



POLSKIE TOWARZYSTWO  
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI  
WYDAWCA ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI



# ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

Nr 4(21)

Kraków 1999

Rok 6

# ŻYWNOSĆ

Kwartalnik naukowy

---

Nr 4(21) Supl.

Kraków 1999

Rok 6

---

---

*Zamieszczone artykuły są recenzowane*

---

*Czasopismo jest referowane przez: AGRO-LIBREX, Chemical Abstracts Service i IFIS*



**POLSKIE TOWARZYSTWO  
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI  
WYDAWCA ODDZIAŁ MAŁOPOLSKI**



# **ŻYWNOŚĆ**

**NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ**

**Suplement**

**Nr 4(21)**

**Kraków 1999**

**Rok 6**

## REDAKCJA:

**Redaktor naczelny:** prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 4213834

**Sekretarz redakcji:** dr inż. Anna Bala-Piasek; tel. 012/ 411-91-44 w. 293;

e-mail: rрпиasek@cyf-kr.edu.pl

**Redaktorzy:** prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr inż. Jerzy Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz

**Stali współpracownicy:** prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (Warszawa), dr Grażyna Morkis (Warszawa), doc. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

## RADA PROGRAMOWA:

prof. dr Antoni Rutkowski (*przewodniczący*), dr hab. Kazimierz Dąbrowski (*sekretarz*), prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman Grzybowski, prof. dr hab. Mieczysław Jankiewicz, prof. dr hab. Jan Kisza, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Helena Oberman, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Tadeusz Tuszyński, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

## WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

Oddział Małopolski

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 1999

*Printed in Poland*

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 1425-6959

## ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

---

## SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków

tel./fax (012) 266-92-69

---

## SPIS TREŚCI

Od Redakcji .....	5
Antoni Rutkowski <i>ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA - DODATKI - BIZNES</i> .....	7
Nina Barylko-Pikielna, Małgorzata Jawor-Kulesza <i>FUNKCJE ŻYWNOŚCI I JEJ SKŁADNIKÓW W KSZTAŁTOWANIU PROCESÓW PSYCHOLOGICZNYCH</i> .....	20
Andrzej Janicki <i>WARTOŚĆ ODŻYWCZA ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ</i> .....	33
Danuta Kołozyn-Krajewska, Zdzisława Libudzisz <i>JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ W ASPEKCIE JEJ ZDROWOTNOŚCI</i> .....	40
Józef Fornal, Zenon Zduńczyk <i>ŻYWNOŚĆ MODYFIKOWANA GENETYCZNIE - NOWY RODZAJ ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ</i> .....	53
Halina Kozłowska, Agnieszka Troszyńska <i>ROLA NATURALNYCH SUBSTANCJI NIEODŻYWCZYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO JAKO SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ</i> .....	63
Zenon Zduńczyk <i>ZNACZENIE BIOLOGICZNIE AKTYWNYCH NIEODŻYWCZYCH SKŁADNIKÓW DIET W ZAPOBIEGANIU CHOROBY CYWILIZACYJNYM</i> .....	75
Janusz Czapski <i>WYKORZYSTANIE OWOCÓW I WARZYW W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ</i> .....	90
Krzysztof Krygier <i>ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA Z SUROWCÓW I PRODUKTÓW TŁUSZCZOWYCH</i> .....	102
Ryszard Macura <i>WSPÓŁCZESNE KONCENTRATY WITAMINOWE</i> .....	113
Grażyna Jaworska <i>CHARAKTERYSTYKA ŻYWNOŚCI DLA GRUP NARODOWOŚCIOWYCH, RELIGIJNYCH I SPOŁECZNYCH</i> .....	125

<b>Stanisław Zalewski</b>	
<i>SYSTEM PROZDROWOTNEGO ŻYWIENIA W GASTRONOMII</i> .....	135
<b>Karol Krajewski</b>	
<i>PRZYCZYNY, KIERUNKI ROZWOJU I SEGMENTACJA RYNKU ŻYWNOŚCI PROZDROWOTNEJ NA TLE DOŚWIADCZEŃ ŚWIATOWYCH</i> .....	150
<b>Elżbieta Klewicka, Zdzisława Libudzisz, Danuta Czajka, Karina Kuc</b>	
<i>ANTAGONISTYCZNA AKTYWNOŚĆ BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i> .....	168
<b>Monika Wszolek</b>	
<i>WPLYW DODATKU INULINY NA CECHY JAKOŚCIOWE BIOJOGURTÓW</i> .....	176
<b>Halina Gambuś, Franciszek Borowiec, Florian Gambuś, Tadeusz Zajac</b>	
<i>ZDROWOTNE ASPEKTY CHLEBA Z DODATKIEM NASION LNU OLEISTEGO</i> .....	185
<b>Anna Diowksz, Beata Pęczkowska, Wojciech Ambroziak, Magdalena Włodarczyk</b>	
<i>WZBOGACONE W SELEN PIECZYWO NA ZAKWASACH</i> .....	195
<b>Piotr J. Bykowski, Wiktor Kołodziejski, Irena Nadolna, Bogusław Pawlikowski, Beata Przygoda</b>	
<i>TECHNOLOGICZNE MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI KONSERW RYBNYCH O CECHACH ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ</i> .....	204
<b>Bogusław Król, Robert Klewicki</b>	
<i>CHARAKTERYSTYKA SKŁADU WYBRANYCH KONCENTRATÓW OLIGOSACHARYDÓW O WŁAŚCIWOŚCIACH FUNKCJONALNYCH</i> .....	214
<b>Nina Baryłko-Pikielna</b>	
<i>ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA I NAUKA O ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ – PODSUMOWANIE DYSKUSJI PANELOWEJ</i> .....	223
<b>Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji PTTŻ</b> .....	229
<b>Informacja dla autorów</b> .....	230

**OD REDAKCJI**

Szanowni Państwo,

Otrzymujecie Suplement nr 4(21) kwartalnika „Żywność”, w którym publikujemy artykuły będące pokłosiem Konferencji Naukowej nt. „Żywność funkcjonalna”<sup>\*</sup> zorganizowanej przez Oddział Małopolski PTTŻ w dniach 22–23 czerwca 1999 r.

W Suplemencie są zamieszczone artykuły opracowane przez autorów przedstawiających na konferencji referaty plenarne oraz kilka artykułów zamówionych u autorów prezentujących komunikaty naukowe.

Materiałem zamykającym ten numer jest „Podsumowanie dyskusji panelowej” opracowane przez Panią prof. dr hab. Ninę Baryłko-Pikielną, która tej dyskusji przewodniczyła.

Wyrażam nadzieję, że materiały opublikowane w tym Suplemencie spotkają się z życzliwym przyjęciem naszych Czytelników.

Kraków, grudzień 1999 r.

Redaktor Naczelny



*Tadeusz Sikora*

---

<sup>\*</sup>Sprawozdanie z Konferencji „Żywność funkcjonalna” opublikowaliśmy w nr 3(20) naszego kwartalnika.





ANTONI RUTKOWSKI

## ŻYWNOSĆ FUNKCJONALNA - DODATKI - BIZNES

### Streszczenie

Konsument zwraca coraz większą uwagę na jakość produktów, a w szczególności na oddziaływanie diety i wchodzących w jej skład pokarmów na zdrowie człowieka. Realizując oczekiwania rynku powstaje nowa grupa produktów żywnościowych - tak zwana żywność funkcjonalna. Autor proponuje aby w języku polskim dla tego rodzaju żywności przyjąć określenie: **żywność prozdrowotna**. Przemysłowe wytwarzanie żywności prozdrowotnej wymaga jasnego określenia celu, zakresu i sformułowań prawnych, a w szczególności do jakiego stopnia jest ona profilaktyczna, a do jakiego może pełnić funkcję leczniczą. Jest to tym ważniejsze, gdyż zarówno intensywne badania nad relacją między zdrowiem a odżywianiem się, oraz oczekiwania konsumenta i rynku stwarzają perspektywę, że żywność pro-zdrowotna będzie ważnym elementem wytwarzania żywności XXI w.

### Geneza żywności „funkcjonalnej”

Jeszcze do niedawna człowiek traktował pokarm jako najwyższe dobro, niezbędne do utrzymania życia, sprawnego działania i rozwoju organizmu. Ważę jaką człowiek przypisuje żywności najlepiej wyrażają słowa modlitwy:

*Chleba naszego powszedniego daj nam dzisiaj.*

Jakość żywności – „chleba powszedniego” – jeśli nie służyła tylko zaspokojeniu głodu, to wiązała się od wieków z rozwojem sztuki kulinarnej i zamożności konsumentów, była i jest elementem rozwoju kultury. Nadszedł wiek XX. Ogromny wzrost ludności globu, cywilizacji, techniki i wiedzy, spowodowały że człowiek wprowadził do wyrobu żywności obok podstawowych składników naturalnych (produkty rolne), również dodatki wytwarzane przemysłowo, a służące zwiększeniu jej trwałości i jakości. Były to wprawdzie syntetyczne substancje konserwujące (np. benzoesanu sodu, przeciwutleniające), a następnie substancje służące do zaspakajania szybko wzrastających

wymagań sensorycznych, a więc służących do uzyskania bardziej pożądaney barwy, smaku czy struktury produktu.

Powstałe w naszym stuleciu przemysłowe wytwarzanie artykułów żywnościowych, wykorzystano jako narzędzie walki rynkowej, wytwarzanie coraz atrakcyjniejszych wyrobów spełniających oczekiwania konsumentów. W ostatnim dwudziestoleciu powstał odrębny przemysł dodatków. Kierując się podstawową zasadą strategii wolnego rynku producent żywności uzyskał doskonale narzędzie, które ułatwia wprowadzania do sprzedaży nowych artykułów, odpowiadających coraz to wyższym wymaganiom konsumentów. Spełniło to oczekiwania: producenta – uzyskania większego zysku, handlowca – zwiększenia obrotów oraz konsumenta – zaspokojenia jego życzeń.

W krajach rozwiniętych, a w tym i w Polsce (Tab. 1), zaspokojenie ilościowych i jakościowych potrzeb konsumentów osiągnęło w latach 70. pewnego rodzaju pułap. Zwrócono więc baczniejszą uwagę na zdrowie i jego związki ze spożywaną żywnością. Ten w rzeczy samej nie nowy problem, od połowy XX stulecia, stanowi na całym świecie szerokie pole działań w zakresie:

- prac badawczych z dziedziny nauk żywieniowych i medycznych,
- wytwarzania żywności i przetworów, którym można przypisać pojęcie „zdrowej” żywności,
- ujęcia w ramy prawne, tego w wielu wątkach nie sprecyzowanego, zagadnienia.

Tabela 1

Trendy w gospodarce żywnościowej drugiej połowy XX wieku.  
Trends in food-economy in second half of XX century.

LATA	GLÓWNY TREND
45 - 60	Zwalczanie niedoborów żywności i niedożywienia
60 - 70	Intensyfikacja produkcji rolniczej
70 - 80	Technika konserwowania, przechowywania i przetwórstwa
80 - 90	Żywność wysokobiałkowa i uboga energetycznie
90 - 99	Dodatki sensoryczne i zwiększające wartość odżywczą
2000 - ?	Żywność funkcjonalna - prozdrowotna

Zdrowie jest najcenniejszym dobrem człowieka. W pojęciu „zdrowej żywności” wytwórcy surowców i substancji dodatkowych znaleźli cenne hasło dla promocji rynkowej swoich produktów, zaś konsumenci przekonanie, że produkty które nabywają są dla organizmu zdrowsze od innych. Prekursorem takich działań, było propagowanie „systemów” rolnictwa „naturalnego”, „organicznego”, „zrównoważonego”, które wykluczają lub ograniczają do minimum stosowanie w produkcji pierwotnej środków

chemicznych zakładając, że są one przyczyną mniejszej zdrowotności wytworzonych z ich udziałem produktów rolnych.

Od lat siedemdziesiątych obserwujemy coraz większe zaangażowanie producentów żywności wytwarzaniem tak zwanej żywności „funkcjonalnej”, której pojęcie w języku polskim oddaje termin żywność prozdrowotna. Działalność ta była ukierunkowana kolejno na:

- obniżenie w recepturach zawartości składników, które sprzyjały powstawaniu nadwagi, a więc przede wszystkim cukru i tłuszczu (lata 70.),
- wzbogacanie w witaminy i składniki odżywcze (lata 80.),
- tworzenie produktów o niskiej wartości energetycznej (lata 90.),
- a obecnie tworzenie produktów zawierających składniki o specjalnym znaczeniu zdrowotnym (lata 2000?).

