, 7, 1227-1231.
23. Siger A., Nogala-Kałużka M. Quantitative changes of minor bioactive constituents in rapeseed oil during refining and hydrogenation., [In]: *Advances in analysis and technology of rapeseed oil. Monograph part I*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2008, 151-162.
24. Wroniak M. Krygier K., Kaczmarczyk M. Comparison of the quality of cold pressed and virgin rapeseed oils with industrially obtained oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, 58, 85-89.

25. Wroniak M., Łukasik D., Maszewska M. Porównanie stabilności oksydacyjnej wybranych olejów tłoczonych na zimno z olejami rafinowanymi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Suplement nr 1, 2006, 46, 214-221.*
26. Verhe R., Verleyen T., Van Hoed V., De Greyt W. Influence of refining of vegetable oils on minor components. *Journal of Oil Palm Research, Special Issue – april 2006, 168-179.*



## **ROZDZIAŁ 6**

### **KSZTAŁTOWANIE JAKOŚCI ŻYWIENIOWEJ PIECZYWA W PROCESIE TECHNOLOGICZNYM NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA LANTMANNEN UNIBAKE POLAND SP. Z O.O.**

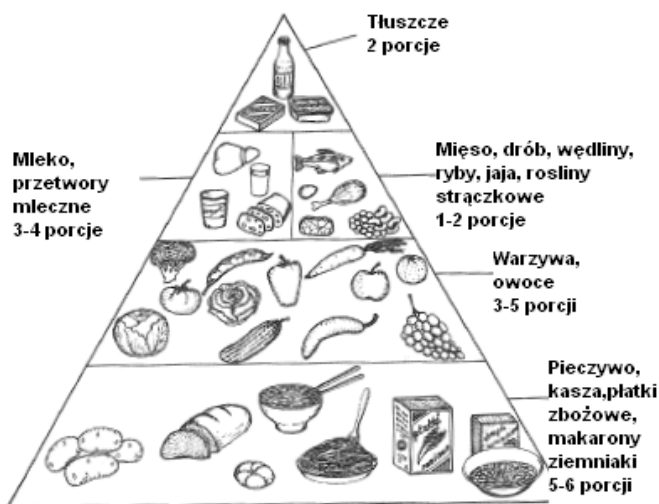
*Agnieszka Zagroba, Janusz B. Berdowski, Witold Lisiecki*

Prawidłowe żywienie jest konieczne nie tylko by zapobiec chorobom, ale i dlatego, ażeby umożliwić wyzwolenie wszystkich potencjalnych sił biologicznych organizmu, co jest warunkiem prawidłowego rozwoju fizycznego i umysłowego oraz wytworzenia należytej odporności na niekorzystne działanie czynników środowiskowych [1]

Pieczywo jest podstawowym składnikiem w żywieniu człowieka. W naszej diecie pieczywo stanowi około 80% wszystkich produkowanych przetworów zbożowych. Obecnie spożycie pieczywa wynosi przeciętnie 7-8 kg/osobę w ciągu miesiąca. Biorąc pod uwagę udział poszczególnych rodzajów pieczywa, największą część stanowi pieczywo mieszane – około 77-83 % łącznej ilości zjadanego pieczywa, a następnie pieczywo pszenne 15% (czyli 13-15 kg/osobę/rok). Pieczywo żytnie spożywane jest w znikomych ilościach, wynoszących zaledwie 2 kg rocznie na osobę. Uważa się, że optymalna struktura spożycia winna kształtować się następująco: 65% ogólnej ilości pieczywa mieszanego, 15% pieczywa ciemnego pszennego i żytniego oraz 20% pieczywa jasnego pszennego[2]. Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. jest producentem pieczywa pszennego, charakteryzującego się wysoką jakością odżywczą. Obserwujemy również wzrost spożycia pieczywa pszennego, głównie bagietek pszennych i ciabatty.

Pieczycwo jest ważnym źródłem energii i dostarcza wielu składników odżywczych. Wartość energetyczna 100 g pieczywa wynosi przeciętnie 960-1250 kJ (230-300 kcal). Taka ilość pieczywa dostarcza 7-10 g białka, 45-80 g węglowodanów, 0,3-1,5 g błonnika pokarmowego oraz niewiele, 1-3 g, tłuszczu. Przy obecnym spożyciu zapewnia to pokrycie dziennego zapotrzebowania organizmu na energię w ilości 25-30%, węglowodanów – 20%, białka 20-25%, składników mineralnych (magnez, żelazo, miedź) 20-30% oraz witamin z grupy B w ilości 20-25% [2]

Naukowcy zajmujący się problematyką zdrowego żywienia opracowali zalecenia, które zostały przedstawione w postaci piramidy żywieniowej, określającej częstość występowania produktów z danej grupy w posiłkach przygotowywanych w ciągu dnia. Za urozmaicone uważa się takie odżywianie, w którym posiłek zawiera co najmniej po jednym produkcie z każdej grupy. Prawidłowo zaplanowane żywienie powinno zawierać w przeważającej ilości produkty znajdujące się w dolnej części piramidy, czyli pieczywo, ziemniaki oraz warzywa i owoce. Produkty z wyższych poziomów piramidy powinny być spożywane w mniejszych ilościach i rzadziej w ciągu dnia. Tłuszcze powinny być dodatkiem do potraw[3].



Rysunek 1. Piramida żywieniowa dla osób dorosłych [3]

Lantmannen Unibake Poalnd Sp. z o.o. jest producentem bułek pszennych do hamburgerów i hot dogów - tradycyjnych i francuskich, ciabatty z mąki pszennej, Lkebaba i bagietki pszennej z masłem czosnkowym.

### **Ciabatta – chleb wypiekany z pszennej mąki na pszennym zakwasie z dodatkiem oliwy z oliwek**

Definicję zakwasu stworzył prof. H. Gąsiorowski, który stwierdził, że „zakwas jest to ciasto sporządzone z mąki (...) i wody, w którym znajduje się mikroflora (głównie bakterie kwasu mlekowego i drożdże) w stanie aktywnym. Zachodzi w nim nieprzerwanie fermentacja i ukwaszanie ciasta, w wyniku utrzymującej się stale aktywności mikroflory” [4]

Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. prowadzi produkcję bułek pszennych na zakwasie pszennym, który wytwarza się za pomocą starterów z czystych kultur bakterii mlekowych i specjalnych szczepów drożdży. W tabeli 1 przedstawiono wartość żywieniową ciabatty produkowanej przez piekarnię.

Tabela 1. Wartość żywieniowa 100 g ciabatty pszennej z oliwą z oliwek obliczona metodą wg [5]

Wyszczególnienie	Ciabatta pszenna z oliwą z oliwek
Energia	1174,2 kJ (280,6 kcal)
Białko	9,59 %
Węglowodany	51,80 %
Tłuszcz ogółem	4,89 %
Błonnik	2,96 %

Żywność fermentowana z udziałem bakterii mlekowych stanowi do 25% diety dorosłego Europejczyka. Charakteryzuje się ona przedłużoną trwałością i korzystnym oddziaływaniem zdrowotnym. Produkcja kwasu mlekowego powoduje spadek pH środowiska, a co za tym idzie inhibicję rozwoju bakterii powodujących psucie żywności i wytwarzanie toksyn, eliminację szczepów patogennych oraz detoksykację przez rozkład niepożądanych składników. Ostatnia z wymienionych właściwości dotyczy przede wszystkim materiału roślinnego i ma szczególne znaczenie dla fermentacji zakwasów chlebowych. [6]

Fermentacja żywności należy do najkorzystniejszych naturalnych metod zapewniających jej trwałość, a jej dobroczynny charakter przejawia się w uzyskiwaniu unikalnych właściwości zdrowotnych. W literaturze z zakresu dietetyki i żywienia człowieka podnoszone są aspekty antykancerogennego

działania niektórych bakterii mlekowych. Autorzy tłumaczą to następującymi mechanizmami: bezpośrednią przemianą lub eliminacją prokancerogennych lub kancerogennych składników żywności, np. azotanów (III) i (V); redukcja poziomu enzymów fekalnych;  $\beta$ -glukouronidazy, azoreduktazy i nitroreduktazy odpowiedzialnych za przemianę związków pro kancerogennych w kancerogenne, stymulacją systemu immunologicznego człowieka. Produkty fermentowane z udziałem bakterii mlekowych charakteryzuje gotowość do spożycia, bogaty pełny smak i aromat, bezpieczeństwo pod względem higienicznym oraz wysokie wartości odżywcze [6].

Głównym produktem metabolizmu bakterii mlekowych jest kwas mlekowy. W zależności od rodzaju szczepu są one zdolne ponadto do syntezy niewielkich ilości kwasu octowego, mrówkowego, propionowego, etanolu, dwutlenku węgla oraz związków aromatu: acetony i diacetylu [6].

Głównym produktem metabolizmu bakterii mlekowych jest kwas mlekowy. W zależności od rodzaju szczepu są one zdolne ponadto do syntezy niewielkich ilości kwasu octowego, mrówkowego, propionowego, etanolu, dwutlenku węgla oraz związków aromatu: acetony i diacetylu [6].

Skład surowcowy klasycznego pieczywa ogranicza się do trzech składników: pszennej mąki, wody i soli, co zaspokaja w znacznym stopniu zapotrzebowanie organizmu ludzkiego na węglowodany i białko. W czasie fermentacji dokonuje się korzystna modyfikacja, w której wyniku środowisko wzbogaca się w peptydy, aminokwasy i witaminy oraz wspomniany już kwas mlekowy. Proces ten nie tylko jest istotny ze względu na podwyższenie walorów odżywczych pieczywa, lecz także nadaje gotowemu produktowi odpowiednie cechy smakowo-zapachowe, zapewnia właściwą strukturę mięksiszu oraz w znacznej mierze stanowi o jego trwałości [6].

By zapewnić prawidłową fermentację, stosuje się różnorodne metody sterowania jej przebiegiem. Jednak za jedyne dopuszczalne uznać można szczepienie zaczynów wyselekcjonowanymi gatunkami bakterii mlekowych i drożdży, zaś z warunków otoczenia utrzymywanie właściwej dla mezofilnych drobnoustrojów temperatury i czasu trwania fermentacji. W pierwszym przypadku zadanie to spełniają różne postacie kultur starterowych, a wśród nich za najcenniejsze uznawane są wieloskładnikowe mieszane populacje *Lactobacillus* i *Saccharomyces cerevisiae* w formie liofilizowanych starterów [6].

Stosowanie wyselekcjonowanego materiału biologicznego jest zalecane w normach piekarskich krajów Wspólnoty Europejskiej, przy czym wyznacza się



nawet poziom drobnoustrojów zawartych w 1 g szczepionki na nie mniejszy niż  $2 \times 10^9$  żywych bakterii mlekowych [6].

Zastosowanie takich preparatów w procesach fermentacji przynosi wiele korzyści:

- czas fermentacji zostaje skrócony o 30%,
- uzyskuje się odpowiednią kwasowość środowiska z 85-procentowym udziałem kwasu mlekowego w ogólnej kwasowości,
- czas dojrzewania zakwasów jest limitowany,
- otrzymuje się pieczywo o powtarzalnej, wysokiej jakości,
- wydłuża się trwałość chleba i, co najważniejsze, uzyskuje się produkt o walorach żywności funkcjonalnej.

Porównując działanie biologiczne kwasu mlekowego, octowego i cytrynowego można z całą pewnością stwierdzić, że kwas mlekowy wykazuje korzystne efekty zdrowotne. Dwa pozostałe, a szczególnie kwas octowy, wywołują w organizmie człowieka stany zapalne bony śluzowej przewodu pokarmowego przez denaturację białka komórek śluzówki. Kwas mlekowy, jako składnik produktów fermentowanych, jest zalecany w wielu schorzeniach przewodu pokarmowego, np. w stanach przewlekłego nieżytu żołądka, nadkwaśności soku żołądkowego czy przewlekłego zapalenia jelita grubego. Wartość żywieniowa i zdrowotna kwasu mlekowego znana jest intuicyjnie od setek lat. Długowieczność ludzi południowo-wschodniej Europy wiąże się ze spożywaniem fermentowanych napojów mlecznych, które stanowią znaczącą pozycję w ich codziennej diecie.

### **Tradycyjne bułki do hamburgerów z otrębami pszennymi i z sezamem**

W Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. produkuje się seryjnie tradycyjne bułki do hamburgerów z sezamem wzbogacone o otręby pszenne. Taki produkt charakteryzuje się wyższą zawartością błonnika pokarmowego - ponad 3 %, a więc prawie dwukrotnie więcej niż w bułkach tradycyjnych, mających w składzie 1,7% błonnika. W tabeli 2 przedstawiono porównanie wartości żywieniowej tradycyjnych bułek do hamburgerów oraz bułek z dodatkiem otrębów pszennych. Bułki do hamburgerów zawierają od 7,93 do 8,75 % białka i około 51-52% węglowodanów, głównie złożonych, pochodzących z mąki pszennej.

Tabela 2. Wartość żywieniowa 100 g produktu z otrębami pszennymi i bez otrębów obliczona metodą wg [5]

Wyszczególnienie	Bułka z sezamem	Bułka z sezamem i otrębami pszennymi
Energia	1155,5 kJ	1192,1 kJ
Energia	276 kcal	284,9 kcal
Białko	7,93 %	8,75 %
Węglowodany	51,29 %	52,36 %
Tłuszcz ogółem	4,26 %	5,58 %
w tym nasycone	0,42 %	0,59 %
jednonienasycone	1,90 %	2,24 %
wielonienasycone	1,44 %	1,97 %
Błonnik	1,70 %	3,14 %

### **Tłuszcze piekarskie**

Piekarnia przemysłowa Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. nie stosuje utwardzonych tłuszczów roślinnych do produkcji bułek do hamburgerów, hot-dogów, ciabatty, kebaba. Jednym wyjątkiem jest bułka panini – bułka do kanapek grillowych. Margaryna 70% została zastosowana wyłącznie na życzenie klienta. W tabeli 2 przedstawiono zawartość tłuszczu w bułkach do hamburgerów. Zawartość tłuszczu wynosi od około 4 do 5,6%, w tym tłuszcze nasycone 0,4 – 0,6 %, jednonienasycone 1,9 – 2,3 % i wielonienasycone 1,4 – 2 %. Wyroby Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. charakteryzują się wysoką zawartością NNKT oraz minimalną zawartością kwasów nasyconych nieprzekraczającą 0,6%. W przedsiębiorstwie podjęta została decyzja o nie stosowaniu oleju palmowego. Jest to zgodne z polityką szwedzkiego koncernu Lantmannen. W tabeli 3 przedstawiono porównanie składu oleju rzepakowego i palmowego. Olej palmowy zawiera głównie tłuszcze nasycone i bardzo małą ilość NNKT.

Tabela 3. Porównanie składu olejów jadalnych: rzepakowego, palmowego i oliwy z oliwek w g/ 100 g, obliczona metodą kalkulacyjną według [5].

Kwasy tłuszczowe:	Symbol kwasu tłuszczowego	Oliwa z oliwek	Olej palmowy	Olej rzepakowy
Mirystynowy	C 14:0	-	0,96	0
Palmitynowy	C 16:0	10,8 g	41,6	4,61
Sterynowy	C 18:0	2,75	4,75	1,52
Arachidowy	C 20:0	0,41	0,50	0,49
Palmitolejowy	C 16:1	1,23	0,50	0,60
Oleinowy	C 18:1	69,4	37,1	52,6
Linolowy	C 18:2	8,28	10,1	22,3
Linolenowy	C 18:3	0,86	0,50	9,15

Izomery trans wpływają niekorzystnie na profil lipidowy człowieka, powodując spadek poziomu tzw. dobrego cholesterolu HDL i podnosząc poziom tzw. złego cholesterolu LDL, dlatego w Danii zdecydowano się na wprowadzenie regulacji prawnych w tej dziedzinie.[7] Tłuszcze stałe to przede wszystkim margaryny, tłuszcze piekarskie i ciastkarskie, cukiernicze i smaźalnicze. Średnia zawartość izomerów trans waha się od 0,5% w margarynie o zawartości tłuszczu ok. 20% do 7,4 % w margarynie kostkowej. Zgodnie z zaleceniami żywieniowymi spożycie kwasów tłuszczowych powinno być niskie, przy czym należy popierać używanie ciekłych olejów roślinnych, miękkiej margaryny i innych margaryn bez izomerów trans.

W Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. kontroluje się regularnie zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych w produktach piekarskich. W wyniku badania w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w laboratorium Badania Żywności i Środowiska w Warszawie stwierdzono, że zawartość izomerów trans kwasów tłuszczowych wynosi około 0,25 g w 100 g tłuszczu, który znajduje się bułkach. Są to śladowe ilości izomerów trans, które występują w oleju rzepakowym.

W tłuszczach piekarskich procesem pogarszającym ich jakość żywieniową jest uwodornianie, obniżające poziom NNKT do 0-5%, a zwiększające zawartość trans-izomerów do 30-50% i udział kwasów nasyconych o 5-15% [9].

### **Konserwanty stosowane w piekarstwie**

Kwas propionowy jako produkt fermentacji, występuje w niektórych środkach spożywczych, np. serach. Zarówno kwas propionowy, jak i jego sole, hamują rozwój drożdżaków oraz laseczki ziemniaczanej; substancje te znajdują zastosowanie przy produkcji chleba i innych wyrobów piekarskich. W organizmie z kwasu propionowego powstaje najpierw propionylo-CoA, a po przyłączeniu dwutlenku węgla kwas bursztynowy, który w cyklu Krebsa ulega utlenieniu z wydzieleniem dwutlenku węgla i wody [3].

Środek konserwujący powinien z jednej strony być obojętny człowieka, łatwo ulegać metabolizmowi w organizmie (z pominięciem detoksykacji w wątrobie) i nie odkładać się w tkance tłuszczowej. Z drugiej strony natomiast powinien cechować się niezawodnością i szerokim spektrum działania, tzn. efektywnie ograniczać rozwój bakterii, drożdży i pleśni. Substancje konserwujące powinny być łatwo rozpuszczalne w wodzie, obojętne chemicznie w stosunku do innych składników żywności, trwałe, odporne na procesy technologiczne, którym jest poddawany produkt oraz nie wywoływać zmian jego cech organoleptycznych. Jednak środek spełniający wszystkie te wymagania nie jest jeszcze znany [8].

Działanie konserwantów jest skuteczne tylko w przypadku, gdy skażenie mikrobiologiczne żywności nie jest zbyt duże, tak więc konserwanty w żadnym wypadku nie mogą być stosowane do przedłużenia trwałości nadpsutych produktów lub surowców. Substancje konserwujące można stosować jedynie z ich funkcją do środków spożywczych o właściwej jakości, w ilościach zapewniających prawidłową trwałość produktów i niezmienną ich smaku, zapachu i barwy. Wiele środków konserwujących dopuszczono do stosowania z ograniczeniem i do określonych produktów żywnościowych. Do jednego produktu wolno dodać nie więcej niż dwa środki konserwujące; maksymalna dopuszczalna ilość każdej z tych substancji – ustalona indywidualnie dla danego środka spożywczego – powinna być odpowiednio pomniejszona o taki procent, w jakim użyto drugiej substancji. Stosowanie substancji konserwujących może być również korzystne z punktu widzenia zdrowia, gdyż chroni produkty spożywcze przed rozwojem drobnoustrojów – bakterii i grzybów, produkujących szkodliwe dla człowieka toksyny. Jednakże nieprawidłowe ich stosowanie może wiązać się z pewnym ryzykiem zdrowotnym [8]. Badania przeprowadzone na zlecenie Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. pokazują, że zawartość propionianu wapnia (E282) w wyrobach - w przeliczeniu na kwas propionowy - jest około 3 razy mniejszy od maksymalnego dopuszczalnego poziomu w pieczywie, zgodnego z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada

2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (DU Nr 232 Poz.1525 DU Nr 177 Poz.1094).

Tabela 4. Wyniki oznaczenia kwasu propionowego w pieczywie Lantmannen Unibake Poland Sp. z o.o. – metoda badawcza HPLC z detekcją UV-VIS

Rodzaj produktu	Kwas propionowy [mg/kg]	Maksymalny poziom w pieczywie zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 listopada 2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych (DU Nr 232 Poz.1525)
Bułki do hamburgerów z sezamem	632 - 670	2000 mg/kg w przeliczeniu na kwas propionowy
Bagietki pszenne	752 - 768	
Bagietki pszenne bez konserwantów	< 0,06	
Bułki do kebaba bez konserwantów	< 0,06	

### **Podsumowanie**

Praktyka pokazuje, że pieczywo zajmuje dominujące znaczenie w żywieniu człowieka. Piekarze poprzez promowanie piekarskich dodatków prozdrowotnych, eliminowanie izomerów trans kwasów tłuszczowych ze składu wyrobów równocześnie z dbaniem o atrakcyjny wygląd i dobry smak na pewno przekonają konsumentów do jedzenia chleba.

Ponadto należy zauważyć, że zła dieta (ang. junk diet) jest groźniejsza żywieniowo od „złych” produktów (ang. junk food), gdyż nawet bułka do hamburgerów podana z surówką, warzywami i filetem z ryb z grilla stanowi zdrowy posiłek. Tak więc produkty z grupy żywności wygodnej, np. bułki do hamburgerów i hot-dogów mogą być świadomie komponowane w pełnowartościowe posiłki przez konsumentów [9]

### **Literatura:**

1. Dziowksz A. Nasz chleb powszedni źródłem zdrowia, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, Styczeń 2008, 10-14

2. Świdorski F. Towaroznawstwo żywności przetworzonej Wydawnictwo SGGW Warszawa 1999.
3. Gawęcki J., Hryniewiecki L., Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
4. Piesiewicz H. Chleb na zakwasie (czy na kwasie?), Przegląd Piekarski i Cukierniczy, Styczeń 2008, 32.
5. Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut H. Food composition and nutrition tables, Medpharm Scientific Publishers Stuttgart 2000
6. Włodarczyk M., Kultury starterowe i ich potencjał do modyfikowania cech sensorycznych i funkcjonalnych żywności, [w]: Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności pod red. J. Czapskiego, W. Grajka i E. Pospiecha, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań 1999.
7. Stus Marta, Izomery trans kwasów tłuszczowych – interesująca konferencja, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, Styczeń 2008, 24-25.
8. Hoffmann M., Substancje konserwujące i przeciwutleniacze, w: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna pod red. F. Świdorskiego, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003
9. Zalewski S., Tłuszcze w żywności wygodnej, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2003

## ROZDZIAŁ 7

# AKRYLOAMID – CHARAKTERYSTYKA, WYSTĘPOWANIE W ŻYWNOSCI I RYZYKO DLA ZDROWIA

*Hanna Mojska*

Stosowanie procesów technologicznych do przetwarzania żywności jest niezbędne dla uzyskania produktów posiadających wyższą wartość żywnościową, trwałość gwarantującą bezpieczeństwo mikrobiologiczne, lepsze właściwości sensoryczne i obniżoną zawartość substancji o potencjalnym szkodliwym działaniu dla zdrowia. Związki chemiczne, które są dodawane do żywności w czasie procesów przetwarzania muszą być bezpieczne dla zdrowia człowieka, a ilości dodawanych substancji dodatkowych i związków pomagających w przetwarzaniu, są ściśle limitowane przepisami prawa żywnościowego. Stosowanie procesów technologicznych w produkcji i przetwarzaniu żywności, obok niewątpliwych korzyści, może skutkować również powstawaniem związków o działaniu niekorzystnym dla zdrowia człowieka. Np. w procesach fermentacji tworzą się m.in. aminy biogenne (histamina), a konserwacja żywności z zastosowaniem azotanów (III) skutkuje powstawaniem nitrozoamin. Procesem, w wyniku którego powstaje szereg związków o niekorzystnym dla zdrowia człowieka działaniu, jest obróbka termiczna żywności, przede wszystkim procesy smażenia, opiekania i wędzenia. W produktach mięsnych, pod wpływem wysokiej temperatury i bezpośredniego działania źródła ciepła, mogą powstawać m.in.: kancerogenne heterocykliczne aminy i wielonienasycone węglowodory aromatyczne (WWA). Utwardzanie i dezodoryzacja olejów roślinnych i rybnych, z zastosowaniem wysokich temperatur i ciśnienia, skutkuje powstawaniem izomerów trans kwasów tłuszczowych, których obecność w diecie jest uznawana za podstawowy czynnik ryzyka rozwoju choroby niedokrwiennej serca. Z kolei w produktach wysokowęglowodanowych, w wyniku reakcji Maillarda, szczególnie w temperaturze powyżej 120°C, mogą powstawać związki

o prawdopodobnie czy potencjalnie rakotwórczym działaniu, takie jak akryloamid, furany, hydroksymetylofurfural. Należy podkreślić, że wszystkie te związki powstają w wyniku przemian składników naturalnie występujących w żywności lub jako efekt reakcji pomiędzy nimi.

### **Właściwości fizyczne i chemiczne akryloamidu ( $H_2C=C-CO-NH_2$ ; CAS 79 06 1)**

Akryloamid (2-propenamid) jest bezbarwnym i bezzapachowym ciałem stałym masie cząsteczkowej 71,08 g/mol, temperaturze topnienia 84,5°C i temperaturze wrzenia wynoszącej 125°C. Otrzymywany jest na drodze syntetycznej, poprzez uwodornienie akrylonitrylu. Jest związkiem elektrofilnym o wysokiej polarności, dobrze rozpuszczalnym w wodzie, acetonie, etanolu i metanolu, nierozpuszczalnym w heptanie i benzenie. Ulega biodegradacji pod wpływem enzymów, m.in. amidazy nitrylowej, syntetazy glutaminowej i dehydrogenaz produkowanych przez niektóre bakterie np. *Rhodococcus rhodochrous*, *Klebsiella pneumoniae*, *Helicobacter pylori*.

Na skalę przemysłową akryloamid jest produkowany od pięćdziesiątych lat ubiegłego wieku, jako monomer do syntezy polimerów poliakryloamidowych [38]. Polimery poliakryloamidowe są szeroko stosowane m.in. jako wypełniacze filtrów do oczyszczania wody przemysłowej i pitnej, w laboratoriach analitycznych jako żele do elektroforetycznego rozdzielania białek i innych składników, ponadto jako składniki cementu i zapraw murarskich, składniki nawozów mineralnych oraz w przemyśle papierniczym, tekstylnym i kosmetycznym. Akryloamid jest również składnikiem dymu tytoniowego [5]. Jednak do chwili obecnej brak jest dostępnych danych na temat poziomu narażenia na ten związek pochodzącego z kosmetyków i dymu tytoniowego.

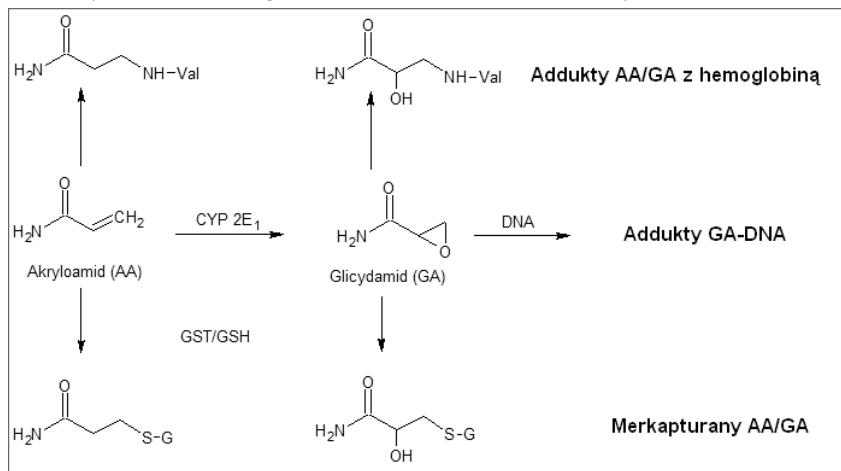
### **Bioprzyswajalność i metabolizm akryloamidu**

Akryloamid jest szybko absorbowany zarówno po podaniu *per os*, jak i na skórę, a ze względu na bardzo dobrą rozpuszczalność w wodzie, ulega szybkiej dystrybucji do różnych tkanek. W badaniach nad bioprzyswajalnością akryloamidu wykazano, że podany *per os* zwierzętom doświadczalnym był dobrze wchłaniany i szybko metabolizowany. Stwierdzono, że po podaniu z dietą bioprzyswajalność akryloamidu wahała się w zakresie od 30 do 44%, a z wodą pitną od 60 do 98% [8]. Należy podkreślić, że bioprzyswajalność była różna w zależności od gatunku zwierząt. U szczurów wynosiła od 68 do 90% dawki absorbowanej, a u psów wynosiła 73%. Najwyższą stwierdzono u świnek morskich – 99% absorbowanej dawki. Akryloamid jest absorbowany również przez skórę, jednak w znacznie



mniejszym stopniu niż po podaniu doustnym. Ocenia się, że jedynie 6,6% dawki doustnej jest wchłaniane po podaniu na skórę [14].

Metabolizm akryloamidu przebiega dwoma głównymi szlakami poprzez epoksydację i wiązanie z glutationem (rys. 1). Akryloamid jest utleniany przez CYP2E1 do epoksydowej pochodnej – glicydamid, którego budowa przypomina reaktywne metabolity innych znanych kancerogenów. Obydwa związki tworzą addukty z hemoglobina. Addukty akryloamidu z N-terminal walina w cząsteczce hemoglobiny (AA-Hg) zostały uznane za biomarkery ustrojowe długoterminowego narażenia akryloamid. W badaniach u ludzi wykazano, że poziom adduktów AA-Hg u osób niepalących wynosił przeciętnie 30 pmol/g, u personelu laboratoryjnego (wykorzystywanie żeli poliakryloamidowych) – 54 pmol/g, natomiast u palaczy był dwa do trzech razy wyższy i wynosił 116 pmol/g [5]. Glicydamid dodatkowo, w przeciwieństwie do akryloamidu, wykazuje działanie mutagenne tworząc addukty z DNA. Zarówno akryloamid, jak i glicydamid reagują z glutationem i jako pochodne kwasu merkapturowego są wydalane z moczem. Merkapturany akrylamidu i glicydamid są uznawane za biomarkery krótkotrwałego (1 – 2 dni) narażenia na akryloamid [7, 13, 15].



Rysunek 1. Metabolizm akryloamidu

Akryloamid i jego metabolity kumulują się w organach rozrodczych osobników męskich oraz przenikają przez barierę łożyskową do rozwijającego się płodu oraz przenikają przez barierę krew - mleko. Obecność akryloamidu była stwierdzana w mleku samic różnych gatunków zwierząt doświadczalnych oraz w mleku kobiecym [38].

### Działanie akryloamidu

Akryloamid jest związkiem neurotoksycznym. W licznych badaniach stwierdzono, że może przyczyniać się do uszkodzenia centralnego i obwodowego układu nerwowego, zarówno u zwierząt doświadczalnych, jak i u ludzi przemysłowo narażonych na ten związek. W Chinach, u 71 pracowników małej fabryki produkującej akryloamid, przy krótkotrwałym narażeniu, obserwowano osłabienie nóg oraz drżenie rąk i stóp, poprzedzające łuszczenie skóry na rękach. Długotrwałe narażenie skutkowało powodowało m.in. dysfunkcje mózdzku i neuropatie [16]. W Szwecji, u osób pracujących przy uprawie warzyw w tunelach (nawozy zawierały akryloamid i N-metyloakryloamid) poziom adduktów Hb-AA we krwi korelował z objawami neurologicznymi. Poziom adduktów Hb-AA powyżej 1 nmol/g globiny wiązał się z odwracalnymi objawy mrowienia i drżenia rąk [5]. W badaniach chronicznej neurotoksyczności u szczurów, którym podawano akryloamid w wodzie do picia, obserwowano rozwój neuropatii obwodowych przy zastosowaniu różnych dawek badanego związku. Na tej podstawie wyznaczono wartości LOAEL = 2 mg /kg m.c./dzień i NOAEL = 0,5 mg/kg m.c./dzień dla akryloamidu [16]. LOAEL (z ang. *Lowest Observed Adverse Effect Level*) oznacza najniższą dawkę lub stężenie substancji, przy której w trakcie przeprowadzanych badań zauważa się szkodliwą zmianę. NOAEL (z ang. *No Observed Adverse Effect Level*) oznacza najwyższą dawkę lub stężenie substancji, przy której w trakcie przeprowadzanych badań nie jest wykrywana szkodliwa zmiana. W/w wartości LOAEL i NOAEL przyjmowane są do oceny ryzyka neurotoksyczności akryloamidu.

Ponadto w badaniach na kulturach komórkowych wykazano, że akryloamid wykazuje działanie genotoksyczne, powodując m.in. aberracje chromosomowe, wymianę chromatyd siostrzanych, poliploidalność genów i inne zaburzenia mitotyczne w komórkach ssaków [17, 23].

W odniesieniu do kancerogenności akryloamidu, w badaniach prowadzonych na zwierzętach obserwowano wzrost przypadków wystąpienia guzów sutka, macicy, nadnerczy, tarczycy i międzybłoniaków jądrowych u szczurów i myszy po podawaniu akryloamidu w wodzie do picia [6, 14, 35]. Na podstawie wyników badań prowadzonych na zwierzętach Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem już w 1994 r. zaliczyła akryloamid do grupy związków „prawdopodobnie rakotwórczych dla ludzi” (grupa 2A) [22].

Pomimo, że w badaniach epidemiologicznych nie stwierdzono związków pomiędzy pobraniem akryloamidu z dietą a rozwojem i występowaniem guzów nowotworowych u ludzi [11, 27, 28, 33], to na podstawie dostępnych badań na

zwierzętach akryloamid uznawany jest za związek genotoksyczny i kancerogeny, powodujący mutacje genów i uszkodzenia DNA zarówno *in vitro*, jak i *in vivo*, którego spożywanie może stanowić ryzyko dla zdrowia człowieka [1, 12, 35].

Należy podkreślić również, że w ostatnich latach Hogervorst i wsp. [19, 20], w prospektywnych badaniach w Holandii zaobserwowali wskaźniki świadczące o pozytywnym związku pomiędzy pobraniem akryloamidu z diety a rakiem komórek nerkowych i rakiem prostaty. Z kolei Olesen i wsp. [31] stwierdzili pozytywny związek pomiędzy poziomem adduktów akryloamidu i glicydamidu z hemoglobiną a ryzykiem wystąpienia raka piersi.

Autorzy podkreślają jednak, że na formułowanie ostatecznych wniosków jest jeszcze za wcześnie i niezbędne są dalsze badania. Pamiętać należy jednak również o tym, że badania epidemiologiczne mają ograniczoną możliwość wykazania niewielkiego wzrostu wystąpienia przypadków raka. Z drugiej strony, droga pokarmowa nie jest jedyną drogą przedostawania się akryloamidu do organizmu człowieka. Źródłem narażenia mogą być również kosmetyki, materiały opakowaniowe, dym tytoniowy (aktywne i bierne palenie), środowisko. Akryloamid może przypuszczalnie również powstawać endogennie w organizmie człowieka [12].

### **Akryloamid w żywności**

W kwietniu 2002 r. Szwedzka Narodowa Agencja ds. Żywności [37] po raz pierwszy opublikowała dane o wysokiej zawartości akryloamidu w żywności. Obecnie wiadomo, że akryloamid powstaje w czasie termicznego przetwarzania żywności, jako jeden z produktów reakcji Maillarda, zachodzącej pomiędzy wolną asparaginą i cukrami redukującymi - glukozą i fruktozą. Głównym jego źródłem w diecie są przede wszystkim produkty z ziemniaków, takie jak frytki i chipsy, a także przetwory zbożowe, m.in. pieczywo, płatki śniadaniowe, ciastka i herbatniki. Akryloamid powstaje również w procesie prażenia kawy. Na poziom akryloamidu w żywności, w zależności od matrycy, wpływają w różnym stopniu następujące czynniki:

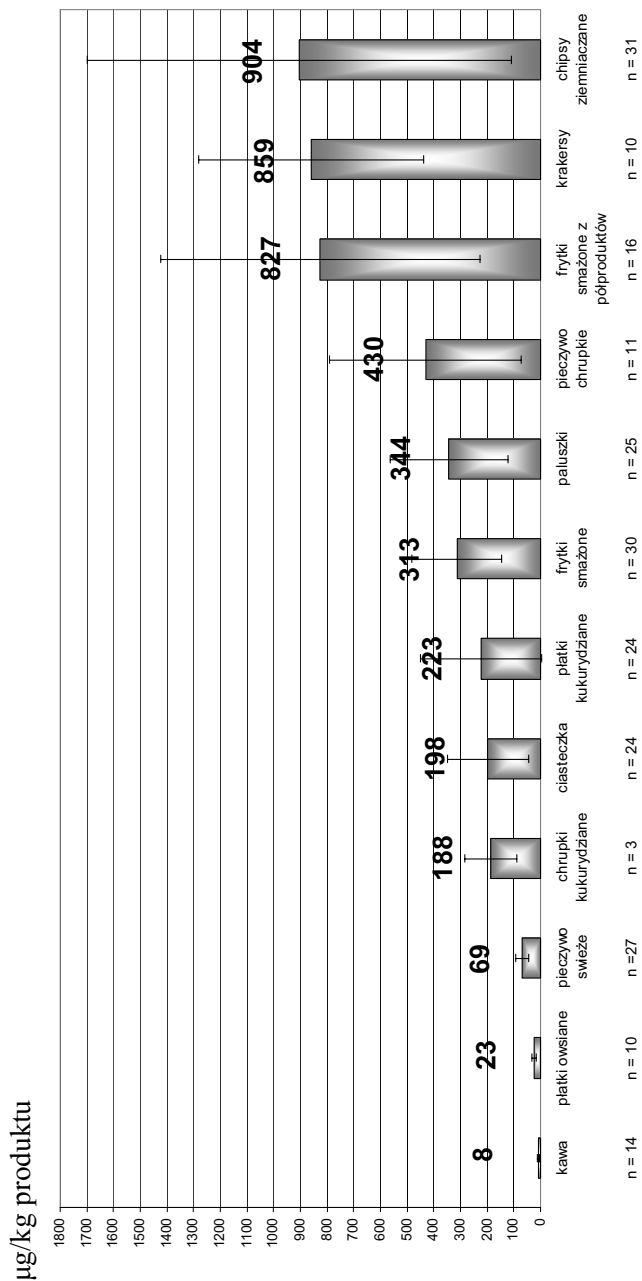
- surowcowe: wysoka zawartość wolnej asparaginy i cukrów redukujących,
- recepturowe: rodzaj zastosowanych środków spulchniających np. węglan amonu podwyższa poziom akryloamidu w produktach zbożowych w porównaniu z węglanem sodu,
- technologiczne: temperatura (w zakresie 120°C - 180°C) i czas obróbki termicznej, wilgotność poniżej 30%, stopień przypieczenia produktu finalnego.