Kolejne przemiany koncepcji zwiększania wartości odżywczej pożywienia podsycają u konsumentów oczekiwania uzyskania żywności, która by zapobiegała powszechnie występującym zjawiskom chorobowym takim, jak: choroba wieńcowa, nowotwory przewodu pokarmowego, porowatość kości, cukrzyca. Z drugiej strony coraz to nowe osiągnięcia nauki, jak na przykład wykazanie funkcji naturalnych substancji przeciwutleniających, postrzeganych obecnie jako ważny element procesów metabolicznych wzbudzają coraz to nowe oczekiwania zdrowotne konsumentów. I oto dochodzimy do problemu w jakim stopniu propagowana obecnie koncepcja żywności funkcjonalnej jest realizacją nie ziszczonej dotychczas tezy:

### *Żywność może być lekiem, a lek może być żywnością*

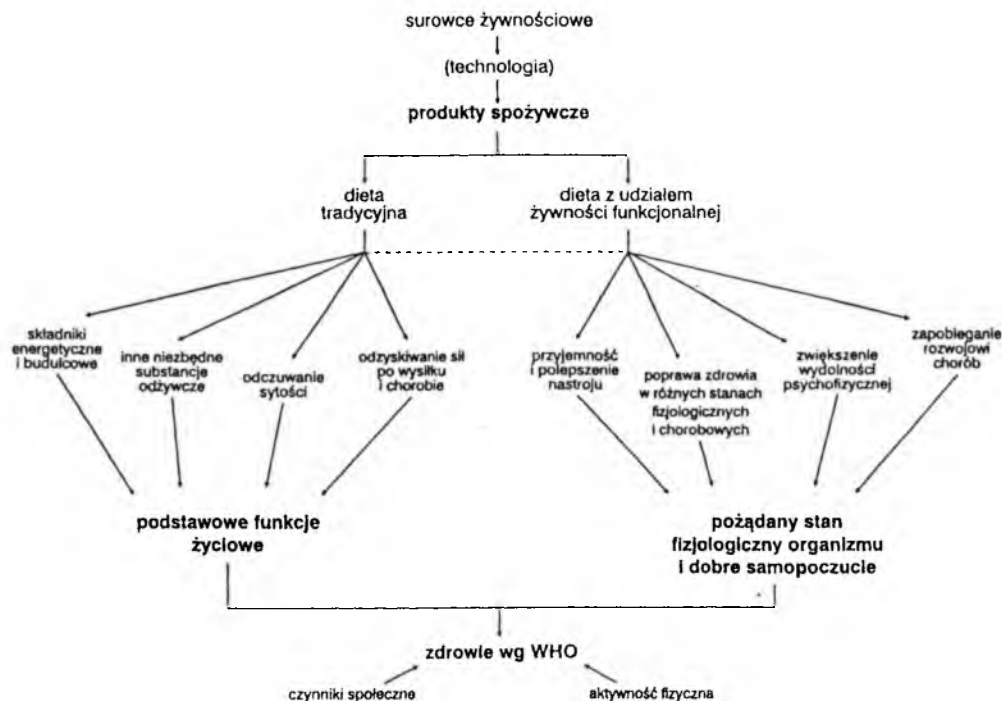
*Hipokrates (470-377 p.n.e.)*

Nie wnikając w rozważania czy i w jakim stopniu teza Hipokratesa jest aktualnie realna, zwróćmy uwagę na wyzwania jakie producentom żywności stwarza aktualny trend zmierzający do wytwarzania tzw. żywności funkcjonalnej.

Uwzględnia on zdrowie konsumenta poprzez:

- racjonalizację tradycyjnej diety spełniającej wymagania podstawowych funkcji życiowych, oraz
- wytwarzanie żywności o określonych funkcjach, która może być wykorzystywana przez konsumenta w celu polepszenia jego zdrowia, sprawności i samopoczucia.

Działania te dobrze ilustruje schemat opracowany przez W. Kolanowskiego (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ produktów żywnościowych na zdrowie człowieka [5].

Fig. 1. Scheme of influence of food products on human health [5].

## Żywność prozdrowotna a producenci żywności

Wywodząca się z Japonii koncepcja żywności funkcjonalnej ma zarówno wielu zwolenników jak przeciwników. Poza Japonią nie udało się dotychczas w żadnym kraju ustalić jednolitej formuły określającej co się rozumie pod pojęciem żywności funkcjonalnej i jaki jest zakres jej stosowania. W istocie swą całą żywność jest „funkcjonalna”, gdyż pełni określone funkcje w zaopatrywaniu organizmu w jeden lub więcej podstawowych składników odżywczych, takich jak: węglowodany, tłuszcze, białka, witaminy i inne substancje śladowe oraz wodę. Umożliwiają one wytwarzanie energii, ciepła i ruchu, oraz pełnią zasadnicze funkcje we wzroście, regeneracji i utrzymaniu w dobrym stanie ciała. Nauka szczególnie w ostatniej dekadzie rozpoznała, że dodatek lub zwiększenie zawartości niektórych składników (nutrients) w żywności i napojach może spowodować widoczne korzyści zdrowotne. Do dziś, pełne opracowania naukowe są ograniczone do niewielu z setek substancji, które mogą być brane pod uwagę. Na skutek tego, jak dotąd często dyskusyjne są twierdzenia pozytywnej współzależności między poziomem nutrients, a efektem zdrowotnym określonych produktów.

Regulacje prawne określające żywność funkcjonalną zostały jak dotychczas wydane tylko w Japonii. Natomiast pojęcie żywności funkcjonalnej zostało najszybciej zaakceptowane w USA, zarówno w literaturze naukowej oraz fachowej, jak i przez przemysł spożywczy. Określa się nim żywność, która poza podstawową wartością żywieniową, na skutek  dodania (wzbogacenie, wprowadzenie) składników o określonej funkcji, może wpływać na polepszenie stanu zdrowia (dobrostan fizyczny i psychiczny) i zapobiegać chorobom. Mimo, że sformułowanie to znajduje również coraz więcej zwolenników w Europie, to jednak określenie zasad stosowania dodatków o specjalnym znaczeniu zdrowotnym staje się coraz trudniejsze. Obecny stan badań nie pozwala bowiem na określenie wartości progowych i optymalnych efektywnego stosowania odpowiednich substancji biologicznie czynnych, ich korzystnej lub negatywnej interakcji z innymi składnikami pożywienia itd., stąd wiele niejasności i domniemań.

Zainteresowanie żywnością funkcjonalną jest jednak faktem, który będzie również oddziaływał na nasz rynek żywnościowy. Trzeba wyraźnie powiedzieć, że w tym tak ważnym dla zdrowia człowieka zagadnieniu, poza Japonią regulacje prawne praktycznie nie istnieją. Również terminologia stanowi gąszcz pojęć, które są kreowane zarówno w środowiskach naukowych, jak i przez producentów żywności a przez to są one niespójne.

Koncepcja stosowania w żywności dodatków o specjalnym znaczeniu zdrowotnym (nutraceuticals) wywołała szereg silnych bodźców strategicznych pośród producentów żywności, gdyż stosowanie tego typu dodatków:

- stwarza możliwość zwiększenia atrakcyjności szeregu wytwarzanych produktów i napojów, szczególnie tych, których zbyt wzrasta zbyt wolno lub spada,
- umożliwia rozwinięcie działalności innowacyjnej we wprowadzaniu na rynek atrakcyjnych wyrobów, które w sposób istotny różnią się od dotychczasowych produktów,
- umożliwia uzyskanie znacznie większego zysku, aniżeli przy produkcji powszechnie dostępnej żywności. Tego przykładem może być margaryna lub jaja zawierające więcej witamin czy  $\omega$ -3 nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Można przypuszczać, że dla producentów żywności istotne znaczenie przy wprowadzaniu dodatków prozdrowotnych będzie miała możliwość zmiany percepcji konsumenta w stosunku do niektórych artykułów wytwarzanych masowo. Na przykład kwestionowana zdrowotność nadmiernego spożycia cukru, cukierków, tłuszczów może uzyskać pozytywną ocenę konsumentów przez odpowiednią zmianę ich składu i wprowadzenie dodatków o określonej funkcji zdrowotnej. Takim przykładem jest margaryna, której akceptacja po wprowadzeniu dodatku witamin oraz  $\omega$ -3 nienasyconych kwasów tłuszczowych uległa pozytywnej zmianie.

Oczekiwania konsumentów w stosunku do żywności prozdrowotnej wzrastają i należy się liczyć ze zwiększeniem jej zbytu na skutek:

- wzrastającej obawy konsumentów przed chorobami, których związek upatrują w charakterze codziennej diety,
- wzrastającego sceptycyzmu co do efektywności współczesnych leków i wzrastającego zainteresowania medycyną alternatywną,
- aktywniejszego i powodującego stresy stylu życia, który powoduje, że konsumenci mniej czasu poświęcają na przygotowanie pokarmów zgodnie z zasadami racjonalnego (zdrowego) odżywiania się,
- wzrastającej populacji ludzi starszych, którzy przywiązują większą wagę do żywności, która może mieć pozytywny wpływ na stan zdrowia,
- zwiększającego się udziału żywności wytwarzanej przemysłowo w żywieniu małych dzieci, gdzie należy zwracać szczególną uwagę na walory odżywcze.

Należy dodać, że również nauka stanowi silny bodziec rozwoju tej grupy produktów (rys. 2). Poznanie związków między zdrowiem człowieka, a żywnością stanowi ogromne pole badań poznawczych dla wszystkich dziedzin nauk biologicznych. Stąd ich społeczna preferencja przez krajowe i międzynarodowe organizacje badawcze. Zaś już w 1993 r. 55% firm przemysłu spożywczego, 35% farmaceutycznego i 95% biotechnologicznego finansowało badania i projekty rozwojowe w tej dziedzinie [3].



Rys. 2. Czynniki wpływające na kształtowanie się żywności prozdrowotnej.

Fig. 2. Factors influencing on designing functional foods.

### Kierunki rozwoju wytwarzania produktów prozdrowotnych

Na kształtowanie kierunków wytwarzania produktów prozdrowotnych podstawowy wpływ mają oczekiwania konsumentów, a więc chęć zapobiegania najczęściej

spotykanym dolegliwościom Stąd też zainteresowanie ww. firm w USA było skierowane w 63% na problemy związane z zapobieganiem chorobie wieńcowej, 56% nowotworom, 56% cholesterolemi, 37% osteoporozie, 37% cukrzycy, 30% nadciśnieniu [3]. Realizacji tych tendencji odpowiadają obecne kierunki wytwarzania żywności prozdrowotnej (Tab. 2).

Tabela 2

Stosowane obecnie kierunki produkcji żywności prozdrowotnej.  
Present trends of functional food production.

Dolegliwość	Dodatek aktywny	Produkt
Anemia	Kompleksy żelaza, laktoferyna,	Płatki śniadaniowe, pieczywo
Cholesterolemia, choroby serca i układu krążenia	$\omega$ -3 NKT, olej rybny, sterole roślinne, olej lniany	chleb, tłuszcze i produkty tłuszczowe
Cukrzyca	Rozpuszczalny błonnik pokarmowy, ekstrakty zbożowe, pektyny	Napoje orzeźwiające, jogurty
Funkcje immunologiczne	$\omega$ -3 NKT, wit :A, C, E, $\beta$ -karoten, probiotyki	Tłuszcze, napoje odżywcze, napoje mleczne, jogurt
Mikroflora przewodu pokarmowego	Probiotyki: <i>Bactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i>	Napoje mleczne, jogurt
Nowotwory	Kwas askorbinowy. Ekstrakty z roślin $\beta$ -karotenogennych	Napoje orzeźwiające, herbata
Oslabienie	Fruktoza, glukoza, izomalt, laktitol, maltitol, ksylitol, guarana, tauryna	Wyroby cukiernicze, soki, napoje orzeźwiające
Osteoporoza, uzębienie	Kompleksy wapnia, kazeina, peptydy,	Produkty mleczarskie, soki, jogurt
Perystaltyka jelit	Nierozpuszczalny błonnik pokarmowy, celuloza, otręby, strączkowe	Pieczywo, płatki śniadaniowe
Trawienie	Prebiotyki: frukto- i galaktosacharydy, ekstrakty błonnika zbożowego	Soki, napoje orzeźwiające, jogurt
Wady układu nerwowego noworodków	Kwas foliowy	Pokarmy kobiet ciężarnych
Zmęczenie, przepracowanie	ginko (miłorząb), kofeina	Wyroby cukiernicze, napoje odświeżające, herbata

Konsument przywiązuje dużą wagę do żywności prozdrowotnej, oczekując, że będzie ona go chroniła, a nawet leczyła. Przed producentem stoi szeroki zakres zastosowań od zapobiegania osteoporozie przez wzbogacanie w wapń do krótkotrwałego

podniesienia energii przez dodanie miłorzębu (ginseng) guarany lub koncentratów białka w napojach dla sportowców i/lub batonach energetycznych. Ważne znaczenie mają też pre- i probiotyki odpowiedzialne za utrzymanie właściwej mikroflory w przewodzie pokarmowym. Bakterie probiotyczne, często występujące w jogurcie lub innych produktach mleczarskich, wspomagają proces trawienia, wzmacniają system odpornościowy, a nawet są pomocne w zapobieganiu chorobom przewodu pokarmowego. Inna grupa dodatków skupia swą funkcję na zapobieganiu chorobom serca lub rozwojowi nowotworów. Naturalne przeciwutleniacze, takie jak likopen,  $\beta$ -karoten, witaminy E i C oraz różne rodzaje błonnika pokarmowego, znajdują szereg potencjalnych zastosowań ze względu na zdolność do zapobiegania nowotworom i chorobom serca.

### **Przykłady prozdrowotnych produktów żywnościowych**

Nie wszystkie rodzaje produktów żywnościowych są przydatne w realizacji trendu żywności funkcjonalnej. Do produktów, które najczęściej są wykorzystywane do wyrobu tego typu żywności należą:

- napoje orzeźwiające, soki, napoje mleczne, jogurty,
- pieczywo i płatki śniadaniowe (corn flakes),
- margaryna.

Producenci żywności starają się wprowadzać na rynek coraz to nowe typy produktów, a równocześnie poszukują dróg rozszerzenia spożycia już istniejących. Duże możliwości upatruje się w produktach przemysłu cukierniczego oraz tłuszczowego. Przykładowo podaję poniżej produkty żywności funkcjonalnej znajdującej się na rynku USA (Tab. 3). Trzeba zauważyć, że wiele analogicznych produktów jest wytwarzanych w Polsce i znajduje się na rynku krajowym.

Napoje są szczególnie często stosowane do wyrobu żywności prozdrowotnej. Są one obecnie stosowane w USA [1] do wyrobu produktów, których celem jest: zwiększanie odporności 37%, łagodzenie stresów i ułatwianie relaksu 29%, zwiększanie bystrości umysłu 23%, ułatwianie trawienia 15%, obniżenie masy ciała 15%, działanie nasercowe 12%, polepszenie nastroju 10%, łagodzenie menstruacji 10%, obniżenie poziomu cholesterolu 8%. Charakterystykę grupy napojów odświeżających i wzmacniających dla sportowców podano w tabeli 4.



Tabela 3

Przykłady ważniejszych produktów prozdrowotnych na rynku USA [4].

Examples of functional food products on USA market [4].

<b>Producent</b>	<b>Marka</b>	<b>Opis</b>
<b>Napoje orzeźwiające</b>		
Coca-cola	Minute Maid Premium Ca-rich Orange Juice	Soki owocowe + wapń
Ferrolito	Ginseng Iced Tea	Herbata + ekstraktem miłorzębu
Pepsi Co.	Josta	Napój gazowany+ ekstrakt guarana
Citri-Lite Co.	Citri-Lite	Dietetyczna Kola + Citrimax
Forever Living Inc.	Aloe Berry Nectar	Sok owocowy + żel aloesu
<b>Produkty mleczarskie</b>		
Lifeway Foods	Kefir	Kefir z kulturami probiotycznymi
General Mills	Yoplait Fat Free	Yogurt z kulturami probiotycznymi
<b>Pieczywo</b>		
Allied Bakeries	Might White fortified	Biały chleb + kwas foliowy
Archway Cookies	Kellog's All Bran	Herbatniki o niskiej zawartości tłuszczu a wysokiej włókniaka pokarmowego
<b>Ryż</b>		
Uncle Ben's Inc.	Ca-fortified rice	ryż + wapń
<b>Inne</b>		
Campbell Soup Co.	Intelligent Quisine	Mrożone potrawy + dodatki zdrowotne
Procter & Gamble	Peter Pan	Masło arachidowe + witaminy i sole mineral- ne
Abbot Labs.	Ensure	Odżywczy napój białkowy
Nabisco	Knox Nutra Joint	Napój + żelatyna (leczenia stawów)
Power Food Inc.	PowerBar	Bloki energetyczne

Tabela 4

Napoje prozdrowotne [4].

Functional Drinks [4].

Charakterystyka	dla sportowców	dla dobrego samopoczucia	dla zwiększenia energii
Cel	wyrównanie strat	stworzenie dobrego samopoczucia	zwiększenie sprawności
Zastosowanie	sport, przy pracy, czas wolny	rekreacja, czas wolny	sport, praca, seks
Składniki	substancje mineralne i śladowe, aminokwasy	ekstrakty ziołowe, aromaty	ekstrakty kofeiny, tapacho lub maté, tauryna, glukonolakton, kreatyna, L-karnityna, L-fenylalanina; witaminy B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , C, E, cukier

### Substancje stosowane jako dodatki prozdrowotne

Lista dodatków oddziałujących pozytywnie na zdrowie szybko się rozrasta. Coraz to nowe wyniki badań wykazują pozytywny wpływ różnych substancji roślinnych lub zwierzęcych na zdrowie człowieka. Lista dodatków wykazujących większą lub mniejszą wartość zapobiegawczą lub leczniczą jest więc obszerna i obejmuje tradycyjne już dzisiaj ekstrakty ziół, sole mineralne, witaminy, aminokwasy, szereg nowo poznanych związków z których budowa i funkcja wielu nie została dotychczas w pełni zidentyfikowana. W efekcie sprzedaż tego typu dodatków wzrosła w USA w latach 1992/96 średnio o 7,3% rocznie.

Przedstawione powyżej przykłady stosowania dodatków prozdrowotnych, opierają się w większości na stosowaniu dodatków konwencjonalnych. Stosowanie bioaktywnych substancji w ich postaci naturalnej nie tylko stwarza trudności w procesie przetworstwa żywności (trwałość, odporność termiczna, zmienność aktywności), ale jest zazwyczaj bardzo kosztowna. Stąd przykładą się w badaniach dużą wagę, aby po zidentyfikowaniu aktywnej substancji naturalnej, opracować syntezę związku, który byłby jej odpowiednikiem, a po opanowaniu opłacalnych metod izolacji lub syntezy, mogły stanowić dodatki do żywności o określonych właściwościach zdrowotnych (Tab. 5).

Opinie dotyczące wytwarzania i stosowania dodatków prozdrowotnych do wyrobu żywności są różne. Sens ich stosowania zależy w dużym stopniu od niedoboru składników pokarmowych w przeciętnych racjach pokarmowych. Na przykład kraje Europy Południowej wykazują znacznie mniejsze zainteresowanie żywnością funkcjo-

nalną, aniżeli Europy Północnej, a szczególnie Niemcy. Podstawowy problem rozwoju wytwarzania prozdrowotnych dodatków do żywności, to określenie kiedy i jaka dawka jest korzystna i terapeutyczna, a kiedy może być ona nie wskazana, a nawet szkodliwa.

Tabela 5

Przykłady naturalnych składników biologicznie aktywnych rozpatrywanych jako potencjalne dodatki do żywności.

Some bioactive components examined as potential functional food additives.

<p><b>β-karoten</b> (E 160a) naturalny przeciwutleniacz, może przeciwdziałać powstawaniu nowotworów. Wzmacnia system immunologiczny. W 1997 r. Campbell Soup Co. w oparciu o kombinację bogatej w β-karoten marchwi i aromatów tropikalnych, uruchomił produkcję napoju V8 Splash.</p>
<p><b>Likopen</b> (E 160d) karotenoid skórki pomidorów, uważany za czynnik zmniejszający ryzyko różnych form nowotworów w tym prostaty i przewodu pokarmowego. Szacuje się, że aktywność likopenu jest dwukrotnie większa aniżeli β-karotenu. Jest on w większym stopniu absorbowany z przetworów pomidorowych (sosy, pasty, keczup), aniżeli z surowych pomidorów. W Izraelu uzyskano pomidory o 5-8 krotnie wyższej zawartości likopenu, który jest ekstrahowany i dostępny w postaci proszku. Od 1999 r. Fa Kraft produkuje ketchup reklamując, że zawarty likopen zmniejsza ryzyko zawału serca.</p>
<p><b>Tokoferole</b> (E 306) jako przeciwutleniacz może zapobiegać łączeniu się cholesterolu z lipoproteinami o niskiej gęstości (LDL), co jest jedną z przyczyn tworzenia się złogów cholesterolowych w arteriach wieńcowych. Ponad 30% dorosłych Amerykanów w wieku ponad 55 lat używa tokoferoli jako dodatku do żywności.</p>
<p><b>Antocyjany, glikozydy antocyjanidyn.</b> Występują w skórkach czarnych winogron, kwiatów hibiskusa, czerwonej kapusty. Suszony ekstrakt służy jako barwnik do żywności (E 163). Jego właściwości przeciwutleniające wpływają prawdopodobnie na neutralizację wolnych rodników, które mogą uszkadzać DNA i powodować nowotwory. Opóźniają objawy starzenia, szczególnie utraty pamięci i zrzęźności motorycznej. Składnik flawonoidowy czarnej porzeczki hamuje pierwotne stadia nowotworów.</p>
<p><b>Pirogroniany</b>, stabilizowana postać kwasu pirogronowego występującego w szeregu owoców i warzyw, winach i serach. Przyspieszają produkcję energii i lepsze jej wykorzystanie przez organizm. Pacific Flavours &amp; Fragrances Inc. promuje napoje zawierające pirogroniany sodu i potasu.</p>
<p><b>Polifenole</b> występują w herbacie czarnej, ulung i zielonej oraz w czerwonych winogronach, (czerwone wino) Wykazują działanie przeciwutleniające i przeciwnowotworowe, oraz hamują rozwój bakterii i wirusów. Galusan epigallokatechiny, obniża ryzyko raka (skóra, płuca, żołądek) u myszy. Katechiny i theaflawiny herbaty zmniejszają ryzyko raka, oraz wpływają na obniżenie poziomu cholesterolu i trójglicerydów i polepszenie stosunku LDL/HDL we krwi.</p>
<p><b>Kwas foliowy</b> występuje m.in. w szpinaku i kalafiorach. Jego niedostatek w diecie kobiet ciężarnych zwiększa ryzyko wady cewy nerwowej i rozszczepu kręgosłupa u noworodków. W USA od 1.1.98 r. wzbogaca się produkty zbożowe w od 0,94 do 3,08 mg/kg. Na opakowaniu można umieszczać informację, że produkt obniża ryzyko ww. wad.</p>
<p><b>Izoflawony</b> zawarte w soi obniżają ryzyko chorób serca oraz rozwoju różnego rodzaju nowotworów (piersi, płuc, prostaty). Genistein i daidzein są określone jako fitoestrogeny. Szczególnie genisten blokuje działanie enzymów istotnych w rozwoju nowotworu.</p>
<p><b>Związki siarkowe</b> obecne w czosnku mogą zapobiegać rozwojowi niektórych bakterii i grzybów, trombocytowym chorobom serca i zawałom, oraz wzmacniając system immunologiczny, chronią przed nowotworami hamując metabolizm komórek nowotworowych.</p>

Natomiast przemysł spożywczy jest bardzo zainteresowany wzbogacaniem szeregu artykułów żywnościowych, gdyż jest to „chwytliwy” element promocji produktu i niesie ewidentne korzyści finansowe. Jednak brak możliwości ustalenia założonej efektywności produktu może wprowadzić konsumenta w błąd. W końcu powraca stara kwestia czy żywność ma być lekiem, co wymagało by sprecyzowania współzależności i współdziałania z przemysłem farmaceutycznym. Brak jasnego obrazu i opieranie się w dużej mierze na domniemaniach powoduje, że regulacje prawne w tym przedmiocie stają się coraz bardziej niejasne i złożone oraz w dużym stopniu zależne od wpływu biznesu na poziomie lokalnym, krajowym i międzynarodowym.

## Podsumowanie

Pojęcie żywności prozdrowotnej (funkcjonalnej) nie jest sprecyzowane i ujęte odpowiednimi regulacjami prawnymi. Stanowi więc szerokie, bliżej nieokreślone pole dla prac badawczych w zakresie nauk żywieniowych i medycznych oraz innowacji w zakresie wytwarzania nowych rodzajów żywności przemysłowej. Centrum uwagi żywności prozdrowotnej jest skierowane na zawartą w niej substancję biologicznie czynną, która może być składnikiem naturalnym zawartym w surowcu (najczęściej roślinnym), lub wyodrębnionym dodatkiem do żywności wprowadzonym w określonym celu i wielkości.

Przemysłowe wytwarzania żywności prozdrowotnej umożliwia:

- dostarczenie konsumentowi niezależnie od pory roku, produktu o określonej i zawsze jednakowej aktywności biologicznej,
- uzyskanie nowych produktów, których atrakcyjność jako przedmiotu sprzedaży, zwiększa element zdrowotny,
- stworzenie chłonnego rynku zbytu i to z reguły z wysokim zyskiem,
- placówkom badawczym uzyskanie środków na wielopłaszczyznowe prace badawcze, które rokują duże szanse odkrywcze.

Wszechstronnej dyskusji wymaga pytanie: Czy dążeniem producenta żywności winno być wytwarzanie para-farmaceutyków w postaci żywności prozdrowotnej, a jeżeli tak to do jakiego stopnia. A może po prostu zadaniem tego przemysłu jest produkcja żywności o wysokiej jakości i przyjaznej zdrowiu konsumenta.

## LITERATURA

- [1] Applied Biometrics 1998. Global MarketScan (cyt. Sloan E 1999).
- [2] Buckenhüskes H.J.: Functional food, Referat Lublin 16.04.1999.
- [3] Childs N.: Food & pharmaceutical industry survey, Attitudes and activity St. Josephs Univ. Philadelphia, 1993, (cyt. Sloan E. 1999).

- [4] Datamonitor, 1998, European Nutraceuticals s. 59.
- [5] Kolanowski W.: Nowoczesne produkty spożywcze o pożądanym działaniu zdrowotnym, żywność funkcjonalna, *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, **1**, 1999, 101-108.
- [6] Sloan E.: Foods for the Not-So-Healthy, *Food Technology*, **2**, 1999, 54-60.

## FUNCTIONAL FOOD - FOOD ADDITIVES AND BUSINESS

### S u m m a r y

Consumer turns more and more attention on quality of products, particularly on influence of diet and its components on human health. Realising expectations of market comes into being new group of food products - so called functional food. Author proposes acceptance in Polish language for this of kind of food term: **żywność prozdrowotna**. Industrial manufacture this kind of foods demand a clear definition of term, aim, range and legislative expressions, in particularly to which degree it is as preventive and to which one can {perhaps} fulfil medical functions. This is very important, because both intensive researches over relations between health and nourishing, and expectations of consumer as well as market demand create the perspective, that functional food will be important element of food production in XXI century. ❖

NINA BARYŁKO-PIKIELNA, MAŁGORZATA JAWOR-KULESZA

## FUNKCJE ŻYWNOSCI I JEJ SKŁADNIKÓW W KSZTAŁTOWANIU PROCESÓW PSYCHOLOGICZNYCH

### Streszczenie

Spożywana żywność nie tylko wpływa na fizyczną kondycję i zdrowie człowieka, ale również odgrywa istotną rolę w rozwoju i kształtowaniu jego sprawności poznawczej i intelektualnej aktywności w ciągu całego życia. Oba aspekty są równie ważne dla dobrostanu człowieka. Przedstawiono przegląd wyników badań relacji pomiędzy żywnością, jej składnikami oraz ich wzajemnymi proporcjami, a rozwojem mózgu i kształtowaniem się potencjału intelektualnego dziecka, bezpośredniego wpływu posiłku i jego składu na sprawność poznawczą i psychomotoryczną człowieka w różnym wieku, a także jego stany emocjonalne i samopoczucie.