Z badań monitoringowych prowadzonych w Europie wynika, że zawartość akryloamidu w żywności waha się w szerokich granicach od poniżej 30 µg/kg do 4700 µg/kg w zależności od rodzaju produktu [10].

### **Zawartość akryloamidu w żywności w Polsce**

Z badań prowadzonych w Polsce w latach 2005 – 2008 [26] wynika, że zawartość akryloamidu w przebadanych 224 próbkach produktów żywnościowych pobranych losowo na terenie całego kraju, wahała się w szerokim zakresie od 11 do 3647 µg/kg produktu. Oznaczona przeciętna zawartość akryloamidu w 12 grupach produktów żywnościowych mieściła się w trzech zakresach: poniżej 100 µg/kg, pomiędzy 100–300 µg/kg i pomiędzy 600–800 µg/kg produktu (Rys. 2).

Najwyższą przeciętną zawartość akryloamidu stwierdzono w trzech grupach produktów: w krakersach (738 µg/kg), chipsach (699 µg/kg) i frytkach przygotowywanych w domu z półproduktów mrożonych (641 µg/kg). Wyniki uzyskane w Instytucie Żywności i Żywienia były zbliżone do tych, jakie uzyskali Becalski i wsp. [4] w Kanadzie – w chipsach 699 µg/kg, a we frytkach 615 µg/kg produktu. Nieco niższe przeciętne zawartości akryloamidu w chipsach (550 µg/kg) i znacząco niższe we frytkach (160 – 180 µg/kg) stwierdził Murkovic [29] w Austrii. W innych badaniach [24, 39, 40] stwierdzono prawie dwukrotnie wyższą zawartość akryloamidu w chipsach w porównaniu z polskimi wynikami. Należy podkreślić, iż we wszystkich cytowanych pracach autorzy stwierdzali w pojedynczych próbkach chipsów ziemniaczanych akryloamid na poziomie przekraczającym 3000 µg/kg produktu oraz znaczne różnice w zawartości badanego związku w poszczególnych próbkach produktów. Do grupy produktów o średniej zawartości akryloamidu, w zakresie od 100 do 300 µg/kg, zaliczyć można: frytki pobrane z barów i restauracji, paluszki, pieczywo chrupkie, płatki kukurydziane, różne rodzaje ciasteczek, herbatników i biszkoptów oraz chrupki kukurydziane. Najniższe zawartości akryloamidu stwierdzono w Polsce w pieczywie świeżym i płatkach owsianych, przeciętnie odpowiednio 59 µg/kg i 21 µg/kg. W przypadku kawy przeciętna zawartość badanego związku wynosiła 364 µg/kg ziaren, a po zmieleniu i przyrządzeniu naparu – 7 µg/L. Należy podkreślić, że zawartość akryloamidu w poszczególnych grupach produktów wykazywała znaczne zróżnicowanie, największe w produktach z ziemniaków (chipsy i frytki). We frytkach zawartość akryloamidu w poszczególnych próbkach produktów wahała się od 63 do 2175 µg/kg, a w chipsach – od 113 do 3647 µg/kg. Produkty zbożowe generalnie charakteryzowały się znacznie mniejszym zróżnicowaniem w obrębie poszczególnych grup produktów.



Rysunek 2. Zawartość akryloamidu w wybranych grupach produktów spożywczych, pobranych losowo na terenie całej Polski (n=224); źródło: badania własne

W badaniach dotyczących mechanizmów powstawania akryloamidu w żywności wykazano, że na proces ten ma wpływ szereg czynników. Są to zarówno czynniki surowcowe, przede wszystkim poziom cukrów redukujących i asparaginy, jak i technologiczne, w tym temperatura i czas obróbki cieplnej. Wykazano również dodatnią korelację pomiędzy barwą produktu gotowego do spożycia (stopień przypieczenia) a oznaczoną w nim zawartością akryloamidu [4, 25]. Wymienione czynniki wpływają na znaczące zróżnicowanie poziomu tego związku w obrębie tej samej grupy produktów.

### **Narażenie na akryloamid obecny w żywności**

Ze względu na obecność akryloamidu w produktach żywnościowych i stwierdzone niekorzystne działanie tego związku, w wielu krajach podjęto próby oszacowania narażenia na akryloamid pochodzący z żywności w celu oceny ryzyka dla zdrowia człowieka i podjęcia skutecznych działań zapobiegawczych.

Według oszacowania WHO [41], przeprowadzonego w oparciu o badania na zwierzętach, dodatkowe ryzyko wystąpienia raka na poziomie 1 przypadku na 10 000 narażonych osób może mieć miejsce przy dziennym pobraniu akryloamidu przez całe życie na poziomie 0,14  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień. Z kolei Komitet Naukowy Norweskiej Agencji Kontroli Żywności [30], na podstawie dostępnych badań na zwierzętach oszacował, że dodatkowe ryzyko wystąpienia raka na poziomie 1 przypadku na 10 000 narażonych osób może mieć miejsce przy dziennym pobraniu akryloamidu przez całe życie na poziomie 0,08  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień. Jednocześnie Światowa Organizacja Zdrowia [42] oceniła, na podstawie dostępnych wyników badań w różnych krajach, że przeciętne narażenie na akryloamid z żywności waha się w zakresie 0,3 – 0,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień.

W Polsce [26], na podstawie badań dotyczących spożycia żywności i wyników oznaczeń zawartości akryloamidu w produktach, oszacowano w sposób probabilistyczny, że przeciętne narażenie na akryloamid pochodzący z żywności dla całej populacji polskiej (1 – 96 lat) wynosi 0,43  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień (tab. 1).

Należy zaznaczyć, że w grupie dzieci w wieku 1 – 6 lat narażenie na akryloamid było blisko dwukrotnie wyższe (0,75  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień) niż w całej populacji. Nieco niższe niż w najmłodszej grupie wiekowej było narażenie w grupie dzieci i młodzieży w wieku 7 – 18 lat (0,62  $\mu\text{g}/\text{kg}$  m.c./dzień). Niepokojący jest fakt, że w niewielkich grupach osób (P97,5) we wszystkich przedziałach wiekowych pobranie akryloamidu z żywnością przekracza nawet dziesięciokrotnie oszacowane przeciętne narażenie w całej populacji.

Tabela 1. Średnie pobranie akryloamidu z diety w populacji polskiej

Grupa	[µg/osobę/dzień]		[µg/kg m.c./dzień]	
	x ± SD	P95	x ± SD	P95
dzieci w wieku 1- 6 lat				
ogółem	13,24 ± 24,41	48,83	0,75 ± 1,38	2,88
chłopcy	14,66 ± 27,38	54,52	0,82 ± 1,56 <sup>a*</sup>	3,12
dziewczynki	11,60 ± 20,31	43,36	0,68 ± 1,15 <sup>b</sup>	2,51
dzieci i młodzież w wieku 7 – 18 lat				
ogółem	26,69 ± 43,03	102,1	0,62 ± 0,98	2,45
chłopcy	30,08 ± 47,95	111,02	0,67 ± 1,06 <sup>a*</sup>	2,54
dziewczęta	23,34 ± 37,24	94,29	0,58 ± 0,89 <sup>b</sup>	2,35
dorośli (powyżej 18 lat)				
ogółem	23,05 ± 25,78	47,77	0,33 ± 0,38	0,69
mężczyźni	26,36 ± 28,73	50,83	0,34 ± 0,38 <sup>a*</sup>	0,68
kobiety	20,43 ± 22,86	43,97	0,32 ± 0,38 <sup>b</sup>	0,70
populacje (1 – 96 lat)				
ogółem	23,33 ± 30,49	58,60	0,43 ± 0,70	1,24
pleć męska	26,44 ± 34,15	63,67	0,46 ± 0,80 <sup>a*</sup>	1,35
pleć żeńska	20,66 ± 26,64	52,71	0,39 ± 0,60 <sup>b</sup>	1,14

\*różnica istotna statystycznie w obrębie grupy (p < 0,05)

Oszacowane narażenie dla całej populacji polskiej (1 – 96 lat) było zbliżone do tego, jakie stwierdzili Konings i wsp. [24] w populacji holenderskiej. W cytowanych badaniach przeciętne narażenie na akryloamid z żywności wynosiło 0,48 µg/kg m.c./dzień. Podobne wyniki uzyskali również Svenson i wsp. [39] w grupie osób dorosłych (18 – 74 lat) w Szwecji oraz w populacji powyżej 2 roku życia w Stanach Zjednoczonych [7]. Nieznacznie wyższe wyniki niż w Polsce, wynoszące 0,5 µg/kg m.c./dzień, podaje Francuska Agencja ds. Bezpieczeństwa Żywności [2] dla populacji osób dorosłych (> 15 lat) we Francji, a także Dybing i Sanner [9], którzy stwierdzili w grupie młodych (16 – 30 lat) mężczyzn w Norwegii narażenie na poziomie 0,53 µg/kg m.c./dzień, a u młodych kobiet w tym samym wieku na poziomie 0,50 µg/kg m.c./dzień. Również Hilbing i wsp. [18], w grupie osób w wieku 4 – 65 lat w Niemczech, oszacowali narażenie

na poziomie nieco wyższym niż w Polsce, bo wynoszącym 0,57 µg/kg m.c./dzień. O blisko połowę niższe narażenie na akryloamid z diety, wynoszące 0,28 µg/kg m.c./dzień, oszacowało Szwajcarskie Federalne Biuro ds. Zdrowia Publicznego [21] w grupie osób dorosłych w wieku 15 – 57 lat. Porównując oszacowane narażenie na akryloamid z żywności w różnych krajach pamiętać należy o tym, że w badaniach autorzy stosowali różne metody zbierania danych na temat sposobu żywienia, akryloamid w żywności był oznaczany metodami o różnej granicy wykrywalności, a do oceny wykorzystywano zawartość akryloamidu w odmiennej liczbie i rodzajach produktów. Wszystkie te czynniki mają bez wątpienia wpływ na uzyskiwane wyniki.

### **Źródła akryloamidu w diecie**

W przeważającej ilości publikowanych badań głównym źródłem akryloamidu w diecie są produkty ziemniaczane takie, jak chipsy i frytki. W zależności od wieku i płci badanych dostarczają one od 29 do nawet 69 % całkowitej ilości akryloamidu pobieranego z diety. Największe pobranie akryloamidu z chipsami i frytkami obserwowano w Holandii [24], grupie dzieci i młodzieży (7 – 18 lat). W badaniach prowadzonych w Polsce [26] stwierdzono, że chipsy i frytki dostarczały łącznie od 14% akryloamidu w grupie osób dorosłych (19 – 96 lat) do 42,6 % w grupie dzieci i młodzieży w wieku 7 – 18 lat. Ze wszystkich opublikowanych badań wynika jednoznacznie, że grupami szczególnie narażonymi na akryloamid pochodzący z chipsów i frytek, są dzieci i młodzież. Znaczące ilości akryloamidu, w populacji polskiej, dostarcza również pieczywo. Około 46% całkowitej zawartości akryloamidu pochodzącego z żywności dostarczało pieczywo, zmieniając się w zakresie od 31% w grupie dzieci 1 – 6 lat do 49% w grupie osób dorosłych (19 – 96 lat). Pomimo niskiej przeciętnej zawartości akryloamidu w pieczywie świeżym (59 µg/kg produktu), to właśnie chleb dostarczał najwięcej akryloamidu, ze względu na powszechność i częstość spożywania w Polsce. Kawa dostarczała w całej populacji polskiej (1 – 96 lat) 19% badanego związku, a w grupie osób dorosłych (19 – 96 lat) nawet blisko 28% całkowitej ilości akryloamidu pochodzącego z diety. Podobne wyniki uzyskano w Norwegii [9], gdzie w grupie dorosłych mężczyzn (16 – 79 lat) kawa dostarczała 27%, a u dorosłych kobiet, w tym samym wieku 29% całkowitej ilości badanego związku z żywności. O blisko połowę niższe ilości (13 %) stwierdzili Konings i wsp. [24] w populacji holenderskiej (1 – 97 lat). Z kolei z badań prowadzonych w Szwecji [39] wynika, że w populacji osób dorosłych (18 – 79 lat) kawa dostarczała 39% całkowitej ilości akryloamidu z pochodzącego z żywności. Inne produkty takie, jak herbatniki, ciasteczka i biszkopty, a także płatki śniadaniowe



oraz inne produkty zbożowe dostarczały mniejszych ilości akryloamidu, wahając się w zakresie od około 2% do ponad 30% w zależności od kraju.

Przedstawione dane wskazują, że wielkość pobrania akryloamidu z żywnością wynika, z jednej strony, z zawartości w produktach, z drugiej - z tradycyjnie stosowanej w danym kraju diety.

### **Działania podejmowane na rzecz obniżenia akryloamidu w żywności**

W ostatnich latach podejmowane są działania mające na celu obniżenie zawartości akryloamidu w żywności. Producenci żywności opracowali zalecenia dotyczące zarówno czynników agronomicznych, jak i recepturowych oraz technologicznych, które mogą wpływać na obniżenie poziomu akryloamidu (Toolbox). Komisja Unii Europejskiej w 2007 r. opublikowała zalecenie dotyczące monitorowania poziomów akryloamidu w żywności (2007/331/EC – [43]), zgodnie z którym w latach 2007-2009 kraje członkowskie powinny kontrolować poziom akryloamidu w wybranych grupach środków spożywczych, a wyniki przekazywać co roku do Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Po tym okresie, na podstawie uzyskanych wyników, zostaną podjęte dalsze działania, w tym również ewentualna decyzja dotycząca limitowania poziomu tego związku w żywności. Już po zakończeniu drugiego roku prowadzenia badań monitoringowych i po przeanalizowaniu wyników zawartości akryloamidu w 10 kategoriach środków spożywczych, przekazanych do EFSA ze wszystkich krajów członkowskich w latach 2007 – 2008 r., Komisja Unii Europejskiej podjęła decyzję o dalszym monitorowaniu akryloamidu w żywności w kolejnych latach (2010/307/EU). Z kolei Kodeks Żywnościowy w 2009 r. opublikował Przewodnik Dobrej Praktyki Produkcyjnej, w którym przedstawiono podstawowe sposoby zmniejszania poziomu akryloamidu w produktach ziemniaczanych i zbożowych. Nadal czeka na opracowanie podobny przewodnik dla kawy.

Podsumowując należy stwierdzić, że, ze względu na potencjalne kancerogenne działanie akryloamidu na organizm człowieka oraz powszechność spożycia produktów, które są źródłem tego związku w diecie, należy dążyć do obniżania zawartości akryloamidu w produktach żywnościowych. Można to osiągnąć poprzez odpowiedni dobór surowców i optymalizację stosowanych procesów technologicznych. Należy także podejmować działania edukacyjne i promować właściwie zbilansowaną dietę o niskim udziale produktów będących źródłem akryloamidu.

## Literatura

1. 64<sup>th</sup> report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): *Evaluation of certain food contaminants*. WHO Technical Report Series, No. 930, WHO 2005.
2. AFFSA 2002, [www.anses.fr](http://www.anses.fr).
3. BAG (Swiss Federal Office of Public Health): Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study. Preliminary communication.
4. Becalski A., Lau B.P.-Y., Lewis D., Seaman S.W. Acrylamide in foods: occurrence sources and modeling. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 802–808.
5. Bergmark E., Hemoglobin adducts of acrylamide and acrylonitrile in laboratory workers, smokers and nonsmokers. *Chem. Res. Toxicol.* 1997, 10, 78.
6. Bull R.J., Robinson M., Laurie R.D., Stoner G.D., Greisiger E., Meier J.R.J., Stober J. Carcinogenic effects of acrylamide in Sencar and A/J mice. *Cancer Res.* 1984, 44, 107-111.
7. DiNovi M.: The 2006 Exposure Assessment for Acrylamide. <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryexpo/acryex1.htm>.
8. Doerge D. R., Young J.F., McDaniel L.P., Twaddle N.C., Churchwell M.I. Toxicokinetics of acrylamide and glycidamide in Fischer 344 rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2005a, 208: 199-209,
9. Dybing E. and Sanner T. Forum. Risk Assessment of Acrylamide in Foods. *Toxicological Sciences*, 2003, 75, 7.
10. EFSA Scientific Report, Results on the monitoring of acrylamide levels in food, 2009, 285, 1-26.
11. Erdreich L.S., Friedman M.A.: Epidemiologic evidence for assessing the carcinogenicity of acrylamide. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 2004, 39, 150-157.
12. European Commission, 2002b. Risk assessment of acrylamide (CAS no. 79-06-1, EINECS no. 201-173-7) Summary risk assessment report. European Commission, Joint Research Center, European Chemical Bureau Ispra, Italy.
13. Fennel T. R., Sumner S.C., Snyder R.W., Burgess J., Spicer R., Bridson W.E., Friedman M. A. Metabolism and hemoglobin adduct formation of acrylamide in humans. *Toxicol. Sci.* 2005, 85: 447 - 459.
14. Friedman M.A., Duak L.H., Stedham M.A. A lifetime oncogenicity study in rats with acrylamide. *Fundam. Appl. Toxicol.* 1995, 27, 95-105.

15. Hagmar L., Tornqvist M., Nordander C. et al. Health effects of occupational exposure to acrylamide using hemoglobin adducts as biomarkers of internal dose. *Scand. J. Work Environ. Health*, 2001, 27, 219 – 226.
16. He F.S., Zhang S.L., Wang H.L., Li G., Zhang Z.M., Li F.L., Dong X.M., Hu F. Neurological and electroneuromyographic assessment of the adverse effects of acrylamide on occupationally exposed workers, *Scand. J. Work Environ. Health*, 1989; 15: 125-129.
17. Health implications of acrylamide in food. Report of a Joint FAO/WHO Consultation WHO Headquarters, Geneva, Switzerland, 25-27 June 2002
18. Hilbig A., Freidank N., Kersting M., Wilhelm M., Wittsiepe J. Estimation of the dietary intake of acrylamide by German infants, children and adolescents as calculated from dietary records and available data on acrylamide levels in food groups. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2004, 207, 463.
19. Hogervorst J.G., Schouten L.J., Konings E.J. et al. A prospective study of dietary acrylamide intake and the risk of endometrial ovarian and breast cancer. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2007, 16, 2304-2313
20. Hogervorst J.G., Schouten L.J., Konings E.J. et al. Dietary acrylamide intake and the risk of renal cell, bladder, and prostate cancer. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 2008, 87, 5, 1428-1438.
21. <http://www.bag.admin.ch/verbraucher/verbraucherinfos.htm>
22. International Agency for Research on Cancer: Some Industrial Chemicals. International Agency for Research on Cancer: Lyon, France 1994, <http://www.iarc.fr/ENG/Databases/index.php>.
23. Johnson K., Gorzinski S., Bodnar K., Campbell R., Wolf C., Friedman M., Mast R. Chronic toxicity and oncogenicity study on acrylamide incorporated in the drinking water of Fisher 344 rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1986, 85, 154-168
24. Konings E.J.M., Baars A.J., van Klaveren J.D., Spanjer M.C., Rensen P.M., Hiemstra M., van Kooij J.A., Peters P.W.J. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risk. *Food Chem. Toxicol.* 2003, 41, 1569-1579.
25. Mojska H., Gielecińska I., Marecka D., Kłys W. Badania nad wpływem składników surowcowych i czynników technologicznych na poziom akryloamidu we frytkach ziemniaczanych. *Rocz. PZH*, 2008, 59, 2, 163-172.

26. Mojska H., Gielecińska I., Szponar L., Ołtarzewski M. Estimation of the dietary acrylamide exposure of the Polish population. *Food Chem. Toxicol.*, 2010, 48, 2090-2096.
27. Mucci L.A., Dickman P.W., Steineck G., et. al. Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney and bladder: absence of an association in a population-based study in Sweden. *Br. J. Cancer*, 2003, 88, 84 – 89.
28. Mucci L.A., Lindblad P., Steineck G. et. al. Dietary acrylamide and risk of renal cell cancer. *Int. J. Cancer*, 2004, 109, 774 – 776.
29. Murkovic M.: Acrylamide in Austrian foods. *J. Biochem. Biophys. Methods*, 2004, 61, 161-167.
30. NFCA, 2002a. Risk assessment of acrylamide intake from foods with special emphasis on cancer risk. Report from Scientific Committee of the Norwegian Food Control Authority, Oslo; 6 June 2002. [www.snt.no](http://www.snt.no).
31. Olesen P.T., Olsen A., Frandsen H. et. al. Acrylamide exposure and incidence of breast cancer among postmenopausal women in the Danish Diet, Cancer and Health study. *Int. J. Cancer*, 2008, 122, 2094-2100.
32. Ono H., Chuda Y., Ohnishi-Kameyama M., Yada H., Ishizaka M., Kobayashi H., Yoshida M. Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods. *Food Addit. Contam.* 2003, 20, 215-220.
33. Pelucchi C., Franceschi S., Levi F., et. al. Fried potatoes and human cancer. *Int. J. Cancer*, 2003, 105, 558 – 560.
34. Schettgen T., Kütting B., Hornig M., Beckmann M.W., Weiss T., Drexler H., Angerer J. Trans-placental exposure of neonates to acrylamide – a pilot study. *Int Arch Occup Environ Health* 2004, 77: 213 – 216.
35. Scientific Committee on Food: Opinion of the on new finding regarding the presence of acrylamide in food. SCF/CS/CNTM/CONT/4 Final. 3 July 2002. Brussels, Belgium [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out131_en.pdf)
36. Smith E.A. and Oehme F.W. Acrylamide and polyacrylamide: a review of production, use, environmental fate and neurotoxicity. *Rev Environ Health* 1991, 9, 215.
37. SNFA. Swedish National Food Administration. Information about acrylamide in food. <http://www.slv.se/engdefault.asp>.
38. Sörgel F., Weissenbacher R., Kinzig-Schippers M., Hofmann A., Illauer M., Skott A., Landersdorfer C. Acrylamide: Increased concentrations in homemade food and

- first evidence of its variable absorption from food, variable metabolism and placental and breast milk transfer in humans. *Chemotherapy*, 2002, 48: 267 – 274.
39. Svenson K., Abramsson L., Becker W., Glynn A., Hellenäs K.-E., Lind Y., Rosén J.: Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food Chem. Toxicol.* 2003, 41, 1581-1586.
  40. Takere E., Rydberg P., Karlsson P., Eriksson S., Tornqvist M.: Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 2002, 50, 4998-5006.
  41. WHO, 1996. Acrylamide. Guidelines for drinking water quality. Second ed., vol. 2: Health criteria and other supporting information. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva
  42. WHO, 2000. <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/acrylamide>
  43. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:123:0033:0040:EN:PDF>



## **ROZDZIAŁ 8**

### **ZWIĄZKI KSZTAŁTUJĄCE JAKOŚĆ NAPOJÓW WINIARSKICH I SPIRYTUSOWYCH**

*Edyta Lipińska, Sylwia Bonin*

Przemysł fermentacyjny dostarcza na rynek duże ilości wyrobów takich jak: wino, piwo i spirytus (z którego otrzymuje się różne wódki). Przy wyrobie tych napojów wykorzystuje się funkcje życiowe komórek drożdży, przekształcających cukry w etanol. Podczas fermentacji, obok alkoholu i CO<sub>2</sub>, powstaje także wiele innych związków, które określa się jako uboczne produkty fermentacji. Związki te, lub ich pochodne, w dużej mierze kształtują smak i aromat win. Niektóre z nich, z uwagi na fakt, że są lotne, przechodzą do spirytusu surowego i odgrywają bardzo ważną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych wyrobów spirytusowych.

Zarówno produkcja wyrobów winiarskich, jak i Wódki Polskiej, są regulowane prawnie. Według Ustawy z dnia 18.10.2006 „O wyrobie napojów spirytusowych oraz o rejestracji i ochronie geograficznej napojów spirytusowych [31], „Wódka Polska” jest otrzymywana z zacieru zbóż lub ziemniaków uprawianych na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, poddanego procesowi fermentacji, destylacji i rektyfikacji do mocy co najmniej 96% obj., a następnie rozcieńczonego wodą. Jest ona wyprodukowana i butelkowana na terytorium RP. Ustawa przewiduje dwie kategorie produktów: wódki, które nie zawierają środków aromatycznych, ani barwników, a maksymalny poziom cukru nie może przekraczać 1g/1l czystego alkoholu i maksymalny poziom alkoholu metylowego nie może przekraczać 20g/hl czystego alkoholu oraz wódki z dodatkiem naturalnych środków aromatycznych lub w szczególnych przypadkach barwników, a maksymalny poziom cukru nie może przekraczać 100 g/1l czystego etanolu.

Przepisy prawne dotyczące wyrobu napojów winiarskich reguluje m.in. Ustawa „O wyrobie i rozlewie wyrobów winiarskich, obrocie tymi wyrobami

i organizacji rynku wina”[30] oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 maja 2005 [24]. Zgodnie z ustawodawstwem wyróżnia się dwie kategorie produktów: wyroby winiarskie gronowe oraz fermentowane napoje winiarskie. Wyroby gronowe mogą być produkowane jedynie z owoców winorośli właściwej *Vitis vinifera* L. lub jej krzyżówek z innymi gatunkami z rodzaju *Vitis* dopuszczonymi do uprawy w danym kraju Wspólnoty Europejskiej. Wśród fermentowanych napojów winiarskich wyróżnia się: wina owocowe, "Polskie Wino", napoje winopochodne, napoje winopodobne, miody pitne oraz napoje niskoalkoholowe. Uzyskuje się je w wyniku fermentacji różnych nastawów, a gotowe produkty różnią się m.in. rzeczywistym stężeniem alkoholu. Wspomniany nastaw jest to mieszanina sporządzona z soku lub koncentratu owocowego, ewentualnie miodu pszczelego (wówczas otrzymujemy miody pitne), oraz z wody i dozwolonych substancji słodzących, z dodatkiem pożywek azotowych, kwasów organicznych i związków zawierających SO<sub>2</sub>. Do produkcji win owocowych i napojów winopodobnych używa się soków lub koncentratów otrzymanych z owoców krajowych, przy czym głównym surowcem są jabłka. Udział soku owocowego w nastawach do produkcji win owocowych, w zależności od użytych owoców, wynosi od 20% (np. w przypadku róży) do 60% (np. w przypadku jabłek). Nastaw na „Polskie Wino” przygotowuje się z koncentratu lub soku gronowego, a jego udział w nastawie wynosi co najmniej 75%. Zarówno w produkcji win gronowych, jak i fermentowanych wyrobów winiarskich, stosuje się dodatek SO<sub>2</sub>, który hamuje rozwój niepożądaną mikroflory – drożdży „dzikich” i bakterii octowych.

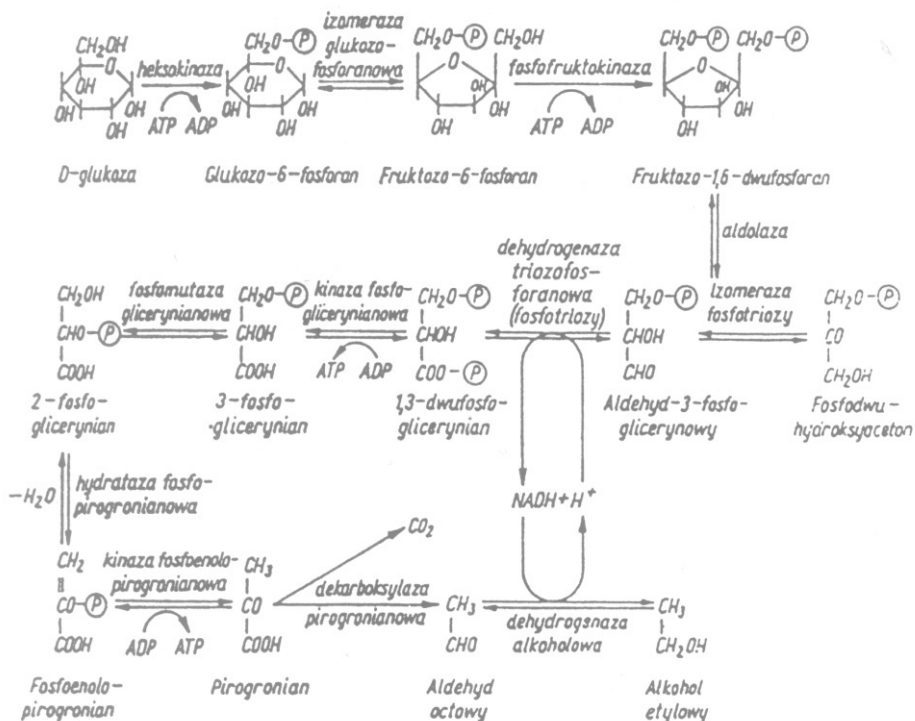
W przypadku win gronowych, dodatek wody do moszczy gronowych jest zabroniony. W zależności od strefy upraw winorośli, możliwe jest wzbogacanie moszczy w celu zwiększenia naturalnej objętościowej ilości alkoholu. W strefie A, w której znajduje się Polska, do wzbogacania można stosować sacharozę, jednak jej dodatek nie może zwiększyć zawartości alkoholu w winie powyżej 3% obj. (Rozporządzenie Rady WE nr 478/2008 [25]).

W procesie produkcji wina wyróżnia się dwa etapy: fermentację i leżakowanie (dojrzewanie) wina, które jest niezbędne do tego, aby produkt końcowy osiągnął odpowiednią harmonię smaku i zapachu.

Proces fermentacji alkoholowej, prowadzony przez drożdże, rozpoczyna się od glikolizy - zwanej inaczej szlakiem Embdena-Meyerhofa-Parnasa (rys. 1). Powstały w glikolizie pirogronian jest transportowany do matrycy mitochondrialnej przez przenośnik znajdujący się w błonie mitochondrialnej komórek drożdży. W matrycy mitochondrialnej pirogronian jest oksydacyjnie



dekarboksylowany przez kompleks enzymatyczny dehydrogenazy pirogronianowej do aldehydu octowego i CO<sub>2</sub>. Z kolei, aldehyd octowy jest przekształcany do alkoholu etylowego przy udziale enzymu dehydrogenazy alkoholowej.



Rysunek 1. Szlak Embdena-Meyerhofa-Parnasa (źródło: Wzorek, Pogorzelski, 1998)

W procesie fermentacji powstają także produkty uboczne fermentacji, jak: aldehydy, estry, kwasy organiczne i alkohole wyższe. Uważa się, że do spirytusu surowego przechodzi około połowy ogólnej ilości produktów ubocznych wytwarzających się w czasie fermentacji (0,5% w stosunku do alkoholu etylowego zawartego w spirytusie surowym). Niektóre rodzaje spirytusu surowego stosuje się bez oczyszczania do produkcji napojów alkoholowych. Na przykład, z surówki żytniej otrzymuje się starke, ze spirytusu ze śliwek - śliwovicę, z ryżu - arak, z melasy trzciny cukrowej - rum, z winogron - winiak (polski koniak). W produktach tych wykorzystuje się dodatkowo właściwości

smakowo-zapachowe spirytusu uzyskane podczas fermentacji i dojrzewania (starzenia przez okres wielu lat) tych produktów w beczkach dębowych. Spirytus surowy owocowy wchodzi w skład wielu wódek gatunkowych. Do produkcji wódek czystych wykorzystywany jest spirytus z bardzo małą ilością domieszek, tzw. spirytus rektyfikowany [6].

W winach, produkty uboczne fermentacji tworzą aromat i smak wtórny, przez co istotnie wpływają na jakość tych napojów. Jednak ostateczny charakter wina kształtują także substancje zawarte w surowcu, które tworzą smak i bukiet pierwotny oraz związki, które powstają w wyniku przemian zachodzących w winie w czasie leżakowania. Całkowita ilość związków aromatycznych w winie wynosi 0,8-1,2 g/dm<sup>3</sup>. Połowę tej ilości stanowią: kwas octowy, aldehyd octowy, octan etylu, propanol, izobutanol, 2- i 3-metylobutanol. Pozostałą połowę stanowi około 600-800 związków [20]. Stężenie związków aromatycznych waha się w szerokim zakresie od 10<sup>-1</sup> do 10<sup>-10</sup> g/dm<sup>3</sup> [29].

Trzecim, pod względem ilościowym po etanolu i CO<sub>2</sub>, związkiem wytwarzanym podczas fermentacji alkoholowej jest glicerol. Powstaje on w cyklu EMP, w którym fosforan dihydroksyacetonu ulega zwykle przekształceniu do aldehydu 3-fosfoglicerynowego pod wpływem działania izomerazy, ale może także zmienić się wskutek enzymatycznej przemiany w glicerol [32]. Podczas alkoholowej fermentacji, główną rolą tworzącego się glicerolu jest zrównoważenie śródkomórkowego bilansu redoks przez przemianę nadmiaru NADH do NAD<sup>+</sup> [21].

Glicerol jest oleistą, bezbarwną, bezzapachową, lepłą cieczą. Przy odpędzaniu spirytusu pozostaje w wywarze podnosząc jego walory paszowe. Natomiast w winach jest on cennym produktem ubocznym, który istotnie wpływa na smak win. Nadaje on winom charakterystyczny aksamitny smak, cechy większej ekstraktywności i pełni smakowej oraz większej lepkości. W ilości powyżej 5,2 g/dm<sup>3</sup> przyczynia się do zwiększenia słodczy, szczególnie win wytrawnych [12].

W zależności od gatunku, wina mogą go zawierać od 1 do 15 g/dm<sup>3</sup>. Jednak, w większości przypadków, ilość glicerolu wynosi 7 g/dm<sup>3</sup> [35], przy czym jego zawartość zależy od stężenia etanolu. Na 100 g wytworzonego alkoholu, powstaje od 6 do 14 g glicerolu. Najczęściej stosunek zawartości glicerolu do etanolu w winach wynosi 6-10%, ale może się zmieniać, ponieważ zależy od szczepu stosowanych drożdży, temperatury fermentacji, czy zawartości cukrów w moszczu. Stąd istotny wpływ na zawartość glicerolu ma obecność na winogronach pleśni *Botrytis cinerea*. Pleśń ta przyczynia się, m.in., do obumarcia

skórki winogrona, odparowania większej ilości wody, a także zagęszczenia soku. W winach produkowanych z tego surowca możemy otrzymać nawet 30 g glicerolu/dm<sup>3</sup>. Ponadto do zwiększenia ilości glicerolu w winach przyczynia się wysokie pH moszczu, jak również znaczna zawartość SO<sub>2</sub> [22, 32].

Kolejnym, istotnym produktem ubocznym fermentacji alkoholowej jest kwas octowy. Związek ten powstaje w wyniku przekształcenia alkoholu do aldehydu octowego, a następnie przemiany tego aldehydu przy udziale dehydrogenazy aldehydowej. Nadmierna produkcja kwasu octowego może być spowodowana rozwojem bakterii fermentacji octowej, a także bakterii heteromlekowych. Najczęściej spotykanymi bakteriami fermentacji octowej są: *Acetobacter aceti* i *Acetobacter pasteurianus*. Bakterie te utleniają etanol do kwasu octowego, który mogą dalej utleniać do CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O. Rozwojowi tych bakterii sprzyja temperatura około 30°C oraz dostęp powietrza, chociaż mogą się one także rozwijać przy niewielkim dostępie tlenu. Wykazują one tolerancje na stężenia etanolu do 16%, przy czym korzystna jest zawartość alkoholu około 12%. Stąd bakterie te mogą się rozwijać w czasie fermentacji, a w produkcji win także podczas leżakowania [32].

W produkcji spirytusu, przy zachowaniu ostrych warunków higienicznych procesu technologicznego, nie dochodzi do intensywnego rozwoju niepożądanego mikroflory i przyrost zawartości kwasów organicznych jest na tyle mały, że nie powoduje znacznego obniżenia pH środowiska (zazwyczaj pH spada do wartości 4,3-4,5). Większy spadek pH zacieru nie jest pożądanym, ze względu na niebezpieczeństwo blokowania aktywności amylolitycznej użytych preparatów enzymatycznych oraz zmniejszenie wydajności alkoholu spowodowane konkurencyjnym wykorzystaniem substratu (cukrów) przez obie grupy mikroorganizmów. Kwasy lotne (kwas octowy) podczas destylacji na kolumnie odpędowej przechodzą do surówki. Nadmierna ilość kwasu octowego powoduje ostry, nieświeży, nieprzyjemny zapach i smak octowy. W związku z tym, zawartość kwasów lotnych w przeliczeniu na kwas octowy nie powinna być większa niż 0,02 g/dm<sup>3</sup> (spirytus rektyfikowany zwykły), 0,015 g/dm<sup>3</sup> (spirytus rektyfikowany wyborowy, luksusowy) [18].

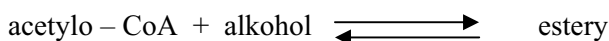
Kwasowość lotna (wyrażona jako kwas octowy) fermentowanych napojów winiarskich, nie powinna przekraczać 1,3 g/dm<sup>3</sup>, a w przypadku napojów winopochodnych nie powinna być większa niż 0,9 g/dm<sup>3</sup> [23].