### Wprowadzenie

Istota pojęcia żywności funkcjonalnej sprowadza się do stwierdzenia, że żywność i jej składniki w ilościowo-jakościowym zestawie dziennej diety może i powinna nie tylko zaspokajać potrzeby człowieka w zakresie energii i składników, ale również oferować szersze i bardziej wielostronne funkcje profilaktyczno-zdrowotne, zapobiegając powstawaniu lub zmniejszając ryzyko wielu schorzeń, przede wszystkim z grupy tzw. chorób cywilizacyjnych. Dzięki tym cechom żywność funkcjonalna może stanowić ważny potencjalny czynnik przedłużenia życia człowieka z zachowaniem dobrego zdrowia oraz pełnej aktywności życiowej przez cały czas jego trwania - czyli przyczyniać się istotnie do ogólnego dobrostanu człowieka.

Zastanawiające jest jednak, że zarówno w naukowych czasopismach żywieniowych, jak i na konferencjach naukowych, a także w mediach, znacznie więcej uwagi poświęca się potencjalnemu wpływowi żywności i składników na fizyczne zdrowie człowieka, niż jej potencjalnej i rzeczywistej roli w kształtowaniu jego sprawności i aktywności intelektualnej oraz dobrego samopoczucia emocjonalnego – chociaż nie ulega wątpliwości, że oba te aspekty są w życiu człowieka równie ważne.

Badania z tego zakresu choć mniej znane są jednak prowadzone i publikowane. Niedawno dokonany obszerny i systematyczny ich przegląd oparty został na blisko 200 oryginalnych pracach doświadczalnych, w większości wykonanych w ostatniej dekadzie [1]. Chociaż badania są stosunkowo liczne, wiedza na temat wpływu żywności i jej składników na centralny system nerwowy (CSN) i jego wyższe funkcje poznawcze i afektywne jest ciągle fragmentaryczna lub niejednoznaczna i niepełna. Jako przyczyny tego stanu wymienia się m.in. szczególną biochemiczną i biofizyczną złożoność zjawisk i procesów zachodzących w CSN pod wpływem różnych uwarunkowań, trudności i ograniczenia w pracach eksperymentalnych (na ludziach) oraz trudności ekstrapolacji wnioskowania z eksperymentów przeprowadzonych na zwierzętach doświadczalnych na ludzi, relatywność wyników do czasu trwania eksperymentu, trudności metodyczne związane z testami psychologicznymi, odpowiednimi do tego typu badań oraz interferencje innych, niemożliwych do wyeliminowania i trudnych do kontrolowania czynników zmienności (genetycznych, środowiskowych, socjalnych).

Pomimo tych trudności i ograniczeń, postęp wiedzy jest znaczny. Poniżej przedstawione zostaną w skrócie niektóre kierunki i wyniki badań długotrwałego i doraźnego wpływu spożywanej żywności w ogóle oraz niektórych jej składników na funkcjonowanie CSN oraz jego aspekty psychologiczne, poznawcze i emocjonalne.

### **Żywność, a poziom neurotransmiterów w mózgu**

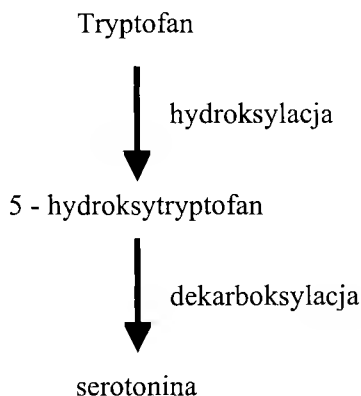
Postęp w biochemii białek i biologii molekularnej przyczynił się m.in. do identyfikacji i poznania właściwości niektórych białek znajdujących się w mózgu, co może się przyczynić do zrozumienia funkcjonowania mózgu na poziomie molekularnym. Jest to jednak ciągle wiedza fragmentaryczna. Zadanie jest bowiem niezmiernie złożone: w świetle aktualnego stanu wiedzy przypuszcza się, że w mózgu człowieka może znajdować się nawet kilkadziesiąt tysięcy białek o różnych właściwościach i funkcjach przekazywania informacji w sieci neuronów mózgu [17].

Nie ulega kwestii, że pierwotnym substratem do syntezy i enzymatycznej transformacji znajdujących się w mózgu białek i ich pochodnych jest białko spożywanej żywności. Przykładem mogą być neurotransmitery, biogenne monoaminy, dla których prekursorami w większości są aminokwasy. Neurotransmitery znajdują się w połączeniach synaptycznych neuronów spełniając podstawową rolę w przekazywaniu informacji w postaci impulsów nerwowych. Impulsy elektryczne przewodzone przez neurony powodują uwolnienie określonej ilości neurotransmitera, co spełnia rolę rodzaju tłumaczenia tych sygnałów na język mózgu, czyli rodzaj kodu informatycznego.

Zidentyfikowano dotąd sześć substancji neurotransmiterowych i ich prekursorów; prekursorami pięciu z nich są aminokwasy (podane w nawiasach): serotonina (tryptofan), dopamina (tyrozyna), adrenalina (tyrozyna), noradrenalina (tyrozyna), kw.

$\gamma$ -aminomasłowy (kw. glutaminowy). Jedynym prekursorem szóstego – acetylocholin – jest cholina.

Pierwszym krokiem transformacji aminokwasów, regulującym stopień uwalniania neurotransmiterów jest ich hydroksylacja, zaś następnym – dekarboksylacja, jak to pokazano na przykładzie serotoniny:



Ponieważ tryptofan jest aminokwasem egzogennym, właśnie poziom serotoniny jest w największym stopniu uzależniony od bezpośredniego dostarczenia jej prekursora z pożywieniem. Tryptofan występuje w stosunkowo niewielkich ilościach, i to nie we wszystkich białkach. Enzym odpowiedzialny za transformację tryptofanu do serotoniny – hydroksylaza tryptofanowa – charakteryzuje się niewielką intensywnością działania: działa on efektywnie tylko wtedy, gdy stężenie tryptofanu we krwi wzrasta powyżej normalnego – to znaczy, kiedy jest on dostarczony w większej „dawce” wraz z pożywieniem. Zależności te wyraźnie wskazują, dlaczego powstawanie i poziom serotoniny jest w znacznie większym stopniu zależne od ilości i składu dziennej diety, niż np. powstawanie i poziom katecholamin.

Przykład powyższy jest jednostkową ilustracją złożonych zależności pomiędzy spożytą żywnością, a przekazywaniem i obróbką informacji przez CSN, co stanowi podstawę procesów psychologicznych.

### **Rola żywności i jej składników we wczesnych fazach kształtowania się i rozwoju mózgu człowieka**

Okresem, w którym wpływ ilości i jakości żywności ma krytyczne znaczenie dla rozwoju mózgu i jego potencjału jest ostatni okres rozwoju płodowego i pierwsze miesiące życia dziecka. Jest to czas bardzo szybkiego rozwoju mózgu – zarówno ilościowego (masa mózgu zwiększa się ponad pięciokrotnie), jak i jakościowego (intensyw-



nego doskonalenia jego struktury, tworzenie się, reorganizacja i specjalizacja połączeń synaptycznych). Prawidłowy przebieg tych procesów wymaga dostarczenia odpowiedniej ilości substratów z pożywieniem. Istnieją przekonujące dowody naukowe, że dostępność w tym czasie składników odżywczych w odpowiednich ilościach i proporcjach ma krytyczny wpływ na rozwój mózgu, „programując” jego potencjał i funkcje w dalszych okresach życia; i odwrotnie, niedobory jakościowe i ilościowe tych składników w nieodwracalny sposób ten potencjał ograniczają.

Obserwowany w ciągu ostatnich kilku dekad w populacjach krajów rozwiniętych trend sekularny, charakteryzujący się ciągłym podwyższaniem średniego wskaźnika inteligencji (obok dobrze znanego podwyższania średniego wzrostu ciała) przypisywany jest wyraźnemu polepszeniu żywienia dzieci we wczesnym okresie ich życia [15].

Z drugiej strony w wielu badaniach przeprowadzonych głównie w krajach trzeciego świata wykazano, że głębokiemu niedożywieniu niemowląt i małych dzieci, charakteryzującemu się połączonym niedoborem energii, białka i innych składników odżywczych, towarzyszy znaczące ograniczenie ich zdolności poznawczych i intelektualnych możliwości w dalszych latach życia [6, 16]. Zidentyfikowano negatywne wpływy niedoboru szeregu składników odżywczych na rozwój mózgu u noworodków i niemowląt.

Do najbardziej znaczących składników należy białko. Badania przeprowadzone zarówno na wcześniakach, jak i normalnie urodzonych dzieciach wykazały, że ilościowo-jakościowe niedobory białka w pierwszych tygodniach ich życia w znaczącym stopniu wpływały na ograniczenie ich umysłowego i psychomotorycznego rozwoju obserwowanego, gdy osiągnęły one wiek 18 miesięcy w porównaniu z grupą kontrolną [5, 24].

Niedobory jodu są obecnie uznawane za najczęściej występującą w skali światowej nie-genetyczną przyczynę kretynizmu i zacofania umysłowego [33]. Wykazano również, że w rejonach, gdzie występują niedobory jodu, jego suplementacja u kobiet i mężczyzn w wieku rozrodczym może zapobiec nieodwracalnym negatywnym zmianom neurologicznym u dzieci – natomiast późniejsze podawanie jodu (ciąża, karmienie) jest już mniej skuteczne [38].

Niedobory żelaza (np. anemia na tle niedoboru Fe) powodują późniejsze trudności w skupieniu uwagi, niższe wskaźniki inteligencji, zakłócenia w percepcji zmysłowej i zmiany w reakcjach emocjonalnych [16, 29]. Żelazo uczestniczy i pośredniczy w wielu reakcjach komórkowych i procesach metabolicznych, w tym w syntezie prawie wszystkich neurotransmiterów oraz tworzeniu mieliny stanowiącej otoczkę włókien nerwowych [16]. Jednocześnie wiadomo, że nadmiar Fe jest neurotoksyczny.

Również niedobory cynku w pożywieniu niemowlęcia upośledzają rozwój mózgu, ograniczają zdolności uczenia się, pamięć oraz ogólną aktywność. U niemow-

łąt z niską masę urodzeniową stwierdzono poprawę zdolności ruchowych, koordynacji i ogólnej aktywności po uzupełnieniu pokarmu cynkiem [28].

Ogromną rolę w rozwoju centralnego systemu nerwowego u dziecka odgrywają lipidy. Jest to zrozumiałe, jeśli weźmiemy pod uwagę, że stanowią one 50–60% masy mózgu i główny element podstawowej jego struktury. Ważny jest także jakościowy skład lipidów pożywienia, a głównie odpowiednia ilość w nim długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), a w szczególności kwasów dekoheksanowego (DHA) oraz arachidonowego (AA) [14].

Najlepszym ich źródłem jest pokarm matki, oczywiście przy właściwym jej żywieniu w okresie laktacji. Natomiast większość gotowych mieszanek pokarmowych dotychczas nie zawierała tych kwasów w postaci gotowej do ich inkorporacji do tkanki mózgowej. Choć organizm noworodka posiada zdolność syntezy długołańcuchowych PUFA z niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, wskazuje się, że wydajność tej syntezy jest stosunkowo niska i niewystarczająca [8, 27]. Stąd u dzieci karmionych sztucznie poziom DHA i AA w lipidach krwi i w mózgu jest znacznie niższy, niż u dzieci karmionych piersią [20]. Jeśli jednak mieszanki pokarmowe przeznaczone dla dzieci w pierwszych miesiącach ich życia uzupełniono odpowiednimi ilościami DHA i AA, karmione nimi dzieci wykazywały istotnie lepsze wskaźniki rozwoju umysłowego w wieku 10 miesięcy w porównaniu z grupą kontrolną, która tej suplementacji nie otrzymywała [35].

Inną ważną funkcją składu diety matki karmiącej oraz pokarmu dziecka w okresie niemowlęctwa jest kształtowanie się wrażliwości i preferencji (a także i awersji) smakowo-zapachowych, mające istotny wpływ na wybór i spożycie żywności w dalszych okresach życia i ich konsekwencje zdrowotne [21].

Przytoczone wyniki badań jednoznacznie wskazują, że żywienie w okresie „burzliwego rozwoju mózgu” dziecka (0–2 lat) ma obok stymulacji fundamentalną wagność dla rozwoju umysłowego dziecka i tworzenia jego potencjału intelektualnego na całe życie: niedobory istotnych składników w nieodwracalny sposób go ograniczają.

Niedożywienie u dzieci w starszym wieku i dorosłych także ogranicza sprawność i aktywność intelektualną – jednakże zmiany te na ogół ustępują po przywróceniu normalnego, pełnowartościowego żywienia.

### **Posilek lub jego brak, a sprawność poznawcza i psychomotoryczna**

Jeśli mózg reaguje tak bezpośrednio na „dowóz” prekursorów neurotransmiterów, jak przedstawiono wyżej, można przypuszczać, że będzie to miało wpływ na sprawność jego działania. Ta hipoteza zapoczątkowała inny kierunek badań relacji żywienie / sprawność umysłowa człowieka, oparty o specjalny typ badań eksperymentalnych, nazywanych „manipulacją żywieniową”. Zasadą eksperymentu jest porównywanie wyników tych samych testów psychologicznych (wykonywanych oczywiście przez tę

samą, specjalnie dobraną grupę osób), przeprowadzanych po spożyciu posiłku, względnie z jego pominięciem. Najliczniejsze badania dotyczą wpływu spożycia, lub pominięcia pierwszego posiłku (śniadania) na wyniki testów pamięciowych, sprawdzających zdolność skupienia uwagi, zdolność kreatywnego myślenia, rozwiązywania problemów logicznych i innych podobnych zadań przy użyciu specjalnie opracowanych testów, dających wymierne liczbowe wyniki. Eksperymenty przeprowadzono zarówno na ludziach dorosłych, jak i dzieciach [7, 31].

Generalnie stwierdzono, że omięcie porannego posiłku pogarsza wyniki większości testów – innymi słowy, że spożycie śniadania ma zdecydowanie pozytywny doraźny wpływ na sprawność intelektualną człowieka, niezależnie od badanej grupy wiekowej.

Gdy stosując analogiczny układ eksperymentu porównywano wpływ śniadania wysoko- i niskoenergetycznego, lepsze wyniki uzyskiwano na ogół po śniadaniu wysokoenergetycznym – u dzieci szczególnie w testach sprawdzających kreatywność i zdolność skupienia uwagi oraz czas reakcji [37], zaś u dorosłych oprócz wymienionych, także w testach pamięciowych [22].

W grupach dzieci i młodzieży różnice w wynikach większości testów w zależności od poziomu energii w posiłku były wyraźniej zaznaczone; szczególnie dotyczyło to dzieci gorzej odżywionych [34]. Przypuszcza się, że różnice te mogą być związane z poziomem glukozy we krwi, wyższym po posiłkach bogatych w węglowodany.

Wpływ posiłku lub jego braku na sprawność umysłową mierzoną wymienionymi wyżej testami jest zależny jednak także od pory dnia. Gdy analogiczne „manipulacje żywieniowe” dotyczyły posiłku południowego (lunch’u), po posiłku notowano u większości badanych gorsze skupienie uwagi i dłuższy czas reakcji, niż przy pominięciu posiłku. Przypuszcza się, że wpływ posiłku na sprawność umysłu zależy od rytmów okołodobowych, czyli „zegara biologicznego”, regulującego fizyczną i umysłową aktywność człowieka w ciągu doby; brak jest jednak jednoznacznych dowodów eksperymentalnych potwierdzających to przypuszczenie [31].

Przedstawiony przegląd wybranych aspektów zależności funkcjonowania centralnego systemu nerwowego i procesów psychologicznych od diety, jej składu, poziomu energii, a także rozkładu posiłków w ciągu dnia, wskazuje dowodnie, że taka zależność niewątpliwie istnieje, choć dostarczenie jednoznacznych dowodów eksperymentalnych i wyjaśnienie mechanizmów szczegółowych relacji jest bardzo trudne ze względu na ich złożoność i interferencję innych czynników środowiskowych i genetycznych.

Dlatego w dokonanym niedawno krytycznym przeglądzie dotychczasowych badań w omawianym zakresie, ich metodyki oraz testowanych hipotez zwrócono uwagę na konieczność ścisłego określenia kryteriów, oparcia testowanych hipotez o ugruntowaną wiedzę, poprawnego i ściśle kontrolowanego układu eksperymentu oraz metody-

ki testowania pozwalającej na liczbowe ujęcie wyników i statystyczną ich interpretację [1].

### **Składniki żywności i ich proporcje, a sprawność intelektualno – poznawcza**

Ponieważ, jak wskazano wyżej, spożycie posiłku lub jego brak, jak również skład posiłku znajdują bezpośrednie odbicie w zmianach aktywności i sprawności poznawczej człowieka, szereg prac poświęcono wyjaśnieniu, które składniki żywności, w jakich ilościach i wzajemnych proporcjach wpływają na procesy i funkcje psychologiczne. Jednym z pierwszych problemów, którym zajęto się już we wczesnych latach siedemdziesiątych, był związek pomiędzy stosunkiem tryptofanu do węglowodanów w posiłku, a poziomem serotoniny w mózgu [10] oraz jego wpływem na neurotransmisję oraz sprawność poznawczą człowieka. Stwierdzono w nich, że wysokowęglowodanowy posiłek (o bardzo niskim poziomie białka) promuje „aktywny transport” tryptofanu do mózgu i podniesienie poziomu serotoniny. Nowsze badania nie potwierdziły jednak w pełni tej tezy [18]. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w wynikach obiektywnych testów sprawdzających sprawność poznawczą przy różnych proporcjach białko/węglowodany w posiłku – natomiast badane osoby wskazywały w wypełnianym kwestionariuszu na poprawę subiektywnego samopoczucia po posiłku bogatym w węglowodany [19].

Wiele uwagi poświęcono bezpośredniemu efektowi spożycia glukozy na wyniki testów. Wykazano, że spożycie dawki glukozy (np. w postaci napoju słodzonego tym cukrem) powodowało poprawę pamięci i zdolności rozwiązywania zadań logicznych u osób dorosłych w różnym wieku [3, 4].

Natomiast nie potwierdzono jednoznacznie psychostymulującego wpływu witamin, w tym kwasu foliowego u ludzi dorosłych. Wcześniejsze badania sugerują, że u ludzi w wieku podeszłym suplementacja diety witaminami polepsza pamięć i niektóre funkcje poznawcze [12]. W analogicznych badaniach u dzieci zwrócono uwagę, że w interpretacji wyników wpływu suplementacji witaminowej na sprawność umysłową ważne jest uwzględnienie ogólnego stanu odżywienia dziecka: suplementacja witaminami i/lub składnikami mineralnymi diety niedoborowej, częściej u dzieci w krajach rozwijających się, daje wyraźniejsze pozytywne efekty poprawy sprawności umysłowej, niż ta sama suplementacja diety pełnowartościowej, będącej na ogół udziałem dzieci z europejskich i pozaeuropejskich krajów rozwiniętych [25].

### **Psychostymulujące działanie używek**

Omawiając wpływ spożywanej żywności i napojów przez współczesnego człowieka, na procesy psychologiczne, nie można pominąć psychostymulującego działania używek, przede wszystkim popularnego w wielu krajach napoju, jakim jest kawa. Ka-

wa, a ściślej zawarta w niej kofeina jest znana jako psychostymulator o silnym i wszechstronnym działaniu, co wykazano w licznych badaniach [23, 30]. Poprawia ona sprawność poznawczą (zdolność skupienia uwagi, pamięć operacyjną, zdolność rozwiązywania problemów logicznych), jak również sprawność psychomotoryczną (podejmowania decyzji i czas reakcji); doraźnie wzmacnia aktywność i usuwa uczucie senności i znużenia. Poziom spożycia kofeiny, który daje najlepsze wyniki tej stymulacji jest przedmiotem dyskusji. Wskazuje się, że jest on indywidualnie zróżnicowany, zależy również od typu osobowości człowieka [32].

Drugą psychostymulującą używką jest alkohol. W niewielkich dawkach ma on wyraźny, pozytywny wpływ na funkcje poznawcze i dlatego bywa używany jako standard odniesienia w badaniach nad wpływem „żywnościowych manipulacji” lub składników żywności na te funkcje. Natomiast w przeciwieństwie do kofeiny drastycznie obniża sprawność psychomotoryczną i zdolność ciągłego skupienia uwagi [13].

### **Wpływ żywności na stany afektywne (emocjonalne) człowieka**

Omawiając kompleksowy wpływ żywności i jej składników na procesy psychologiczne, nie można pominąć ich wpływu na subiektywnie odczuwany nastrój i ogólne psychiczne samopoczucie, odgrywające istotną rolę w ogólnym dobrostanie człowieka. Dysforia, stan w którym człowiek czuje się niedobrze, nieswojo lub nieszczęśliwie, kompensowany jest często nadmiernym spożyciem żywności bogatej w węglowodany i cukry proste lub nieproporcjonalnym wzrostem preferencji dla takiego typu produktów; często ma to miejsce u ludzi cierpiących na okresowe depresje [11, 36]. Jednym z możliwych mechanizmów tego zjawiska jest fakt, że doraźnemu dostarczeniu znacznej ilości energii zazwyczaj towarzyszy doraźna poprawa nastroju [18].

Hipotezę dotyczącą odpowiedzialności braku równowagi metabolicznej serotoniny w mózgu za zakłócenia w spożyciu żywności (anoreksja, bulimia) i stany afektywne, wysunęli Wurtman i Fernstrom [9]. Przypuszczali oni, że przyczyną odchylenia od tej równowagi może być niedostateczna podaż tryptofanu w spożywanej żywności. Jednakże badania eksperymentalne podjęte dla potwierdzenia powyższej hipotezy nie dały jednoznacznych wyników; wskazuje się na potrzebę ich kontynuowania [2, 26].

Przedstawiony przegląd relacji pomiędzy żywnością, a niektórymi procesami i zjawiskami psychologicznymi, choć fragmentaryczny i niepełny, wskazuje dowodnie, że spożywana żywność i jej składniki wpływają na funkcjonowanie centralnego systemu nerwowego na poziomie molekularnym. Znajduje to odzwierciedlenie we wpływie żywności na szeroką gamę efektów psychologicznych – od aktywności intelektualnej i sprawności poznawczej, aż po stany emocjonalne, graniczące nawet z psychopatologią.

Te psychologiczne funkcje żywności są jednak mniej poznane i znacznie rzadziej eksponowane, niż jej funkcje w utrzymaniu fizycznego zdrowia i kondycji człowieka.

Dlatego rozważając koncepcję żywności funkcjonalnej i jej potencjalne znaczenie dla zapewnienia ogólnego dobrostanu człowieka, jej wpływ na psychologiczne aspekty tego dobrostanu nie może być pomijany.

## LITERATURA

- [1] Bellisle F., Blundell J.E., Dye L., Fantino M., Fern E., Fletcher R.J., Lambert J., Roberfroid M., Spector S., Westenhofer J., Westerterp-Plantenga M.S.: Functional food science and behaviour and psychological functions. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S173-S193.
- [2] Benkelfat C., Ellenbogen M.A., Palmour R.M., Young S.N.: Mood-lowering effect of tryptophan depletion: enhanced susceptibility in young men at genetic risk for major affective disorders. *Archives of General Psychiatry*, **51**, 1994, 687-697.
- [3] Benton D., Owens D.: Blood glucose and human memory. *Psychopharmacology*, **113**, 1993, 83-88.
- [4] Benton D., Owens D., Parker P.: Blood glucose, memory and attention. *Neuropsychologia*, **115**, 1994, 129.
- [5] Bhatia J., Rassin D.K., Cerreto M.C., Bee D.E.: Effect of protein-energy ratio on growth and behaviour of premature infants: preliminary findings. *Journal of Pediatrics*, **119**, 1991, 103-110.
- [6] Cravioto J., Cravioto P.: Mental development and malnutrition. In: *Long-term Consequences of Early Feeding*. [Boulton J., Laron Z., Rey J., editors]. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven. 1996, pp. 35-56.
- [7] Chandler A.M.K., Walker S.P., Connolly K., Grantham-McGregor S.M.: School breakfast improves verbal fluency in undernourished Jamaican children. *Journal of Nutrition*, **125**, 1995, 894-900.
- [8] Demmelmair H., von Schenck U., Behrendt E., Sauerwald T., Koletzko B.: Estimation of arachidonic acid synthesis in fullterm neonates using natural variation of C-abundance. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, **21**, 1995, 31-36.
- [9] Fernstrom J.: The effect of dietary macronutrients on brain serotonin formation. In: *Appetite and Body Weight Regulation*. [Fernstrom J.D., Miller G.D., editors]. Boca Raton, FL: CRC Press. Inc. 1994, pp. 51-62.
- [10] Fernstrom J.D., Wurtman R.J.: Brain serotonin content: physiological dependence on plasma tryptophan levels. *Science*, **173**, 1972, 149-151.
- [11] Fernstrom M.H., Krowinski R.L., Kupfer D.J.: Appetite and food preference in depression: effects of imipramine treatment. *Biological Psychiatry*, **22**, 1987, 529-539.
- [12] Goodwin J.S., Goodwin J.M., Garry P.J.: Association between nutritional status and cognitive functioning in a healthy elderly population. *Journal of the American Medical Association*, **249**, 1983, 2917-2921.
- [13] Hindmarch I., Kerr J.S., Sherwood N.: The effects of alcohol and other drugs on psychomotor performance and cognitive function. *Alcohol and alcoholism*, **26**, 1991, 71-79.
- [14] Koletzko B.: Fats for brains. *European Journal of Clinical Nutrition*, **46**, Suppl. 1, 1992, S51-S62.
- [15] Koletzko B., Aggett P.J., Bindels J.G., Bung P., Ferre P., Gil A., Lentze M.J., Roberfroid M., Strobel S.: Growth, development and differentiation: a functional food science approach. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S5-S45.
- [16] Kretchmer N., Beard J.L., Carlson S.E.: The role of nutrition in the development of normal cognition. *American Journal of Clinical Nutrition*, **63**, 1996, 997S-1001S.
- [17] Kuźnicki J., Filipek A.: Nowe białko w mózgu. *Nauka i Przyszłość*, **7**, 1999, 7-8.