Kwas octowy zwykle tworzy się w winach w ilościach od 0,2 do 0,8 g/dm<sup>3</sup> [21]. Jego ilość zależy od szczepu drożdży, zawartości cukrów początkowych i ilości powstałego alkoholu. Bonin i Kolwas [2], z nastawów o zawartości cukrów około 360 g/dm<sup>3</sup>, otrzymali wina jabłkowe o zawartości alkoholu 16,3% obj.

i kwasowości lotnej 0,65 g/dm<sup>3</sup>, przy zastosowaniu drożdży *Saccharomyces bayanus* S.o.1/AD, a w przypadku drożdży *S. cerevisiae* Tokay, stężenie alkoholu wynosiło 12,4% obj., a kwasowość 0,50 g/dm<sup>3</sup>. Na produkcję kwasu octowego wpływ ma także temperatura fermentacji. Wzorek i Pogorzelski [32] podają, że drożdże krioofilne pozwalają otrzymać wina bardziej wysycane CO<sub>2</sub>, o wyższej zawartości alkoholu, niższej kwasowości lotnej i o korzystniejszych walorach sensorycznych niż wina wyprodukowane przy użyciu drożdży mezofilnych. Giudici i wsp. [5] stwierdzili, że wina wyprodukowane przy użyciu drożdży kriotolerancyjnych zawierały w przeliczeniu na 1 dm<sup>3</sup>, 0,09 g kwasu octowego, natomiast w winach uzyskanych z użyciem drożdży mezofilnych ilość kwasu octowego wynosiła 0,23 g. Kusewicz i wsp. [10] zaobserwowali, że w winie otrzymanym przy udziale drożdży Johannisberg, wraz ze wzrostem temperatury fermentacji od 10 do 30°C, ilość kwasu octowego wzrosła od 0,18 g/dm<sup>3</sup> do 0,30 g/dm<sup>3</sup>, natomiast w przypadku drożdży Syrena - malała.

Istotną rolę w kształtowaniu cech sensorycznych odgrywają estry. Są one ważne dla jakości produktów, ponieważ nadają miłe owocowe i kwiatowe aromaty, np.: octan etylu - jabłkowy, octan izoamylu – bananowy i gruszkowy, octan izobutyli – figowy, octan fenylotanolu - różany. Estry powstają z alkoholi i acetylo CoA (rys. 2). Kwasy, z których tworzą się estry to głównie kwas octowy, a ponadto kwasy powstałe z przekształceń aminokwasów oraz kwasów tłuszczowych o krótkich łańcuchach - estry o zapachu owoców i kwiatów oraz kwasy powstałe ze związków tłuszczowych o długich łańcuchach - wówczas zapach estrów jest mniej korzystny, np. przypominający mydło [1, 27].

Powstawanie estrów jest przeważnie katalizowane przez enzymy drożdży z grupy esteraz, stąd, na skład jakościowy i ilościowy estrów, duży wpływ ma szczep drożdży. Większość estrów tworzy się podczas fermentacji burzliwej, po czym ich synteza ulega zmniejszeniu [7, 28].



Rysunek 2. Reakcja powstawania estrów

W spirytusie surowym zawartość estrów lotnych wynosi 200-350 mg/dm<sup>3</sup>A<sub>100</sub>, przy czym wyższe wartości są charakterystyczne dla spirytusów ziemniaczanych. Lotne estry stanowią na ogół cenny składnik bukietu w spirytusach do produkcji wódek gatunkowych np. typu starka [6].

Estry, które występują w winie, mogą być lotne i nielotne z para wodną. Estry lotne wpływają na kompozycje bukietu, natomiast estry nielotne wchodzi w skład związków wpływających na cechy smakowe. Najczęściej w winie występują takie estry jak: octan etylu, octan izoamylu, heksanian etylu, oktanian etylu [32].

Octan etylu jest estrem produkowanym w największej ilości i nadaje winom aromaty owocowe, jednak w ilości 150-200 mg/dm<sup>3</sup> wywiera on negatywny wpływ na jakość win, ponieważ przypomina zapach zmywacza do paznokci [1]. Regodon Matoeos i wsp. [20] podają, że zawartość octanu etylu w winach gronowych, w zależności od zastosowanego szczepu drożdży, kształtowała się w zakresie 37,9-60,9 mg/dm<sup>3</sup>. Stosunkowo niską ilość octanu etylu od 8,2 do 15,8 mg/dm<sup>3</sup>, stwierdzili Satora i wsp. [26] w winach otrzymanych z krajowych odmian jabłek.

Na zawartość estrów w winach, oprócz szczepu drożdży, wpływa także temperatura fermentacji. Molina i wsp. [14] podają, że wina fermentowane w temperaturze 28°C zawierały 25,3 mg octanu etylu/dm<sup>3</sup>, a w temperaturze 15°C - 45,7 g/dm<sup>3</sup>. Wzrost ogólnej zawartości estrów w winie jest także skorelowany z dodatkiem związków azotowych, w tym aminokwasów, do moszczu, ponieważ przyczyniają się one do wzrostu ilości alkoholi wyższych w winach [4].

Ilość estrów w winie zależy także od rodzaju kwasu użytego do zakwaszania nastawu. Pogorzelski i wsp. [19] stwierdzili większą zawartość lotnych estrów w napojach uzyskanych w wyniku fermentacji nastawów z dodatkiem kwasu mlekowego – około 180 mg/dm<sup>3</sup> (w przeliczeniu na octan etylu) niż w napojach otrzymanych z nastawów dokwaszanych kwasem cytrynowym – 100 mg/dm<sup>3</sup>.

Do produktów ubocznych fermentacji alkoholowej należą także aldehydy, wśród których najwięcej jest aldehydu octowego. Bardzo dużo aldehydu octowego tworzy się w procesie fermentacji, ale praktycznie w całości ulega on redukcji do etanolu. Aldehydy nadają maślany, owocowy i orzechowy aromat, niektóre ostre, gryzący, niekiedy cierpki [14]. Nieprzyjemnym, piekącym zapachem i smakiem cechuje się np. aldehyd octowy.

Miecznikowski i Zielińska [13] stwierdzili, że poziom zawartości aldehydów w zacierze uzależniony jest od początkowego ekstraktu pozornego zacieru. Maksymalne stężenie aldehydów, uzyskiwane około 12 godziny fermentacji, było tym wyższe, im wyższa była gęstość zacieru słodkiego; wyższe było również końcowe stężenie aldehydów. Wobec tego, nie powinno się podnosić początkowego ekstraktu powyżej 18°Blg, gdyż może to prowadzić (podczas dwudobowej fermentacji) do otrzymania spirytusu surowego zawierającego

nadmierną ilość aldehydów. Do zwiększenia ilości aldehydu octowego do wartości obniżających jakość surówki może również dochodzić w przypadku prowadzenia fermentacji, szczególnie w ostatniej fazie, z napowietrzaniem (np. aktywne przepompowanie). W takich warunkach wytworzony już alkohol etylowy utlenia się do aldehydu. Ponadto badania prowadzone przez Zielińską i Miecznikowskiego [13] wykazały, że ilość i jakość inokulum drożdży badanych szczepów wpływa w istotny sposób na poziom aldehydów w odfermentowanym zacierze. Aldehyd octowy wrze w temp. 20,2°C i w związku z tym w całości przechodzi do surówki. W spirytusie rektyfikowanym zwykłym zawartość aldehydów w przeliczeniu na aldehyd octowy nie powinna być wyższa niż 0,005 g/dm<sup>3</sup> [18].

W winach zawartość aldehydów jest różna i zależy od składu moszczu, temperatury fermentacji, szczepu drożdży, koncentracji SO<sub>2</sub>. Przykładowo, w zależności od zastosowanego szczepu drożdży, Regodon Mateos i wsp. [20] stwierdzili, że zawartość aldehydu octowego w winach wynosiła 57,7-179,1 mg/dm<sup>3</sup>. Natomiast Sobczak i Konieczna [28] otrzymali wina owocowe o zawartości aldehydów w granicach od 25 do 591 mg/dm<sup>3</sup>, w przeliczeniu na aldehyd octowy. Satora i wsp. [26] podają, że w winach jabłkowych, otrzymanych z różnych jabłek, ale przy użyciu jednego szczepu drożdży, ilość aldehydu octowego wynosiła 2,2-20,9 mg/dm<sup>3</sup>.

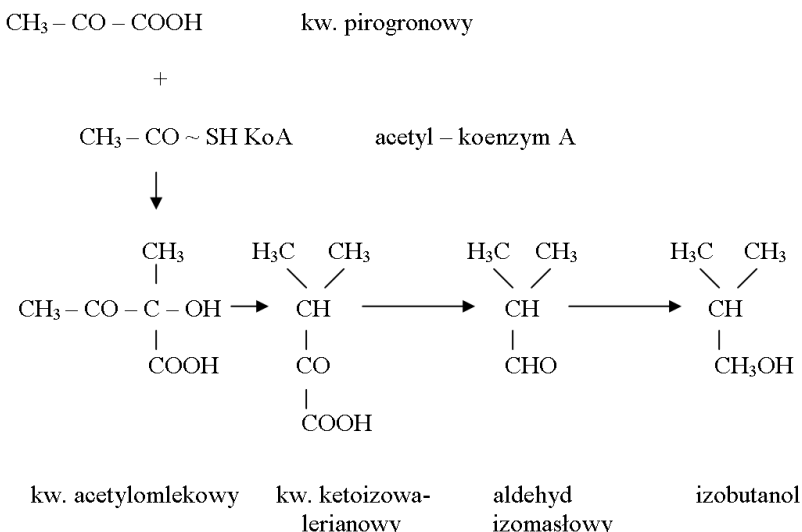
W winach stołowych, a szczególnie w musujących, wyższa zawartość aldehydów nie jest wskazana, natomiast w winach typu Sherry czy Madeira odgrywają one bardzo ważną rolę w kształtowaniu cech smakowo-zapachowych. Proces maderyzacji jest ściśle związany z nagromadzeniem się znacznej ilości aldehydów, acetalii, estrów i furfurali - związków charakterystycznych dla win dojrzałych i ma to korzystny wpływ na cechy smakowo-zapachowe tych win. Przy czym wzrost aldehydów jest tym większy, im silniejsze jest natlenianie [32].

Należy także wspomnieć, że podczas fermentacji moszczów czerwonych aldehyd octowy wiąże się z antocyjanami tworząc zmętnienia i osady. Stąd dodatek SO<sub>2</sub> nie tylko zapobiega rozwojowi szkodliwych drobnoustrojów, ale także zapobiega powstawaniu zmętnień, ponieważ wiąże aldehydy [32].

W przypadku spirytusu należy zwrócić także uwagę na akroleinę, która w zacierach zbożowych i ziemniaczanych w zasadzie nie występuje, natomiast może znajdować się w zacierach wytwarzanych z owoców ziarnkowych i pestkowych. Akroleina jest prawdopodobnie produktem bakteryjnego metabolizmu cukrów lub gliceryny. Jest ona niepożądanym produktem ze względu na nieprzyjemny, piekący, drażniący błony śluzowe zapach (przypomina woń

chrzanu). Akroleina wrze w temperaturze 62,8°C i w związku z tym, podczas destylacji, przechodzi do surówki, pogarszając jej jakość [15].

Do produktów ubocznych fermentacji winiarskiej zalicza się także alkohole wyższe, których powstawanie związane jest z dwoma mechanizmami. Pierwszy z nich dotyczy przemiany aminokwasów. Drożdże odszczepiają z aminokwasów amoniak w celu syntezy własnego białka, a pozostałe reszty w postaci wyższych alkoholi są wydzielane z komórki np.: izobutanol tworzy się z alaniny, 3-metylobutanol z leucyny, 2-metylobutanol z izoleucyny. W drugim przypadku alkohole wyższe powstają jako uboczne produkty fermentacji cukrów. Heksozy przekształcają się do kwasu pirogronowego, który w wyniku dalszych przemian przekształca się do alkoholi wyższych. Przykład powstawania izobutanolu przedstawiony został na rys. 3.



Rysunek 3. Schemat powstawania alkoholi wyższych - izobutanolu w procesie fermentacji cukrów (źródło: [32]).

Stwierdzono, że ilość powstających alkoholi wyższych jest mniejsza, jeśli podłoża są wzbogacane w nieorganiczne pożywki azotowe. Do najważniejszych alkoholi wyższych należą alkohol n- propylowy, alkohol izobutyłowy, alkohol n-butylowy, alkohol izoamylowy [32].

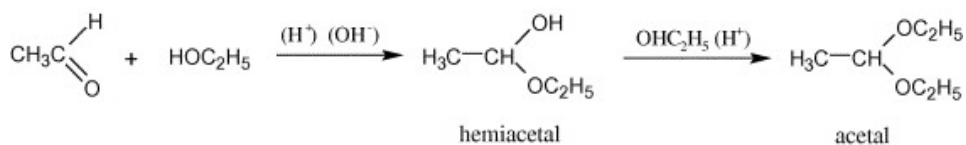
Alkohole wyższe mają barwę od bezbarwnej do brązowej, są palne i trujące, mają nieprzyjemny zapach, nie mieszają się z wodą, a na jej powierzchni

zachowują się jak olej (stąd nazwa oleje fuzlowe). Alkohole wyższe są trudniej lotne od etanolu, ale całkowicie przechodzą do spirytusu surowego. W spiry图斯ie rektyfikowanym niewielka ilość alkoholi wyższych odgrywa pozytywną rolę w kształtowaniu jakości sensorycznej [6], przy czym, zgodnie z Polską Normą, dopuszczalna zawartość fuzli w przeliczeniu na alkohol amyłowy powinna wynosić: nie więcej niż  $0,005 \text{ g/dm}^3$  (spirytus rektyfikowany zwykły),  $0,002 \text{ g/dm}^3$  (spirytus rektyfikowany wyborowy),  $0,001 \text{ g/dm}^3$  (spirytus rektyfikowany luksusowy).

Alkohole wyższe w winach w ilości do  $0,3 \text{ g/dm}^3$  odgrywają pozytywną rolę w kształtowaniu cech smakowo-zapachowych. Natomiast wyższa koncentracja tych związków może przyczynić się do pogorszenia cech wina, nadając im silny i ostry zapach [29]. Zawartość alkoholi wyższych zależy od użytego szczepu drożdży. Przykładowo, w winach owocowych, drożdże rasy Johannisberg wyprodukowały: izobutanolu  $55 \text{ mg/dm}^3$ , izopentanolu  $270 \text{ mg/dm}^3$ , 2-fenylloetanolu  $145 \text{ mg/dm}^3$ , a drożdże rasy Burgund odpowiednio – 17, 117 i  $22 \text{ mg/dm}^3$  [28]. Regodon Mateos i wsp. [20] podają, że, w zależności od szczepu drożdży, całkowita zawartość alkoholi wyższych w wina gronowych wynosiła  $201,7\text{-}346,4 \text{ mg/dm}^3$ . Garde-Cerdán i Ancín-Azpilicueta [4] zaobserwowały, że wraz z dodatkiem aminokwasów do moszczu całkowita zawartość alkoholi wzrastała, jednak ilość n-propanolu zmniejszyła się z około  $30 \text{ mg/dm}^3$  o połowę, a izobutanolu z  $4 \text{ mg/dm}^3$  do  $2 \text{ mg/dm}^3$ . Bardzo wysoką zawartość alkoholi wyższych,  $487,3\text{-}746,5 \text{ mg/dm}^3$ , stwierdzili w winach jabłkowych Satora i wsp. [26]. Najwyższą ilość fuzli stwierdzono w przypadku odmiany Gloster. Wina uzyskane z tych jabłek charakteryzowały się także niską jakością sensoryczną. Znaczną zawartością alkoholi wyższych obserwuje się w winach Madeira. W czasie 25-letniej maderyzacji, w zależności od rodzaju wina, stwierdzono wzrost ilości aldehydów o  $50\text{-}250 \text{ mg/dm}^3$  ([3]).

Z powstałych aldehydów i alkoholi mogą tworzyć się acetale. Proces ich powstawania w trakcie fermentacji przebiega dwuetapowo. Najpierw, po przyłączeniu cząsteczki alkoholu (zwykle etylowego) do aldehydu, powstaje nietrwały półacetal, który następnie, po połączeniu z drugą cząsteczką alkoholu, tworzy trwały acetal - nieulegający rozpadowi w trakcie destylacji (rys. 4).





Rysunek 4. Reakcja powstawania acetalu (źródło: [7])

W wyrobach alkoholowych acetale występują w niewielkich ilościach, ale odgrywają niekiedy istotną rolę jako składnik odpowiedzialny za cechy sensoryczne, ponieważ nadają specyficzny kwiatowy zapach. Z kolei, duże stężenie acetylu dietylowego aldehydu octowego powoduje bardzo przykry zapach alkoholu przyczyniając się do pogorszenia jego cech sensorycznych, w tym również smaku [8]. Cytowani autorzy stwierdzili, że występowanie znacznych ilości form acetalowych aldehydów octowego i 2-propenalu wykazuje związek z podwyższoną kwasowością destylatów rolniczych, przekraczającą poziom 0,08 g/dm<sup>3</sup>A<sub>100</sub> dopuszczony przez Polską Normę [17]. Kłosowski i Czupryński [7] wykazali także, że zawartość acetalu zależy od surowca roślinnego oraz czasu trwania fermentacji alkoholowej. Przy czym w destylacie z zacieru przygotowanego z amarantusa zaobserwowano ich największą koncentrację w 24 godzinie trwania fermentacji i wynosiła ona 0,021 g/dm<sup>3</sup>A<sub>100</sub>, a następnie, w 72 godzinie, obniżenie ich zawartości do poziomu około 0,016 g/dm<sup>3</sup>A<sub>100</sub>. W destylatach pozyskanych z zacierów kukurydzianego i ryżowego, koncentracja acetalu w czasie 72-godzinnej fermentacji stale wzrastała i na koniec procesu wynosiła odpowiednio 0,0075 oraz 0,0025 g/dm<sup>3</sup>A<sub>100</sub>.

W produktach winiarskich acetale wpływają na cechy sensoryczne, głównie win typu Madeira i Porto, do których, przed leżakowaniem, dodawany jest etanol i które dojrzewają w wysokiej temperaturze. Camara i wsp. [3] stwierdzili, że podczas 30 letniego okresu dojrzewania win Madera, zawartość heterocyklicznych acetalu wzrastała liniowo w czasie. Autorzy ci podają, że podobna zależność występuje w winach Porto.

W przypadku prowadzenia fermentacji alkoholowej w podłożu przygotowanym z surowca roślinnego należy liczyć się z powstawaniem niewielkich ilości alkoholu metylowego. Metanol nie jest produktem ubocznym fermentacji, gdyż tworzy się w wyniku enzymatycznej hydrolizy pektyn. Obecna w surowcu roślinnym lub pochodząca z preparatów enzymatycznych stosowanych w procesie scukrzania zacieru gorzelniczego pektynoesteraza powoduje hydrolityczne rozszczepienie estru metylowego kwasu poligalakturonowego z wytworzeniem wolnych grup karboksylowych i alkoholu metylowego [9].

Podczas produkcji wina, w której przeprowadzono macerację (fermentacja miazgi), będzie więcej tego alkoholu. Wina czerwone zawierają około 0,15-0,45% obj. metanolu, natomiast w winach białych występują niewielkie ilości tego alkoholu, do 0,05% obj. Nie są to jednak ilości, które mogłyby wpłynąć negatywnie na zdrowie człowieka [32].

Alkohol metylowy wykazuje mało istotny wpływ na cechy sensoryczne spirytusu, natomiast estry alkoholu metylowego nadają spirytusowi owocowy odcień zapachowy - np. octan metylu [8]). W spirytusie surowym owocowym nie powinno być więcej alkoholu metylowego niż  $0,8 \text{ g}/100\text{cm}^3 A_{100}$  [17], a w spirytusie rektyfikowanym zwykłym nie więcej  $0,1 \text{ g}/100\text{cm}^3 A_{100}$  [18].

W winach gronowych w trakcie leżakowania, a czasami już w końcowej fazie fermentacji, zachodzi biologiczne odkwaszanie wina. W czasie tego procesu kwas L-jabłkowy przekształcany jest do kwasu L-mlekowego i  $\text{CO}_2$ , w wyniku działania bakterii fermentacji mlekowej. Kwas mlekowy może powstać także jako produkt uboczny fermentacji winiarskiej. Tworzy się on przez redukcje kwasu pirogronowego przy udziale drożdży winiarskich. Zwykle w winach kwas mlekowy występuje na poziomie  $1,5\text{-}3,5 \text{ g}/\text{dm}^3$ . Wina, które zawierają wyższe ilości kwasu mlekowego, w stosunku do innych kwasów, charakteryzują się pełniejszym i bardziej łagodnym smakiem. Jego obecność wzmacnia kolor i zapach wina. Zastąpienie mocno zdysocjowanego kwasu jabłkowego słabo zdysocjowanym kwasem mlekowym przyczynia się do redukcji kwasowości. Rozkład  $2 \text{ g}$  kwasu jabłkowego powoduje zmniejszenie kwasowości ogólnej o  $1 \text{ g}/\text{dm}^3$ , w przeliczeniu na kwas winowy [11, 32].

Na jakość win wpływają także związki, które nie powstają w czasie procesu produkcji, lecz pochodzą z surowca. Zalicza się do nich flawonoidy oraz związki polifenolowe, które są pochodnymi kwasów np. cynamonowego, chinowego, kumarowego. Wpływają one na barwę, smak i właściwości prozdrowotne win, ale także są przyczyną zmętnień i osadów. Za czerwoną i fioletową barwę win czerwonych odpowiadają głównie antocyjany, a flawonole i flawony nadają barwę od żółtej do brązowej winom białym. Smak cierpki wywołują garbniki, a smak gorzki – katechiny. Podczas produkcji wina część polifenoli wytraca się w wyniku połączenia z aldehydami, co zachodzi głównie w czasie fermentacji, natomiast w okresie leżakowania następuje utlenianie i kondensacja barwników i garbników do związków wyżej cząsteczkowych, które wytrącają się w postaci brunatnych osadów i zmętnień, a ponadto powodują zmianę barwy win [1,32]. Prozdrowotne właściwości win, głównie czerwonych, wynikają z tego, że zawierają one około 10x więcej polifenoli w porównaniu do win białych. Polifenole są naturalnymi

przeciwutleniaczami, mają zdolność zmiatania wolnych rodników, zmniejszają utlenianie cholesterolu i obniżają poziom cholesterolu w organizmie oraz korzystnie działają na układ sercowo-naczyniowy ([16]).

Inną grupą związków, które pochodzą z surowca i istotnie wpływają na jakość win, są terpeny (monoterpeny, diterpeny i seskwiterpeny) i ich pochodne – aldehydy, alkohole, estry, ketony i kwasy. Nadają one kwiatowe i owocowe aromaty, np. geraniol, geranial, citronellol, myrcen, nerol. W winach gronowych i winogronach stwierdza się około 40 rodzajów związków terpenowych. Wysoką zawartością terpenów i ich pochodnych charakteryzują się odmiany winogron takie jak np.: Gewürztraminer, Riesling czy Muscat, z których uzyskuje się wina muskatowe [1, 27].

Ostateczny charakter wyrobów winiarskich i spirytusowych kształtowany jest przez związki pochodzące z surowca oraz związki powstałe w czasie fermentacji i leżakowania. Na skład jakościowy i ilościowy związków aromatyczno-smakowych wpływają następujące czynniki: rodzaj użytego surowca, szczep drożdży, temperatura i czas fermentacji, pH zacieru gorzelniczego czy też moszczu/nastawu lub wina, dostęp tlenu, a także dodatek SO<sub>2</sub>, związków azotowych czy innych substancji. Niektóre ze związków, występując nawet w niewielkich ilościach, wpływają korzystnie na cechy sensoryczne produktów alkoholowych. Inne natomiast, już w śladowych ilościach, negatywnie działają na smak i zapach wyrobów winiarskich i spirytusowych. Wobec tego, konieczna jest stała kontrola procesu technologicznego w gorzelnii czy też winiarni, pozwalająca na wyeliminowanie błędów w produkcji.

### **Literatura**

1. Bisson L. Introduction to wine production, University of California Davis, 2008 on-line [http://enologyaccess.org/Resources/VEN124/VEN124\\_00.htm](http://enologyaccess.org/Resources/VEN124/VEN124_00.htm), data pobrania 21.12.2009.
2. Bonin S., Kolwas M. Fermentacja nastawów wysokocukrowych z dodatkiem preparatu ścian komórkowych. *Przem. Ferment. i Owoc. Warz.*, 2009, 5, 6-8.
3. Camara J.S., Marques J.C., Alves A., Silva Ferreira A.C. Heterocyclic acetals in Madeira wines. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2003, 375, 1221-1224.
4. Garde-Cerdán T., Ancín-Azpilicueta C. Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation. *LWT*, 2008, 41, 501-510.

5. Giudici P., Zambonelli C., Passarelli P., Castellari L. Improvement of wine composition with cryotolerant *Saccharomyces* strains. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1995, 46, 1, 143-147.
6. Jarosz K., Jarociński J.,: *Gorzelnictwo i drożdźownictwo*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1994, 211-233.
7. Kłosowski G., Czupryński B. Kinetics of acetals and ester formation during alcoholic fermentation of various starchy raw materials with application of yeasts *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Food Engineering*, 2006, 72, 242-246.
8. Kłosowski G., Czupryński B., Kotarska K., Wolska M. Charakterystyka zanieczyszczeń chemicznych obniżających jakość spirytusu surowego (1). *Przem. Ferment. i Owoc.-Warz.*, 2003a, 6, 20-21.
9. Kłosowski G., Czupryński B., Kotarska K., Wolska M. Charakterystyka zanieczyszczeń chemicznych obniżających jakość spirytusu surowego (2). *Przem. Ferment. i Owoc.-Warz.*, 2003b, 9, 37-38.
10. Kusewicz D., Rokiniak E., Nowak A. Drożdże winiarskie. Aktywność wzrostowa i fermentacyjna kriotolerancyjnych drożdży winiarskich. *Przem. Ferment. Owoc. Warz.*, 2004, 1, 20- 22.
11. Lonvaud-Funel A. Lactic acid bacteria in the quality improvement and depreciation of wine. *Antonie van Leeuwenhoek*, 1999, 76, 317–331.
12. Lubbers S., Verret C., Volley A. The effect of glycerol on the perceived aroma of a model wine and a white wine. *Lebensm. Wissen. Technol.*, 2001, 34, 262-265.
13. Miecznikowski A., Zielińska K. Wpływ gęstości zacierów gorzelnicznych na jakość spirytusu surowego (2). *Przem. Ferment. i Owoc.-Warz.*, 1997, 6, 25-27.
14. Molina A. M., Swiegers J.H., Varela Ch., Pretorius I. S., Agosin E. Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007, 77, 675–687.
15. Nowak J., Szambelan K., Miettinen H., Nowak W., Czarnecki Z., 2008: Effect of the Horn grain storage method on saccharification and ethanol fermentation yield. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 7 (1), 19-27
16. Pignatelli P., Ghiselli A., Buchetti B., Carnevale R., Natella F., Germano G., Fimognari F., Di Santo S., Lenti L., Violi F. Polyphenols synergistically inhibit oxidative stress in subjects given red and white wine. *Atherosclerosis*, 2006, 188, 77-83.
17. PN-A-79523: 2002. Destylat rolniczy.
18. PN-A-79522:2001. Spirytus rektyfikowany.

19. Pogorzelski E., Józwiak A., Warczak A. Korekta kwasowości win i napojów winopodobnych kwasem mlekowym. *Przem. Ferment. Owoc. Warz.*, 1999, 5, 18-20.
20. Regodon Mateos J.A., Perez-Nevado F., Ramirez Fernandez M. Influence of *Sacharomyces cerevisiae* yeast strain on the major volatile compounds of wine, *Enzym. Microbial Technol.*, 2006, 40, 151-157.
21. Remize F., Roustan J. L., Sablayrolles J. M., Barre P., Dequin S. Glycerol overproduction by engineered *Saccharomyces cerevisiae* wine yeast strains leads to substantial changes in by-product formation and to a stimulation of fermentation rate in stationary phase. *Appl. Environ. Microbiol.*, 1999, 65, 1, 143-149.
22. Roßmann A., Schmidt H.-L., Hermann A., Ristow R. Multielement stable isotope ratio analysis of glycerol to determine its origin in wine. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 1998, 207, 237-243.
23. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 grudnia 2004 r. w sprawie szczególnych rodzajów fermentowanych napojów winiarskich oraz szczegółowych wymagań organoleptycznych, fizycznych i chemicznych dla tych napojów (Dz.U. 2004 nr 272 poz. 2696).
24. Rozporządzenie Min. Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 maja 2005 r. w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermentowanych napojów winiarskich oraz metod analiz tych napojów do celów urzędowej kontroli pod względem jakości handlowej (Dz. U. 88, Poz. 747 i 748).
25. Rozporządzenie Rady WE nr 478/2008 z dnia 29 kwietnia 2008r. w sprawie wspólnej organizacji rynku wina.
26. Satora P., Sroka P., Duda-Chodak A., Tarko T., Tuszyński T. The profile of volatile compounds and polyphenols in wines produced from dessert varieties of apples. *Food Chemistry*, 2008, 111, 513-519.
27. Strona internetowa, <http://www.wine-pages.com/guests/tom/taste.htm>, data pobrania 18.12.2009.
28. Sobczak E., Konieczna E. Wpływ rasy drożdży na skład chemiczny i cechy organoleptyczne wiana owocowego. *Przem. Ferment. Owoc. Warz.*, 1981, 4, 8-10.
29. Torrea D., Fraile P., Garde T., Ancín C. Production of volatile compounds in the fermentation of chardonnay musts inoculated with two strains of *Saccharomyces cerevisiae* with different nitrogen demands, *Food Control*, 2003, 14, 565-571.
30. Ustawa z dnia 22 stycznia 2004 r. o wyrobie i rozlewie wyrobów winiarskich, obrocie tymi wyrobami i organizacji rynku wina (Dz. U. Nr 34, Poz. 292).

31. Ustawa z dnia 18 października 2006r. o wyrobie napojów spirytusowych oraz o rejestracji i ochronie geograficznej napojów spirytusowych (Dz. U. Nr 208, Poz. 1539).
32. Wzorek W., Pogorzelski E. Technologia winiarstwa owocowego i gronowego. SIGMA-NOT, Warszawa 1998.
33. Zielińska K., Miecznikowski A. Wpływ wybranych etapów procesu technologicznego na zawartość ubocznych produktowi fermentacji w spirytusie surowym. Cz. I. Wpływ szczepów drożdzy na zawartość ubocznych produktów fermentacji w spirytusie surowym – badania modelowe. Przem. Ferment. i Owoc.-Warz. 1994a, 38, 7, 7-10.
34. Zielińska K., Miecznikowski A. Wpływ wybranych etapów procesu technologicznego na zawartość ubocznych produktowi fermentacji w spirytusie surowym. Cz. II. Wpływ warunków fermentacji prowadzonej przy użyciu różnych szczepów drożdzy na zawartość ubocznych produktów fermentacji w spirytusie surowym – badania modelowe. Przem. Ferment. i Owoc.-Warz. 1994b, 38, 8, 9-11.
35. Yalçın S. K., Özbaş Z. Y. Determination of growth and glycerol production kinetics of a wine yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* Kalecik 1 in different substrate media. World J. Microbiol. Biotechnol., 2005, 21, 1303–1310.

## ROZDZIAŁ 9

### WPLYW PROCESÓW TECHNOLOGICZNYCH NA ZAWARTOŚĆ BIOTOKSYN MORSKICH W MIĘSIE MAŁŻY I SKORUPIAKÓW

*Mirosław Michalski*

Owoce morza (*frutti di mare*) są żywnością coraz bardziej dostępną na naszym rynku i cieszącą się coraz większą popularnością wśród konsumentów. Coraz więcej restauracji serwuje je w swoim menu. Oprócz popularnych już krewetek koktajlowych, mamy możliwość spróbowania świeżych ostryg, krewetek smażonych w panierce na głębokim tłuszczu czy też krabów oraz homarów. Import nieprzetworzonych, surowych owoców morza w 2008 roku wyniósł 6326 ton. Przetworzonych owoców morza zaimportowano zaś 2161,3 ton. Po przetworzeniu i reimportacji w kraju pozostało 343 ton małży i 3965 ton krewetek.

Wśród skorupiaków najczęściej spożywane są krewetki zimnowodne, (grenlandzkie, *Pandanus borelis*) i pochodne, tzw. koktajlowe, oraz duże krewetki, takie jak np. tzw. Black tiger (*Penaeus monodon*). Importujemy je głównie z Indii (39,9% importu), Bangladeszu (13,6%), Wietnamu (7,2%), Tajlandii (6,7%) oraz Niemiec (7,8%) i Holandii (6,8%). Również homary i kraby są przedmiotem importu, lecz ich ilości są nieznaczne. W 2008 roku, w kraju zostało 125 ton świeżych oraz 79 ton przetworzonych skorupiaków. Głównie sprowadzamy kraba kwiatowego (*Portunus trituberculatus*), kieszenieca (*Cancer pagurus*) oraz homary. Import świeżych małży w 2008 roku wyniósł 255,8 ton. Spożywamy takie małże blaszkoskrzelne jak ostrygi (*Ostrea edulis*), omułki (*Mytilus edulis*), vongole (*Tapes semidecussatus*), przegrzebki (*Pecten maximus*), sercówki (*Cerastoderma edule*), klamy (*Mercenaria mercenaria*) czy też palourde (*Ruditapes philippinarium*). Głównymi dostawcami są Francja, Hiszpania, Dania, Holandia, Norwegia, Irlandia i Włochy [1, 7].



Fotografia 1. Przeźrzbek. Zdjęcie autora



Fotografia 2. Ostrygi. Zdjęcie autora





Fotografia 3. Omulki. Zdjęcie autora



Fotografia 4. Klama. Zdjęcie autora

Małże i skorupiaki są spożywane bezpośrednio oraz są surowcem dla wielu wyrobów spożywczych. Tak jak każdy produkt spożywczy, owoce morza nie są w pełni bezpieczne z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego. Mięso małży i skorupiaków może zawierać nie tylko bakterie (takie jak *Salmonella*, *E. coli*, beztlenowce lub gronkowce koagulazododatnie), ale także szereg związków chemicznych, takich jak metale, pestycydy, pozostałości leków i biotoksyny

morskie. Termin „morskie biotoksyny” oznacza substancje toksyczne odkładające się w żywych małżach, zwłaszcza wskutek spożycia przez nie planktonu zawierającego toksyny. Biotoksyny są również wykrywane w skorupiakach, które są wszystkożerne. Substancje toksyczne przedostają się do organizmu poprzez plankton, jako ich pożywienie i kumulowane są w mięśniach oraz wątrobotrzustce. Stężenie biotoksyn w wątrobotrzustce jest z reguły nawet kilkakrotnie wyższe niż w samym mięsie małż. Szczególnie dotyczy to biotoksyn litofilnych, rozpuszczalnych w tłuszczach. Biotoksyny morskie wytwarzane są przez glony planktonowe, gdy wystąpią korzystne warunki do ich rozwoju warunkujące wytworzenie toksyn, tj. dostępność substancji organicznej, dostępność mikroelementów,  $O_2/CO_2$ , obecność światła, odpowiednia temperatura wody czy też zmiana zasolenia spowodowana prądami morskimi [5, 9, 11].

Główne biotoksyny morskie (*shellfish marine biotoxins*) spotykane w mięczakach to: PSP – paralityczne, NSP – neurotoksyczne, DSP - diuretyczne, ASP – anamnestyczne i AZA (kwas azaspirowy), wywołujące biegunki i zaburzenia ze strony przewodu pokarmowego.

Toksyny z grupy paralitycznych, tj saksytoksyna i jej pochodne (SXS's), są najbardziej niebezpieczne dla człowieka i stanowią duży problem w krajach, gdzie spożywanie małży jest powszechne. Minimalna dawka saksytoksyny, powodująca zatrucie człowieka, to 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  masy ciała. Dopuszczalna zawartość PSP wynosi 800  $\mu\text{g}/1000$  g mięsa mięczaków. W Europie notowane są zatrucia saksytoksyną od wczesnych lat 80. Pod koniec 1987 r., w Wielkiej Brytanii, kilkadziesiąt osób zatrulo się PSP, a 3 osoby zmarły. Również kraby, ślimaki morskie i krewetki mogą zawierać PSP. Objawy zatrucia saksytoksyną to drętwienia języka, brak czucia, porażenie mięśni oddechowych i układu motorycznego czy też porażenie układu sercowo-naczyniowego i bełkotliwa mowa. Śmiertelność przy tym zatruciu wynosi około 10% [12, 13].

Toksyny wywołujące biegunkę – DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) i kwas azaspirowy (AZA) należą do toksyn lipofilnych, gromadzących się w tkance tłuszczowej mięczaków. Toksyny te są termostabilne. W przypadku toksyn diuretycznych (DSP) ich źródłem są: Dinoflagellata – bruzdnice, gromada tobołki, grupa Protista, *Dinophysis spp* i *Proreocentrum lima* (główne źródło kwasu okadaikowego (OA) i dinofysistoksyny (DTX), *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis* i *Dinophysis dens*. Minimalna dawka toksyny powodująca biegunkę to 40  $\mu\text{g}$ . Według danych EFSA, przy analizie ryzyka nie powinno się brać pod uwagę częstotliwości spożycia małż, lecz jednorazowo spożywaną porcję. Uważa się, że spożycie 400 g małży, zawierających 160  $\mu\text{g}$  równoważnika

OA, odpowiada ekspozycji 64  $\mu\text{g}$  toksyny, a więc, dla konsumenta o masie ciała wynoszącej 60 kg - 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  masy ciała, co powoduje zatrucie organizmu. Objawami zatrucia są uporczywe biegunki, wymioty, nudności i skurcze żołądka. Stopień nasilenia zatrucia zależy od ilości i rodzaju toksyny, jaka została spożyta. Z reguły objawy pojawiają się od 30 minut do 2-3 godzin od intoksykacji. Biegunka z reguły ustępuje po 3-4 dniach, bez skutków ubocznych dla organizmu konsumenta. Przy chronicznych zatruciach jest możliwa indukcja raka żołądka czy też przewodu pokarmowego. W badaniach na szczurach stwierdzono, że kwas okadaikowy (OA) jest promotorem nowotworów. W stosunku do DTX nie zanotowano ich genotoksyczności. Do grupy toksyn DSP zalicza się kwas okadaikowy (OA) i jego pochodne - dinofysistoksyny, pektenotoksyny oraz yessotoksyny [4, 5, 11, 13]. Biotoksyna morska AZA jest oddzielną, nowo sklasyfikowaną toksyną. Substancją toksyczną jest kwas azaspirowy (AZA) i jego pochodne. Objawy przy zatruciu AZA są podobne do zatrucia DSP. W listopadzie 1995 r., w Holandii, 8 osób zachorowało po spożyciu hodowlanych omułek (*Mytilus edulis*) pochodzących z Irlandii, z Killary Harbour. Kolejne zatrucie AZA wystąpiło w następnym roku. w Irlandii, również po spożyciu omułek. Dotychczas AZA znajdowano jedynie w omułkach i ostrygach [10].

Kolejnymi biotoksynami są toksyny powodujące amnezję (Amnestic Shellfish Poisoning, ASP). Głównym związkem toksycznym jest kwas domoikowy i jego izomery. Wyizolowano go w 1958 roku w Japonii z czerwonych mikroalg *Chondra armata*. Jednakże okrzemek *Pseudo-nitzschia* jest głównym jednokomórkowcem wytwarzającym tą toksynę. Toksyny amnestyczne najczęściej są wykrywane w omułkach (*Mytilus edulis*), piaszkołazach (*Mya arenaria*), omułkach wielkich (*Volsella modiolus*) oraz w przegrzebkach atlantyckich (*Placopecten magellanicus*). Po raz pierwszy zdiagnozowano zatrucie kwasem domoikowym w Kanadzie w 1987 r., jako następstwo po spożyciu omułek (blue mussels). Omułki zawierały do 790  $\mu\text{g}$  DA/g (cały omułek). W wyniku tego zatrucia 105 osób było hospitalizowanych, a 3 osoby zmarły. Dopuszczalna zawartość DA w mięśniach małży to 20  $\mu\text{g}/100$  g mięsa. Objawy zatrucia występują po 24 godzinach od spożycia, przy łagodnym zatruciu, i od 0,5 do 6 godzinach, przy ostrym zatruciu. Objawy po spożyciu są podobne do choroby Alzheimera. Następuje krótkotrwała utrata pamięci. Przy ostrym zatruciu, gdy organizm nie jest w stanie szybko usunąć toksyny (DA), może wystąpić dodatkowo poważne, trwałe uszkodzenie mózgu. Toksyny amnestyczne stwierdzano również we wnętrzościach krabów (do 90  $\mu\text{g}/\text{g}$ ), małży żyletkowych (razor clams) czy też sardynkach.

Toksyny morskie powodujące zaburzenia nerwowe, (Neurotic Shellfish Poisoning, NSP), to brewetoksyna i jej izomery. Objawy zatrucia to podwójne widzenie, trudności w przełykaniu, dreszcze, mdłości, biegunka, odrętwienie, suchość czy objawy astmopodobne. Zatrucia neurotoksyną, po spożyciu mięczaków, najczęściej występują w Zatoce Meksykańskiej, Nowej Zelandii i na wschodnim wybrzeżu Florydy. W Europie nie stwierdzono zatruc po spożyciu małży skażonych brewetoksyną. Jednak w Niemczech, Francji, Grecji, Holandii, Portugalii i Hiszpanii wykryto obecność planktonu wytwarzającego tę biotoksynę morską. Za obecność NSP odpowiadają brudnice (dinoflagellate), a szczególnie glon *Gymnodinium breve* (*Karenia brevis*) [9]. Brewetoksyna jest toksyczna również dla ryb. Jest toksyną bezsmakową, bezzapachową, ciepłooporną, kwasooporną oraz rozpuszczalną w tłuszczach (lipofilna) [2, 5, 11, 13].

Problem pozostałości biotoksyn, w tym lipofilnych, jest problemem stosunkowo nowym. Morskie biotoksyny lipofilne nie obniżają znacznie swojej toksyczności podczas procesów technologicznych, jakim podlegają. Toksyny morskie, rozpuszczalne w wodzie, łatwiej „dezaktywować” termicznie [6]. Tak więc, szczególną uwagę należy zwracać na jakość zdrowotną surowca do przetwórstwa, czyli małży i skorupiaków. Jedną z metod skutecznego usuwania biotoksyn jest ich wymywanie, poprzez przetrzymywanie skażonych małż/skorupiaków w bieżącej, czystej wodzie, przez określony czas, tzw. oczyszczanie (purification). Szybkość wymywania biotoksyn morskich zależy od czystości używanej wody, jej temperatury, szybkości przepływu, napowietrzenia, stopnia zasolenia i wartości pH. Oczyszczanie odbywa się zwykle w zbiornikach, przez który przepływa czysta woda (słodka lub morską). Woda może recykulować wielokrotnie poprzez zbiornik podczas cyklu oczyszczania. Jednakże sprawa skutecznego wymywania jest dość skomplikowana, gdyż nie z każdego gatunku małży można szybko i skutecznie wymyć biotoksyny. Przykładowo, *Saxidomus giganteus* – (butter clams) może zatrzymywać w organizmie STX przez kilka tygodni, a skuteczność wymywania jest bardzo niska. Procesy wymywania powinny być opracowane indywidualnie dla każdego rodzaju małży czy skorupiaków. Proces „oczyszczania” poszczególnych gatunków małży, w konkretnym zakładzie, musi być zatwierdzony przez odpowiednie władze. Przed procesem wymywania, małże oczyszcza się z błota, glonów, pąkli, itp., a martwe i chore mięczaki są usuwane. Ilość przepływającej wody zależy od ilości i rodzaju mięczaków oraz stopnia ich skażenia [8].

Technologie obróbki cieplnej homarów przeznaczonych do bezpośredniego spożycia bazują na konieczności dogrzenia do osiągnięcia temperatury 65 - 70°C

wewnątrz skorupiaka i jak najszybszego jego wychłodzenia. Homar nie może być „przegrzany”, gdyż jego mięso staje się „gumiaste” i traci pożądane cechy sensoryczne. Czas obróbki termicznej zależy od wielkości homara i temperatury procesu. Warunki te powinny być więc ustalone eksperymentalnie [14]. Zawartość termostabilnych biotoksyn ulega nieznacznej redukcji podczas procesów cieplnych. Stopień redukcji zależy od pH środowiska oraz czasu/temperatury obróbki. Usunięcie wątrobotrzustki z małża, przy produkcji konserw sterylizowanych, obniża skutecznie stężenie PSP i pochodnych kwasu domoikowego (ASP). Dotyczy to większości „komercyjnych” małży i nie powoduje jednocześnie zmian sensorycznych. Obróbka wstępna przy pozyskaniu mięsa małży czy też skorupiaków do produkcji krakersów, chipsów, mrożonych czy świeżych sajgonek, polega na gotowaniu małży/skorupiaków przez 10 minut w temperaturze 100°C, do osiągnięcia temperatury 80°C wewnątrz małża lub skorupiaka. Tak obrobione mięso lub małże/skorupiaki należy schłodzić do temperatury 7°C w ciągu 2 godzin. W przypadku, gdy nastąpi dalsza obróbka mięsa małży, zaleca się przeprowadzać wstępną obróbkę przez około 5 minut, w temperaturze 100°C. Usunięte skorupy/muszle mogą być wykorzystane do produkcji nawozów mineralnych [15, 16].

Ze względu na fakt, że procesy termiczne związane z obróbką małży/skorupiaków zachodzą przy stosunkowo niskiej dawce ciepła, redukcja biotoksyn jest znikoma. Z reguły nie wolno wprowadzać do obrotu mięsa małży lub skorupiaków, w których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych limitów poszczególnych toksyn, jednakże Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Decyzja Komisji z dnia 15 marca 2002 r. (2002/226) w odniesieniu do zbierania i przetwarzania określonych małży dwuskorupowych, o poziomie toksyny ASP przekraczającym limity określone w dyrektywie, pozwala na ich przerób według procedur zatwierdzonych dla zakładu przetwórczego. Dotyczy to małży należących do gatunków *Pecten maximus* i *Pecten jacobaeus* i oparte jest o wyniki badań naukowych, które wykazały, że przy stężeniu kwasu domoikowego (DA) w całym organizmie małża pomiędzy 20 a 250 mg/kg, przy określonych restrykcyjnych warunkach zbierania, stężenie DA w mięśni przywodzicielu lub gruczołach płciowych przeznaczonych do spożycia przez ludzi, kształtuje się poniżej limitu 20 mg/kg. Poszczególne państwa Członkowskie Unii Europejskiej mogą zezwolić na zbieranie małży należących do gatunków *Pecten maximus* i *Pecten jacobaeus*, w których stężenie kwasu domoikowego w całym organizmie przekracza 20 mg/kg, ale jest mniejsze niż 250 mg/kg. Każda partia produktu końcowego zostaje poddana badaniom

przez akredytowane laboratorium. Jeśli próbka zawiera więcej niż 20 mg/kg DA, to cała partia mięsa zostaje zniszczona pod kontrolą właściwych władz. Również uzyskane gruczoły trzustkowo-wątrobowe, tkanki miękkie oraz inne części toksyczne, w których przekraczony jest określony limit, tj. 20 mg/kg DA, zostają zniszczone pod kontrolą właściwych władz, zgodnie z zatwierdzonymi procedurami. Ograniczony system zbiorów małży, ze stężeniem DA w całym organizmie większym niż 20 mg/kg, może być uruchomiony, jeśli dwie kolejne analizy próbek pobranych pomiędzy pierwszym i nie później niż siódmym dniem wykażą, że stężenie DA w całym małżu jest mniejsze niż 250 mg/kg, a stężenie w częściach przeznaczonych do spożycia przez ludzi, które były badane oddzielnie, jest mniejsze niż 4,6 mg/kg. Badanie całego organizmu powinny być przeprowadzane na homogenacie z 10 mięczaków, a badanie jadalnych części - na homogenacie 10 oddzielnych części.

Dozwolone metody obróbki cieplnej to sterylizacja w hermetycznie zamkniętych opakowaniach, w temperaturze 120 do 160°C, pod ciśnieniem 0,2 do 0,5 MPa oraz obróbka polegająca na zanurzeniu we wrzącej wodzie na określony czas. Jest to czas niezbędny do podniesienia temperatury wnętrza tkanki mięsnej małży do, nie mniej niż, 90°C, oraz utrzymania tej minimalnej temperatury przez okres nie krótszy niż 90 s. Następnie, należy usunąć skorupy i zamrozić tkankę mięsną do uzyskania temperatury -20°C, mierzonej w strefie najmniejszego dogrzania (środek termiczny). W stosunku do sercówki (*Acanthocardia tuberculatum*) badania naukowe wskazują, że odpowiednia obróbka cieplna małży z tego gatunku gwarantuje obniżenie wskaźnika substancji toksycznej PSP do niewykrywalnego poziomu, w przypadku, gdy wyjściowy poziom skażenia nie przekracza 300 µg/100 g. Tak więc, poszczególne państwa mogą (jak np. Hiszpania) wydać zgodę na zbiór małży *Acanthocardia tuberculatum* na obszarach produkcyjnych, gdzie poziom PSP w jadalnych częściach wyżej wymienionych mięczaków jest wyższy niż 80 µg/100 g, lecz nie przekracza 300 µg/100 g. W stosunku do takich mięczaków obowiązuje ich transport w pojemnikach lub pojazdach zapieczętowanych (zabezpieczone przed dostaniem się do obrotu) przez właściwy organ, bezpośrednio do zatwierdzonego przedsiębiorstwa, posiadającego specjalne zezwolenie na prowadzenie ich przerobu. Dokumentacja towarzysząca transportowi to, wydane przez właściwy organ, zezwolenie na transport, poświadczające charakter i ilość produktu, obszar pochodzenia oraz zakład/miejsce przeznaczenia. Dokumenty muszą potwierdzić zastosowanie obróbki termicznej określonej w załączniku do Decyzji Komisji 96/77/WE z dnia 18 stycznia 1996 r. Zalecana obróbka termiczna, zastosowana do

małży *Acanthocardia tuberculatum*, obniża zawartość toksyn PSP do poziomu poniżej 80 µg na 100 g mięsa. Po umyciu małży w słodkiej wodzie przez minimum 2 minuty, w temperaturze 18-22°C, następuje wstępne gotowanie w słodkiej wodzie, przez co najmniej 3 minuty, w temperaturze 90-100°C. Po ostudzeniu i oddzieleniu mięsa od skorupy, wykonuje się kolejne mycie w bieżącej, słodkiej wodzie, o temperaturze 18 - 22°C, przez 30 sekund. Z kolei następuje powtórne gotowanie mięsa małży w słodkiej wodzie przez 9 minut, w temperaturze 95-101°C. Po ochłodzeniu w bieżącej słodkiej wodzie przez około 90 sekund, następuje mechaniczne oddzielenie części jadalnych (stopa) od niejadalnych (skrzela, wnętrzości i płaszcz), wykorzystując ciśnienie wody. Kolejnym etapem jest sezonowanie w hermetycznie zamkniętych pojemnikach, w płynnym, niezakwaszonym środowisku, a następnie sterylizacja w autoklawie, w temperaturze minimum 116°C. Czas sterylizacji dostosowany jest do wymiarów używanych pojemników, lecz nie krótszy niż 51 minut. Gotowy produkt (uzyskany z *Acanthocardia tuberculatum*) nie może, po zastosowaniu takiej obróbki cieplnej, zawierać PSP na poziomie wykrywalnym metodą biologiczną (MBA). Badaniu podlega każda partia [3]. Tak więc możliwości eliminacji technologicznej biotoksyn z mięsa małży i skorupiaków są ograniczone, co wyjaśnia, dlaczego przestrzegane są bardzo szczegółowe procedury nadzoru nad hodowlą małży/skorupiaków oraz sposoby dopuszczania ich do bezpośredniego spożycia przez ludzi lub przekazywania do przetwórstwa.

#### Literatura:

1. Analiza rynkowa: skorupiaki i mięczaki. Rynek Rybny, 2004, 7 (83).
2. Benson J.M., Tischler D.L., Baden D.G. Uptake, distribution, and excretion of breve- toxin administered to rats by intratracheal instillation. J.Toxicol. Environ. Health Part A, 1999, 56, 345-355.
3. Decyzja Komisji WE (96/77/WE) z dnia 18 stycznia 1996 r. określająca warunki zbioru i przerobu niektórych małży pochodzących z obszarów, w których poziom powodującej porażenie trucizny pochodzącej ze skorupiaków przekracza poziom określony w dyrektywie Rady 91/492/EWG
4. Draisci R., Lucentini, L., Giannetti, L., Boria P., Poletti R. First report of pectenotoxin-2 (PTX-2) in algae (*Dinophysis fortii*) related to seafood poisoning in Europe. Toxicon., 1996, 34 (8), 923-935.
5. EFSA: Scientific opinion Marine biotoxins in shellfish – Regulated marine biotoxins scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2009-00685) Adopted on 13 August 2009.

6. EFSA: Scientific opinion. Influence of processing on the levels of lipophilic marine biotoxins in bivalvemolluscs. Statement of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question No EFSA-Q-2009-00203) Adopted on 25 March 2009.
7. Główny Urząd Statystyczny, Rocznik statystyczny 2009.
8. Guidance on Procedures to Minimise Risks to Food Safety in Bivalve Mollusc Purification 1st Edition, March 1999, Seafish Technology, Seafish House, St. Andrews Dock, Hull.
9. Hallegraeff G.M.: 1.Harmful algal blooms: a global overview. In Hallegraeff G.M. et al. Eds. Manual on Harmful Marine Microalgae. 1995, pp. 1-22. IOC Manuals and Guides No. 33.UNESCO.
10. James K.J., Furey A., Satake M., Yasumoto T. Azaspiracid Poisoning (AZP): A new shellfish toxic syndrome in Europe. Abstract for the 9th Int. Conf. on Algal Blooms, 2000. Tasmania, Australia
11. Michalski M. Biotoksyny morskie – występowanie i metody analizy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2006, 3 (48), 16 – 22.
12. Michalski M. Paralityczne toksyny morskie jako zagrożenie dla zdrowia konsumenta. *PSP Medycyna Wet.* 2007, 63 (12), 1530-1533.
13. Osek J. Wiczorek K. Tatarczak M. Morskie biotoksyny. potencjalne zagrożenie zdrowia człowieka. *Medycyna Wet.* 2006, 62 (4), 370-373.
14. QMP. Cooked Crustacean Processing Canadian Food Inspection Agency, Canadian Cooked Crab Sections Company: Frozen Cooked Crab Sections.
15. Standards for Cracers from Marine and Freshwater Fish, Crustacean and molluscan shellfish. Codex Alimentarius, CODEX-STAN 222-2001.
16. Standards for Live and Raw Bivalve Molluscs. Codex Alimentarius. CODEX STAN 292-2008,1- 7.



## **ROZDZIAŁ 10**

### **ZMIANY JAKOŚCIOWE MIODU W PROCESIE JEGO POZYSKIWANIA I PRZETWÓRSTWA**

*Sławomir Bakier*

„Miód to naturalny słodki produkt wytwarzany przez pszczoły *Apis mellifera* przez łączenie z własnymi specyficznymi substancjami nektaru roślin lub wydzielin żywych części roślin, lub wydalin owadów ssących soki żywych części roślin, składowanym, odparowywanym i pozostawionym do dojrzewania w plastrach” [10, 25]. Miód jest produktem spożywczym charakteryzującym się we współczesnym świecie wieloma osobliwymi cechami. Zaliczany jest do artykułów naturalnych i żywności minimalnie przetworzonej, która jest prawnie chroniona [1, 18]. Jest jednym z najstarszych produktów spożywczych, który, w niezmienionej postaci, jest wykorzystywany przez człowieka od tysięcy lat. Jest wytwarzany przez pszczoły jako gotowy produkt, a rola człowieka sprowadza się praktycznie do jego odebrania pszczolom. Charakteryzuje się zmiennym składem chemicznym, zależnym od miejsca, czasu i obecności roślin na danym terenie. W trakcie przechowywania zmienia stan skupienia z płynnej patoki na stały krupiec. Jest produktem spożywczym aktywnym biologicznie. Człowiek w procesie przetwarzania miodu w zasadzie nie może poprawić jego jakości.

Przetwórstwo miodu na ogół jest ukierunkowane na utrzymanie jego w dłuższym okresie czasu w stanie płynnym [26]. Zapewnienie stabilnej płynności wymaga zastosowania złożonego procesu technologicznego, jak i ingerencji w skład chemiczny produktu [11]. Do podstawowych operacji technologicznych, którym miód jest poddawany w takich warunkach, zalicza się [2, 5, 9, 11, 15,]: upłynnianiu nazywane również dekrystalizacją, filtrowanie, ogrzewanie w ściśle określonych reżimach temperaturowo-czasowych, rozlew do opakowań jednostkowych, chłodzenie i przechowywanie w kontrolowanych warunkach. Korekta składu chemicznego dokonywana jest poprzez mieszanie (z ang.

*blending*) miodów o różnym składzie chemicznym [11]. Alternatywą do powyższego jest proces wytwarzania miodu w postaci drobnokrystalicznej lub kremowej [5, 11]. W tym przypadku prowadzi się tzw. krystalizację kierowaną, w wyniku której otrzymuje się strukturę drobnokrystaliczną. Krystalizacja kierowana polega na przyspieszeniu procesu poprzez wprowadzenie do surowca szczepu krystalicznego i wykorzystaniu dodatkowej obróbki mechanicznej, polegającej na okresowym mieszaniu krystalizującego produktu. W efekcie uzyskuje się zawiesinę krystaliczną charakteryzującą się pastowatą konsystencją i oryginalnymi cechami reologicznymi [5, 7]. Produkt w takiej postaci nazywany jest miodem kremowym, który zdobywa coraz więcej zwolenników, ze względu na swoje cechy sensoryczne. Dodatkową jego zaletą jest możliwość uzyskiwania produktu bez konieczności stosowania silnego ogrzewania [5].

Procesy technologiczne przetwórstwa miodu determinowane są właściwościami fizyko-chemicznymi tego produktu. Zdecydowanie najistotniejszy wpływ na jakość i trwałość oraz cechy sensoryczne ma proces krystalizacji. Krystalizacja występuje praktycznie we wszystkich gatunkach miodu i jest bezpośrednio związana z jego składem chemicznym. Konieczność ogrzewania i upłynniania wymusza znajomość lepkości i gęstości oraz właściwości termofizycznych, takich jak: ciepło właściwe, przewodność cieplna właściwa, ciepło topnienia czy dyfuzyjność cieplna.

Szczegółowe wymagania jakościowe dotyczące miodu regulowane są dyrektywami Unii Europejskiej, które są spójne z obowiązującymi przepisami krajowymi [10, 25]. Aczkolwiek, wykorzystuje się jeszcze dosyć często przepisy zawarte w Polskiej Normie - szczególnie przy oznaczaniu parametrów jakościowych miodu [23]. Na jakość miodu wpływa szereg różnych czynników, które generalnie można podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią uwarunkowania związane z pozyskiwaniem tego produktu, a drugą czynniki warunkujące jego przechowywanie i przetwarzanie. Należy zaznaczyć, że miód może być również fałszowany. Fałszowanie może dotyczyć procesów otrzymywania w pasiece, poprzez uzyskiwanie produktu na bazie karmienia pszczoł roztworem sacharozy lub wodnymi roztworami innych węglowodanów. Fałszowanie może być również dokonywane w zakładzie przetwórczym, poprzez dodawanie do miodu syropów izoglukozowych, maltozowych, itd.

Poniżej scharakteryzowano wpływ procesów otrzymywania w pasiekach oraz procesów przetwórczych, którym miód jest poddawany w trakcie przygotowania do obrotu handlowego, na jego jakość. Zamieszczona analiza obejmuje główne parametry jakościowe, których wartości najczęściej zależą od metod pozyskiwania

i przetwarzania: zawartość wody, liczba diastazowa – LD i zawartość pięcioletnihydroksymetylofurfuralu (HMF). Dodatkowo przedstawiono zmiany aktywności wody, która uwzględnia stan związania wody w produkcie i pozwala oceniać jego trwałość. Niemniej, analiza jakościowa poprzedzona jest prezentacją podstawowych parametrów fizykochemicznych, które warunkują przebieg procesów przetwarzania miodu. Są to: zawartość wody i glukozy, lepkość, gęstość, przewodność cieplna i ciepło właściwe.

### **Właściwości fizykochemiczne miodu**

Spośród związków chemicznych wchodzących w skład miodu pszczelego i mających ogromny wpływ na podstawowe właściwości fizyczne, a tym samym na technologię przetwórstwa, należy wyróżnić zawartość wody i glukozy. Te dwa składniki decydują o podatności miodu na krystalizację, determinują też jego trwałość i podstawowe właściwości fizyczne, takie jak lepkość, gęstość, przewodność cieplną i współczynnik załamania światła. Należy podkreślić wpływ wody na właściwości miodu, która występuje jako rozpuszczalnik w ilości do 20% masy produktu. Pomędzy wodą i pozostałymi węglowodanami występują silne oddziaływania, które sprawiają, że woda w miodzie znacznie różni się od wody w stanie wolnym. Zmienia się struktura wody oraz stan jej związania, który ma charakter adsorpcji wielowarstwowej [3]. Zawartość wody w miodzie bezpośrednio przekłada się na jego trwałość [3, 9, 30]. Tym samym, zawartość wody jest podstawowym wyróżnikiem jakościowym miodu. W uproszczeniu można przyjąć: im mniej jest wody w miodzie, tym jego jakość jest wyższa i produkt jest trwalszy.

Charakterystykę stanu wody w miodzie przeprowadza się na ogół na podstawie aktywności wody, aczkolwiek pomiar tego parametru nie jest powszechny ani prawnie zalecany. W miodach płynnych aktywność wody zmienia się liniowo wraz z zawartością wody i przyjmuje wartości od 0,57 do 0,62 przy zawartości wody odpowiednio 16,5 i 20% [9, 12]. Na wartość aktywności wody w miodzie ma wpływ jej zawartość i udział węglowodanów, które silnie wiążą wodę. Należy podkreślić, że przekroczenie wartości  $a_w=0,6$ , która w technologii żywności jest uznawana za wartość krytyczną, może być powodem fermentacji miodu w czasie przechowywania, w górnych jego warstwach [9, 12, 30]. Problem ten był zauważony stosunkowo dawno, gdyż już w 1977 roku Doner powiązał fermentację miodu z wartością jego aktywności wody, pomimo nieprzekroczonej dopuszczalnej zawartości wody, wynoszącej 20% [3]. W literaturze można znaleźć doniesienia wskazujące na problemy przechowywania miodu gryczanego, który pozyskiwany w „wilgotne lata” zaczyna fermentować już w stanie płynnym

[3]. Niemniej, podstawowym problemem, warunkującym zmiany jakości miodu podczas przechowywania, jest wzrost aktywności wody spowodowany jego krystalizacją. Badania przeprowadzone w różnych regionach świata pokazują, że wzrost aktywności wody spowodowany krystalizacją wynosi przeciętnie  $\Delta a_w \approx 0,04$ , niemniej może sięgać nawet  $\Delta a_w \approx 0,12$  [3, 7, 9, 12, 30]. Jest to wzrost na tyle duży, że powoduje przekroczenie wartości krytycznej przy zawartości wody w miodzie powyżej 18% [3]. Informacja ta jest bardzo ważna, szczególnie przy produkcji miodu kremowego, gdyż pozwala w ten sposób zweryfikować surowiec, który gwarantuje trwałość miodu kremowego. Należy zaznaczyć, że zawartość wody wynosząca 18% jest wartością przybliżoną, gdyż zależy to od pochodzenia miodu i jego składu chemicznego oraz obecności drożdżaków w miodzie. Wielokwiatowe miody wiosenne, które charakteryzują się dużą zawartością glukozy, wykazują zwykle znacznie większy przyrost aktywności wody po krystalizacji niż miody spadziowe [12].

Zawartość glukozy, a dokładniej, stosunek glukozy do wody G/W, jest podstawowym parametrem warunkującym przebieg krystalizacji miodu. Wynika to z faktu, że glukoza tworzy w miodzie roztwór przesycony. Rozpuszczalność glukozy w czystej wodzie, w temperaturze 25°C, wynosi 103,3 g/100 g wody, co daje wartość stężenia nasycenia wynoszącą 50,81% [30]. Dla porównania, rozpuszczalność fruktozy wynosi aż 405,1 g/100 g wody. Glukoza krystalizuje w postaci krystalicznej jako monohydrat glukozy [8]. Jeżeli wartość (G/W) < 1,7, to miód o takim składzie może pozostawać przez dłuższy okres w stanie płynnym bez wystąpienia krystalizacji, a jeżeli krystalizuje, to ma tendencję do rozwarstwiania się. Przy wartości stosunku (G/W) > 2,1 miód zwykle krystalizuje bardzo szybko, w przeciągu kilku tygodni, tworząc przy tym jednorodny i twardy krupiec [29]. Krystalizacja miodu rozpoczyna się od tworzenia zarodków w postaci małych igiełek, które rosnąc, przybierają postać płaskich podłużnych płytek. Mikroskopijna wielkość tworzących się kryształów sprawia, że proces krystalizacji uwidacznia się makroskopowo zmętnieniem patoki, a tworzącą się fazę krystaliczną można obserwować tylko pod mikroskopem [7]. Miód skryształizowany jest układem półpłynnym, mieszaniną dwufazową, w której fazę stałą stanowi monohydrat glukozy, a fazę płynną pozostałe składniki miodu – głównie wodny roztwór fruktozy. Udział masowy fazy krystalicznej wynosi do 30% masy produktu [7]. Zmieniając morfologię struktury krystalicznej można znacząco wpływać na konsystencję miodu skryształizowanego [7]. Wartość lepkości pozornej miodu skryształizowanego w postaci zawiesiny krystalicznej (po złamaniu struktury) wynosi, w temperaturze 30°C, od kilku do kilkuset

paskalosekund i, w przybliżeniu liniowo, obniża się wraz ze wzrostem szybkości ścinania [7]. Czynnikiem fizycznym wpływającym na strukturę krystaliczną miodu w trakcie krystalizacji są również: temperatura i jej zmiany, światło, obecność domieszek, np. pyłek kwiatowy, zanieczyszczenia krystaliczne, kurz, itp. Za optymalną temperaturę krystalizacji przyjmuje się zwykle wartość  $t \in (10-14)^\circ\text{C}$  [7, 29].

Spośród właściwości fizycznych, wywierających znaczący wpływ na technologię przetwórstwa miodu, należy wyróżnić jego właściwości reologiczne. Determinują one transport hydrauliczny, dozowanie, mieszanie i, w znacznej mierze, proces krystalizacji oraz upłynniania miodu. W stanie płynnym miód jest cieczą niutonowską, której lepkość dynamiczna, w funkcji temperatury, opisana jest najczęściej równaniem Arrheniusa:

$$\eta = \eta_0 \cdot \exp\left(\frac{E_a}{R \cdot T}\right). \quad (1)$$

Przykładowe wartości parametrów modelu Arrheniusa dla trzech wybranych gatunków miodu przedstawiono w tabeli 1 [7].

Tabela 1. Wyznaczone wartości parametrów modelu Arrheniusa badanych miódów [7]

Nr próbki	Rodzaj miodu	Zawartość wody $W$	Parametr modelu Arrheniusa, $\eta_0$	Energia aktywacji $E_a$
		[%]	Pa·s	kJ·mol <sup>-1</sup>
1	Rzepakowy	8,7	$3,35 \cdot 10^{-13}$	74,83
2	Wielokwiatowy	18,5	$2,61 \cdot 10^{-13}$	75,78
3	Gryczany	21,4	$1,45 \cdot 10^{-11}$	63,74

Równanie Arrheniusa, wyrażone zależnością (1), nie uwzględnia wpływu zawartości wody na wartość lepkości miodu. Badania własne, przeprowadzone na populacji 255 prób miódów krajowych w zakresie temperatur  $T \in (260; 330)K$  i zawartości wody wyrażonej poprzez ułamek masowy  $W \in (0,15; 0,20)$ , pozwoliły wyznaczyć zależność uwzględniającą wpływ zawartości wody (ułamek masowy) i temperatury  $T$  (K) na lepkość dynamiczną miodu jako [4]:

$$\ln \eta = 50,895 - 38,363 \cdot W - 0,140 \cdot T \quad (2)$$

Omawiając lepkość, należy podkreślić, że miód nie zamarza poniżej 0°C i nadal jest cieczą newtonowską aż do osiągnięcia temperatury przejścia szklistego, to jest około -40°C [7]. Patoka w temperaturze  $T=260$  K osiąga wartości lepkości rzędu  $(2-3) \cdot 10^3$  Pa·s. Tak wysokie wartości lepkości w niskiej temperaturze utrudniają procesy przetwórcze oraz wpływają na przebieg krystalizacji, która z tego powodu zostaje znacznie spowolniona i ograniczona.

Bardzo ważny wpływ na procesy przetwórcze wywierają właściwości termofizyczne miodu: ciepło właściwe  $c_w$ , współczynnik przewodności cieplnej właściwej  $\lambda$  i współczynnik dyfuzyjności termicznej  $a$ . Wartość ciepła właściwego zależy zarówno od temperatury oraz zawartości wody, jak i skupienia. Miód płynny charakteryzuje się wartością ciepła właściwego wynoszącą do  $2694 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , natomiast miód skryształizowany - do  $2953 \cdot \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  [22]. Różnice między tymi wartościami można przyjąć jako ciepło przemiany fazowej, związane z upłynnieniem miodu.

Wartość współczynnika przewodności cieplnej właściwej wynosi około  $\lambda=0,374 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , dokładniej można go wyliczyć ze wzoru [22]:

$$\lambda=8,0 \cdot 10^{-4}T + 0,29W + 0,071. \quad (3)$$

Wartość dyfuzyjności termicznej miodu płynnego zmniejsza się ze wzrostem temperatury i może być opisana zależnością [22]:

$$a=(36,17-8,93\cdot 10^{-2}T)\cdot 10^{-8} \quad (4)$$

Omawiając właściwości fizyczne, należy zwrócić uwagę na zdolność miodu do wchłaniania zapachów oraz jego higroskopijność. Wchłanianie wody z powietrza występuje w górnych warstwach produktu pod warunkiem, że mają one kontakt z powietrzem wilgotnym. W tabeli 2 zamieszczono dane wskazujące warunki równowagi pomiędzy względną wilgotnością powietrza a zawartością wody w miodzie koniczynowym [11].

Tabela 2. Warunki równowagi pomiędzy powietrzem wilgotnym i zawartością wody w miodzie koniczynowym [11]

Lp	Wilgotność względna powietrza [%]	Zawartość wody w miodzie [%]
1	50	15,9
2	55	16,8
3	60	18,3
4	65	20,9
5	70	24,2
6	75	28,3
7	80	33,1

### Wpływ warunków pozyskiwania na jakość miodu

Podstawowym warunkiem, który determinuje pozyskanie produktu o wysokiej jakości, jest odbieranie z ula tzw. dojrzałego miodu. Za miód dojrzały uważa się ten, który został przez pszczoły zasklepiony, czyli pokryty cienką warstwą wosku. Na fotografii 1 zamieszczono obraz ramki nadstawkowej z zasklepionym miodem, która została wyjętej z ula. Pszczoły zasklepiają miód w momencie, w którym jest on odpowiednio zateżony i zawartość w nim wody wynosi poniżej 20%. Należy jednak zaznaczyć, że na moment, w którym miód jest zasklepiany, ma istotny wpływ intensywność pożytku. Przy pożytku intensywnym występuje u pszczół tendencja do poszywania woskiem plastrów z miodem o wyższej zawartości wody.



Fotografia 1. Ramka nadstawkowa z zasklepionym miodem

Czas przetwarzania surowców miodowych: nektaru i spadzi, trwa w ulu zaledwie około tygodnia. Zwykle, już po pięciu dniach od przyniesienia do ula, z nektaru powstaje dojrzały miód. Pszczoły wielokrotnie przenoszą miód do coraz to wyżej położonych komórek w plastrze, dodają przy tym substancje, które są wydzielinami ich gruczołów wewnętrznych. Są to substancje enzymatyczne, które przyczyniają się do zmian zachodzących w składzie chemicznym nektaru, jak i wpływają bezpośrednio na końcowe właściwości produktu. W trakcie procesu następuje odparowanie wody. W zasklepie woskowym znajdują się małe otworki, którymi para wodna może wydobywać się na zewnątrz. Niemniej, odparowanie z miodu zasklepionego ma bardzo ograniczony charakter. Proces ten zachodzi praktycznie tylko w plastrach otwartych i silnie zależy od wilgotności powietrza. Temperatura w ulu, podczas odparowania wody z miodu, nie przekracza 35°C. W upalne i wilgotne lata, przy intensywnych pożytkach, zawartość wody w pozyskiwanym miodzie jest stosunkowo wysoka i zbliża się do 20%.

Innym czynnikiem, który warunkuje pozyskanie miodu o wysokiej jakości, jest oddalenie pasieki od pożytku – kwitnących i nektarujących roślin. Pszczoła przenosi nektar w wolu, dodając w tym czasie do surowca własne wydzieliny, które warunkują aktywność enzymatyczną miodu. Obserwacje prowadzone przez



autora wskazują, że ustawienie pasieki bezpośrednio na pożytku nie sprzyja pozyskaniu miodu o wysokiej jakości.

W okresie pozyskiwania miodu nie można podawać pszczołom żadnych leków. Wykrycie w pozyskanym miodzie substancji leczniczych, stosowanych przy leczeniu warrozy, polisulfamidów lub pozostałości antybiotyków, jest czynnikiem dyskwalifikującym taki produkt, który podlega utylizacji na koszt producenta.

Miód z plastrów wydobywa się poprzez wirowanie w wirówkach zwanych miodarkami. Bardzo ważne jest, aby bezpośrednio po odwirowaniu produkt oczyścić z zanieczyszczeń mechanicznych, albowiem przyspieszają one proces krystalizacji może przebiegać bardzo szybko i już po kilku dniach nie będzie można dokonać. Produkt taki wówczas musi być poddany dekrystalizacji i dopiero wówczas może być oczyszczony. Wirowanie musi być wykonywane w pomieszczeniach suchych, w których nie ma obcych zapachów. Najefektywniejsze jest miodobranie przeprowadzone w stacjonarnych pracowniach, do których dowożone są plastry z miodem.

Podsumowując należy stwierdzić, że na pozyskanie miodu o wysokich walorach jakościowych nie wpływa pozytywnie duża intensywność pożytku i podejmowanie decyzji o rozpoczęciu miodobrania zbyt szybko. Dłuższe pozostawianie miodu w ulu pozwala pszczołom lepiej odparować i przetworzyć surowiec na produkt o wyższej jakości – aktywności enzymatycznej. Przedstawione powyżej informacje – szczególnie o uzyskiwaniu miodu o wysokiej aktywności enzymatycznej, mają charakter obserwacji autora, które zostały poczynione podczas długoletniego prowadzenia własnej pasieki. W literaturze naukowej brak jest doniesień na ten temat.

### **Wpływ procesów technologicznych na jakość miodu**

Miód znajduje się w ulu stosunkowo krótko. W trakcie przechowywania w miodzie zachodzą procesy starzenia, które związane są z czynnikiem czasu. Należy zwrócić uwagę na następujące zjawiska:

- wzrost zawartości HMF (5-pięciohydroksymetylofurfuralu),
- spadek aktywności enzymatycznej i antybakteryjnej;
- ciemnienie spowodowane reakcjami wewnątrz produktu oraz wpływem światła;
- krystalizację, która wywiera znaczący wpływ na właściwości miodu, głównie fizyczne, ale również i chemiczne.