- [18] Lieberman H.R., Spring B., Garfield G.S.: The behavioral effects of food constituents: strategies used in studies of amino acids, protein, carbohydrates and caffeine. *Nutrition Reviews*, **44**, 1986, Suppl., 61-69.
- [19] Llyod H.M., Rogers P.J., Hedderley D. I.: Acute effects on mood and cognitive performance of breakfasts differing in fat and carbohydrate content. *Appetite*, **27**, 1996, 151-164.
- [20] Makrides M., Neumann M.A., Byard R.W., Simmer K., Gibson R.A.: Fatty acid composition of brain retina and erythrocytes in breast- and formula-fed infants. *American Journal of Clinical Nutrition*, **60**, 1994, 189-194.
- [21] Mennella J.A., Beauchamp G.K.: The transfer of alcohol to human milk: effects on flavor and the infant's behavior. *New England Journal of Medicine*, **325**, 1991, 981-985.
- [22] Michaud C., Musse N., Nicolas J.P., Mejean L.: Effects of breakfast-size on short-term memory, concentration, mood and blood glucose. *Journal of Adolescent Health*, **12**, 1991, 53-57.
- [23] Mitchell P.J., Redman J.R.: Effects of caffeine, time of day and user history on study-related performance. *Psychopharmacology*, **109**, 1992, 121-126.
- [24] Morley R., Lucas A.: Early diet and outcome in prematurely born children. *Clinical Nutrition*, **12**, 1993, Suppl., 6-11.
- [25] Nelson M.: Vitamin and mineral supplementation and academic performance in schoolchildren. *Proceedings of the Nutrition Society*, **51**, 1992, 303-313.
- [26] Reid M., Hammersley R.: Effect of carbohydrate intake on subsequent food intake and mood state. *Physiology and Behaviour*, **54**, 1995, 421-427.
- [27] Sauerwald T.U., Hachey D.L., Jensen C.L., Heird W.C.: New insights into the metabolism of long-chain polyunsaturated fatty acids during infancy. *European Journal of Medical Research*, **2**, 1997, 88-92.
- [28] Sazawal S., Bentley M., Black R.E., Dhingra P., George S., Bhan M.K.: Effect of zinc supplementation on observed activity in low socioeconomic Indian preschool children. *Pediatrics*, **98**, 1996, 1132-1137.
- [29] Sheard N.F.: Iron deficiency and infant development. *Nutrition Reviews*, **52**, 1994, 137-140.
- [30] Smith A., Kendrick A., Maben A.L.: Use and effects of food and drinks in relation to daily rhythms of mood and cognitive performance. Effects of caffeine, lunch and alcohol on human performance, mood and cardiovascular function. *Proceedings of the Nutrition Society*, **51**, 1992, 325-333.
- [31] Smith A.P., Kendrick A., Maben A.L., Salmon J.: Effects of breakfast and caffeine on cognitive performance, mood and cardiovascular functioning. *Appetite*, **22**, 1994, 39-55.
- [32] Smith A.P., Rusted J.M., Savory M., Eaton-Williams P., Hall S.R.: The effects of caffeine, impulsivity and time of day on performance, mood and cardiovascular function. *Journal of Psychopharmacology*, **5**, 1991, 120-128.
- [33] Stanbury J.B.: (editor) *The Damaged Brain of Iodine Deficiency: Cognitive, Behavioral, neuromotor and Educative Aspects*. Elmsford NY: Cognizat Communication. 1994.
- [34] Vaisman N., Voet H., Akivis A., Vakil E.: Effect of breakfast timing on the cognitive functions of elementary school students. *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine*, **150**, 1996, 1089-1092.
- [35] Willatts P., Forsyth J.S., DiModugno M.K., Varma S., Colvin M.: Effect of longchain polyunsaturated fatty acids in infant formula on problem solving at 10 months of age. *Lancet*, **352**, 1998, 688-691.
- [36] Wurtman J.J.: The involvement of brain serotonin in excessive carbohydrate snacking by obese carbohydrate cravers. *Journal of the American Dietetic Association*, **84**, 1984, 1004-1007.
- [37] Wyon D.P., Abrahamsson L., Jartelius M., Fletcher R.J.: An experimental study of the effects of energy intake at breakfast on the test performance of 10-year-old children in school. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **48**, 1997, 5-12.

- [38] Xhe-Yi C., Xin-Min J., Zhi-Hong D., Rakeman M.A., Ming-Li Z., O'Donnell K., Tai M., Amette K., DeLong N., DeLong R.: Timing of vulnerability of the brain to iodine deficiency. *New England Journal of Medicine*, **331**, 1994, 1739-1744.

## **FUNCTION OF FOOD AND FOOD COMPONENTS IN PSYCHOLOGICAL PROCESSES**

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

Ingested food not only affects human physical health, but also plays an important role in a development and maintenance of cognitive performance and intellectual activity throughout the whole life. Both aspects equally contribute to human wellbeing . The review of research results concerning relation between food and diet, its components and their relation to each other - and some psychological processes has been presented. In particular it covers the effect of food on early brain development and intellectual potential of a child, direct effect of the meal and its composition on cognitive and psychomotor performance in children, adults and elderly, as well as the influence on affective status of humans. ❖



ANDRZEJ JANICKI

## WARTOŚĆ ODŻYWCZA ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

### Streszczenie

Żywność funkcjonalna, otrzymywana przez wzbogacanie typowych wyrobów spożywczych, w biologicznie aktywne substancje albo łączenie składników zgodnie ze specjalnie zaprojektowanym składem odżywczym (designer food), ma za zadanie zapobiegać lub leczyć choroby cywilizacyjne. W organizmie człowieka, żywność funkcjonalna powinna, ulegać takim samym jak żywność tradycyjna procesom fizjologicznym, związanym z percepcją sensoryczną, jedzeniem, trawieniem, wchłanianiem i wykorzystaniem w procesach metabolicznych, nie zaburzonym wysoką zawartością biologicznie aktywnych substancji.

Z punktu widzenia ekotrofologii, można zaakceptować tylko produkty spożywcze otrzymane z surowców naturalnych, nie poddawanych modyfikacjom genetycznym, bogatych w substancje biologicznie aktywne, a wzbogacane jedynie w probiotyki. Natomiast w przypadku żywności projektowanej, istnieje niebezpieczeństwo powstawania błędów żywieniowych prowadzących do chorób, podobnie jak to ma miejsce w przypadku tradycyjnej żywności o nie zrównoważonej wartości odżywczej.

### Wstęp

Wartość odżywcza żywności jest charakteryzowana przez jej wartość energetyczną oraz zawartość podstawowych składników pokarmowych niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. W charakterystyce wartości odżywczej uwzględnia się również wzajemne proporcje składników, ich strawność lub biodostępność, gdyż decydują one o zdolności pożywienia do zaspokajania potrzeb żywieniowych organizmu człowieka.

Żywność funkcjonalną, otrzymuje się w wyniku wzbogacania tradycyjnych wyrobów spożywczych, w sprzyjające zdrowiu człowieka, biologicznie aktywne substancje (nutraceuticals) np. pochodzenia roślinnego (tzw. phytochemicals) lub żywe mikroorganizmy (probiotyki) albo przez wytwarzanie produktów spożywczych o specjalnie zaprojektowanym składzie odżywczym z udziałem wspomnianych składników

(tzw. designer foods). Celem żywności funkcjonalnej jest zapobieganie przewlekłym, zwykle dietozależnym chorobom cywilizacyjnym lub wspomaganie procesu ich leczenia. W przypadku takiej żywności, charakterystyka wartości odżywczej musi uwzględniać dodatkowo określenie zawartości tych specyficznych substancji lub organizmów, określeniem zawartości wszystkich ich biologicznie aktywnych form oraz oznaczeniem biodostępności. Dynamicznie rozwijające się badania w dziedzinie żywności funkcjonalnej i substancji biologicznie aktywnych oraz produkcja wyrobów spożywczych o działaniu leczniczym na masową skalę, sprawiają że konieczna jest weryfikacja rzeczywistych efektów zdrowotnych nutraceutyków oraz żywności otrzymanej z ich udziałem, w testach żywieniowych i klinicznych oraz przewidywanie potencjalnych zagrożeń zdrowotnych związanych z niewłaściwym ich stosowaniem.

### **Charakterystyka wartości odżywczej żywności**

Wartość odżywcza żywności jest definiowana jako przydatność produktów żywnościowych i złożonych z nich racji pokarmowych do pokrycia potrzeb organizmu związanych z procesami metabolicznymi, zależnych od zawartości składników odżywczych, ich zbilansowania i dostępności biologicznej [4].

Charakterystyka wartości odżywczej żywności obejmuje więc ocenę jej wartości energetycznej oraz zawartości wody, białka, tłuszczu z uwzględnieniem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, węglowodanów wraz z błonnikiem, składników mineralnych oraz witamin. Nowoczesna wiedza o żywieniu i dietetyce powstawała w wyniku stukilkudziesięcioletnich dogłębnych badań, które doprowadziły do poznania podstawowych składników odżywczych, zbadania ich aktywności biologicznej i przydatności dla organizmu człowieka, zrozumienia wpływu ich niedoboru lub nadmiaru na zdrowie.

W przypadku białek, tłuszczów i węglowodanów zbadano ich strawność w różnych surowcach i produktach żywnościowych, a więc stopień ich rozłożenia do części składowych w przewodzie pokarmowym człowieka. Poznano czynniki decydujące o biodostępności witamin i składników mineralnych to znaczy o stopniu w jakim te składniki odżywcze mogą być uwolnione i wchłonięte z przewodu pokarmowego. Wyjaśniono jakie czynniki antyodżywcze utrudniają wykorzystanie składników odżywczych i jak można ograniczać ich wpływ. Opracowano zróżnicowane normy żywieniowe na poszczególne składniki takie, jak [4]:

- zalecana dzienna podaż RDA - (*Recommended Dietary Allowances*);
- wzorcowe spożycie dla grupy PRI - (*Population Reference Intake*);
- najniższe dopuszczalne spożycie LTI - (*Lowest Threshold Intake*);
- bezpieczny zakres spożycia SLI - (*Safe Level of Intake*).

W Polsce dzięki pracom Instytutu Żywnienia i Żywności, przygotowano nowoczesne normy żywienia podające zalecane spożycie składników odżywczych na poziomie bezpiecznym i zalecanym dla 26 grup ludności, wyodrębnionych ze względu na płeć, wiek, aktywność fizyczna i stan fizjologiczny [10].

Z kolei dzięki normom umożliwiono ocenę wartości odżywczej żywności za pomocą takich mierników, jak np. **wskaźnik jakości żywieniowej INQ** (*Index Nutritional Quality*), który wyraża stopień w jakim spożywany produkt pokrywając zapotrzebowanie energetyczne człowieka, zaspokaja równocześnie jego zapotrzebowanie na określony składnik odżywczy [4]:

$$\text{INQ} = \frac{\text{zawartość składnika w 100 g produktu} \times \text{norma zapotrzebowania na energię}}{\text{wartość energetyczna 100 g produktu} \times \text{norma zapotrzebowania na dany składnik}}$$

Wartości podanego wskaźnika pozwalają ocenić zasobność żywności w dany składnik odżywczy:

INQ  $\boxtimes$  1 – produkt spożywczy deficytowy w składnik odżywczy,

INQ  $\approx$  1 – produkt spożywczy bogaty w składnik odżywczy,

INQ  $\approx$  1 – produkt spożywczy o dobrze zbilansowanym składniku odżywczym.

Przedstawione powyżej sposoby charakteryzowania wartości odżywczej żywienia dotyczą również żywności funkcjonalnej, która mimo swojej specyficzności musi spełniać wymogi oceny opisywane przez nowoczesną naukę o żywieniu człowieka.

Żywność funkcjonalna jest tym rodzajem żywności, który jak się uważa, może zrewolucjonizować rynek produktów spożywczych w krajach o wysoko rozwiniętej gospodarce rynkowej. Jednak jedynym krajem w którym żywność funkcjonalna została zdefiniowana jako odrębna grupa produktów spożywczych jest Japonia. Od 1991 roku obowiązuje w tym kraju oficjalny dokument Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej definiujący **Żywność o Zdrowotnym Zastosowaniu** – FOSHU (*Foods for Specified Health Use*). Zgodnie ze wspomnianym dokumentem żywność ta powinna spełniać trzy główne kryteria [5]:

- musi być produktem spożywczym (nie tabletką, kapsułką czy proszkiem) otrzymanym z naturalnie występujących składników;
- musi stanowić podstawowy element codziennej diety;
- musi po spożyciu regulować ważne procesy fizjologiczne organizmu takie, jak:
  - podwyższanie biologicznej odporności organizmu;
  - przeciwdziałanie określonym chorobom (np. dietozależnym);
  - sprzyjanie leczeniu określonych chorób;
  - umożliwianie dobrostanu fizycznego i psychicznego;

- spowalnianie procesów starzenia się organizmu.

Składnikami biologicznie aktywnymi, które uznano we wspomnianym dokumencie, za kluczowe w osiąganiu profilaktycznego i terapeutycznego działania żywności funkcjonalnej, uznano: błonnik, oligosacharydy, alkohole wielowodorotlenowe, polifenole, fosfolipidy, białka i peptydy, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, składniki mineralne, witaminy, probiotyki, fitozwiązki (antocyjany, glikozydy, izoprenoidy). Żywność taka powinna uzyskać licencję ministerstwa po dokonaniu szeregu badań chemicznych, biochemicznych, mikrobiologicznych, żywieniowych oraz klinicznych. Przyczyną intensywnych badań nad żywnością funkcjonalną w Japonii była rządowa strategia zapobiegania chorobom cywilizacyjnym w celu obniżenia gwałtownie rosnących kosztów ochrony zdrowia w tym kraju [5].

Jest więc oczywiste, że żywność funkcjonalna, reprezentowana przez typowe produkty spożywcze, ale wzbogacone w składniki biologicznie aktywne (nutraceutyki), zgodnie z założeniami stosowanymi w Japonii, **powinna charakteryzować się wartością odżywczą, ocenianą zgodnie z kryteriami stosowanymi w przypadku żywności konwencjonalnej**. Nie wydaje się natomiast możliwe w najbliższych latach, uznanie wielu biologicznie aktywnych substancji pochodzenia roślinnego (fitozwiązków) za niezbędne składniki odżywcze. Ustalenie fundamentalnych zaleceń żywieniowych jest, w przypadku fitozwiązków skrajnie utrudnione, w porównaniu z zaleceniem żywieniowym składników mineralnych czy witamin. Wynika to z ogromnej liczby tych związków, posiadających bardzo zróżnicowaną aktywność zależnie od wysoce zmiennej budowy strukturalnej cząsteczek, gatunku, a nawet odmiany rośliny, modyfikowanej znacznie przez równie wiele substancji towarzyszących działających antagonicznie lub synergistycznie.