HMF, czyli 5-pięciohydroksymetylofurfural, jest związkiem antyżywnościowym, który powstaje z rozkładu węglowodanów w środowisku kwaśnym. Jego tworzenie się zależy głównie od temperatury, w jakiej znajduje się przechowywany miód. Gatunek miodu również wywiera na ten proces istotny wpływ. Szczególnie szybko wzrasta zawartość HMF w miodzie gryczanym. Podczas przechowywania w temperaturze pokojowej, już po dwóch latach, miód gryczany może osiągnąć wartość dopuszczalną, czyli 4,0 mg na 100 g produktu. Podobnie wpływa czas i temperatura na aktywność enzymatyczną miodu. Z tego też powodu wskazane jest przechowywanie miodu w możliwie niskiej temperaturze. Badania wskazują, że im niższa jest temperatura, tym spadek aktywności enzymatycznej i wzrost zawartości HMF przebiega wolniej. Należy podkreślić, że w przypadku miodu nie należy obawiać się zamrożenia produktu. Miód nie zamarza do temperatury około  $-42^{\circ}\text{C}$  i obniżenie jego temperatury poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  nie wpływa negatywnie na jego jakość. W trakcie przechowywania należy zapewnić możliwie stałą wartość temperatury poniżej  $18^{\circ}\text{C}$ . Ważnym jest również, ażeby przechowywany produkt nie był ekspozycyjny na światło słoneczne. Światło wpływa na negatywne zmiany zachodzące w produkcie oraz przyczynia się do ciemnienia miodu.

Główną operacją technologiczną, której jest poddawany miód w trakcie przetwórstwa, jest ogrzewanie, powiązane zwykle z upłynnianiem czyli dekrystalizacją. Wysoka lepkość miodu, mała wartość współczynnika przewodności cieplnej właściwej, duże ciepło właściwe oraz długi czas dekrystalizacji sprawiają, że obróbka cieplna miodu jest dosyć kłopotliwa i czasochłonna. Problem występuje już na etapie wyładunku miodu z opakowań magazynowych, którymi najczęściej są beczki wykonane z blachy stalowej. Miód, w trakcie przechowywania, krystalizuje i, w celu jego wydobycia, konieczne jest dosyć silne podgrzanie opakowania z produktem.

Ogrzewanie po krystalizacji przywraca stan płynny miodu, co powoduje również szereg zmian fizycznych, chemicznych i biologicznych. Do fizycznych można zaliczyć: rozpuszczanie fazy krystalicznej, rozpad monohydratów glukozy, spadek lepkości, wydzielenie kryształów włóknistych, odparowanie wody. Efekt biologiczny to inaktywacja drożdżaków oraz spadek aktywności enzymatycznej. Głównym efektem przemian chemicznych jest wzrost zawartości HMF. Silne i krótkotrwałe ogrzewanie, nawet do temperatury  $70^{\circ}\text{C}$ , umożliwia również zabezpieczenie miodu przed ponowną szybką krystalizacją, albowiem rozlanie gorącego miodu do opakowań jednostkowych i szczelne ich zamknięcie umożliwia wydłużenie czasu pozostawania w stanie płynnym nawet do kilku

miesiący [2, 26]. Ogrzewanie umożliwia również mieszanie różnych miodów oraz dokładne oczyszczenie produktu [11].

Trudno jest ustalić jedną wartość temperatury topnienia (dekrystalizacji miodu pszczelego), gdyż nawet ogrzewanie do 83°C nie niszczy wszystkich kryształów. Najintensywniej proces topnienia przebiega od 40 do 50°C. Przy temperaturze 50°C rozpuszczają się wszystkie kryształy płytkowe. Wyniki badań własnych autora pokazują, że nie wystarczy krupiec ogrzać do danej temperatury w celu jego upłynnienia. Należy jeszcze, przez pewien czas, przetrzymać go w tej temperaturze. Mieszanie w trakcie ogrzewania przyczynia się do znacznego skrócenia czasu dekrystalizacji. W trakcie ogrzewania miodu powstają kryształy włókniste, które są bardzo trwałe termicznie. Mają strukturę poskręconych włókien lub też stanowią wąskie słupki i wstążki. Kryształy te nie łamią się podczas wyginania. Jest ich niewiele i występują we wszystkich odmianach miodów pszczelich. Ażeby miód uwolnić od kryształów włóknistych należy go poddać procesowi mechanicznego czyszczenia poprzez filtrację lub sedimentację. Najprostszym sposobem oczyszczenia miodu z kryształów włóknistych jest poddanie go cedzeniu przez gęste, stożkowe sita, wykonane z siatki z tworzywa sztucznego. Procesowi filtracji należy poddawać miód na gorąco.

Technicznie proces ogrzewania miodu można realizować w różnych warunkach. Ze względu na sposób doprowadzenia ciepła, można wyszczególnić następujące metody ogrzewania:

- w komorze powietrznej w warunkach konwekcji swobodnej;
- w komorze promiennikowej poprzez promieniowanie;
- w łaźni wodnej;
- za pomocą dekrystalizatorów elektrycznych;
- za pomocą metod alternatywnych, np. w warunkach „bliskiego kontaktu”.

Projektując i kontrolując proces dekrystalizacji miodu zwraca się uwagę na ogół na temperaturę i ewentualnie czas ogrzewania. Miód, w większości przypadków, w trakcie ogrzewania pozostaje w opakowaniu magazynowym. Efektem tego jest stosunkowo długi czas potrzebny na dekrystalizację. W przypadku beczki o objętości 200 l wynosi on, w zależności od temperatury początkowej miodu i temperatury w komorze (na ogół do 65°C), od 48 do 72 godzin. Charakterystycznym elementem dekrystalizacji miodu w takich warunkach jest wykorzystanie zewnętrznych warstw upłynnionego miodu do transportu ciepła do dekrystalizacji krupca znajdującego się w głębi opakowania. W efekcie, upłynniony miód, na wstępie procesu, pozostaje stosunkowo długo w wysokiej temperaturze. Nie sprzyja to zachowaniu wysokiej jakości produktu.

Dlatego też znacznie lepsze są sposoby dekrystalizacji, w których upłynniony miód wypływa ze strefy wysokiej temperatury bezpośrednio po upłynnieniu. Można to uzyskać poprzez przewrócenie beczki do góry dnem [29]. W takich warunkach produkt wypływa grawitacyjnie z komory usytuowanej na wyższym poziomie do aparatu z mieszadłem, gdzie jest dogrzewany i kierowany do rozlewu. Rozlew do opakowań jednostkowych musi odbywać się na gorąco. Wychłodzenie produktu powoduje kłopoty związane z rozlewem i dozowaniem, ze względu na wzrost lepkości produktu. Rozlew na zimno powoduje również przyspieszoną krystalizację miodu w opakowaniach jednostkowych [2]. Jest to wynik oddziaływania powietrza, które jest zamykane w produkcie w trakcie rozlewu na zimno.

Alternatywnym sposobem przetwórstwa miodu jest produkcja miodu kremowego. Proces, któremu poddawany jest miód przeznaczony do wytworzenia miodu kremowego, składa się z następujących operacji:

- oczyszczenia z zanieczyszczeń zewnętrznych przez cedzenie lub filtrację;
- szczepienia płynnej patoki szczepem krystalicznym otrzymanym z drobnokrystalicznego miodu, najlepiej z miodu z mniszka lekarskiego lub rzepakowego;
- dokładne mieszanie szczepu z całą objętością patoki, bez napowietrzenia mieszaniny;
- cykliczne powtarzania mieszania przez okres 1-2 tygodni, aż do całkowitej krystalizacji;
- przechowywania tak otrzymanego produktu w temperaturze poniżej 18°C.

Do produkcji miodu kremowego można wykorzystywać surowiec, w którym zawartość wody nie przekracza 18,5% oraz stosunek glukozy do wody wynosi powyżej 1,8 [8]. Ilość używanego szczepu krystalicznego powinna wynosić około 10-13% masy produktu poddanego krystalizacji [5, 9, 11]. Szczep krystaliczny musi być dokładnie wymieszany z miodem, a w trakcie procesu krystalizacji konieczne jest mieszanie krystalizującego produktu. Mieszanie powinno być realizowane w taki sposób, aby nie występowały zastoiska miodu w mieszalniku, ponieważ w miejscach takich dochodzi później do zawieszania produktu i konieczności usuwania go ręcznie. Produkt, w trakcie mieszania, nie może być również napowietrzany. Krystalizujący miód absorbuje powietrze, które może tworzyć pianę i powodować rozwarstwianie produktu. Parametry mieszania powinny być łagodne, a proces wystarcza prowadzić cyklicznie 2 razy na dobę, po kilkanaście minut. Czas krystalizacji – kremowania - zależy od temperatury, w której przebiega i jest tym krótszy, im niższa jest temperatura. Podczas

krystalizacji miodu rzepakowego w temperaturze około 18°C może trwać nawet tydzień, w temperaturze około 0°C może być skrócony nawet do 2 dni. Mieszanie w trakcie procesu krystalizacji powoduje niszczenie mostków i zrostów krystalicznych oraz powoduje uzyskiwanie owalnych kryształów. Jest to proces spowodowany ocieraniem się kryształów wzajemnie o siebie. Morfologia fazy krystalicznej jest przy tym głównym czynnikiem wpływającym na konsystencję miodu kremowego. Należy przy tym zaznaczyć, że obróbka mechaniczna miodu z szybkością ścinania do 100 s<sup>-1</sup> nie powoduje destrukcji enzymów i aminokwasów występujących w produkcie.

Napełnianie opakowań jednostkowych miodem kremowym wymaga użycia specjalnych urządzeń dozujących ze względu na wysoką lepkość pozorną, która sięga nawet wartości powyżej tysiąca Pa·s. Przechowując miód kremowy należy pamiętać, aby temperatura przechowywania była niższa od 18°C. Produkcja miodu kremowego jest znacznie bardziej pracochłonna i wymaga większych powierzchni produkcyjnych od wcześniej omówionej technologii. Wynika to z faktu, że mieszanie musi być wykonywane cyklicznie, przy niektórych gatunkach miodu (szczególnie trudno krystalizującego) nawet przez okres kilku tygodni. Do tego procesu trzeba też stosować dodatkowe urządzenia: mieszalniki i dozowniki. Zwiększa to znacznie koszt produkcji oraz nakład pracy niezbędny do uzyskania produktu gotowego. Niemniej, walory organoleptyczne oraz wysoka jakość tak otrzymanego miodu, która może być niezmienną w stosunku do miodu surowego, zdecydowanie przemawiają za tym sposobem przetwórstwa. Miód kremowy charakteryzuje się delikatną, ałlasową konsystencją, uwydatnia doznania smakowe i jego posmaki nawet niewyczuwalne w patoce. Półpłynna konsystencja produktu umożliwia łatwe, jednak jego główną zaletą jest to, że nie zmienia swoich właściwości w trakcie przechowywania.

### **Podsumowanie**

Miód większości konsumentów kojarzy się ze słodką i lepką cieczą i technologia jego przetwórstwa jest ukierunkowana w otrzymywaniu takiego produktu. Niemniej może mieć charakter alternatywny, ukierunkowany na otrzymanie miodu kremowego. Wzrastająca świadomość konsumentów sprawia, że rozszerza się zainteresowanie miodem surowym (ang. *rough honey*), który nie był poddawany procesom obróbki termicznej. Produkt taki może być uzyskiwany jako miód kremowy, prowadząc krystalizację kierowaną bezpośrednio po procesie odwirowania w plastrach. W postaci skryształizowanej może być przechowywany nawet przez kilka lat i charakteryzuje się naturalnym składem chemicznym oraz maksymalną aktywnością biologiczną, w przeciwieństwie do miodów

poddawanych intensywnej obróbce termicznej. W ten sposób można zachować szereg cennych dla zdrowia człowieka składników, które mogą być inaktywowane w trakcie ogrzewania.

Miód jest szczególnym darem natury. W procesie jego powstawania uczestniczy świat roślin i owadów. Projektując i realizując proces jego przetwarzania, człowiek musi zadbać o zachowanie jego pierwotnych właściwości i zminimalizowanie negatywnego wpływu niektórych czynników, co, niestety, nie zawsze jest możliwe.

### **Literatura:**

1. Anklam E.: A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 1998, 63(4): 549-562.
2. Assil H.I., Sterling R., Sporns P.: Crystal control in processed liquid honey. *Journal of Food Science*, 1991, 56: 1034–1037.
3. Bakier S.: Characteristics of water state in some chosen types of honey found in Poland. *Acta Agrophysica* 2006a 7: 7-15.
4. Bakier S.: The influence of temperature and water content on the rheological properties of polish honeys. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 2007a, 57: 17-23.
5. Bakier S.: Krystalizacja kierowana miodu pszczelego. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2006b, 2: 42-45.
6. Bakier S. 2007b: Influence of glucose changes on water activity in chosen honeys. *Acta Agrophysica* 9(1), 7-19.
7. Bakier S.: Badania właściwości reologicznych miodu w postaci skryształizowanej. *Rozprawy Naukowe i Monografie*, Warszawa, Wydawnictwo SGGW, 2008.
8. Cavia M.M., Fernández-Muiño M.A., Gómez-Alonso E., Montes-Pérez M.J., Huidobro J.F., Sancho M.T.: Evolution of fructose and glucose in honey over one year, influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 2002, 78: 157–161.
9. Chirife J., Zamora M.C., Motto A.,: The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. *Journal of Food Engineering*, 2006, 72, 287-292.
10. Council Directive 2001/110/EC of the 20 December 2001 relating to honey. *Official Journal of the European Communities* 2002, L10, 47-52.
11. Crane E.: *Honey a Comprehensive Survey*. Heinemann, London, 1975.

12. Gleiter R.A., Horn H., Isengard H.D.: Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry*, 2006, 96, 441–445.
13. Goltz C. Effect of Ultrasonic Liquefaction on the Rheological and Thermal Behavior of Crystallized Honey. Bachelor of Engineering. Chemical University of Queensland, Australia, 2001, 1-22.
14. Jarmocik A., Niesteruk R., Obidziński S.: Analiza przydatności różnicowej kalorymetrii skaningowej do badania właściwości termofizycznych miodów pszczelich. *Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej Bud. i Eksp. Maszyn* 1997, 4: 85-94.
15. Jeanne F.: Les circuits de chaleur en millerie. Fiche Technique. *Bul. Tech. Apic.* 7 (1) 1980, 29-32.
16. Junzhen G P., Changying J.: General rheological model for natural honeys in China. *Journal of Food Engineering* 1998, 36: 165–168.
17. Lewicki P.P. Water as the determinant of food engineering properties. A review. *Journal of Food Engineering*, 2004, 61, 483-495.
18. Linczerska A., Śrubowska M.: Jakość w przetwórstwie miodu. *Inżynieria Maszyn* 2004, XXII(1): 101-106.
19. Madejczyk M., Barańkiewicz D.: Characterisation of honey from different areas of Poland by their physico-chemical parametres and trace elements. *Proceedings of ECOpole. Vol.2 Nr 1, 2008*, 59-63.
20. Mazurkiewicz J.: Oddziaływania międzycząsteczkowe a lepkość roztworów mono- i polisacharydów. *Zeszyty Naukowe im. H. Kołłątaja w Krakowie Zeszyt 235 Rozprawy, Kraków, 1998*.
21. Mora-Escobedo R., Moguel-Ordóñez Y., Jarmillo-Flores M.E., Gutiérrez-López G.F.: The composition, rheological and thermal properties of tajonal (viguiera denata) mexican honey. *International Journal of Food Properties* 2006, 9: 299-316.
22. Niesteruk R.: Właściwości termofizyczne żywności. Cz. II. *Politechnika Białostocka Rozprawy Naukowe nr 62, Białystok 1999*.
23. PN-88/A-77626: Miód pszczeli
24. Rao M.A.: *Rheology of fluid and semisolid foods. Principles and applications. An Aspen Publication, 1999*.
25. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu.

26. Skowronek W., Rybak-Chmielewska H., Szczęsna T., Pidek A.: Wpływ czynników opóźniających krystalizację miodu na jego jakość. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe XXXVIII*: 1994, 75-83.
27. Steffe J.F.: *Rheological methods in food process engineering*. Freeman Press USA, 1996.
28. Tabouret T. The influence of water activity on honey crystallization. *Apidiologie*, 1979, 10 (4), 341-358.
29. Tosi E., Ciappini M., Lucero E., RE' H.: Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 2001, 77: 71–74.
30. White J.W.: *Honey Advances in Food Research 1978*, 24, 287–374.
31. Zamora M.C., Chirife J.: Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. *Food Control*, 2006, 17: 59–64.



# **ROZDZIAŁ 11**

## **JAKOŚĆ A PROCES TECHNOLOGICZNY NA PRZYKŁADZIE ZAKŁADÓW GASTRONOMICZNYCH**

*Ewa Czarniecka-Skubina*

Zapoczątkowany na przełomie lat 80. i 90. proces transformacji polskiej gospodarki w kierunku mechanizmów rynkowych spowodował wiele zmian w jej strukturze i funkcjonowaniu. Przeobrażenia ekonomiczno-społeczne wystąpiły także w sferze usług gastronomicznych, jako wyraz dostosowywania się rynku do potrzeb współczesnego konsumenta. Gospodarka wolnorynkowa stworzyła warunki do powstania i rozwoju wielu placówek gastronomicznych, jak również wprowadziła element konkurencji. Usługodawcy coraz większą uwagę zaczęli przywiązywać do kształtowania oferty, sprawności i kultury obsługi, do zaspokajania i kreowania potrzeb konsumentów. Jakość w gastronomii zaczęła więc nabierać również szczególnego znaczenia, gdyż tylko wysoka jakość oferowanych usług może być sposobem na osiągnięcie sukcesu na rynku, na którym konkurują firmy oferujące ten sam produkt, czy ten sam rodzaj usług.

Wydaje się, że jednym z najważniejszych elementów jakości usługi gastronomicznej jest jakość oferowanych potraw i napojów, kształtowana w procesie technologicznym. Celem więc niniejszego opracowania jest przedstawienie czynników wpływających na jakość w gastronomii, a zależnych od procesu technologicznego.

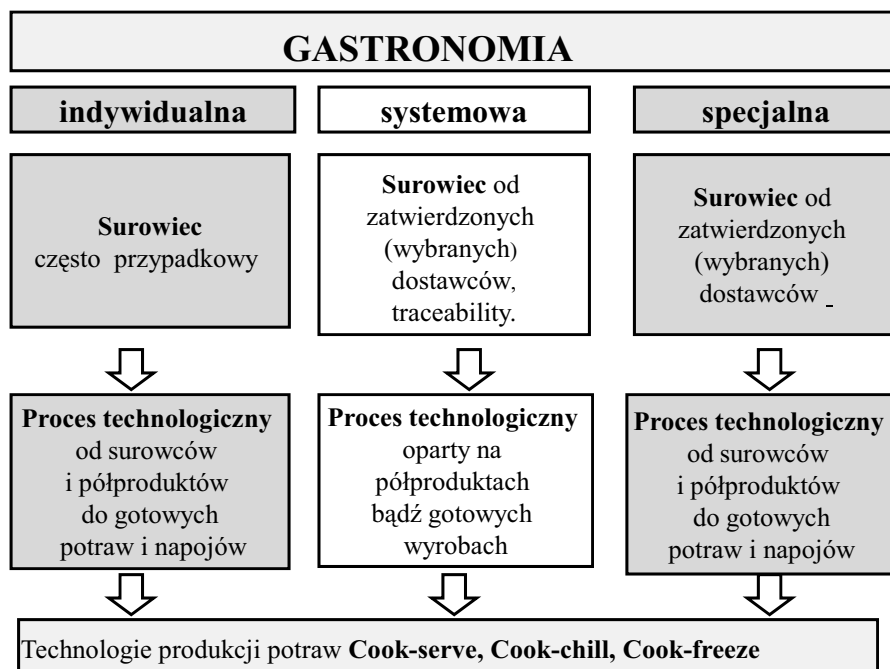
### **Specyfika rynku usług gastronomicznych**

Obecnie w Polsce, podobnie jak w krajach Europy Zachodniej, na rynku usług gastronomicznych można wyróżnić trzy podsystemy:

- gastronomię indywidualną (bary, puby, kawiarnie, restauracje, gastronomia hotelowa etc.);

- gastronomię systemową (zakłady fast food, systemy gastronomiczne, food courts – gastronomię w centrach handlowych);
- gastronomię specjalną (zlokalizowaną przy infrastrukturze transportu, zakłady żywienia zbiorowego i cateringowe) [32].

Każdy z tych rodzajów działalności gastronomicznej cechuje odmienna koncepcja działania i specyfika prowadzonej działalności oraz wykorzystywanych tam procesów technologicznych (rys. 1).



Rysunek 1. Koncepcja działania podsystemów usług gastronomicznych

Koncepcja zakładów w gastronomii indywidualnej i specjalnej opiera się na wytwarzaniu potraw od surowców i półproduktów do gotowego produktu, czyli na pełnym procesie produkcyjnym, z tym, że w gastronomii specjalnej potrawy wytwarzane są dla dużej grupy konsumentów. W gastronomii indywidualnej i specjalnej potrawy przygotowywane są na zamówienie klienta i serwowane bezpośrednio po przygotowaniu bądź krótkim przechowywaniu w cieple. W tym przypadku głównym czynnikiem, decydującym o uzyskanej jakości potrawy, jest zastosowanie właściwej technologii produkcji potraw oraz utrzymanie odpowiednich parametrów procesu obróbki cieplnej. Ponadto, w gastronomii

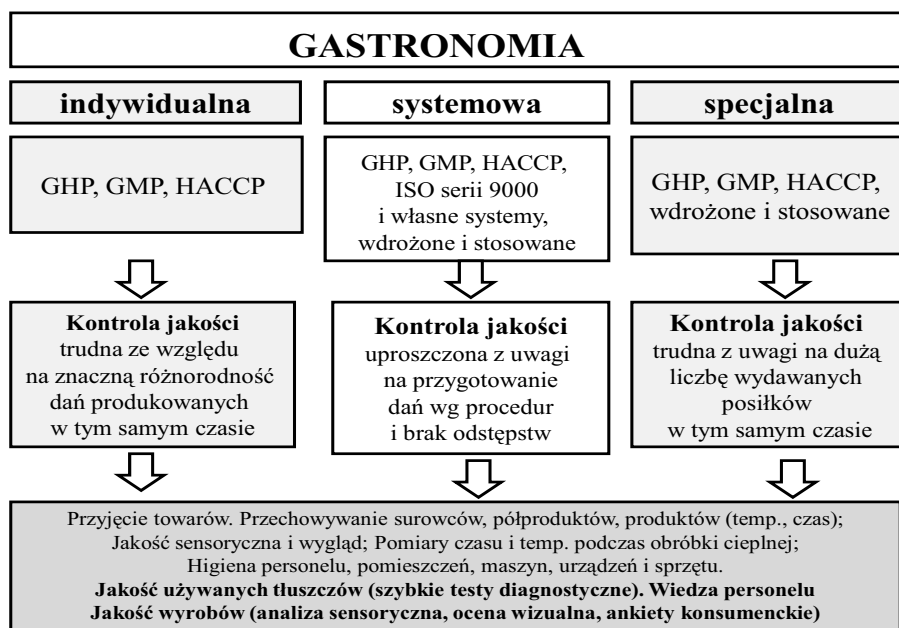
specjalnej, w tym samym czasie należy obsłużyć liczne grupy konsumentów, dlatego też procesem wpływającym w sposób istotny na jakość otrzymanych przez klienta potraw i napojów jest proces przetrzymywania w ciepłe po przygotowaniu (w barmach, termoportach, termosach konferencyjnych) [16].

W gastronomii systemowej produkcja bazuje na półproduktach dostarczanych od zatwierdzonych, spełniających określone wymagania dostawców i to oni zagwarantują surowiec właściwej jakości. W efekcie procesu technologicznego otrzymuje się produkt standardowy, powtarzalny, o ściśle określonej recepturze (zawsze te same składniki, określona sekwencja „budowania” produktu), wyprodukowany z najwyższej jakości surowców, przy zachowaniu wysokiego standardu sanitarno-higienicznego. Zapewnienie jakości żywności w gastronomii systemowej opiera się więc na standaryzacji oraz odpowiednich procedurach zapewniających powtarzalność usług i jakości produktów, czego brak w gastronomii indywidualnej i specjalnej.

Jakość i bezpieczeństwo produkowanych wyrobów w poszczególnych podsystemach gastronomii zależy od struktury organizacyjnej personelu. W przypadku gastronomii systemowej i specjalnej nad prawidłowym funkcjonowaniem zakładów czuwają, zatrudniające wielu pracowników, działy zapewnienia jakości. Natomiast w gastronomii indywidualnej, prawidłowość prowadzonej działalności kontrolują jedynie pojedyncze osoby.

We wszystkich podsystemach są wdrożone i funkcjonują takie systemy jakości i bezpieczeństwa produkowanej żywności jak: GMP, GHP i HACCP, a w niektórych zakładach gastronomii systemowej również własne systemy i ISO serii 9000 (rys. 2).

W zależności od systemu działania różne są narzędzia i obszary kontroli jakości (rys. 2). Wśród metod kontroli jakości procesu technologicznego wyróżnia się: pomiary czasu, temperatury oraz jakości frytur do smażenia, nowoczesne metody diagnostyczne do oceny stanu sanitarno-higienicznego. Metody te pozwalają na szybkie, wiarygodne i dokładne kontrolowanie etapów procesu technologicznego oraz doskonalenie systemów gwarantujących jakość żywności.



Rysunek 2. Koncepcja zapewnienie jakości w podsystemach usług gastronomicznych

Jednak, w prowadzonych badaniach własnych [8, 10, 13] stwierdzono, że w wielu rodzajach zakładów gastronomicznych głównie zwraca się uwagę na aspekty sensoryczne, a nie technologiczne i higieniczne. Bezpieczeństwo i jakość produkcji żywności w badanych lokalach nie wszędzie były traktowane priorytetowo.

Stwierdzano wiele nieprawidłowości dotyczących wiedzy i higieny personelu, jakości oferowanych potraw, braków organizacyjnych czy technicznych.

Stosowane w praktyce gastronomicznej współczesne systemy zapewnienia jakości żywności nie są więc w stanie w pełni zagwarantować odpowiedniej jakości, w tym bezpieczeństwa zdrowotnego posiłków produkowanych w gastronomii.

### **Jakość w gastronomii**

W odniesieniu do technologii żywności, jakość określana jest jako stopień zdrowotności, atrakcyjności sensorycznej i dyspozycyjności w szerokim konsumenckim i społecznym zakresie znaczeniowym, istotnym tylko w granicach możliwości wyznaczonych przewidzianymi dla tego produktu surowcami, technologią i cechą. Nieodłącznym atrybutem jakości żywności jest jej

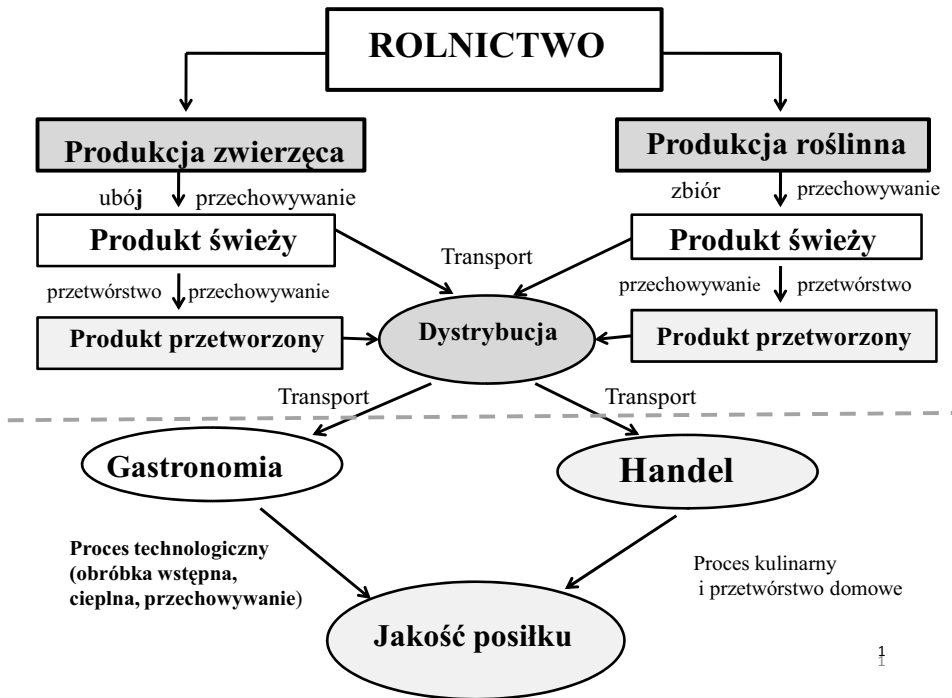
atrakcyjność sensoryczna (wygląd zewnętrzny, wygląd na przekroju, konsystencja, tekstura, smakowość, zapach). Jakość zdrowotna z kolei rozumiana jest jako wartość dietetyczna, wartość kaloryczna, wartość odżywcza i bezpieczeństwo dla zdrowia [37]. Tę definicję można również odnieść do gastronomii.

W przypadku produkcji żywności jakość i bezpieczeństwo są ze sobą ściśle powiązane i uregulowane prawnie. Współczesne prawo żywnościowe nakłada na producenta odpowiedzialność za produkcję wyrobu bezpiecznego zdrowotnie. Aby wyprodukować żywność o określonej jakości, na każdym etapie łańcucha żywnościowego należy czynić odpowiednie dla tego łańcucha zabiegi pro jakościowe. Każdy z elementów łańcucha żywnościowego ma istotny wpływ na jakość i bezpieczeństwo żywności. Gastronomia, mimo iż jest ostatnim ogniwem łańcucha żywnościowego, nie jest mniej ważna od pozostałych (rys. 3).

Niezależnie od starań czynionych przez uczestników łańcucha żywnościowego, nie można całkowicie wykluczyć ryzyka związanego z zagrożeniem bezpieczeństwa żywności. Dlatego szczególnie ważna jest możliwość identyfikacji źródeł takiego ryzyka na każdym etapie wytwarzania, poprzez wykorzystanie systemu śledzenia ruchu oraz pochodzenia żywności i paszy (tzw. *traceability*). Obowiązek „*traceability*” w krajach Unii Europejskiej, wynika bezpośrednio z regulacji prawnych [31].

Istotą tego systemu jest możliwość identyfikacji pochodzenia danego produktu (partii produkcyjnej) na każdym etapie łańcuch dostaw, czyli możliwość uzyskania danych z poprzedniego etapu łańcucha i dostarczenia informacji do następnego etapu. W przypadku gastronomii *traceability* dotyczy jedynie gastronomii systemowej, w której bazuje się na gotowych półproduktach dostarczanych od zatwierdzonych dostawców.

Mimo iż usługa gastronomiczna, jako część łańcucha żywnościowego, podlega systemowi HACCP, to wdrażanie systemu i przestrzeganie jego zasad w codziennej praktyce napotyka na wiele problemów i Państwowa Inspekcja Sanitarna, jak również Państwowa Inspekcja Handlowa odnotowują wiele nieprawidłowości zarówno w aspektach technologicznym, jak i higienicznym.



Rysunek 3. Umieszczenie gastronomii w łańcuchu żywnościowym

Należy podkreślić, że w gastronomii jednym z ważniejszych czynników warunkujących jakość usług gastronomicznych jest jakość i wybór potraw oraz napojów, w tym zarówno jakość sensoryczna (barwa, smak, zapach, konsystencja), jak i żywieniowa. Jakość żywności, często określana jako „dobra kuchnia”, jest wymieniana przez wielu autorów [22, 24] jako podstawowy czynnik wpływający na wybór zakładu gastronomicznego.

Najwięcej problemów w gastronomii jest związanych z personelem, który nie zawsze posiada odpowiednią wiedzę, a ponadto nie jest świadomy znaczenia jakości dla osiągnięcia celów zakładu gastronomicznego, a także satysfakcji klienta.

Przy postrzeganiu jakości usług gastronomicznych znaczącą rolę odgrywa również lokal, a z punktu widzenia procesu technologicznego wysokiej jakości wyposażenie gastronomiczne, dopasowane do procesu technologicznego. Odpowiednie wyposażenie zapewnia właściwą jakość oferowanych potraw, a także usprawnia obsługę klienta.

W celu uzyskania posiłków właściwej jakości wymagane są odpowiednie standardy higieniczne na wszystkich etapach przygotowania potraw - począwszy od dostawy surowców do produkcji posiłków, poprzez magazynowanie, proces technologiczny, aż do serwowania potraw konsumentowi. Odpowiednia jakość mikrobiologiczna posiłków oferowanych w gastronomii jest koniecznością, z uwagi na fakt częstego występowania zatruc pokarmowych spowodowanych spożyciem potraw w lokalach gastronomicznych [12].

Prowadzone od kilku lat badania własne [11] na temat jakości usług gastronomicznych w Polsce prowadzą do wniosku, że jakość tych usług nie jest jeszcze na zadowalającym poziomie i w sferze jakości w gastronomii jest jeszcze bardzo wiele do zrobienia.

Placówki gastronomiczne nie zawsze dysponują nowoczesnym sprzętem gastronomicznym, przywiązują małą wagę do wartości odżywczej produkowanych potraw, uważając walory sensoryczne za najważniejsze. Wiele zaniedbań w tych placówkach dotyczy higieny. Brak jest kontroli przebiegu procesów produkcyjnych, a do mycia oraz dezynfekcji sprzętu i pomieszczeń w głównej mierze wykorzystywane są środki ogólnodostępne, które nie zabezpieczają czystości na właściwym poziomie.

Na podstawie raportów Inspekcji Handlowej można stwierdzić, że nie przestrzega się wielu podstawowych, obowiązujących w Polsce przepisów prawnych. Może to wynikać z nieznajomości prawa, gorzej jak wynika z braku chęci ich przestrzegania. Do najczęstszych nieprawidłowości w tym zakresie należą [11]:

- niska jakość serwowanych potraw i napojów – niewłaściwe proporcje składników, obniżenie zawartości niektórych surowców (np. mięsa w farszach, kawy w naparach czy alkoholu w cocktailach), zbyt mała w stosunku do ilości deklarowanej zawartość masy potraw i objętości napojów, niewłaściwa jakość sensoryczna, zła jakość tłuszczów smażalniczych;
- nieprawidłowość oznakowania produktów żywnościowych;
- stosowanie nielegalizowanych przyrządów pomiarowych;
- niezgodność prowadzenia działalności gospodarczej z wpisem do rejestru;
- nieprzestrzeganie higieny - niewłaściwe warunki sanitarno-higieniczne prowadzonej działalności, brak aktualnych bądź w ogóle brak książeczek zdrowia, przekraczanie terminów przydatności do spożycia lub minimalnej trwałości, niewłaściwe przechowywanie artykułów żywnościowych, brak kwalifikacji personelu, prowadzenie działalności bez decyzji organów

nadzoru sanitarnego, brak przechowywania próbek potraw w przypadku zakładów żywienia zbiorowego;

- nierzetelność obsługi klienta - w tym brak rzetelności podczas porcjowania potraw, zawyżanie rachunków, nie ewidencjonowanie sprzedaży;
- nieprzestrzeganie obowiązujących przepisów sanitarno-higienicznych].

### **Proces technologiczny w gastronomii**

W zakładzie gastronomicznym jakość produkowanych potraw i wyrobów zależy przede wszystkim od prawidłowości prowadzenia procesu technologicznego. Proces technologiczny składa się z wielu etapów, wśród których wymienić należy dwa podstawowe: obróbkę wstępną i obróbkę cieplną (w tym przetrzymywanie w cieple po obróbce).

Wielu autorów [7, 9, 15, 21, 38] wskazuje na wpływ parametrów (czasu, temperatury, stosowanej ilości wody, stopnia rozdrobnienia surowca) i warunków realizacji (higieny personelu i produkcji) procesu technologicznego na wartość odżywczą, jakość sensoryczną i bezpieczeństwo zdrowotne potraw. Wybór właściwego procesu technologicznego, uwzględniającego specyfikę surowca, jest warunkiem uzyskania wysokiej jakości produkowanych potraw. Pozwala ograniczyć ryzyko zagrożenia, przy zachowaniu jak najwyższej wartości odżywczej i jakości sensorycznej.

### **Wartość odżywcza posiłków serwowanych w zakładach gastronomicznych**

W czasie obróbki technologicznej produktu surowego zachodzą zmiany wagowe, które określa się w postaci współczynników wydajności, a także straty wielu składników odżywczych, w zależności od ich wrażliwości na warunki procesu. Witaminy, spośród wszystkich składników odżywczych, wykazują stosunkowo największą wrażliwość na warunki (pH środowiska, powietrze lub tlen, światło, temperaturę) stosowane w procesie technologicznym [26].

Prawidłowo dobrany i kontrolowany proces technologiczny pozwala na uzyskanie wyrobów o wysokiej jakości sensorycznej, wartości odżywczej i zdrowotności. Należy podkreślić, że zmiany w surowcu są nieuniknione, a proces np. obróbki cieplnej może wpływać zarówno w sposób pozytywny, jak i negatywny na przygotowany do spożycia surowiec (tab. 1). Ważne jest, aby wybrać taką metodę obróbki, która usunie z surowca składniki obniżające jego wartość odżywczą (np. drobnoustroje, składniki antyodżywcze, zanieczyszczenia chemiczne wynikające z produkcji rolniczej), a równocześnie w stopniu jak najwyższym zapewni zachowanie składników odżywczych.



Tabela 1. Wpływ obróbki cieplnej na świeży surowiec [44]

POZYTYWNE SKUTKI OBRÓBK CIEPLNEJ		NEGATYWNE SKUTKI OBRÓBK CIEPLNEJ	
Inaktywacja	Mikroflory	Pogorszenie strawności i zmniejszenie wartości biologicznej	Straty witamin
	Termolabilnych toksyn		
Wytwarzanie cech sensorycznych	Barwa, smak, aromat, konsystencja		Karmelizacja cukrów, powstawanie związków Maillarda, rozkład NNKT
Poprawa strawności	<b>Przemiany fizyczne:</b> zmiękczenie, rozklejanie komórek, likwidacja półprzepuszczalności komórek		Straty aminokwasów, zwłaszcza siarkowych
	<b>Przemiany chemiczne:</b> kleikowanie skrobi, termohydroliza kolagenu		
	Inaktywacja czynników antyodżywczych		

Podczas obróbki wstępnej straty składników odżywczych mogą zachodzić podczas mycia, obierania, rozdrabniania, moczenia. Przykładowo, moczenie obranych ziemniaków powoduje straty witaminy C na poziomie około 10%. Natomiast przygotowanie surówek z warzyw powoduje obniżenie zawartości witamin o: 5% w przypadku folianów, o 10% w przypadku witamin z grupy B i o 20% - w przypadku witamin A, C, E [26].

Proces obróbki wstępnej sprzyja też usunięciu z surowców roślinnych zanieczyszczeń. Jak podają Gołaszewska i Czarniecka-Skubina [20], w wyniku obierania ziemniaków straty witaminy C wynoszą jedynie 4%, gdyż w skórce ziemniaków jest jej niewiele, natomiast zostaje ograniczona zawartość takich zanieczyszczeń jak: kadm (o 17%), ołów (o 29%), azotany (o 36%). Podobnie obieranie marchwi powoduje obniżenie zawartości karotenoidów jedynie o 7%, przy znacznym obniżeniu zawartości kadmu i ołowiu, które są rozmieszczone

głównie w skórce marchwi [6]. Również w przypadku buraków stwierdzono spadek zawartości azotanów (o 20%) po obraniu [39].

Niekorzystnym zmianom wartości odżywczej podczas obróbki wstępnej można zapobiegać poprzez odpowiednie prowadzenie procesu, tj.:

- skrócenie czasu obróbki do minimum;
- używanie czystej wody o temperaturze poniżej 10°C;
- stosowanie urządzeń o konstrukcji nie powodującej zbędnych i szkodliwych uszkodzeń powierzchni surowców;
- unikanie dzielenia dużych surowców na części;
- dbałość o nieuszkodzenie surowców;
- ograniczenie kontaktu z tlenem (poprzez stosowanie zalew, śmietany, oleju).

W procesie obróbki cieplnej (gotowanie, duszenie, smażenie, pieczenie) wartość odżywcza posiłku uzależniona jest od: rodzaju surowca (tab. 2), metody obróbki cieplnej (tab. 3), temperatury i czasu, obecności wody, temperatury i czas przetrzymywania w ciepłe gotowych potraw (tab. 4), a także wiedzy personelu. Straty witamin można w znacznym stopniu ograniczać, stosując nowoczesne techniki kulinarne.

Jak widać z danych przedstawionych w tabeli 2, straty witaminy C w warzywach i owocach poddanych obróbce kulinarnej mieszczą się w przedziale od 20 do 80%, witamin z grupy B od 10 do 50%, natomiast folianów od 45 do 80%. Wybór odpowiedniej metody obróbki cieplnej, dobranej do specyfiki surowca, może sprzyjać ograniczeniu strat witamin.

W przypadku witamin wodorozpuszczalnych i termolabilnych, takich jak np. witamina C, w czasie prowadzenia obróbki cieplnej istotne jest ograniczenie ilości wody, ze względu na przechodzenie tej witaminy do roztworu. Jak widać z danych przedstawionych w tabeli 3, metoda gotowania z użyciem mniejszej ilości wody, tj. gotowanie w kuchni mikrofalowej, prowadzi do ograniczenia strat witaminy C w warzywach (tab. 3). Lepszemu zachowaniu witaminy C sprzyja też rozpoczynanie procesu gotowania we wrzącej wodzie od wrzątku, a nie w wodzie zimnej. Następuje wtedy inaktywacja enzymu askorbinazy, którego optimum działania występuje w temperaturze około 40°C. Natomiast w przypadku przebywania warzyw w zimnej wodzie przez pewien czas, zanim enzym zostanie zniszczony, temperatura warzyw jest zbliżona do tej, będącej optymalną dla jego działania. Gotując w szybkowarze w wodzie, wielkość strat wynika ze skróconego czasu procesu, ale z kolei przebiega on w wyższej temperaturze (ok. 120°C), która działa bardziej destrukcyjnie na witaminę C niż temperatura osiągnięta podczas gotowania w garnku (~100°C).

Tabela 2. Straty witamin w procesie technologicznym w zależności od rodzaju surowca [26]

Potrawa	Straty witamin (%)								
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	PP	B <sub>6</sub>	C	A	β-karoten	E	Foliany
<b>Warzywa i owoce</b>									
warzywa gotowane*	40	30	40	40	50	20	20	20	45
warzywa duszone	20	10	10	20	30				55
warzywa konserwowe	40	30	40	40	60				-
ziemniaki gotowane*	30	10	25	25	75				50
owoce gotowane	30	10	10	20	75				50
bigos	50	10	40	30	80				80
<b>Produkty zbożowe</b>									
gotowany ryż*	50	20	40	30	20	20	20	50	
gotowane kasze*	20	10	10	20					
gotowany makaron*	25	25	20	20					
<b>Potrawy z mięsa i ryb</b>									
gotowane	40	20	30	30	20	20	20	50	
smażone	25	10	10	25				30	
pieczone	30	10	10	30				50	
Duszone potrawy warzywno-mięsne	30	20	20	30	20	20	20	50	

\*Wartości uwzględniające odlewanie wywaru

Mniejsze straty obserwuje się w przypadku gotowania w kuchni mikrofalowej, z uwagi na krótszy czas procesu, użycie mniejszej ilości wody (ograniczenie wymywania witaminy do roztworu), jak również szybką inaktywację askorbinazy (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ metody gotowania na zmiany zawartości witaminy C w warzywach [23]

Metoda gotowania	Warzywa	Zmniejszenie zawartości witaminy C (%)
W garnku rozpoczynając proces wewrzącej wodzie	Kalafior	28,4-41,6
W garnku rozpoczynając proces w zimnej wodzie	Kapusta biała	46,4-60,4
W kuchni mikrofalowej	Brukselka	8,3-19,8
W szybkowarze w wodzie	Fasolka szparagowa	16,8-54,7
	Ziemniaki	

Wśród procesów obróbki cieplnej, wpływających w znaczący sposób na jakość zdrowotną potraw, wymienić można smażenie zanurzeniowe i grillowanie. Są one szczególnie popularne w gastronomii systemowej, w zakładach typu fast food.

Jakość zdrowotna produktów smażonych zanurzeniowo zależy przede wszystkim od jakości frytury, w której są smażone. W trakcie smażenia, pod wpływem wysokiej temperatury, w tłuszczach zachodzą wielokierunkowe zmiany fizykochemiczne zarówno w smażonym produkcie, jak i ogrzewanym tłuszczu. W tłuszczach zachodzi szereg niepożądanych zmian prowadzących do jego degradacji, takich jak: napowietrzanie, przemiany oksydacyjne i hydrolityczne, a powstające w ich wyniku związki ulegają w dalszej kolejności procesom rozpadu, polimeryzacji i izomeryzacji. Wytwarzające się w wyniku wielu, przebiegających jednocześnie, reakcji produkty degradacji tłuszczu dzieli się na:

- lotne produkty pochodzące z rozłożenia hydronadtlenków, odpowiadające szczególnie za zapach przy smażeniu;
- nielotne, wielkocząsteczkowe polimery obniżające strawność, drażniące przewód pokarmowy i toksyczne.

Z punktu widzenia cech sensorycznych i wartości odżywczej produktu smażonego, najważniejszym zagadnieniem jest powstawanie frakcji nielotnych, gdyż wchodzące w ich skład związki pozostające w tłuszczu w czasie smażenia przechodzą do produktu, a następnie z nim do organizmu człowieka.

Intensywność zmian fizyko-chemicznych zachodzących w tłuszczach zależy od:

- rodzaju ogrzewanego tłuszczu tj. jego składu chemicznego i jakości początkowej, obecności w składzie tłuszczu substancji takich jak: przeciwutleniacze czy silikony zapobiegające pienieniu się frytur;
- rodzaju i ilości smażonego produktu (obecność naturalnych przeciwutleniaczy, takich jak witamina C, która wydłuża trwałość tłuszczu, hemu, który przyspiesza zmiany);
- dostępności tlenu, tj. wielkości powierzchni kontaktu tłuszczu z tlenem;
- czasu i temperatury ogrzewania;
- typu smażalnika (wielkość, konstrukcja, rodzaj materiału, z którego jest wykonany, łatwość czyszczenia, moc grzałek) i sposobu smażenia (zanurzeniowe, smażenie ciągłe czy periodyczne);
- przerw w smażeniu (ogrzewanie tłuszczu bez produktu z uwagi na łatwość przegrzewania tłuszczu może nasilać szybkość zmian oksydacyjnych);
- obecności metali katalizujących utlenianie (miedzi, żelaza);
- dodatku świeżego tłuszczu (uzupełnianie w czasie procesu);
- filtracji ogrzewanego tłuszczu (np. z użyciem Magnesolu).

Podczas smażenia, w wyniku odparowania wody, powstają w wytworzonej skórcie szczeliny i pory, które wypełniają się tłuszczem ze smażalnia. Tłuszcz ten bierze udział w tworzeniu konsystencji i smakowitości smażonego produktu. Ilość wchłoniętego tłuszczu do żywności zależy od: zawartości wody w produkcie, rodzaju żywności, powierzchni żywności (zwiększona powierzchnia powoduje wzrost adsorpcji tłuszczu), rodzaju tłuszczu i jego stabilności, czasu i temperatury ogrzewania (wraz z wydłużaniem czasu i wzrostem temperatury rośnie zawartość tłuszczu w smażonym produkcie). Wchłanianie tłuszczu do produktu może dochodzić do 40%, co z punktu widzenia zdrowotnego, nie jest korzystne.

Zmiany chemiczne zachodzące w ogrzewanych tłuszczach powodują obniżenie wartości odżywczej tłuszczów, co związane jest ze zmniejszaniem się ilości rozpuszczalnych w tłuszczach witamin, fosfolipidów, NNKT, zmniejszeniem strawności i przyswajalności tłuszczów, tworzeniem się związków toksycznych.

Tłuszcze są również potencjalnym źródłem izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w pożywieniu. Zawartość izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczach spożywczych stała się w ostatnich latach jednym z istotnych kryteriów ich oceny żywieniowej. Duże ilości izomerów *trans* kwasów tłuszczowych w diecie wiążą się z podwyższaniem poziomu LDL-cholesterolu i obniżaniem HDL-cholesterolu w surowicy krwi, wzrostem lipoproteiny, uważanej za niezależny czynnik ryzyka choroby niedokrwiennej serca. Uważa się, że zaburzają one również syntezę długołańcuchowych,

wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Wydaje się, że nadmierne ich spożywanie wiąże się również ze wzrostem ryzyka nieżytów śluzówki nosa, choroby atopowej i astmy oraz wzrostem ryzyka rozwoju raka piersi i jelita grubego [28].

Z punktu widzenia zarówno jakości sensorycznej, jak i jakości zdrowotnej produktu, najważniejsza jest więc kontrola jakości tłuszczu za pomocą szybkich metod diagnostycznych, takich jak: paski 3 M do oszacowania ilości WKT, pomiar związków polarnych za pomocą mierników np. FOM firmy Ebro, a także wizualnie po nadmiernym dymieniu, pojawiającej się pianie, ciemnym kolorze frytury i nieświeżym, zjełczałym smaku.

Procesy obróbki cieplnej, takie jak pieczenie i smażenie, zwłaszcza zanurzeniowe, powodują wytwarzanie z naturalnych składników żywności – akryloamidu (2-propenoamidu). Powstawanie tego związku warunkują ponadto: obecność cukrów redukujących (glukozy lub fruktozy), obecność aminokwasu asparaginy zawartej w białkach i niska zawartość wody w surowcach [34, 36]. Tworzenie tego związku zaczyna się w temperaturze 120°C, a optimum osiąga w temperaturach 140 - 180°C. Mechanizm tworzenia akryloamidu nie jest do końca poznany. Uważa się, że powstaje on podczas termicznej degradacji acylogliceroli. W pierwszej kolejności tworzy się akroleina ulegająca utlenianiu do kwasu akrylowego, który, reagując z amoniakiem (powstałym z pirolizy aminokwasów zawartych w żywności), tworzy akryloamid. Według innej hipotezy, akryloamid powstaje w reakcji asparaginy z glukozą w warunkach wysokiej temperatury [3].

W licznych badaniach naukowych wykazano, że akryloamid ma działanie neurotoksyczne, powodując uszkodzenia centralnego i obwodowego układu nerwowego zarówno zwierząt doświadczalnych, jak i ludzi. U zwierząt wykazano również genotoksyczne i kancerogenne działanie akryloamidu. W związku z tym, Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem (International Agency for Research on Cancer) w 1994 roku sklasyfikowała akryloamid jako związek prawdopodobnie rakotwórczy dla ludzi. Natomiast Naukowy Komitet ds. Żywności Unii Europejskiej ustalił, że dzienne pobranie akryloamidu z żywnością nie powinno przekraczać 10 µg/ kg m.c.

Akryloamid znajduje się w takich produktach oferowanych w gastronomii, jak: frytki, tosty, dobrze wysmażone mięso (również hamburgerach), pieczenie. Nie stwierdza się go w produktach świeżych i w tych, których temperatura procesu kulinarnego jest niższa niż 100°C.

Ważnym procesem technologicznym w zakładach gastronomicznych, powodującym dość znaczne straty składników odżywczych, jest proces przetrzymywania gotowych posiłków w ciepłe aż do momentu zaserwowania konsumentowi (tab. 4). Proces ten wykorzystuje się szczególnie w gastronomii specjalnej, reprezentującej żywienie zbiorowe i znaczne grupy konsumentów.

W zależności od rodzaju produktu i czasu jego przetrzymywania, po ugotowaniu, w ciepłe, straty witamin mogą sięgać nawet powyżej 60%. Uważa się, że nie powinno się przekraczać czasu przechowywania w beczkach powyżej 1,5 h, z uwagi na zachowanie dobrej jakości sensorycznej i wartości odżywczej potraw.

### **Bezpieczeństwo zdrowotne żywności produkowanej w zakładach gastronomicznych**

Wyniki wielu badań wskazują na znaczną liczbę (14 - 54% notowanych zatruc) zachorowań po spożyciu posiłków w zakładach gastronomicznych, jak również na ich tendencję wzrostową (tab. 5, 6).

Wśród głównych czynników tego typu zatruc wymienia się nieprzebranie zasad higieny: niewłaściwą temperaturę posiłków - aż 44% zatruc, stosowanie surowców złej jakości - 20%, niewłaściwe warunki przechowywania żywności - 14%, czynniki środowiskowe - 13%, niedostateczną higienę produkcji - 2,8% oraz inne - 9% [30]. Barrie [2], jako przyczyny zanieczyszczeń żywności w praktyce gastronomicznej, wymienia:

- przygotowanie żywności na zapas (na długo przed ich serwowaniem);
- przechowywanie żywności w nieodpowiedniej temperaturze;
- zbyt powolne schładzanie żywności przed włożeniem do chłodni;
- niewłaściwą temperaturę restytucji posiłków;
- stosowanie zanieczyszczonej żywności, maszyn i urządzeń;
- niedogotowanie mięsa, produktów mięsnych i drobiu;
- zakażenia krzyżowe pomiędzy żywnością świeżą i gotowaną;
- przetrzymywanie ugotowanych posiłków poniżej 63°C;
- personel (chorzy, nosiciele);
- nieodpowiednie nawyki higieniczne personelu.

Tabela 4. Straty witamin w potrawach przetrzymywanych po ugotowaniu w ciepłe

Produkt	Proces Technologiczny	Straty witamin (%)		Witamina C		Autor (rok)
		Tiamina B <sub>1</sub>	Witamina B <sub>6</sub>	Zawartość	straty (%)	
Warzywa	Bemarowania w temperaturze >60°C w czasie:					Williams (1996)
	0,5 h	0-12 (4*)	-	-	24*	
	1 h	0-23 (4*)	6-17	-	31*	
	2 h	0-23 (4*)	6-26	-	49*	
	4 h	0-81 (14*)	16-43	-	65*	
Mrożona brukselka	Surowiec świeży			67,4	-	Walker i wsp. (1996)
	Gotowanie (0,5 h)			52,5	23	
	Bemarowanie w temperaturze >60°C w czasie:					
	15 minut	-	-	50,4	25,3	
	0,5 h			45,6	32,3	
	1 h			38,6	42,7	
	1,5 h			32,7	51,4	
Zupa jarzynowa	Bemarowanie w temperaturze >60°C w czasie:					Brzozowska i wsp. (1991)
	2 h	-	-	-	12,1-13,4	
	4 h	-	-	-	22,2-29	
	6 h	-	-	-	27,3-44	
Kapuś niak	2 h	-	-	-	8,4-10,4	
	4 h	-	-	--	16,7-18	
	6 h	-	-	-	22,4-24	

\*wartości mediany



Tabela 5. Liczba zatruć, których przyczyną są posiłki produkowane przez zakłady gastronomiczne w różnych krajach według różnych autorów

Zatrucia pokarmowe (Kraj)	Autor (rok)
45% (USA)	Olsen i wsp. (2000)
50% (Europa)	Shmidt i Tirado (2001)
54% (lata 1993-1998 Anglia i Walia)	Faustin i wsp. (2003)
46% (lata 1996-2000 Włochy)	

Tabela 6. Miejsca konsumpcji żywności zanieczyszczonej mikrobiologicznie

Miejsce konsumpcji żywności	Procent zatruć (%)		
	Lata*		**
	1993-1998	1999-2000	
Restauracje, hotele, bary	19	30	25 (restauracje) 14 (hotele)
Szkoły, przedszkola	9	7	-
Placówki opieki lekarskiej	3	2,5	-
Stołówki	3	8	-
Masowy catering dla określonych grup (Instytucjonalny catering)	-	5	36
Zakłady gastronomiczne – wszystkie rodzaje	34	52,5	-
Domy prywatne	42	36	8
Inne	24	11,5	17

Źródło: \*[33], \*\*[35]

Wydaje się, że te czynniki związane są z brakiem wiedzy personelu z tego zakresu i brakiem świadomości konieczności zapewnienia higieny żywności. Główną winę za wystąpienie zatruć ponosi bowiem personel poprzez zaniedbania, ignorancję, brak wiedzy dotyczącej elementarnych zasad produkcji żywności oraz brak nadzoru. Problematyka zapewnienia właściwego bezpieczeństwa higienicznego nabiera szczególnego znaczenia w zakładach cateringowych, serwujących dania dla dużej grupy konsumentów

W tabeli 7 przedstawiono dane liczbowe dotyczące zatruć pokarmowych wywołanych przez niewłaściwe przechowywanie potraw w ciepłe.

Tabela 7. Zatrucia pokarmowe spowodowane niewłaściwym przechowywaniem potraw w ciepłe w stanie Nowy York, 1980-1999 [43]

Rodzaj drobnoustrojów	Przypadki		
	wszystkie	wywołane czynnikami środowiskowymi	wywołane przechowywaniem (w tym % wszystkich przypadków spowodowanych niewłaściwym przechowywaniem w ciepłe)
<i>Clostridium perfringens</i>	130	97	47 (48)
<i>Salmonella</i>	349	238	41 (17)
<i>Bacillus cereus</i>	60	44	23 (52)
<i>Staphylococcus aureus</i>	75	51	13 (25)

### Higiena personelu i postępowanie higieniczne

Personel zatrudniony w gastronomii, a w szczególności jego wiedza z zakresu technologii gastronomicznej i higieny żywności oraz właściwe postępowanie technologiczne i higieniczne to kluczowe determinanty jakości usługi gastronomicznej. Odpowiednie przygotowanie zawodowe z zakresu technologii gastronomicznej i higieny żywności może przyczynić się do zapewnienia jakości i bezpieczeństwa przygotowania potraw w gastronomii.

Większość czynności wykonywanych w kuchni zakładów gastronomicznych odbywa się w bezpośrednim kontakcie pracownika z żywnością. Aby można było bezpiecznie produkować żywność, konieczny jest odpowiednio przeszkolony personel, co wiąże się z koniecznością przeprowadzania szkoleń z zakresu higieny w zakładach. Ważna jest częstotliwość szkoleń, rodzaj i sposób prezentowanej tematyki, a także kontrola nad stosowaniem poznanej wiedzy w praktyce. Martinez-Tomé i wsp. [27] obserwowali dodatnią korelację pomiędzy poprawą warunków higieniczno-sanitarnych (spadek liczby mikroorganizmów w sałatkach), a liczbą szkoleń z zakresu GMP i systemu HACCP dotyczących praktycznego zapewnienia jakości mikrobiologicznej żywności.

W gastronomii wiele czynności wykonywanych jest manualnie, dlatego tak niezbędna jest właściwa higiena rąk. Według Kiper i Street [25] oraz De Wita

i Kampelmacher [17] podstawowym sposobem zapewnienia bezpieczeństwa żywności jest unikanie bezpośredniego kontaktu z żywnością oraz przestrzeganie higieny rąk. Jak wskazują niektórzy autorzy [1, 5] działania tylko w zakresie poprawy higieny osobistej personelu pozwoliły znacznie ograniczyć występowanie zatruc pokarmowych.

W badaniach przeprowadzonych w 2002 roku przez Food Safety Authority of Ireland wśród pracowników i właścicieli zakładów gastronomicznych wykazano, że wciąż istnieje problem utrzymania właściwej higieny rąk, co jest efektem braku permanentnych szkoleń pracowników. Około 59% badanych deklaroowało, że posiada podstawową, udokumentowaną wiedzę (szkolenia) z zakresu higieny żywności. Tylko 35% właścicieli uważało, że odpowiednio przeszkolony pracownik jest ważny dla prawidłowego funkcjonowania biznesu. Nieliczni właściciele (23%) wierzyli w skuteczność GHP w porównaniu do 64%, dla których „kluczem do utrzymania klienta było dobre jedzenie oferowane przez zakład” [42].

Czarnecka-Skubina i Skwierczyński [14], prowadząc badania w zakładach polskiej gastronomii hotelowej, stwierdzili brak dostatecznej wiedzy pracowników gastronomii. Dotyczyły one prawidłowości prowadzenia procesu przygotowania potraw, np. postępowania w czasie rozmrażania czy procesu obróbki cieplnej mięsa. Czarnecka-Skubina [8] podkreśla, że główne problemy związane z personelem w gastronomii to brak pracowników o odpowiednim przygotowaniu zawodowym, niepełna wiedza z zakresu technologii, higieny i obsługi konsumenta, nieodpowiedni stosunek personelu do pracy, częsta rotacja personelu, brak umiejętności stosowania zdobytej wiedzy z zakresu higieny w praktyce. Ważne jest więc, aby zwiększyć świadomość personelu dotyczącą wpływu niewłaściwego postępowania na bezpieczeństwo produktu.

Braki w wiedzy personelu, a dodatkowo, jak wskazuje Fuks i wsp. [19], fakt wyraźnej różnicy między wiedzą teoretyczną w zakresie higieny, a praktycznym postępowaniem, wskazują na konieczność permanentnych szkoleń w celu zwiększenia świadomości pracowników w sprawach higieny, a także poprawy bezpieczeństwa produktów wytwarzanych w gastronomii.

### **Podsumowanie**

Standardy zapewnienia jakości i bezpieczeństwa produkowanych potraw w zakładach gastronomicznych różnią się istotnie w zależności od podsystemu. Najwyższe bezpieczeństwo gwarantuje gastronomia systemowa, w której troska o jakość i bezpieczeństwo stanowi istotny priorytet działania. Natomiast

gastronomia indywidualna, paradoksalnie postrzegana przez konsumentów jako oferująca najwyższą jakość, w znacznym stopniu ignoruje kwestie bezpieczeństwa. Niezależnie od podsystemu oraz podejmowanych działań na rzecz wysokich standardów produkcji, niezwykle istotna jest wiedza i odpowiedzialność personelu uczestniczącego w procesie produkcji. Bardzo ważna jest wiedza zarówno z zakresu postępowania technologicznego, jak i higienicznego, aby zapewnić właściwą jakość oferowanych posiłków pod każdym względem.

W wielu przypadkach proste działania dotyczące poprawy higieny, wpływają zdecydowanie pozytywnie na jakość produktu. Częste szkolenia z tego zakresu wydają się być absolutną koniecznością.

### **Literatura**

1. Aiello A.E., Larson L.E.: What is evidence for a casual link between hygiene and infections?. *The Lancet Infection Disease*, 2002, 2, 2, 103-110.
2. Barrie D.: The provision of food and catering services in hospital., *J. Hosp. Infect.*, 1996, 33, 13-33.
3. Bęcałski A., Lau B.P.I., Lewis D., Seaman S.W.: Acryloamide in foods: Occurrence, Sources and Modeling. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51, 801 – 808.
4. Brzozowska E., Wrońska J., Gołaszewska B.: Parametry technologii wytwarzania i przechowywania zup a ich jakość i wartość odżywcza, *Przegląd gastronomiczny*, 1991, 3, 5-9.
5. Curtis V., Cairncross S., Yonli R.: Domestic hygiene and diarrhoea – pinpointing the problem. *Tropical Med. Int. Health*, 2000, 5, 2, 22-32.
6. Czarniecka-Skubina E., Gołaszewska B.: Wpływ procesu kulinarnego na jakość wybranych warzyw. *Żywność, Nauka, Technologia. Jakość*, 2001, 2 (27), 103-116.
7. Czarniecka-Skubina E.: Effect of material form, storage and cooking methods on the quality of Brussels sprouts, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, 11/52, 3, 75 - 82.
8. Czarniecka-Skubina E.: Zapewnienie jakości usług i bezpieczeństwa zdrowotnego potraw w gastronomii hotelowej, *Biblioteczka Hotelarza*, Warszawa, 2003.
9. Czarniecka-Skubina E., Gołaszewska B., Wachowicz I.: Effect of culinary process on beet roots quality, *Electronics Journal of Polish Agricultural Universities*, 2003, vol. 6, series Food Science and Technology.
10. Czarniecka-Skubina E., Wróbel M.: Jakość usług cateringowych w opinii odbiorców tych usług. Kraków, w monografii z Sesji naukowej z cyklu:

"Wyzwania zarządzania jakością, I Ogólnopolska Sesja Naukowa Zarządzania Jakością, Kraków, 2004, 6-7.05.2004, 21-25.

11. Czarniecka-Skubina E.: (Byle) jakość polskiej gastronomii. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności*, 2004 a, 1 (12), 30-31.
12. Czarniecka-Skubina E.: Polska gastronomia w kontekście integracji z Unią Europejską. *Poradnik Restauratora*, 2004 b, 5 (57), 16-17.
13. Czarniecka-Skubina E.: Jakość usługi gastronomicznej w aspekcie żywieniowym, technologicznym i higienicznym. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2006, 13, 1 (46), Supl., 25-33.
14. Czarniecka-Skubina E., Skwierczyński S.: Examination of hygiene knowledge of personnel employed in hotel catering establishments. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 57, 4(A), 95-99.
15. Czarniecka-Skubina E., Grześnińska W., Wachowicz I., Rosiak E.: Microbiological quality of poultry dishes prepared in cook-chill technology, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 57, 4 (A), 101-105.
16. Czarniecka-Skubina E., Grochowicz J., Nowak D.: Product Quality and Safety in HoReCa Sector. *Proceedings 5th International Technical Symposium on Food Processing, Monitoring Technology in Bioprocesses and Food Quality Management*, Potsdam, 2009, Aug 31 to Sept 02.2009, pp.93-100, Agratechnik Bornim (ATB).
17. De Wit J.C., Kamplmacher W. (1984): Some aspects of bacterial contamination of hands of workers in foodservice establishments, *J. Bacteriol. Hygiene*, 1984, 186, 9 -12.
18. Faustin A. Rosi G., Perucci C.A.: Impact of guidelines in investigating foodborne disease outbreaks services in Lazio Region, Italy, *Epidemiol. Prevenz.*, 2003, 27 (6), 333 – 339.
19. Fuks M.M., Szteyn J., Wiszniewska A. (2004): Wiele zależy od ludzi. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności*, 15, 4, 38-39.
20. Gołaszewska B., Czarniecka-Skubina E.: Wpływ procesów technologicznych na jakość wybranych warzyw. *Konferencja naukowa. Żywnienie Człowieka-Hotelarstwo-Piekarnictwo ICE&HI*, Bydgoszcz, 2000, 97-102.
21. Grześnińska W., Rosiak E., Czarniecka-Skubina E., Wachowicz I.: Factors determining microbiological quality of dishes produced in cook-chill technology, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2007, 57, 3 (A), 27-31..

22. Holdsworth M., Haslam Ch., Raymond N.T., Lebovici D.: Evaluation of customers' perspectives on the heartbeat award scheme public eating places. *J. Nutr. Edu.*, 1997, 5, 29, 231-236.
23. Iłow R., Regulska-Iłow B., Szymczak J.: Ocena strat witaminy C w wybranych warzywach gotowanych metodami konwencjonalnymi oraz w kuchence mikrofalowej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1995, XXVIII, 4, 317-321.
24. Kall J., Sojkin B.: Dlaczego spożywamy posiłki poza domem i co decyduje o wyborze typu lokalu gastronomicznego. *Food Service*, 2000, 1, 32-33
25. Kiper J., Street D.A.: Lifelong Food Safety, U.S. Food and Drug Administration – Center for Food Safety and Applied Nutrition, [www.cfsan.fda.gov](http://www.cfsan.fda.gov), 2005.
26. Kunachowicz H., Nadolna I.: Współczesne poglądy na zagadnienie wpływu procesów przetwarzania żywności na zachowanie witamin ze szczególnym uwzględnieniem procesów kulinarnych, *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2004, XXXVII, 2, 105-111.
27. Martinez-Tomé M., Vera A.M., Murcia M.A.: Improving the control of food production in catering establishments with particular reference to the safety of salads. *Food Control*, 2000, 11, 437-445.
28. Mojska H., Gielecińska I., Szponar L., Malecka D., Pawlicka M.: Izomery *trans* kwasów tłuszczowych w produktach typu fast food, *Żyw. Człow. Metab.*, 2007, XXXIV, 3 / 4, 915 –920.
29. Olsen S., MacKinon L.C., Goulding J.S., Bean N.H., Slutsker R.: Surveillance for foodborne disease outbreaks. United States, 1993-1997. *MMWR*, 2000, 49 (SS01), 1-51.
30. Raport WHO: Strategies for implementing HACCP in small and/or less developed businesses. [in] Report of WHO consultation in collaboration with the Ministry of Health, Welfare & Sports, Hague, 1999.
31. Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council of 29.04.2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules.
32. Sala J.: Marketing w gastronomii, PWE, Warszawa, 2004.
33. Shmidt K., Tirado C.: Seventh Report 1993 - 1998. WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infection and Intoxication in Europe. Federal Institute for Health Protection of Consumer and Veterinary Medicine, Berlin, 2001.

34. Surdyk N., Rosen J., Andersson R., Aman P.: Effects of asparagine, fructose and baking conditions on acrylamide content in yeast – leavened wheat bread. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, 52, 2047 – 2051.
35. Sun Y.M., Ockerman H.W.: A review of the needs and current applications of HACCP system in food service areas, *Food Control*, 2005, 16, 325-332.
36. Szczerbina T.: Akryloamid – potencjalnie rakotwórcza substancja występująca w żywności. *Kosmos. Problemy nauk biologicznych*, 2005, 54, 4, 367 – 372.
37. Szczucki C.: Zakresy znaczeniowe podstawowych pojęć w kontroli jakości produktów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*, 1970, 1, 2–5.
38. Szydłowska A., Czarniecka-Skubina E.: Wpływ sposobu gotowania i przechowywania po ugotowaniu na temperaturę, wydajność i jakość sensoryczną brokułów. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2006, 13, 1 (46), 117-132.
39. Wachowicz I., Czarniecka-Skubina E.: Wpływ procesu kulinarnego na wybrane mierniki jakości marchwi i buraków. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2004, 40, 3, 204-211.
40. Walker A., West A., Lawson J.: The nutritional quality of vegetables processed by traditional cook-serve and meals assembly techniques. [in:] *Culinary Arts and Sciences. Global and National Perspectives*. Edwards J.S.A Ed., Bournemouth University, UK, Computational Mechanics Publications, Southampton, Boston, 1996, 325-334.
41. Williams P.G.: Vitamin retention in cook/chill and cook/hot hold hospital foodservices. *Dip Nutr,Diet.*, 1996, 96, 5, 490-498.
42. [www.fsai.ie](http://www.fsai.ie) : Code of Practice For Food Safety in the Fresh Produce Supply Chain in Ireland, Food Safety, 2005.
43. [www.fsis.usda.gov.com](http://www.fsis.usda.gov.com), 16.11.2006
44. Zalewski S. (red.): *Podstawy technologii gastronomicznej*, WNT, Warszawa, 2003.





## **ROZDZIAŁ 12**

### **WYBRANE ASPEKTY JAKOŚCI ŻYWNOSCI NIEKONWENCJONALNEJ**

*Izabela Steinka, Anita Kukulowicz*

#### **Wprowadzenie**

Rynek żywności tradycyjnej coraz częściej jest uzupełniany żywnością niekonwencjonalną. Istnieje wiele definicji i podziałów żywności, a klasyfikacja środków spożywczych ewaluuje w czasie [4, 5, 8, 9, 17, 39].

Do żywności niekonwencjonalnej jest, według niektórych autorów, zaliczana żywność transgeniczna, co wynika z faktu, że jest ona wytwarzana m.in. przy użyciu specjalnych technologii z wykorzystaniem mikroorganizmów o nowej, celowo zmodyfikowanej strukturze molekularnej [7]. Podział żywności dokonywany przez innych autorów sugeruje, że niekonwencjonalne środki spożywcze to: żywność wzbogacona, prozdrowotna, kliniczna i funkcjonalna [18]. W literaturze przedmiotu funkcjonuje też pojęcie żywności nowej generacji obejmujące takie rodzaje żywności jak: specjalnego przeznaczenia, atrybucyjną i *novel food* [7]. *Novel food* jest typowym przykładem żywności niekonwencjonalnej, którą od tradycyjnej różnią inne surowce czy ponadodżywcze właściwości prozdrowotne. Do tego typu żywności należy zaliczyć m.in. żywność funkcjonalną [1].

Z punktu widzenia technologii wytwarzania oraz geografii spożywania, środki spożywcze można podzielić na żywność tradycyjną i niekonwencjonalną. Te determinanty klasyfikacji pozwalają na zaliczenie do żywności niekonwencjonalnej również produkty pochodzące z upraw ekologicznych.

Do żywności niekonwencjonalnej zaliczyć należy więc takie produkty żywnościowe, których wzbogacenie w organiczne ekstrakty z komórek pochodzenia roślinnego, w niejadalne części roślin i zioła lub substancje

pochodzenia zwierzęcego wymaga znaczących modyfikacji w technologiach wytwarzania, a cechy sensoryczne odbiegają od normatywnych na danym obszarze geograficznym i kulturowym [32]. Do tego typu żywności należy zaliczyć także żywność programowaną, suplementowaną (bogata w fitozwiązki), *pharmafood* oraz żywność wzbogaconą o inhibitory karcinogenezy (*chaemopreventive agent*).

Brak uwzględnienia konieczności modyfikacji technologii wytwarzania takich środków spożywczych prowadzi niekiedy do uproszczonego jej klasyfikowania jako żywność funkcjonalną, które to pojęcie dotyczy jedynie wpływu, jaki wywiera na organizm ludzki.

Według dostępnych, nowszych prób klasyfikacji, istnieją trzy kategorie żywności funkcjonalnej wyodrębnione na podstawie przyjętych kryteriów [8]. Kryterium związane ze składem tych środków spożywczych dotyczy żywności wzbogaconej, niskoenergetycznej, wysokobłonnikowej, probiotycznej, niskosodowej, niskocholesterolowej czy energetyzującej. Biorąc pod uwagę kryterium zaspokajania określonych potrzeb, żywność funkcjonalna może być podzielona na przeznaczoną dla osób o określonych wymaganiach fizjologicznych i powodującą zmniejszenie chorób i zaburzeń [8].

Ta klasyfikacja determinuje powrót do pierwszego podziału, który dzieli żywność funkcjonalną i ze względu na składniki i na możliwość określonego działania, tj. zmniejszenia poziomu cholesterolu, regulację perystaltyki jelit itp. O ile dwa pierwsze podziały ujmują ten sam rodzaj żywności, o tyle kolejna wymieniana grupa wywoływać może kontrowersje.

Trzecia kategoria żywności funkcjonalnej jest charakteryzowana za pomocą efektów żywieniowych. Dzieli się ją na dwie podgrupy, tj. żywność o dobrze poznanych efektach żywieniowych i o słabo poznanych efektach żywieniowych, co przeczy definicji żywności funkcjonalnej. Środki spożywcze określane jako żywność funkcjonalna to takie, które poza swoją wartością odżywczą mają pozytywny wpływ na zdrowie, rozwój fizyczny lub samopoczucie konsumenta [9].

Dlatego żywności o słabo poznanych efektach żywieniowych nie powinno się przed pozyskaniem wystarczającej liczby badań uznawać za funkcjonalną.

Zaliczenie każdego rodzaju żywności do funkcjonalnej jest niewłaściwe, ponieważ istnieje wiele takich środków spożywczych, które nie wykazują specjalnych cech prozdrowotnych, należą do grupy artykułów niekonwencjonalnych, a są spożywane z uwagi na ich walory sensoryczne lub

z chęci doznania nowych wrażeń smakowych. Bez względu na sposób jej klasyfikacji istotna, jest jakość tego rodzaju żywności, na którą składają się między innymi bezpieczeństwo, atrakcyjność sensoryczna i dyspozycyjność.

### **Postrzeganie bezpieczeństwa żywności niekonwencjonalnej**

W trakcie badań postaw konsumentów w stosunku do środków spożywczych, jednoznaczne zdefiniowanie rodzaju żywności pomaga respondentom w ocenie bezpieczeństwa, co uwidaczniają chociażby badania akceptacji żywności genetycznie modyfikowanej [13, 22].