### **Możliwości wykorzystania żywności funkcjonalnej w chorobach przewlekłych**

Szczególne znaczenie żywności funkcjonalnej ma wynikać z jej działania w przypadku następujących chorób cywilizacyjnych [10]:

- miażdżyca, choroba wieńcowa, udar mózgu i nadciśnienie tętnicze - obniżanie poziomu cholesterolu ogółem i jego formy LDL, stężenia triglicerydów oraz homocysteiny w surowicy krwi, obniżanie wysokiego ciśnienia tętniczego, uzupełnianie braków witamin z grupy B, a szczególnie witaminy B6 i witaminy C, regulowanie poziomu sodu, potasu, wapnia i magnezu, uzupełnianie braku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych – WNKT, duża zawartość naturalnych substancji przeciwzakrzepowych, jak np. flawonoidy, allicyna;
- otyłość – niska wartość energetyczna przez zastosowanie zamienników tłuszczów i sacharozy, duża zawartość błonnika;

- choroba nowotworowa – duża zawartość błonnika, witamin antyoksydacyjnych (C, E i  $\beta$ -karotenu) i substancji o działaniu antyoksydacyjnym (np. flawonoidów, katechin, polifenoli); zawartość czynników zwiększających naturalną odporność organizmu np. probiotyków;
- osteoporoza – duża zawartość wapnia, zawartość oligosacharydów, zawartość związków o działaniu słabych estrogenów np. izoflawonów;
- cukrzyca insulinoniezależna – zwiększony udział surowców pochodzenia roślinnego, witamin, mała zawartość cukrów prostych, odpowiednia zawartość oligosacharydów, polisacharydów oraz błonnika;
- niedobór żelaza – duża zawartość łatwo przyswajalnego żelaza, witaminy B12, witaminy C, kwasu foliowego;
- próchnica – zastosowanie zamienników sacharozy takich, jak alkohole wielowodorotlenowe i naturalne substancje silnie słodzące (stewiozyd).

### Znakowanie żywności funkcjonalnej wartością odżywczą

Specyficzne działanie żywności funkcjonalnej, potwierdzone w wielu badaniach powinno być we właściwy sposób zadeklarowane na etykiecie, tak aby ograniczyć możliwość nadmiernego spożycia substancji biologicznie aktywnych oraz ograniczyć ryzyko błędnego wykorzystania przez konsumentów. Sposób deklarowania danych żywieniowych jest opracowywany przez Codex Alimentarius. Zganie z tymi propozycjami można wyróżnić kilka rodzajów deklaracji żywieniowych [1, 2].

**Oświadczenie o ilości składnika odżywczego** (nutrient content claim) – deklaracja opisująca ogólny poziom składnika odżywczego w produkcie spożywczym (np. „wysoka zawartość błonnika i niska zawartość tłuszczu”).

**Oświadczenie żywieniowe** (nutrition claim) – stwierdzenie, sugestia lub wskazanie, że produkt spożywczy ma szczególne właściwości żywieniowe z uwzględnieniem wartości energetycznej i zawartości podstawowych składników odżywczych oraz nutraceutyków.

**Oświadczenie o funkcji żywieniowej** (nutrient function claim) – deklaracja przedstawiająca rolę składnika odżywczego w poprawnym przebiegu procesów metabolicznych organizmu (np. witamina E chroni tłuszcz w tkankach organizmu przed oksydacją):

- dotyczy tylko podstawowych składników o ustalonej wartości odżywczej podanej w zaleceniach żywieniowych;
- dotyczy tylko produktów spożywczych, które są znaczącym źródłem składnika odżywczego; produkt powinien dostarczać co najmniej 10% zalecanego dziennego spożycia.

**Oświadczenie zdrowotne** (health claim) – stwierdzenie, sugestia lub wskazanie, że istnieje zależność pomiędzy składnikiem odżywczym lub substancją, a stanem zdrowia lub choroby.

### **Podział żywności funkcjonalnej ze względu na stan wiedzy o jej efektach zdrowotnych**

Żywność funkcjonalna musi być źródłem podstawowych składników odżywczych a także powinna spełnić założone zadania profilaktyczne lub lecznicze. Dlatego też w organizmie człowieka powinna, podobnie jak żywność tradycyjna, ulegać takim samym procesom fizjologicznym związanym z jej percepcją sensoryczną, jedzeniem, trawieniem, wchłanianiem i wykorzystaniem w procesach metabolicznych. Optymalny przebieg procesów fizjologicznych, sprzyjający pełnemu wykorzystaniu wartości odżywczej pokarmu, nie może być zaburzony zwiększoną, nietypową w stosunku do tradycyjnych produktów, zawartością biologicznie aktywnych substancji wzbogacających. Dlatego też, wartość odżywcza żywności funkcjonalnej powinna być postrzegana w sposób całościowy, zakładający naturalność i optymalny przebieg procesów fizjologicznych w organizmie człowieka w powiązaniu z natężeniem jego aktywności życiowej oraz z wpływem środowiska w którym przebywa.

Stan wiedzy o działaniu żywieniowym i dietetycznym wielu substancji biologicznie aktywnych wchodzących w skład żywności funkcjonalnej, szczególnie pochodzenia roślinnego jest bardzo zróżnicowany. Z tego względu można wyróżnić dwie grupy żywności funkcjonalnej:

- **żywność o wysokim stopniu poznania efektów żywieniowych i zdrowotnych**, której spożycie nie powoduje ryzyka nieprawidłowych efektów zdrowotnych; do tej grupy należą [3, 9, 11]:
  - produkty bogate lub wzbogacane w: bakterie fermentacji mlekowej, błonnik pokarmowy, witaminy, składniki mineralne, nienasycone kwasy tłuszczowe, aminokwasy, peptydy, białka;
  - produkty zawierające zamienniki sacharozy: oligosacharydy, alkohole wielowodorotlenowe, białkowe lub glikozydowe substancje o intensywnej słodyczy;
  - produkty z zamiennikami tłuszczu upodabniającymi teksturę tego składnika (białka, polisacharydy, oligosacharydy, alkohole wielowodorotlenowe).
- **żywność funkcjonalna o małym stopniu poznania efektów żywieniowych i zdrowotnych**, której spożywanie może powodować duże ryzyko nieprawidłowych efektów zdrowotnych; należą tu produkty bogate lub wzbogacane w biologicznie aktywne składniki roślinne (fitozwiązki) takie, jak: glikozydy, izoprenoidy, toko-trienole, flawonoidy, flawonole, katechiny, kantaksantyna, kwas kumarowy, izo-

tiocyjaniany, katechiny, saponiny, hesperydyna, olejki eteryczne oraz organizmy bogate w te substancje w wyniku modyfikacji genetycznych [3, 8, 9, 11].

### **Niepożądane efekty substancji biologicznie aktywnych**

Badania substancji biologicznie aktywnych muszą doprowadzić do bardzo wysokiego rozumienia ich funkcji żywieniowych i dietetycznych, takiego jaki osiągnęła nauka o żywieniu człowieka w przypadku witamin i składników mineralnych. W wielu publikacjach, deklaruje się zbyt pochopnie fitozwiązki, jako nowe witaminy, tymczasem uznanie tych substancji za niezbędne składniki odżywcze jest jeszcze przedwczesne [3, 9, 11].

W przypadku dużej zawartości fitozwiązków w produktach spożywczych, wyższej niż w naturalnych surowcach żywnościowych istnieje uzasadnione ryzyko nadmiernego ich spożycia, jeśli nie ustalono zaleceń dotyczących dopuszczalnego dziennego ich pobrania. Dodatkową trudność sprawia, że zalecenia te mogą się bardzo różnić, gdy zakłada się profilaktyczne oddziaływanie fitozwiązku lub działanie terapeutyczne w przypadku przewlekłej choroby.

Wiadomo również, że wiele fitozwiązków może powodować niepożądane reakcje pokarmowe albo efekt antyodżywczy. Najważniejsze niekorzystne efekty fitozwiązków to [4, 7]:

- reakcje pokarmowe z udziałem układu odpornościowego:
  - alergie pokarmowe na białka, peptydy, olejki eteryczne cytrusów i przypraw korzennych (cynamon, pieprz biały, goździki),
  - pokrzywka wywołana obecnością kantaksantyny,  $\beta$ -karotenu, olejków eterycznych przypraw korzennych (kolendra, kardamon);
- reakcje pokarmowe bez udziału układu odpornościowego:
  - efekt rozwalniający (alkohole wielowodorotlenowe),
  - nasilenie objawów egzemy (składniki bioaktywne wosków, mięty, cynamonu, wanilii, lubczyku, jałowca, kminku),
  - hamowanie trawienia i absorpcji białek przez polisacharydy nieskrobiowe,
  - obniżanie biodostępności niektórych witamin na przykład: witaminy A,  $\beta$ -karotenu, witaminy D, witaminy E, witaminy B2 i kwasu foliowego, a także mikroelementów takich, jak: żelazo, wapń i cynk przez pektyny i alginiany,
  - niebezpieczne dla zdrowia toksyczne lub antyodżywcze reakcje np. kancerogenne działanie polifenoli i tioglikozydów, glikozydów, saponin,
  - interakcje z lekami.

## Ekotrofologiczna ocena żywności funkcjonalnej

Koncepcja żywności funkcjonalnej pojawiła się jako wynik realizacji sposobu myślenia o produkcji i przetwarzaniu żywności oraz odżywianiu się, który spowodował powstawanie błędów żywieniowych i związanych z nimi chorób cywilizacyjnych. Holistyczne postrzeganie sposobu życia i żywienia człowieka, proponowane przez ekotrofologię, wymaga krytycznej oceny zastosowania żywności funkcjonalnej w praktyce żywieniowej.

EKOTROFOLOGIA jest nauką o żywieniu człowieka produktami uzyskanymi z roślin i zwierząt, którym zapewniono warunki egzystencji zgodne z ich fizjologicznymi potrzebami, występującymi w środowisku naturalnym. Nauka ta zakłada paradygmat naturalności odżywiania i funkcjonowania organizmu ludzkiego, realizowany przez kontakt organizmu człowieka z nieprzetworzoną żywnością lub żywnością przetworzoną w taki sposób aby nie naruszyć naturalnej zawartości i wzajemnych proporcji składników odżywczych [6].

Ekotrofologia odwołuje się również do dawnego pojmowania słowa DIETA (gr. *diaita*) jako sposobu życia zakładającego holistyczne myślenie, szacunek dla życia i środowiska, wykorzystanie pokarmów naturalnych (nie poddanych manipulacjom genetycznym), głównie pochodzenia roślinnego (zboża, warzywa, owoce), ograniczenie spożycia tłuszczów, soli, sacharozy, alkoholu.

Dlatego też z punktu widzenia ekotrofologii można zaakceptować jedynie te rodzaje żywności funkcjonalnej, które nie powielają błędnej koncepcji rozdzielania i oczyszczania poszczególnych składników żywności, a następnie ponownego ich użycia jako substancji wzbogacających. Takie bowiem działanie, zdaniem ekotrofologów, niszczy naturalne, zrównoważone proporcje składników odżywczych oraz pozbawia je specyficznego synergistycznego oddziaływania na organizm człowieka. Ponadto w ten sposób narusza się naturalne mechanizmy chroniące żywność przed zepsuciem. Ekotrofologowie akceptują jedynie naturalne surowce roślinne i zwierzęce bogate w bioaktywne składniki odżywcze, występujące w zrównoważonych proporcjach, żywność wzbogaconą w bakterie fermentacji mlekowej nie poddane modyfikacjom genetycznym. W żadnym przypadku nie zgadzają się na produkcję organizmów roślinnych lub zwierzęcych modyfikowanych genetycznie (GMO – genetically modified organism) w celu uzyskania wysokiej zawartości specyficznej substancji bioaktywnej lub otrzymywania żywności z takich organizmów (GMF – genetically modified foods).

## LITERATURA

- [1] Clydesdale F.M.: A proposal for the establishment of scientific criteria for health claims for functional foods. *Nutrition Reviews*, 55, 12, 1997, 413-422.



- [2] Diplock A.T., Agget P.J., Ashwell M., Bornet F., Fern E.B., Roberfroid M.D.: Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document. *British Journal of Nutrition*, **81**, Supplement 1, 1999, S1-S27.
- [3] Galaxy Mall: Phytochemicals, 1996, Dokument sieci Internet, [www.galaxymall.com/retail/garlic/phyto.html](http://www.galaxymall.com/retail/garlic/phyto.html).
- [4] Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.): *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*, PWN, Warszawa 1998.
- [5] Goldberg I. (red.): *Functional Foods, Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*. Chapman & Hall, New York 1994.
- [6] Górny M.: *Ekotrofologia a zdrowie człowieka*. W *Homotoksykologia kliniczna. Podstawy teoretyczne, terapia, odniesienie do medycyny ogólnej*. Red.: Schmid F., Latkowski B., Wasilewski B. Aurelia-Verlag, Baden-Baden 1998.
- [7] Lessof M.H.: *Food Intolerance*. Chapman & Hall, London 1992.
- [8] Nestman E., Copeland T., Schinkel H., Lock L., Daniels J.: *Nutraceuticals – food for thought*, 1998. Dokument sieci Internet; <http://www.cantox.com>.
- [9] Spak S.: *Nutraceuticals*, *The Bi-weekly Bulletin*, 11, 1, January 16 1998. Dokument sieci Internet, <http://www.agr.ca/policy/winn/biweekly/index.htm>.
- [10] Ziemiański Ś.: *Podstawy prawidłowego żywienia człowieka. Zalecenia żywieniowe dla ludności w Polsce*. Instytut Danone. Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1998.
- [11] Zimmerman M.: *Phytochemicals: Nutrients of the future*, 1996. Dokument sieci Internet: <http://www.realtime.net/anr/phytonu.html>.