Dane literaturowe dotyczące chociażby akceptacji żywności funkcjonalnej, potwierdzają, że podstawowym czynnikiem pozytywnego do niej nastawienia konsumentów jest wiara w pozytywny wpływ tej żywności na zdrowie [38].

Definiowanie żywności funkcjonalnej jako „specjalnie opracowanych produktów spożywczych, które wykazują korzystny, udokumentowany wpływ na zdrowie ponad ten, który wynika z obecności składników odżywczych tradycyjnie uznawanych za niezbędne” wskazuje na kompletną pewność odnośnie jej bezpieczeństwa [39].

Przeświadczenie o bezpieczeństwie spożywanej żywności pomagają konsumentom osiągać deklaracje producentów, poparte badaniami placówek naukowych. Przykładem może być reklama żywności funkcjonalnej powodująca przekonanie konsumenta, posiadającego minimalną wiedzę na temat żywności, że obecność określonych rodzajów szczepów probiotycznych jest wystarczająca do oceniania tych produktów jako bezwarunkowo bezpiecznych. Doniesienia naukowe związane z badaniami klinicznymi sugerują jednak daleko zalecaną ostrożność konsumpcji, np. napojów probiotycznych, w przypadkach niektórych schorzeń przewodu pokarmowego [3]. Podobnie, badania mikrobiologicznej jakości wielu produktów sojowych dają zróżnicowany obraz mikrobiologiczny tych produktów, nie zawsze pozwalający zakwalifikować ją jako żywność bezpieczną [23, 30].

W tabeli 1 zaprezentowano ocenę prozdrowotnej roli wybranych produktów niekonwencjonalnych i suplementów diet w opinii producentów oraz możliwe efekty negatywne ich spożywania, wynikające z prowadzonych badań. Z prowadzonych badań dotyczących żywności niekonwencjonalnej wynikało, że respondenci nie wykazują zaufania do jakości higienicznej tak zdefiniowanych środków spożywczych. Zaledwie co czwarty badany ocenił ten rodzaj żywności jako bezpieczny.

Tabela 1. Efekty spożywania żywności funkcjonalnej i niekonwencjonalnej

Rodzaj żywności	Deklarowany efekt prozdrowotny	Wyniki badań
Funkcjonalna – mleczne napoje fermentowane z probiotykami	Poprawa pracy układu pokarmowego	Zmiany w funkcjonowaniu organizmu u osób z zaburzeniami pracy trzustki
Niekonwencjonalna makaron sojowy	Wysoka wartość odżywcza z uwagi na obecność białka makro i mikroelementów oraz witamin B2, B6, C $\beta$ karotenu i likopenu	Wysoka liczba grzybów strzępkowych i gronkowców- możliwość zaburzeń funkcjonowania przewodu pokarmowego z uwagi na jakość mikrobiologiczną
Niekonwencjonalna jogurt z aloesem	Stymulacja układu odpornościowego organizmu z uwagi na wysoką zawartość witamin, aminokwasów, biostatyków	Przy częstym spożywaniu w zależności od stężenia dodatku, dysfunkcja układu moczowego, możliwość przekrwienia przewodu pokarmowego
Funkcjonalna/ niekonwencjonalna kielki roślinne	Stymulacja układu odpornościowego organizmu z uwagi na obecność witamin, mikro i makroelementów	Możliwe zaburzenia przewodu pokarmowego z uwagi na niską jakość mikrobiologiczną
Funkcjonalne suplementy diety Xa, Xb, Xc, Xd, Xn	Regulacja pracy jelit, dostarczanie odpowiedniej ilości substancji odżywczych	Niska liczba bakterii probiotycznych – niwelowanie zakładanego efektu, obecność grzybów strzępkowych

Opracowanie własne na podstawie [3, 17, 34]

Xa, Xb, Xc, Xd, Xn -nazwy suplementów diet wytwarzanych przez określonych producentów

Jedynie 11,8% badanych uznało, że żywność niekonwencjonalna niesie zaróżenie zdrowotne. Niezdecydowaną postawę wobec bezpieczeństwa żywności definiowanej jako niekonwencjonalna wykazało aż 62,3% respondentów.

Stan wiedzy konsumenta na temat bezpieczeństwa żywności niekonwencjonalnej może być niezadowolający, co wynika z faktu, że nie zawsze producenci wykonują pełen wachlarz badań, w przypadku stosowania w procesie technologicznym niekonwencjonalnych dodatków. Dotyczy to najczęściej stosowania niekonwencjonalnych dodatków lub suplementów w technologii wytwarzania przetworów mlecznych, takich jak jogurty (tab. 2).

Tabela 2. Stan wiedzy na temat bezpieczeństwa jogurtów z niekonwencjonalnymi dodatkami

Rodzaj produktu	Rodzaj prowadzonych badań	Oceny bezpieczeństwa
Jogurt z amarantusem	Badania sensoryczne i wartości odżywczej	Brak możliwości oceny na podstawie przeprowadzanych badań
Jogurt z koenzymem Q	Sensoryczne, mikrobiologiczne, fizykochemiczne	Brak badań na zwierzętach lub udokumentowanych danych o interakcjach

Źródło: zaadaptowano na podstawie [33]

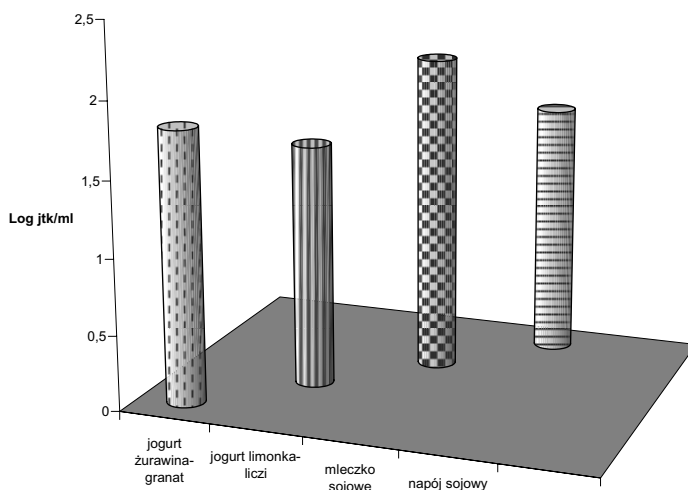
Istnieją badania dotyczące pozytywnych właściwości amarantusa, jego roli w redukcji poziomu cholesterolu lub właściwości odżywczych tak skomponowanego jogurtu, ale brak jest danych na temat bezpieczeństwa powstałego produktu [11, 12]. W tabeli 2 zaprezentowano możliwość oceny bezpieczeństwa tego rodzaju żywności przy braku wystarczającej liczby badań. Brak kompletnych danych, koniecznych do oceny bezpieczeństwa przez respondentów, uniemożliwia przydzielenie tego produktu do grupy żywności funkcjonalnej. Podobny problem występuje w przypadku jogurtu suplementowanego koenzymem Q. Charakter tego produktu stawia go na pograniczu pomiędzy żywnością programowaną a *preventive food*.

### **Jakość mikrobiologiczna wybranych asortymentów żywności niekonwencjonalnej**

Akceptacja konsumencka i bezpieczeństwo są najbardziej istotnymi atrybutami żywności. Jakość środków spożywczych wytwarzanych z niekonwencjonalnych surowców lub z niekonwencjonalnymi dodatkami powinna być zgodna z kryteriami bezpieczeństwa żywności.

Badania mikrobiologiczne żywności niekonwencjonalnej wskazują, że poziom mikroflory w wybranych produktach spożywczych definiowanych w taki sposób jest zróżnicowany.

Poziom mikroorganizmów w jogurtach zawierających nietypowe dodatki, takie jak liczi, żurawina czy limonka, wskazywał na znaczną poprawę w stosunku do jakości mikrobiologicznej jogurtów z aloesem ocenianych w latach poprzednich [34]. Obecność *Staphylococcus aureus* koagulazoujemnych w produktach badanych obecnie stwierdzono w 67% badanych próbkach, ale ich liczba nie przekraczała 100 jtk/ml. Poziom populacji grzybów w jogurtach wahał się w zakresie 1,0-1,3 log jtk/ml. Średni poziom *Staphylococcus aureus* w jogurtach z dodatkiem żurawin i granatów nie przekraczał 1,8 log jtk/ml, a napojach z limonką i liczi -1,6 log jtk/ml (Rys. 1). W badanych jogurtach stwierdzano także obecność niewielkiej liczby bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* z rodzajów *Enterobacter sp.* *Citrobacter sp.* i *Klebsiella sp.*, na poziomach, które nie zmieniały bezpieczeństwa produktów z niekonwencjonalnymi dodatkami.

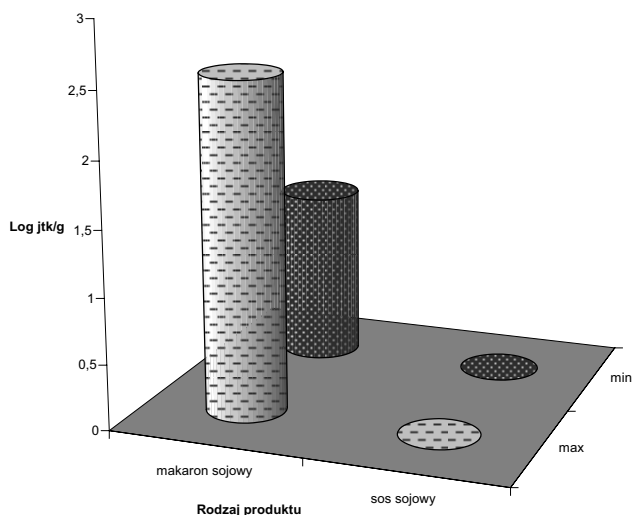


Rysunek 1. Poziom *Staphylococcus aureus* w napojach mlecznych i sojowych

Produkty sojowe należą do tradycyjnej żywności stosowanej w dietach ludności azjatyckiej. Jakość mikrobiologiczna tych produktów wykazuje znaczne zróżnicowanie w zależności od rodzaju asortymentu.

Ocena jakości mikrobiologicznej makaronów, sosów, mleczka i napojów sojowych nie wykazała obecności gronkowców jedynie w sosach sojowych.

Wielkość populacji *Staphylococcus aureus* w makaronach sojowych wahała się od 1,3 log jtk/g do 1,6 log jtk/g (Rys. 2). W sosach sojowych nie stwierdzono bakterii mezofilnych tlenowych.



Rysunek 2. Poziom *Staphylococcus aureus* w makaronach i sosach sojowych

Badania soków sojowych suplementowanych witaminami B<sub>2</sub> i B<sub>12</sub> oraz wapniem wykazywały także obecność gronkowców na poziomie podobnym do stwierdzanego w makaronach i mleczku sojowym. Dodatkowo, napoje te wykazywały obecność niewielkiej liczby komórek grzybów, nieprzekraczającej jednak kilkudziesięciu komórek. Prawdopodobnie mogło to wynikać z zastosowania dodatków smakowych, takich jak czekoladowy i owoce leśne.

W mleczku sojowym stwierdzano nieznaczne zanieczyszczenie produktów komórkami drożdży na poziomie nieprzekraczającym 1,48 log jtk/ml.

Obecność grzybów w mleczku sojowym mogła wynikać z wzbogacania produktów dodatkami smakowymi: karmelowym, truskawkowym i brzoskwiniowym.

Niskie zanieczyszczenie mikrobiologiczne produktów sojowych wskazywało na poprawę jakości tych środków w stosunku do oceny prowadzonej przez Stobińską i wsp. [30].

Badania sojowych koncentratów obiadowych dokonane przez Stobińską i wsp. [30] wskazywały na znaczne ich zanieczyszczenie zarówno mikroflorą mezofilną tlenową, jak i grzybami. Autorka, oceniając asortyment dań obiadowych i garmazeryjnych, nie stwierdzała w produktach obecności przetrwalników bakterii beztlenowych, natomiast ogólna liczba bakterii mezofilnych tlenowych wahała się maksymalnie między  $9,2 \times 10^4$  a  $1,2 \times 10^6$  jtk/g. Najwyższy poziom grzybów stwierdzany był w zrazach sojowych i w sosie pieczarkowym, a najniższą liczbę grzybów obserwowano w gulaszu sojowo-warzywnym. Jednakże, w przypadku tych produktów, powodem obecności zanieczyszczeń mikrobiologicznych mogły być dodatki warzywne.

Wśród produktów sojowych, analizie mikrobiologicznej poddawano również pakowany próżniowo ser Tofu. Jego jakość mikrobiologiczna uzależniona była od wysokości temperatury przechowywania, a z zepsutego sera izolowano bakterie z gatunków *Bacillus marinus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus firmus* i *Bacillus alvei*. Badania produktów wykazały, że już po 7 dniach przechowywania Tofu w temperaturze 10°C, ogólna liczba drobnoustrojów wzrasta aż o 4 log jtk, wykazując poziom  $6,85 \pm 0,41$  log jtk/g [23].

Żywność określana mianem *fitness* obejmuje różnorodny asortyment produktów spożywczych pochodzenia roślinnego. Do tego rodzaju żywności zaliczane są przede wszystkim: produkty zbożowe (płatki, otręby), kielki roślinne, mieszaniny sałat i nieutralane soki o niekonwencjonalnym składzie (soki z noni, acai, guajawy, aloesa), a także batoniki *fitness*.

Ocena mikrobiologiczna płatków zbożowych nie wykazała obecności bakterii chorobotwórczych typu *Bacillus cereus*. Nie stwierdzono ich także w batonach typu *fitness*.

Soki owocowe z niekonwencjonalnych surowców cechowała obecność grzybów strzępkowych w ilości nieprzekraczającej 2,62 log jtk/ml. Gronkowce natomiast stwierdzono jedynie w soku z goji i gujawy, a wielkość ich populacji dochodziła do 2 log jtk/ml. Z literatury wynika, że w owocowych sokach niepasteryzowanych można spodziewać się znacznej liczby drożdży z rodzajów: *Brettanomyces*, *Kloeckera*, *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Torulopsis* [25]. W badanych sokach nie wykryto obecności drożdży, natomiast stwierdzono grzyby strzępkowe należące do gatunku *Ulocladium chartarum*.

Niska jakość mikrobiologiczna charakteryzowała sałaty i kielki. Rezultaty analiz prowadzonych w latach 2007-2009 wykazały wysoki poziom zanieczyszczenia kielków bakteriami z rodzaju *Enterococcus sp.* i *Staphylococcus*



*ureus*. Obserwowane wzrastające poziomy grzybów strzępkowych, gronkowców koagulazoujemnych i enterokoków świadczą o złej jakości higienicznej kiełków dostępnych na rynku [35, 36].

Niską jakość mikrobiologiczną kiełków potwierdzają badania innych autorów, wskazujących na znaczną liczbę drobnoustrojów saprofitycznych oraz obecność populacji bakterii chorobotwórczych w badanych produktach. Dane na temat kiełków wskazywały na obecność bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oraz pałeczek rodziny *Enterobacteriaceae* [28]. Park i wsp. [24] stwierdzali w fasoli mung i w kiełkach alfalfa (lucerny) populacje *Klebsiella pneumoniae* o liczebności dochodzącej do  $10^6$  jtk/g. Z piśmiennictwa wynika również, że kiełki mogą być źródłem *Staphylococcus aureus* koagulazododatnich, *Bacillus cereus*, a także pałeczek z rodzajów *Listeria monocytogenes* i *Salmonella typhimurium* [6, 27, 31]. Prezentowane w literaturze dane wykazały, że kiełki fasoli mung i alfalfa cechowała obecność bakterii z grupy coli na poziomie 5,71 log jtk/g i grzybów w liczbie powyżej  $10^4$  jtk/g, a także, że ok. 25% kiełków charakteryzowało się wysokim mianem bakterii termootolerantnych [27, 29].

Kiełki produkowane w Polsce wykazują znaczny stopień zanieczyszczenia drobnoustrojami. Pałeczki kałowe stwierdzano w kiełkach lucerny - średnie obserwowane zanieczyszczenie dochodziło do 1,38 log jtk/g. Nieznaczna liczba tych bakterii stwierdzono również w kiełkach rzodkiewki i brokułów oraz w mieszaninie typu *stir fry*. Pałeczek kałowych nie wykazały podczas badań kiełki fasoli mung i mieszniny kiełków. Poziom populacji *Staphylococcus aureus* koagulazododatnich nie przekaczał wartości 3,41 log jtk/g. W przypadku niektórych rodzajów kiełków występowały próbki, w których wielkość populacji gronkowców dochodziła do 4,66 log jtk/g [36].

O ile skład surówek i sałatek nie stanowił kompozycji niekonwencjonalnych składników – to ich określanie jako produktów prozdrowotnych typu *fitness* spowodowało potrzebę ich oceny mikrobiologicznej.

W sałatkach z serem stwierdzono obecność pałeczek z grupy coli w ilości od 1,47 do 2,11 log jtk/g. 26,5% próbek sałatek charakteryzowała obecność *Escherichia coli* na poziomie od 1,3 log jtk/g do 4,12 log jtk/g. Wszystkie asortymenty sałatek fitness wykazywały obecność gronkowców. Wielkość populacji *Staphylococcus aureus* wahała się od 1 do 2,89 log jtk/g [35].

Jakość mikrobiologiczna soków owocowych i warzywnych jest zależna nie tylko od składu, ale także od technologii wytwarzania oraz od stosowanych substancji konserwujących. Wśród 31 asortymentów badanych soków zaledwie

6% producentów deklaroowało stosowanie środków konserwujących. Analiza mikrobiologiczna soków z niekonwencjonalnych surowców wykazała minimalne zanieczyszczenie tych produktów bakteriami. Obecność nieznacznej liczby grzybów strzępkowych niekoniecznie mogła potwierdzać brak stosowania środków konserwujących, lecz sprawnie funkcjonujący system HACCP i czystość mikrobiologiczną surowców (Tab. 3).

Tabela 3 Jakość mikrobiologiczna soków produkowanych z niekonwencjonalnych surowców

Poziom populacji mikroorganizmów w sokach owocowych log jtk/ml			
Rodzaj soku	Grzyby strzępkowe	Drożdże	<i>Staphylococcus aureus</i>
Sok z ananasem i gaurawą	1,9	nb	1,0
Sok z aloesem i noni	nb	nb	nb
Sok z goji	nb	nb	2,3
Sok z acai	nb	nb	nb
Sok z aloesu i winogron	nb	1,0	1,3

Źródło: badania własne [35]

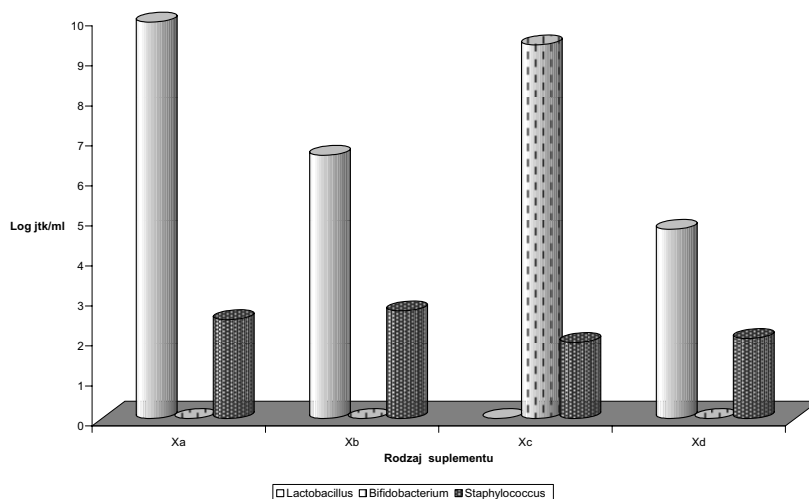
Z danych literaturowych wynika, że drobnoustrojami o znaczącej efektywności w obniżaniu poziomu cholesterolu we krwi są szczepy probiotyczne należące do grupy bakterii fermentacji mlekowej. Ich właściwy poziom i żywotność powinna być przez producenta zapewniona [15].

Uzyskane dane wskazywały, że 70% próbek badanych suplementów (Xd), stosowanych jako składniki diet obniżające stężenie cholesterolu, zawierało tych bakterii nie więcej niż  $10^5$  jtk/ml, a zaledwie 30% to wartości nieznacznie przekraczające poziom  $10^5$  jtk/ml. Średnia wielkość populacji pałeczek *Lactobacillus sp.* obecnych w napojach nie przekraczała 4,42 log jkg/ml [37].

Jednym ze składników tych produktów jest, deklarowany jako probiotyczny, szczep *Lactobacillus casei* [16, 19]. Z uwagi na funkcje, które suplementy mają pełnić w organizmie, deklarowana efektywność zmniejszania LDL w osoczu jest prawdopodobnie wynikiem obecności steroli roślinnych i mniejszą rolę mogą tu pełnić bakterie probiotyczne. Z badań wynika, że nawet wprowadzenie szczepu *Lactobacillus caesei* nie musi stanowić gwarancji uzyskiwania pozytywnych efektów działania tych pałeczek w prewencji schorzeń, jeżeli ich stężenie np.

w suplementach lub środkach spożywczych nie osiąga określonej minimalnej dawki [14, 26].

Pozostałe badane suplementy diet (Xb, Xa), związane zarówno z regulacją pracy jelit, czy immunomodulacją, cechował zadawalający poziom pałeczek *Lactobacillus* (Rys. 3). W produktach stwierdzano nieznaczną liczbę grzybów strzępkowych i gronkowców nieprzekraczającą maksymalnie wartości 2,69 log jtk/ml.



Rysunek 3. Mikroflora funkcjonalnych suplementów diet

### Podsumowanie

Wyniki dotyczące oceny bezpieczeństwa (jakości higienicznej) żywności niekonwencjonalnej wskazują na wysoki stopień nieufności w stosunku do inaczej zdefiniowanych produktów spożywczych. Zachowanie większości konsumentów wobec żywności zdefiniowanej jako niekonwencjonalna należy do grupy klasyfikowanej przez socjologów jako niezamierzone.

Producenci żywności nie zawsze dysponują wynikami wszystkich badań związanych z oceną bezpieczeństwa niekonwencjonalnych produktów spożywczych, co dodatkowo utrudnia tę ocenę. Przykład stanowi może jogurt z koenzymem Q – będący niekonwencjonalnym produktem o nieustalonych interakcjach połączonych składników z organizmem konsumenta.

Dodatkowym aspektem oceny jakości żywności niekonwencjonalnej jest niewielka liczba badań mikrobiologicznych, związanych z ustalaniem bezpieczeństwa tego rodzaju żywności.

Ocena mikrobiologiczna wybranych produktów należących do żywności niekonwencjonalnej i niekonwencjonalnych suplementów diety dowodzi, że większość z nich nie stanowi zagrożenia dla konsumenta.

Wyjątkiem są suplementy diet niezawierające deklarowanej liczby bakterii probiotycznych oraz kiełki wykazujące wysoki stopień zanieczyszczenia mikroflorą patogenną i kałową, podczas gdy według norm nieobecność *Salmonella* w tych ostatnich jest jedynym kryterium ich dyskwalifikacji.

### **Literatura**

1. Babicz-Zielińska E. Jakość żywności w ocenie konsumenckiej, Gdańsk GTN, 2006.
2. Bednarski W., Reps A. (red.) Biotechnologia żywności, WNT, Warszawa 2001.
3. Besselink M.G., van Santvoort HC, Buskens E, Boermeester MA, van Goor H, Timmerman HM, i in . Dutch Acute Pancreatitis Group: Probiotic prophylaxis in predict severe acute pancreatic: arandomised, double – bind, placebo-controlled trials. *Lancet*, 2008, 371, 651-659.
4. Bloch A., Thompson C.A., , *Phytochemicals and Functional Foods*, J. Nutraceut. Functional Foods, 1997, 1,1, 33-45.
5. Bogacz A., 2006, *Napoje funkcjonalne-zdrowie, żywienie, marketing, Przem. Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 11, 30.
6. Gabriel A.A. Microbial quality of chlorine soaked mung bean seeds and sprouts. *Food Sci. Technol.*, 2005; 11, 1, 95-100.
7. Gawęcki J. Żywność nowej generacji a racjonalne żywienie, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2002, 4, 33, 5-15.
8. Górecka D., Nowe kierunki produkcji żywności funkcjonalnej i instrumenty jej promocji, *Przem. Spoż.*, 6, 61, 2007, 21.
9. Goldberg I. *Functional Foods. J. Nutraceut. Functional Foods: Disainer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*, Chapman & Hall, 1994, 1-571.
10. Grajek W. Transgeniczne surowce a bezpieczeństwo konsumenta, *Przemysł Owocowo-Warzywny*, 1999, 9, 7-11.

11. Grajta H. Wpływ ekspandowanych nasion amarantusa na lipidy surowicy krwi i wątroby szczurów, Materiały naukowe Sympozjum Żywność - Lek - Zdrowie, Łódź, 21-22.09. 2000, 39.
12. Grega T., Sady M., Wszolek A. Ocena jakości jogurtów z dodatkiem ziarna amarantusa (*Amaranthus crenthus*), Przegląd Mlecz., 2001, 5, 223-226.
13. Grunert K.G., Lahteenmaki L., Nielsen N.A., Poulsen J.B., Eland O., Astrom A. Consumer perceptions of food products involving genetic modification-results from a quantitative study in four Nordic countries, Food Quality and Preference, 2001, 12, 527-542.
14. Guerin-Danan Chabanet C., Pedone C., Popot C., Vaissade P., Bouley C., Szylit O., Andrieux C. Milk fermented with yogurt cultures and *Lactobacillus casei* compared with yogurt and gelled milk, Am. J. Clin. Nutr, 1998, 67, 11-117.
15. Jiang N., Guo B., Sun L. *Lactobacillus casei* Bd-II strain used to reduce blood cholesterol, Sanghai Bright Dairy, 2007, 9, 213-218.
16. Kaniewski Ł. Panaceum na półce z nabiałem, [www.rzeczpospolita.pl/gazeta/wydanie\\_061128/nauka](http://www.rzeczpospolita.pl/gazeta/wydanie_061128/nauka), 15.03.2006.
17. Krygier E., Florowska A. Żywność funkcjonalna obecnie i w przyszłości, Przem. Spoż., 2008, 5, 6.
18. Korhonen H., Pihlanto-Leppala A. Technology options for new nutritional concepts, Int. J. Dairy Technol., 2002, 55, 79-88.
19. Leclerc M.E. Actimel, Bifidus, Yakult: ue choisir trie les varies et fausses promessers des alicaments, Le Tribune, 2006,42.
20. Marthy M. Nutraceuticals. Functional Foods and Medical Foods: Comentary and Caveats, J. of Neut., Functional and Medical Foods. 1997, 1, 3, 73-99.
21. Millard G., Rockliff S. Microbiological quality of seed sprouts. Act Government Health Information, 2001, 1-5.
22. Mucci A., Hough G., Zilaini C. Factors that influence purchase intent and perceptions of genetically modified foods among Argentine consumers, Food Quality and Preference, 2004, 15, 559-567.
23. Nowak A. Jakość mikrobiologiczna sera Tofu pakowanego próżniowo, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 1, 46, 73-79.
24. Park C.E., Sanders G.W. Source of *Klebsiella pneumoniae* in alfalfa and mung beam sprouts and attempts to reduce its occurrence. Can. Inst. Food Sci. Technol., 1995, 23: 189-192.

25. Parish M.E. Food safety issues and microbiology of fruit beverages and bottled water, Microbiologically safe foods, John Wiley&Sons Inc., New Jersey, USA, 2009, 291.
26. Rochet V., Rigottier-Gois L., Sutren M., Kremetsacki M.N., Andrieux C., Furret J.P., , Effects of orally administrated *Lactobacillus casei* DN-114 001 on the composition or activities of the dominant fecal microbiota in healthy humans, Brit J. Nutr., 2006, 95, 421-429.
27. Robertson L.J. Johannessen G.S., Gjerde B. K., Loncarevic S.: 2002, Microbiological analysis of seed sprouts in Norway. Int. J. Food Microbiol., 75, 1-2, 119-126.
28. Sarkadi S.L., Holzapfel W.H. Biogenic amines and microbial quality of sproputs. Lebensm. Unters Forsch, 1995, 200: 261-265.
29. Soylemez G., Brashers M.M., Smith D.A., Cuppet S.L. Microbial quality of alfalfa seeds and sprouts after a chlorine treatment and packaging modification. J. Food Science, 2001, 66, 1, 153-157.
30. Stobińska H., Kręgiel D., Drewicz E., Kozanecka E. Jakość mikrobiologiczna sojowych koncentratów obiadowych, Przem. Spoż. 2000, 2, 43-44.
31. Sunil D., Sajor R., Shashidar R., Dahokane V., Hajare S., Sharma A., Bandekar J.R. Microbiological evaluation of sprouts marketed in Mumbai, India, and its suburbs. J. Food Protection, 2006, 60, 10, 2515-2518.
32. Steinka I. Akceptacja żywności niekonwencjonalnej przez młodych konsumentów, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009a, 16, 4, 65, 218-226.
33. Steinka I. Innowacje technologiczne a bezpieczeństwo żywności Ann. Acad. Med. Gedan. 2009b, 39, 123-132.
34. Steinka I, Kukułowicz A. Ocena jakości mikrobiologicznej jogurtów z aloesem dostępnych w sieciach handlowych, KNoŻ, Gdynia 26-27.09.2006, 276.
35. Steinka I, Kukułowicz A. Ocena zanieczyszczenia mikrobiologicznego żywności niekonwencjonalnej PTM Szczecin, 4-7.09.2008, CD.
36. Steinka I, Kukułowicz A., Jakość mikrobiologiczna jadalnych kiełków roślinnych, Bromat. Chem. Toksykol. 2009, 12, 3, 481-485.
37. Steinka I. Muszyńska A., Kukułowicz A. Ocena mikrobiologiczna suplementów diet, Proceedings Joint, w druku,
38. Verbeke W., Viaene J. Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat in Belgium: empirical evidence from consumer survey, Food Quality and Preference, 2005, 10, 437-445.

39. Zduńczyk Z. Żywność funkcjonalna nowe wyzwania dla badaczy i producentów żywności, *Przem. Spoż.*, 1999, 3, 2-5.





## ROZDZIAŁ 13

### SPOSOBY OTRZYMYWANIA SKROBI OPORNEJ

*Małgorzata Kapelko, Tomasz Zięba, Waław Leszczyński,  
Artur Gryszkin, Ewa Zdybel*

Skrobia jest jednym z głównych składników diety człowieka. Występuje w nasionach, owocach, kłęczach lub w bulwach jako substancja zapasowa. Zbudowana jest z dwóch frakcji - liniowej amylozy i rozgałęzionej amylopektyny, które składają się z reszt glukozowych połączonych wiązaniami glikozydowymi. W komórkach roślin występuje w postaci gałeczek o wielkości i kształcie charakterystycznym dla rośliny, z której je wydobyto. Spożyta skrobia, w przewodzie pokarmowym, pod działaniem enzymów amylolitycznych ulega hydrolizie do glukozy, która następnie wchłaniana jest w dwunastnicy oraz jelicie cienkim i przechodzi do krwioobiegu. Wchłonięta glukoza jest jedynym źródłem energii dla centralnego układu nerwowego i krwinek czerwonych. Jest też niezbędna w organizmie w procesie utleniania kwasów tłuszczowych oraz do syntezy aminokwasów. W wyniku procesów utleniania z każdego grama glukozy organizm uzyskuje około 16,7 kJ energii.

Do niedawna skrobia uchodziła za związek całkowicie trawiony i wchłaniany w jelicie cienkim zdrowego człowieka. Jak się jednak okazało, w pełni trawiona jest tylko skrobia skleikowana, spożyta zaraz po przygotowaniu oraz surowa skrobia niektórych gatunków roślin, np. zbóż, która ulega powolnemu, ale całkowitemu trawieniu. Okazało się jednak, że pewna część spożywanej skrobi może być nietrawiona i w formie nienaruszonej lub w postaci produktów jej niecałkowitej hydrolizy przechodzi przez jelito cienkie do jelita grubego. Tę frakcję skrobi nazwano skrobią oporną (RS – z ang. *resistant starch*). Stanowi ona różnicę między ilością skrobi spożytej, a ilością skrobi rozłożonej przez enzymy do glukozy, która przez jelito cienkie dostała się do krwioobiegu. Europejski Program Badawczy (EURESTA) definiuje skrobię oporną jako skrobię oraz

produkty jej degradacji, które nie są wchłaniane w jelicie cienkim zdrowego człowieka [1, 17]. Badania skrobi opornej doprowadziły do wyróżnienia czterech jej frakcji:

- RS1 – fizycznie niedostępna,
- RS2 – nieskleikowane, surowe ziarna skrobiowe,
- RS3 – skrobia zretrogradowana,
- RS4 – skrobia fizycznie lub chemicznie modyfikowana.

Skrobię oporną typu RS1 stanowi skrobia zawarta w komórkach roślinnych o nieuszkodzonych ścianach komórkowych, np. w ziarnie zbóż nie w pełni zmielonym. Jest ona niedostępna dla enzymów amylolytycznych, gdyż w przewodzie pokarmowym człowieka brak jest enzymów zdolnych do rozłożenia składników ścian komórek roślinnych. Skrobia ta wraz z fragmentem tkanki roślinnej przechodzi przez jelito cienkie w stanie nienaruszonym i stanowi materiał balastowy [3]. Skrobia oporna typu RS2, to gałeczki surowej skrobi niektórych gatunków roślin, np. ziemniaka, banana. Traci ona w dużym stopniu swoją oporność pod wpływem zabiegów technologicznych. Oporność na działanie enzymów skrobi opornej typu RS2 spowodowana jest prawdopodobnie strukturą gałeczek, szczególnie typem krystalizacji. Na oporność surowej skrobi może mieć też wpływ budowa gałeczek, kształt ich powierzchni oraz wielkość porów [10].

Duże znaczenie prozdrowotne ma skrobia oporna typu RS3 i RS4. Jej ilość można zwiększać poprzez odpowiednie preparowanie żywności lub przez dodatek preparatów skrobi opornej. Skrobię oporną typu RS3 stanowi substancja wytrącona z kleiku lub żelu skrobiowego w procesie retrogradacji. Roztwór koloidalny skrobi powstały w czasie jej kleikowania, po obniżeniu temperatury żeluje. W wyniku tego stała faza skrobiowa tworzy strukturę siateczkową, wiążącą w oczkach fazę wodną. Ułożone równolegle podwójne helisy łańcuchów skrobi podczas przechowywania żelu ulegają agregacji, tworząc termostabilne struktury krystaliczne, przejawiające oporność na działanie enzymów amylolytycznych. Skrobia taka powstaje w czasie czerstwienia pieczywa, w schłodzonych ziemniakach po ugotowaniu i w innych produktach skrobiowych [2, 19].

Skrobię oporną RS4 stanowi skrobia zmodyfikowana chemicznie, fizycznie lub przy zastosowaniu kombinacji tych metod. Powstaje ona w wyniku zmiany jej naturalnej struktury, co utrudnia działanie enzymów amylolytycznych. Prażenie, ekstrudowanie, acetylacja, hydroksypropylowanie, zwiększają oporność skrobi na działanie amylaz. Przykładowo, hydroksypropylowy fosforan diskrobiowy wykazuje dwukrotnie niższą strawność niż skrobia naturalna. W miarę

zwiększania ilości równoczesnych modyfikacji chemicznych i fizycznych skrobi, wzrasta jej oporność na działanie enzymów amylolitycznych [10].

Ze względu na rozwój chorób cywilizacyjnych, obecnie dąży się do obniżenia wartości energetycznej posiłków. Równocześnie, przy wzroście spożycia żywności wysoko przetworzonej, nastąpiło znaczne ograniczenie w diecie ilości błonnika pokarmowego, niezbędnego do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Rolę błonnika pokarmowego może odgrywać skrobia oporna, będąca naturalnym składnikiem żywności zwiększającym jej masę, bez podwyższenia jej kaloryczności. Spożywanie skrobi opornej, powoduje obniżenie poziomu glukozy we krwi i zapotrzebowania na niezbędną do jej metabolizowania insulinę. Skrobia oporna wypełnia przewód pokarmowy w większym stopniu, niż wchłaniana w jelicie cienkim skrobia naturalna i obniża wartość energetyczną diety. Efektem tego jest mniejszy przyrost ciała i tkanki tłuszczowej. Doświadczenie przeprowadzone na zwierzętach laboratoryjnych wykazało, że zastąpienie w ich diecie skrobi natywnej skrobią oporną powodowało zahamowanie przyrostu masy ciała. Zwierzęta doświadczalne odznaczały się również mniejszą ilością tłuszczu podskórnego [5].

Skrobia oporna, po przejściu przez jelito cienkie, trafia do jelita grubego, gdzie ulega fermentacji przez znajdującą się tam mikroflorę jelitową. Fermentację prowadzą głównie bakterie z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus*, które dzięki swej działalności uważane są za mikroorganizmy prozdrowotne i nazywane są probiotykami. W wyniku procesów fermentacji powstają związki lotne - metan i wodór oraz krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, głównie octowy, propionowy i masłowy, których stężenie jest znacznie większe, niż przy stosowaniu diety bez skrobi opornej [10]. W wyniku tego procesu, treść jelita grubego odznacza się obniżonym pH. Pod wpływem tworzących się kwasów następuje selekcja mikroflory jelitowej. Powstałe warunki stymulują rozwój korzystnych dla organizmu grup bakterii, zwłaszcza wspomnianych *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* oraz hamują rozwój drobnoustrojów niekorzystnych, w tym patogennych, namnażających się intensywnie w środowisku obojętnym i zasadowym [13, 18].

Powstałe kwasy tłuszczowe biorą udział w metabolizmie organizmu, wpływając na przemiany związków lipidowych, zwłaszcza cholesterolu i trójglicerydów. We krwi zwierząt doświadczalnych żywionych dietą z dodatkiem skrobi opornej stwierdzono znacznie niższy poziom cholesterolu i trójglicerydów [5]. Przypuszcza się, że zmniejszanie zawartości cholesterolu we krwi w wyniku spożywania skrobi opornej powodowane jest zmianami w składzie kwasów

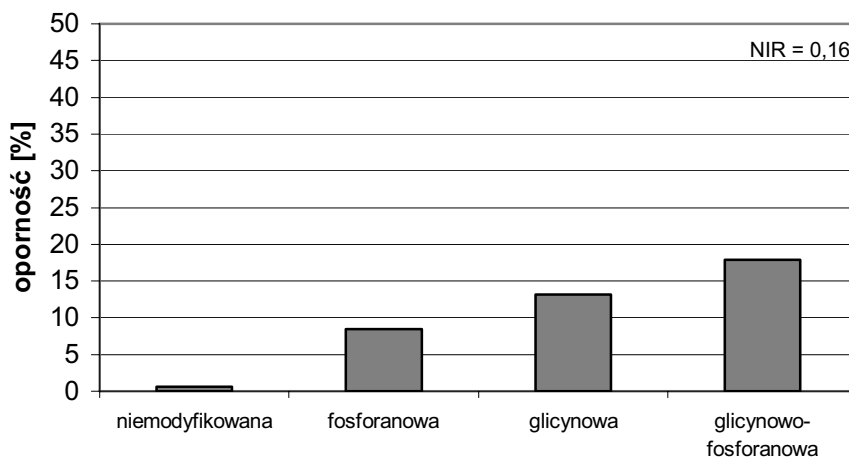
żółciowych wydzielanych do jelita grubego. Skrobia oporna powoduje także zmniejszenie stężenia mocznika we krwi, a powstający w wyniku fermentacji skrobi odpornej kwas masłowy odgrywa ważną rolę w zapobieganiu tworzenia się raka jelita grubego i odbytu [11]. Zaobserwowano również lepsze wchłanianie magnezu i wapnia z pokarmu, przy stosowaniu diety bogatej w skrobię oporną, co wynika przypuszczalnie ze wzrostu kwasowości treści jelitowej [17].

Produkty spożywcze można wzbogacić przez dodatek preparatów skrobi odpornej jako domieszki do surowców w procesie technologicznym. Preparaty skrobiowe o 20-30% zawartości skrobi odpornej produkowane są różnymi metodami i zaliczają się do różnych typów skrobi odpornej. Produkty spożywcze wzbogacane skrobią oporną typu RS1, to najczęściej suche produkty zbożowe, do których w czasie wytwarzania dodaje się całe lub częściowo rozdrobnione ziarno zbóż. Preparaty handlowe o wysokiej zawartości skrobi odpornej typu RS2 zostają wytworzone z wysokoamylozowej skrobi kukurydzianej, w której można podwyższyć zawartość skrobi odpornej poprzez takie zabiegi, jak hartowanie w wodzie poniżej temperatury kleikowania, powodowanie pęcznienia bez niszczenia struktury gałeczek lub ogrzewanie wilgotnej skrobi. Do preparatów tych należą między innymi wysokoamylozowa drobnoziarnista skrobia kukurydziana „Hi-Maize” lub naturalna skrobia kukurydziana wysokoamylozowa „Hylon VII”. Preparaty skrobi odpornej RS3 otrzymywane są w wyniku retrogradacji skleikowanej skrobi. Procesowi temu ulega przede wszystkim amyloza, która tworzy trwałe struktury, nierozpuszczalne w wodzie. Aby zintensyfikować proces tworzenia skrobi odpornej typu RS3 stosuje się pullulanazę lub izoamylazę, które rozkładają wiązania  $\alpha$ -1,6-glikozydowe w amylopektynie. W następstwie tego procesu powstają dodatkowo krótkie łańcuchy liniowej frakcji skrobi, które również ulegają retrogradacji. W wyniku ochłodzenia i wysuszenia kleików skrobiowych poddanych działaniu pullulanazy otrzymuje się preparaty o wysokiej oporności na działanie enzymów amylolitycznych. Znajdujący się w handlu preparaty skrobi odpornej typu 3 to np. „CrystaLean”, otrzymywany przez retrogradację i działanie enzymów na skrobię hybrydu ae-VII wysokoamylozowej skrobi kukurydzianej. Skrobie chemicznie modyfikowane, zaliczane do skrobi odpornej typu 4, w największym stopniu charakteryzują się obniżoną podatnością na działanie amylaz. Efekt ich hydrolizy maleje wraz ze wzrostem stopnia podstawienia grupami chemicznymi, które utrudniają enzymom dostęp do łańcuchów skrobiowych. Wysoką opornością na działanie enzymów amylolitycznych przewodu pokarmowego człowieka charakteryzują się np. fosforan jednoskrobiowy, jak również hydroksypropylowy fosforan

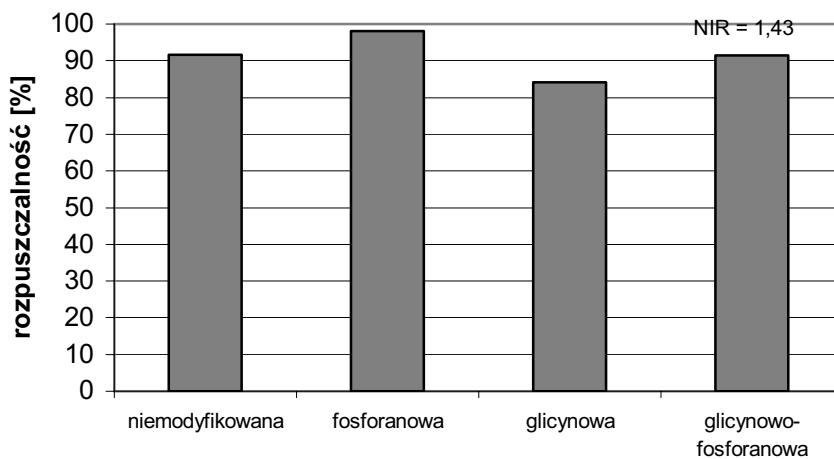
dwuskrobiowy. Jednak, pomimo obniżonej podatności skrobi chemicznie modyfikowanej na działanie enzymów amylolitycznych, w handlu znajduje się tylko jeden preparat zaliczany do tej grupy. „Pine fibre – C” jest produktem termicznej i enzymatycznej dekstrinizacji skrobi ziemniaczanej [10].

W Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu opracowano sposób otrzymywania preparatów skrobi opornej typu RS4 wytworzonych z krajowej skrobi ziemniaczanej. Charakteryzują się one wysoką, ok. 20-40% opornością na działanie amylaz oraz innymi właściwościami funkcjonalnymi, takimi jak wysoka rozpuszczalność w wodzie lub zdolność do tworzenia kleików o znacznej lepkości, a przeprowadzone badania żywieniowe na zwierzętach doświadczalnych potwierdziły ich korzystny prozdrowotny wpływ na organizm [4, 5, 14, 15]. Pierwszą grupę modyfikatorów skrobi ziemniaczanej stanowi skrobia rozpuszczalna otrzymywana metodą Lintner’a [16], poddawana fosforylacji i prażeniu z glicyną w celu wytworzenia skrobi podwójnie modyfikowanej. Na rysunku 1 przedstawiono oporność tych preparatów na działanie amyloglukozydazy. Niemodyfikowana chemicznie skrobia rozpuszczalna była najmniej oporna na działanie enzymu, uległa ona hydrolizie w około 98%. Natomiast przeprowadzone modyfikacje chemiczne wpływały na podwyższenie oporności skrobi na amylazy, a ich wpływ był różny, w zależności do rodzaju przeprowadzonej modyfikacji. Fosforylacja podwyższyła oporność preparatu na amylolizę do około 8%, a prażenie z glicyną do około 13%. Preparat otrzymany na drodze podwójnej chemicznej modyfikacji charakteryzował się największą, ok. 18%, opornością [6, 12]. Wszystkie badane modyfikaty charakteryzowały się znaczną, ponad 80%, rozpuszczalnością w wodzie o temperaturze 80°C (rys. 2). Podobne rezultaty osiągnięto modyfikując analogicznie skrobię ekstrudowaną [9, 24] lub wysycaną jonami żelaza [21].

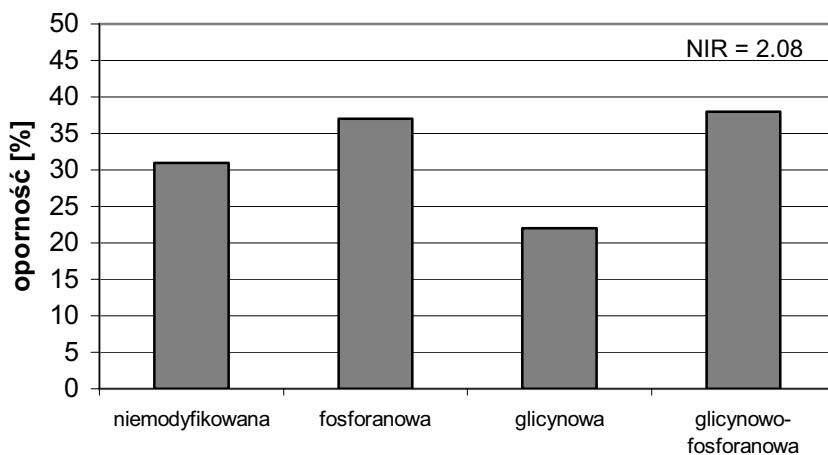
W wyniku połączenia modyfikacji fizycznych i chemicznych dekstryny białej otrzymywanej w Polsce ze skrobi ziemniaczanej, również uzyskano preparaty o wysokiej rozpuszczalności i oporności na działanie amylaz. Na rysunku 3 przedstawiono oporność na działanie amyloglukozydazy dekstryny białej poddanej modyfikacji fizycznej poprzez działanie pola mikrofalowego i jej chemicznych modyfikatorów. Modyfikacje chemiczne przeprowadzono analogicznie jak w przypadku skrobi rozpuszczalnej.



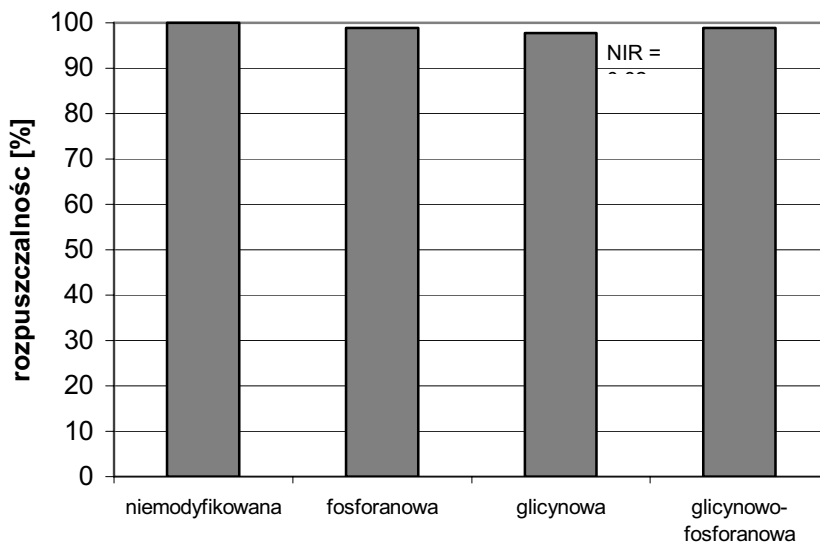
Rysunek 1. Oporność na działanie amyloglukozydazy skrobi rozpuszczalnej i jej chemicznych modyfikatów.



Rysunek 2. Rozpuszczalność w temperaturze 80°C skrobi rozpuszczalnej i jej chemicznych modyfikatów



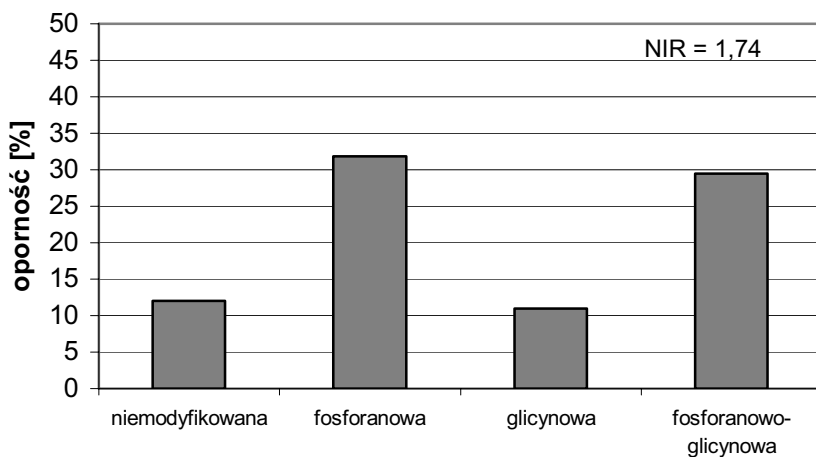
Rysunek 3. Oporność na działanie amyloglukozydazy dekstryny białej mikrofalowanej i jej chemicznych modyfikatorów



Rysunek 4. Rozpuszczalność w temperaturze 80°C dekstryny białej mikrofalowanej i jej chemicznych modyfikatorów.

Wszystkie preparaty charakteryzowały się wysoką opornością na działanie amylaz, przy czym największą, 38% opornością, charakteryzował się preparat otrzymany poprzez podwójną modyfikację dekstryny białej [7]. Na rysunku 4 przedstawiono rozpuszczalność w temperaturze 80°C preparatów dekstryny białej, poddanej działaniu pola mikrofalowego i jej chemicznych modyfikatorów [7]. Wszystkie otrzymane preparaty charakteryzowały się wysoką, blisko 100% rozpuszczalnością w wodzie.

Trzecią grupę stanowią preparaty otrzymane w wyniku połączenia oporności preparatów skrobi RS3 i RS4. W tym celu ze skrobi ziemniaczanej sporządzano kleik, który zamrażano i rozmrażano, suszono, a następnie modyfikowano chemicznie. Dobrą rozpuszczalnością w wodzie (57-68%) oraz znaczną opornością na działanie amylaz (11-31%) charakteryzują się preparaty skrobi retrogradowanej poddanej prażeniu z mieszaniną fosforanów [22], glicyną lub z fosforanami i glicyną (rys. 5, 6) [8].

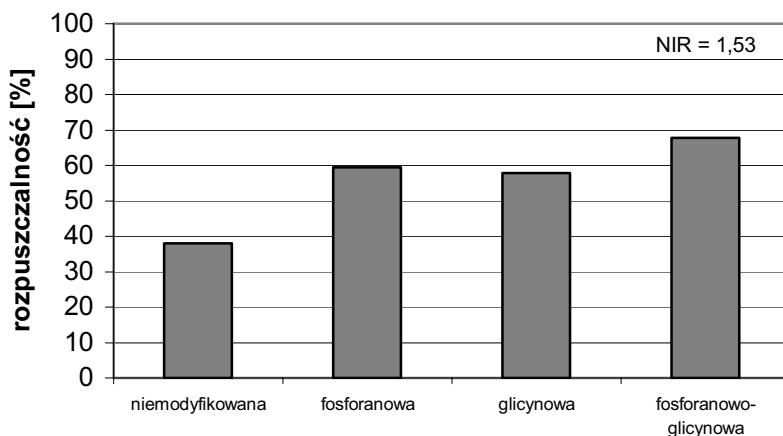


Rysunek 5. Oporność na działanie amyloglukozydazy preparatów skrobi retrogradowanej i jej chemicznych modyfikatorów

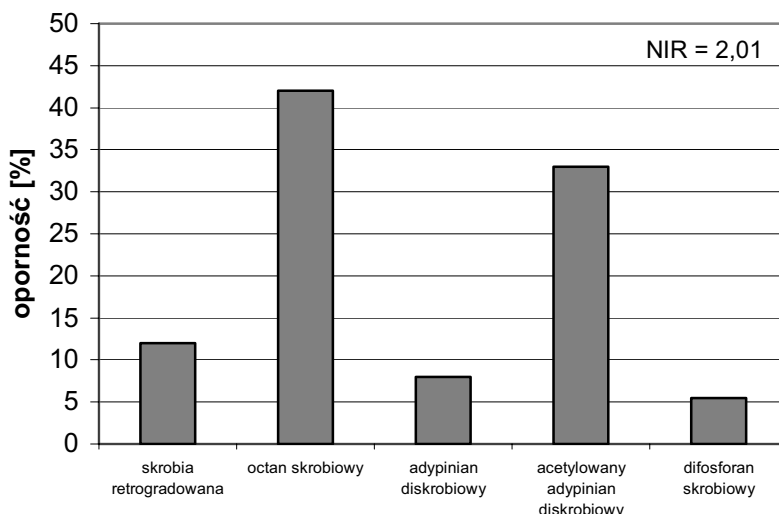
Kolejną grupę stanowiły preparaty skrobi retrogradowanej modyfikowanej chemicznie w zawiesinie wodnej zgodnie z recepturą stosowaną w polskich krochmalniach. Otrzymane modyfikaty skrobi retrogradowanej: octan skrobiowy, adypinian diskrobiowy, acetylowany adypinian diskrobiowy oraz difosforan skrobiowy charakteryzowały się częściową opornością na amylazy oraz zdolnością do tworzenia lepkich kleików (rys. 7, 8). Na szczególną uwagę



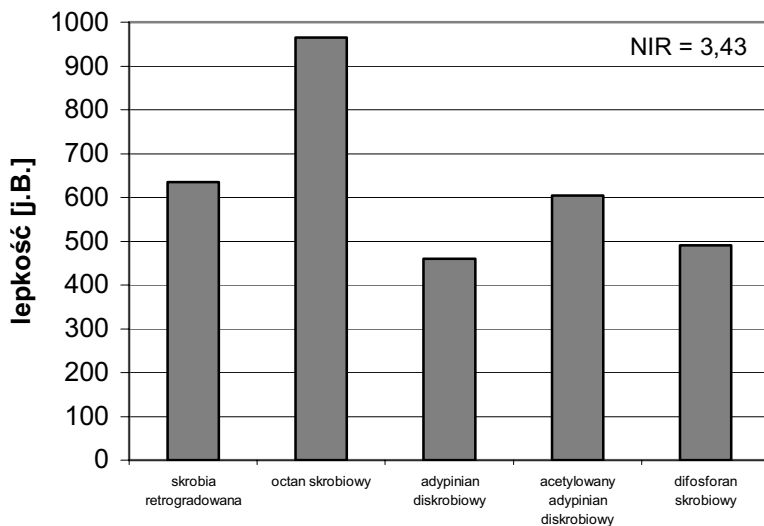
zasługuje preparat skrobi retrogradowanej i acetylowanej, charakteryzujący się 42% opornością na amylolizę [26] oraz znaczną lepkością sporządzanych kleików [23, 25], który z powodzeniem może być dodawany do pieczywa [20].



Rysunek 6. Rozpuszczalność w temperaturze 80°C preparatów skrobi retrogradowanej i jej chemicznych modyfikatów



Rysunek 7. Oporność na działanie amyloglukozydazy skrobi retrogradowanej i jej chemicznych modyfikatów



Rysunek 8. Lepkość maksymalna 4 % kleików skrobi retrogradowanej i jej chemicznych modyfikatorów

### Podsumowanie

Spółczesność krajów rozwiniętych zagrożona są tzw. chorobami cywilizacyjnymi (m. in. chorobą wieńcową serca, cukrzycą, nowotworami, otyłością). Jedną z przyczyn rozwoju chorób cywilizacyjnych jest niewłaściwie zbilansowana dieta wysokoenergetyczna, charakteryzująca się dużym udziałem wysokoprzetworzonych produktów. Do rozwoju chorób dietozależnych przyczynia się niewystarczająca podaż błonnika pokarmowego w diecie. Od początku lat 80 ubiegłego wieku prowadzone są badania dotyczące otrzymywania nowych preparatów skrobi odpornej oraz badania żywieniowe w celu potwierdzenia prozdrowotnego ich wpływu na organizm człowieka.

Opracowane receptury umożliwiają otrzymywanie skrobi odpornej w polskich krochmalniach z rodzimego surowca, jakim jest skrobia ziemniaczana. Dodatkową zaletą, oprócz oporności na amylazy, są ich atrakcyjne właściwości technologiczne. Otrzymane preparaty skrobi o wysokiej rozpuszczalności mogą być dodawane do produktów płynnych, a te, które tworzą lepkie kleiki, mogą kształtować teksturę wytwarzanych produktów. Wytwarzane z krajowej skrobi ziemniaczanej preparaty skrobi odpornej, ze względu na swoje właściwości, mogą stanowić dodatek do żywności jako tzw. żywność funkcjonalna, która wywiera

istotny wpływ na stan zdrowia człowieka i obniża ryzyko występowania chorób cywilizacyjnych

***Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej - Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu Województwa Dolnośląskiego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki***

## **Literatura**

1. Champ M.: Definition, analysis, physical and chemical characterization and intake of RS. EURESTA Working Group I. Proceedings of the concluding plenary meeting of EURESTA. Eds. Asp N.-G., Amelvoort J. M. M., Hautvast J. G. A. J., Wageningen, The Netherlands 1994.
2. Crowe T. C., Delcour A.: Formation, Analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. *Journal of Cereal Science*, 1995, 22, 129 – 138.
3. Cummings J. H., Beatty E. R., Kingman S. M., Bingham S. A., Englyst H. N.: Digestion and physiological properties of resistant starch in the human large bowel. *British Journal of Nutrition*, 1996, 75, 733 – 747.
4. Figurska-Ciura D., Orzeł D., Styczyńska M., Leszczyński W., Żechałko – Czajkowska A.: Wpływ skrobi odpornej RS 4 na metabolizm szczurów rasy Wistar. Wskaźniki biochemiczne i lipidowe. *Roczn. PZH*, 2007, 58, 1, 1-6.
5. Figurska-Ciura D., Styczyńska M., Orzeł D., Gryszkin A., Leszczyński W., Żechałko-Czajkowska A.: Wpływ ziemniaczanej skrobi odpornej typu RS4 na skład kwasów tłuszczowych w surowicy krwi i wątrobie szczurów rasy Wista. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2006, 511, 675-691.
6. Gryszkin A., Leszczyński W., Masłyk E.: Properties of Modified Soluble Starch, Starch: From Starch Containing Sources to isolation of Starches and Their Applications, 2004a, Nova Science Publisher, New York, pp. 57 – 63.
7. Gryszkin A., Leszczyński W., Masłyk E.: Properties of white dextrin modified chemically and subjected to microwave treatment. *Zeszyty Problemowe PNR*, 2004b, 500, 535 – 546.
8. Kapelko M., Zięba T., Gryszkin A.: The resistant starch preparations obtained through physical and chemical modifications of potato starch. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* (w druku)

9. Kapelko M., Zięba T.: Właściwości ekstrudowanej skrobi ziemniaczanej modyfikowanej glicyną. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 5 (54), 21-30.
10. Leszczyński W.: Resistant starch – classification, structure, production. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2004, 13/54, SI 1, 37 – 50.
11. Leszczyński W.: Zróżnicowanie właściwości skrobi. *Przemysł Spożywczy*, 2001, 3, 38 – 40.
12. Masłyk E., Leszczyński W., Gryszkin A.: Modification – induced changes in potato starch susceptibility to amylolytic enzyme action. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2003, Vol. 12/53, 54 – 56.
13. Nugent A. P.: Health properties of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 2005, 30, 27 – 54.
14. Orzeł D., Bronkowska M., Styczyńska M.: Wpływ skrobi odpornej RS4 w dietach wysokotłuszczowych na absorpcję wapnia i fosforu u szczurów Wista. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009, XLII, 4, 1161 – 1166.
15. Orzeł D., Figurska-Ciura D., Styczyńska M., Leszczyński W., Żechałko – Czajkowska A.: Wpływ skrobi odpornej RS 4 na absorpcje składników mineralnych u szczurów rasy Wistar. *Roczn. PZH*, 2007, 58, 1, 29-34.
16. Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*, VEB Fachbuchverlag Leipzig 1968.
17. Rosin P. M., Lajolo F. M., Menezes W.: Measurement and Characterization of Dietary Starches. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2002, 15, 367 – 377.
18. Soral – Śmietana M., Wronkowska M.: Resistant starch – nutritional and biological activity. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2004, Vol. 13/54, SI 1, 51 – 64.
19. Tako M., Hizukuri S.: Gelatinization mechanism of potato starch. *Carbohydrate Polymers*, 2002, 48, 397 – 401.
20. Wojciechowicz A., Gil Z., Kapelko M., Zięba T.: Wpływ dodatku skrobi odpornej na właściwości ciasta i jakość pieczywa pszennego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2008, 5(60), 24-33.
21. Zdybel E.: Właściwości preparatów skrobi ziemniaczanej poddanej modyfikacjom chemicznym i prażeniu. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2006, 4(49), 18-31.

22. Zięba T., Leszczyński W., Kapelko M., Gryszkin A.: Sposób otrzymywania skrobi o zmniejszonej podatności na działanie enzymów amylolitycznych. Biuletyn Urzędu Patentowego 2008, 12 (899), 13, P384105.
23. Zięba T., Kapelko M., Gryszkin A.: Selected properties of potato starch subjected to multiple physical and chemical modifications. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2007, 57, 4 (C), 639-645.
24. Zięba T., Kapelko M., Jacewicz K., Styczyńska M.: Properties of extruded starch modified with phosphorus and glycin, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2007, Vol. 57, No. 4 (C), 633 – 638.
25. Zięba T., Szumny A., Kapelko M.: Properties of retrograded and acetylated starch preparations. Part 1. Structure, susceptibility to amylase, and pasting characteristics, LWT – Food Science and Technology, 2011, 44, 1314 – 1320.
26. Zięba T., Szumny A., Kapelko M.: Wpływ sposobu wytwarzania octanu skrobiowego na jego amylolizę, Przemysł Chemiczny, 2011, 90/3, 174 – 178.

## WYDAWNICTWO SGGW

oferuje w sprzedaży bezpośredniej i wysyłkowej m.in. następujące książki\*

- Ogrody – historia architektury i sztuki ogrodowej.** *A. Różańska, T. Krogulec, J. Rylke.* 30,0 zł
- Przyroda i miasto. Praca zbiorowa.** T. VI – 30,0 zł, T. VII – 30,0 zł, T. VIII – 40,0 zł, T. IX – 30,0 zł, T. X (cz. I i II) – 50,0 zł
- Wybrane zagadnienia z finansów.** *T. Siudek (red.).* 45,0 zł
- Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym.** *Praca zbiorowa.* 16,0 zł
- Entomologia leśna. T. I i II.** *A. Szujewski.* 50,0 zł
- Ochrona konsumenta na rynku żywności.** *J. Ozimek.* 25,0 zł
- Psychologia żywienia.** *M. Piłska, M. Jeżewska-Zychowicz.* 25,0 zł
- Wybrane zagadnienia ekologiczne.** *J. Stawicka i in.* 35,0 zł
- Proces inwestycyjny i eksploatacja obiektów budowlanych.** *M. Połośki (red.).* 25,0 zł
- Chemia rolna. Podstawy teoretyczne i praktyczne.** *Praca zbiorowa.* 28,0 zł
- Zarys geologii.** *T. Falkowski, H. Złotoszewska.* 30,0 zł
- Podstawy dietetyki.** *J. Bujko (red.).* 25,0 zł
- Słownik terminologiczny biotechnologii żywności i rolnictwa.** *Praca zbiorowa.* 40,0 zł
- Obsługa konsumenta w gastronomii i cateringu.** *E. Czarniecka-Skubina.* 30,0 zł
- Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego.** *Praca zbiorowa.* 40,0 zł
- Podstawy ekonomiki i organizacji gospodarstw rolniczych.** *M. Gębska, T. Filipiak.* 20,0 zł
- Podstawy biooceny żywności.** *A. Gronowska-Senger.* 15,0 zł
- Organizacja usług turystycznych i hotelarskich.** *Praca zbiorowa.* 30,0 zł
- Geodezja z fotogrametrią i geomatyką.** *J. Wysocki.* 40,0 zł
- Logistyka – wybrane zagadnienia.** *Praca zbiorowa.* 35,0 zł
- Wprowadzenie do rolnictwa ekologicznego.** *J. Tyburski, S. Żakowska-Biemans.* 40,0 zł
- Podstawy rachunkowości.** *J. Bereźnicka, J. Franc-Dąbrowska.* 30,0 zł
- Zarys geometrii wykreślnej.** *J. Halkowski, J. Koźmińska.* 40,0 zł
- Przetwórstwo rolno-spożywcze.** *A. Kaleta, J. Wojdalski.* 30,0 zł
- Podstawy techniki cieplnej w inżynierii rolniczej.** *A. Kaleta, K. Górnicki.* 50,0 zł
- Ekonomia matematyczna. Teoria. Przykłady. Zadania.** *U. Grzybowska.* 20,0 zł
- Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego.** *H. i L. Kazieko.* 30,0 zł
- Ćwiczenia z meteorologii.** *Praca zbiorowa.* 28,0 zł
- Farmakoterapia stanów krytycznych zwierząt.** *B.F. Kania.* 40,0 zł
- Ekotoksykologia z elementami mutagenety i kancerogenety środowiskowej.** *A. Sadowska.* 40,0 zł
- Oznaczanie rodzajów ważnych organizmów fitopatogenicznych (*Fungi, Oomycota, Plasmodioporida*).** *J. Marcinkowska.* 40,0 zł
- Użytkowanie maszyn i aparaty w przetwórstwie rolno-spożywczym. Wybrane zagadnienia.** *J. Wojdalski (red.).* 50,0 zł

\*Według stanu na dzień 06.12.2010 r. Pełna oferta: [www.wydawnictwosggw.pl](http://www.wydawnictwosggw.pl)

**Historia filozofii. Od szkoły jońskiej do postmodernizmu. Podręcznik akademicki dla niefilozofów.**

*Z. Wendland.* 40,0 zł

**Zarys oceny żywienia.** *A. Gronowska-Senger.* 30,0 zł

**Polskie rasy psów.** *K. Ściesiński (red.).* 28,0 zł

**O komunikowaniu z perspektywy etyki.** *K. Najder-Stefaniak.* 20,0 zł

**Dietoterapia 1. Praca zbiorowa.** 35,0 zł

**Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin.** *M.H. Kalaji, T. Łoboda.* 40,0 zł

**Społeczno-kulturowe podstawy gospodarowania przestrzenią.** *J.T. Królikowski, J. Rylke.* 35,0 zł

**Tabele biologiczne kręgowców.** *W. Aulak, P. Rowiński.* 15,0 zł

**Wstęp do innowatyki.** *K. Najder-Stefaniak.* 15,0 zł

**Wybrane zagadnienia z mikrobiologii żywności. Praca zbiorowa.** 25,0 zł

**AUTOCAD w architekturze krajobrazu. Wprowadzenie. Praca zbiorowa.** 32,0 zł

**Europejski wymiar edukacji.** *E. Siellawa-Kolbowska (red.).* 30,0 zł

**Fitosocjologia stosowana w ochronie i kształtowaniu krajobrazu.** *Cz. Wysocki, P. Sikorski.* 60,0 zł

**Funkcjonowanie przedsiębiorstwa hotelarskiego.** *H. Górską-Warsewicz, E. Świstak (red.).* 40,0 zł

**Kierowanie budowlanym procesem inwestycyjnym. Praca zbiorowa.** 35,0 zł

**Chów drobiu.** *E. Świerczewska (red.).* 35,0 zł

**Statystyka opisowa od podstaw. Podręcznik z zadaniami.** *E. Wasilewska.* 40,0 zł

**Wspólna Polityka Rolna Unii Europejskiej. Wybrane zagadnienia.** *T.J. Krzyżanowski.* 25,0 zł

**Wybrane zagadnienia z ekonomiki przedsiębiorstw turystycznych.** *B. Gołębiewska.* 20,0 zł

**Toksykologia żywności. Przewodnik do ćwiczeń.** *A. Brzozowska (red.).* 30,0 zł

**Zaopatrzenie w wodę i odprowadzanie ścieków.** *M. Kalenik.* 35,0 zł

**Zarządzanie finansami przedsiębiorstw. Wybrane zagadnienia.** *J. Franc-Dąbrowska.* 25,0 zł

**Podstawy teorii organizacji i zarządzania.** *K. Karbowski, B. Wyrzykowska.* 35,0 zł

**Kierowanie zasobami ludzkimi w organizacji.** *K. Karbowski, B. Wyrzykowska.* 32,0 zł

**Przewodnik do ćwiczeń z eksploatacji technicznej. Praca zbiorowa.** 20,0 zł

**Przetwarzanie tekstu w edytorze Word.** *A. Staranowicz, P. Duda.* 35,0 zł

**Badania statystyczne z Excelem.** *M. Parlińska, J. Parliński.* 30,0 zł

**Ćwiczenia laboratoryjne z chemii organicznej.** *E. Białecka-Florjańczyk, J. Włostowska.* 20,0 zł

**Wybrane zagadnienia z analizy żywności.** *M. Obiedziński (red.).* 35,0 zł

**Ćwiczenia z chemii ogólnej i analitycznej. Praca zbiorowa.** 27,0 zł

**Biofizyka.** *K. Dołowy.* 15,0 zł

**Leksykon nauki o żywności i żywieniu człowieka.** *P. Lewicki (red.).* 60,0 zł

**Intensywna terapia psów i kotów.** *W.E. Wingfield (red.).* 60,0 zł

**Podstawy epidemiologii weterynaryjnej.** *J. Kita, J. Kaba (red.).* 30,0 zł

**Eksperymentalna chemia fizyczna.** *E. Więckowska-Brylka (red.).* 35,0 zł

**Analiza żywności. Zbiór ćwiczeń.** *A. Gronowska-Senger (red.).* 20,0 zł

**Praktyczne porady dla hodowców bydła.** *J. Żółkowski, T. Przysucha.* 25,0 zł

**Rolnictwo precyzyjne.** *D. Gozdowski, S. Samborski, S. Sioma.* 20,0 zł

**Rysunek odrębny dla architektów krajobrazu.** *J. Rylke (red.).* 20,0 zł

**Sekcja zwłok zwierząt.** *E. Malicka (red.).* 25,0 zł

**Taksacja rolnicza.** *J. Bud-Gusaim.* 35,0 zł

**Maszynoznawstwo gastronomiczne.** *R. Zaremba, A. Półtorak.* 15,0 zł

**Drzewa i krzewy w ogrodzie przydomowym.** *E. Zaraś-Januszkiewicz.* 35,0 zł  
**Zachowanie się zwierząt. Zarys problematyki.** *T. Kaleta.* 20,0 zł  
**Zarys klinicznej bakteriologii weterynaryjnej.** *K. Malicki, M. Binek (red.).* **T. I i II** – 90,0 zł  
**Chów kur.** *E. Świerczewska i in.* 29,0 zł  
**Człowiek i owady.** *J. Boczek.* 20,0 zł  
**SGGW – wczoraj, dziś, jutro.** *Praca zbiorowa.* 45,0 zł  
**Całka – jednokrotna, podwójna, potrójna.** *H. i L. Kazięko.* 30,0 zł  
**Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów.** *Praca zbiorowa.* 25,0 zł  
**Estymacja wskaźnika struktury.** *W. Zieliński.* 20,0 zł  
**Zadania z zastosowań matematyki.** *S. Smolik.* 30,0 zł  
**Elementy nauki o przedsiębiorstwie.** *M. Szczawiński, W. Szymanowski.* 18,0 zł  
**Informatyczne systemy zarządzania w praktyce.** *R. Nafkha.* 15,0 zł  
**Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych.** *J. Boczek (red.).* **T. II** – 13,0 zł,  
**T. III** – 24,0 zł, **T. IV** – 38,0 zł  
**Wybrane zagadnienia z ogólnej technologii żywności.** *A. Jarczyk, E. Dłużewska (red.).* 25,0 zł  
**Przewodnik do ćwiczeń z ochrony i konserwacji drewna.** *B. Andres i in.* 20,0 zł  
**Przewodnik do ćwiczeń z chemii żywności.** *J. Rutkowska.* 20,0 zł  
**Zarządzanie projektem.** *H. Roszkowski, A.P. Wiatrak.* 20,0 zł  
**Wybrane zagadnienia z technologii żywności.** *Praca zbiorowa.* 40,0 zł  
**Prace i egzaminy dyplomowe. Regulaminy, standardy, wskazówki.** *W. Wójcicki.* 10,0 zł  
**Woda – uzdatnianie i odnowa. Laboratorium.** *M. Granops, K. Kaleta.* 20,0 zł  
**Ćwiczenia z fizjologii człowieka.** *D. Rosołowska-Huszcz i in.* 25,0 zł  
**Konsument na rynku nowej żywności.** *Praca zbiorowa.* 30,0 zł  
**Hodowla psów.** *K. Ściesiński.* 40,0 zł  
**Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii.** *A. Winnicka.* 20,0 zł  
**Higiena produkcji żywności.** *D. Kolożyn-Krajewska i in.* 35,0 zł  
**Kultura przestrzeni gminy.** *Praca zbiorowa.* 35,0 zł  
**Zbiór zadań z teorii mechanizmów.** *M. Miszczak, T. Nowakowski.* 25,0 zł  
**Chemia sanitarna.** *L. Kiedrzyńska i in.* 25,0 zł  
**O powinności nauczyciela.** *K. Najder-Stefaniak.* 16,0 zł  
**Materiały pomocnicze do ćwiczeń z histopatologii zwierząt.** *E. Malicka (red.).* 20,0 zł  
**Aukcje w teorii i praktyce.** *E. Drabik.* 20,0 zł  
**Inżynieria systemów.** *M. Jaros, S. Pabis.* 15,0 zł  
**Zeszyt do ćwiczeń z entomologii stosowanej.** *Praca zbiorowa.* 35,0 zł  
**Matematyka w zadaniach.** *H. i L. Kazięko.* 35,0 zł

*Podane ceny są cenami detalicznymi (bez kosztów wysyłki).*

Zamówienia prosimy kierować pod adresem:

Wydawnictwo SGGW, ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa

tel. (22) 593 55 20 (-22, -25 – sprzedaż), e-mail: [wydawnictwo@sggw.pl](mailto:wydawnictwo@sggw.pl)

***Zapraszamy do korzystania z naszej oferty!***