## NUTRITIONAL VALUE OF FUNCTIONAL FOODS

### S u m m a r y

Functional foods prepared by the enrichment of the traditional foodstuffs with the nutraceuticals or by the reprocessing of food components (designer foods) are expected to possess prevention and/or therapeutic activity against the specific, diet related chronic diseases.

But functional foods ought to be transformed under typical metabolic processes in human organism as traditional foods e.g. sensory perception, mastication, digestion, absorption and utilisation despite the over content of biological active nutraceuticals. There is the great concern for the functional foods from the ecotrophology point of view. Only naturally rich of phytochemicals raw foods and/or enriched with probiotics (non GMF) can be accepted as nutritionally safe. In the case of the designer foods, it is the serious concern about the human health because of the danger of dietetic mistakes as the chronic disease factor, similarly to the well known effect of the high processed, nutritionally unbalanced traditional foods. ☒

DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA, ZDZISŁAWA LIBUDZISZ

## JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNA ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ W ASPEKCIE JEJ ZDROWOTNOŚCI

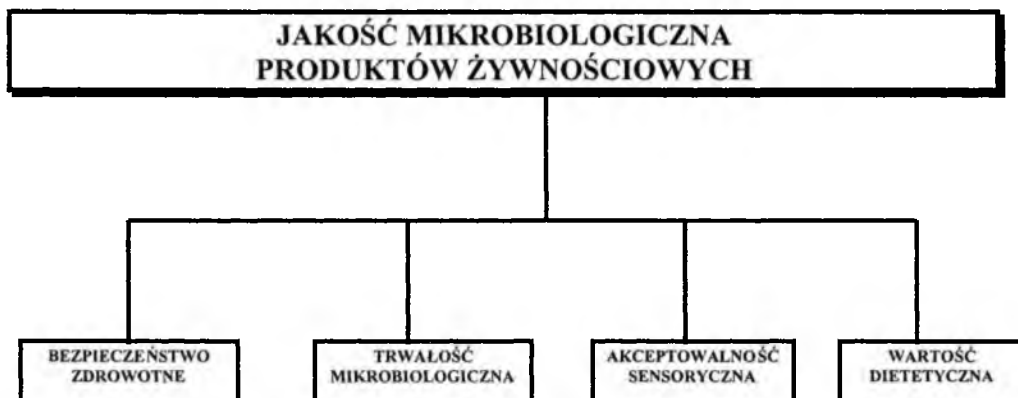
### Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono aspekty zagrożeń i korzyści związanych z jakością mikrobiologiczną żywności funkcjonalnej. Zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego związane są głównie ze wzbogacaniem żywności w składniki korzystne dla zdrowia, obniżaniem zawartości pewnych składników i modyfikacjami technologii w tym przede wszystkim utrwalań. Z drugiej strony grupa produktów probiotycznych z dodatkiem kultur bakterii kwasu mlekowego, jest naturalnie utrwalona i bezpieczna dla zdrowia konsumenta, a dodatkowo wywołuje korzystne efekty, z punktu widzenia bezpieczeństwa mikrobiologicznego, w przewodzie pokarmowym człowieka.

**„Dzisiaj nabiera tempa wyścig między ludzką pomysłowością a mikroorganizmami. „Spryt” mikroorganizmów zakodowany jest w ich genach, ludzie natomiast polegają na swojej wyobraźni i inteligencji. Pierwszy krok musi polegać na uświadomieniu sobie, że zmienność jawi się normalnym elementem związków człowieka z mikroorganizmami.”**

*Arno Karlen [11]*

Zdrowotność produktów żywnościowych związana jest z dwoma głównymi składnikami: bezpieczeństwem i wartością żywieniową. Obie te cechy w sposób mniej lub bardziej bezpośredni zależą od jakości mikrobiologicznej żywności, rozumianej jako stopień bezpieczeństwa zdrowotnego, trwałości mikrobiologicznej, akceptowalności sensorycznej i wartości dietetycznej (rys. 1).



Rys.1. Zestawienie cech składowych jakości mikrobiologicznej żywności (opracowanie własne).

Fig. 1. Microbiological food quality factors.

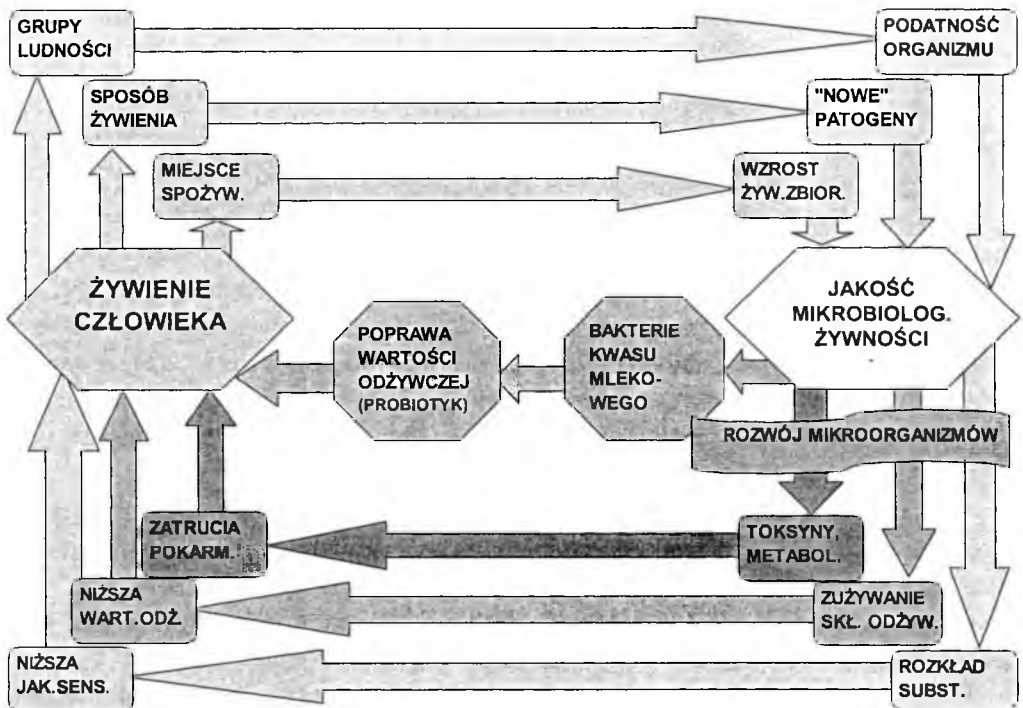
Bezpieczeństwo zdrowotne określane jest jako poziom obecności lub brak mikroorganizmów patogennych i toksyn pochodzenia mikrobiologicznego w danej ilości produktu żywnościowego. Trwałość mikrobiologiczna to maksymalny okres przechowywania produktu żywnościowego, co związane jest ze stopniem zabezpieczenia przed rozwojem obecnych w nim drobnoustrojów i w przybliżeniu odpowiada okresowi przydatności do spożycia. Akceptowalność sensoryczna w odniesieniu do jakości mikrobiologicznej rozumiana jest jako ocena smakowości i tekstury będącej wynikiem zepsucia wywołanego działalnością drobnoustrojów. Wartość dietetyczna rozumiana jest jako obecność żywych mikroorganizmów o znaczeniu dietetycznym i dotyczy jedynie produktów, do których dodano czyste kultury odpowiednich drobnoustrojów [14].

Trzy pierwsze cechy jakości mikrobiologicznej związane są z niekorzystną dla człowieka działalnością mikroorganizmów, czwarta z działaniem pozytywnym. Powiązania między jakością mikrobiologiczną żywności i aspektami żywieniowymi oraz odwrotnie, różnymi uwarunkowaniami żywienia człowieka i związanym z nimi bezpieczeństwem mikrobiologicznym żywności, przedstawiono na rys. 2.

Identyfikuje się dwa podstawowe zagrożenia związane z obecnością mikroorganizmów w żywności. Organizmy saprofityczne, jeśli rozwiną się w dużej liczbie, powodują pogorszenie jej cech smakowych i zapachowych, a w końcu całkowite jej zepsucie. Zużywanie przez drobnoustroje składników odżywczych wpływa na obniżenie wartości odżywczej żywności.

Z kolei organizmy chorobotwórcze mogą wywoływać zatrucia pokarmowe groźne dla zdrowia lub życia. Ryzyko zatrucia mikrobiologicznego związanego z konsumpcją

produktów żywnościowych zależy z jednej strony od rodzaju i liczby mikroorganizmów lub ilości produkowanych przez drobnoustroje toksyn, obecnych w spożywanej żywności, z drugiej zaś od podatności organizmu człowieka na tego typu czynniki. Tak więc, przy analizie ryzyka należy z jednej strony posługiwać się wiedzą mikrobiologiczną, dotyczącą możliwości występowania w danym produkcie żywnościowym potencjalnie niebezpiecznych mikroorganizmów, a z drugiej – wiedzą medyczną określającą liczbę mikroorganizmów i ilość toksyn, które mogą wywołać zakażenie lub zatrucie [2]. Czynniki wpływającymi na zmianę epidemiologii zatruc i zakażeń pokarmowych są rodzaje spożywanych przez ludzi produktów żywnościowych, ich źródła i zmiana preferencji konsumentów w stronę żywności o niskim stopniu przetworzenia (sposób żywienia). Do tej listy można jeszcze dodać wzrost popularności spożywania posiłków poza domem, a więc wzrost znaczenia żywienia zbiorowego [13, 14].



Rys. 2. Jakość mikrobiologiczna żywności a żywienie człowieka – wzajemne zależności.

Fig. 2. Food microbiological quality and human nutrition – relations.

Jednocześnie stosowanie do różnorodnych produktów żywnościowych, odpowiednich kultur drobnoustrojów (najczęściej są to bakterie kwasu mlekowego – LAB),

powoduje z jednej strony efekt utrwalający wywołany produkcją substancji o działaniu antymikrobiologicznym i/lub obniżeniem pH, a z drugiej poprawę wartości żywieniowej przez bakterie probiotyczne.

Powyższe zagadnienia związane są także z rozwojem produkcji i propagowaniem spożycia grupy żywności, nazywanej z języka angielskiego żywnością funkcjonalną („functional food”) [5, 8, 15], dla której w języku polskim proponuje się między innymi nazwę „żywność prozdrowotna”.

Wg jedynej prawnie usankcjonowanej definicji Japońskiego Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej [9]: „Żywność funkcjonalna to produkty o działaniu sprzyjającym zdrowiu człowieka, stworzone na podstawie wiedzy o zależnościach między pokarmem, jego składnikami a zdrowiem; żywność, używana w celach zdrowotnych, po spożyciu której można oczekiwać uzyskania takiego właśnie efektu zdrowotnego”. W ogólnym znaczeniu tego rodzaju produkty nie miałyby pełnić roli lekarstwa lecz być stosowane jako część codziennej diety i traktowane jako żywność ogólnego spożycia.

W związku z tym problem zagrożeń mikrobiologicznych i szacowania ryzyka zdrowotnego dotyczy żywności funkcjonalnej w podobnym, a czasem nawet większym stopniu niż innych grup żywności. Bezpieczeństwo i trwałość żywności funkcjonalnej, z jednej strony ze względu na modyfikację składu, a z drugiej na potencjalne zastosowanie w żywieniu konsumentów wysokiego ryzyka, powinny być kontrolowane (opanowane) w sposób jak najbardziej efektywny.

Ze względu na jakość mikrobiologiczną, czyli zagrożenia i korzyści związane z rozwojem mikroorganizmów, podzielono produkty należące do żywności funkcjonalnej na następujące grupy:

1. Produkty wzbogacone w składniki korzystne dla zdrowia.
2. Produkty o obniżonej zawartości składników niepożądanych.
3. Produkty uzyskane w wyniku zmodyfikowanych technologii wytwarzania (w tym utrwalania).
4. Produkty probiotyczne, zawierające bakterie kwasu mlekowego (LAB).

Oddziaływanie mikrobiologiczne (szkodliwe i korzystne) i ewentualne możliwe do zastosowania działania zapobiegawcze w stosunku do ww. grup żywności funkcjonalnej zestawiono w tabeli 1.

Produkty, w których ze względu na korzystne efekty żywieniowe, zwiększono zawartość pewnych składników np.: błonnika, niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, białek, witamin, substancji mineralnych itp., stanowią także bogatszą „pożywkę” dla mikroorganizmów. Zwiększenie ilości składników odżywczych sprzyja rozwojowi drobnoustrojów lub stanowi wręcz źródło nowych grup mikroorganizmów, np. wzbogacenie produktu w błonnik pokarmowy dodawany w postaci otrąb (pszennych, sojowych itp.), zwiększa zagrożenie związane z rozwojem grzybów strzępkowych [14]. Konieczna jest więc modyfikacja procesów technologicznych, głównie ze

względu na stosowane metody utrwalania, które muszą być przystosowane do zmienionych warunków w żywności. Także oszacowanie bezpiecznego, z punktu widzenia zagrożeń zdrowotnych, okresu przydatności do spożycia musi być przeprowadzone ponownie.

Tabela 1

Żywność funkcjonalna w aspekcie zagrożeń i korzyści mikrobiologicznych.  
Functional food in aspect of microbiological hazards and benefits.

Grupy żywności funkcjonalnej Groups of functional food	Oddziaływanie mikrobiologiczne Microbiological effect	Możliwe do zastosowania działania zapobiegawcze Possible preventive actions
1. Produkty wzbogacone w składniki korzystne dla zdrowia np.: błonnik, NNKT, peptydy, białka, witaminy, substancje mineralne,  <b>Oligosacharydy, bakterie kwasu mlekowego</b>	Zwiększenie ilości składników odżywczych sprzyjających rozwojowi mikroorganizmów lub stanowiących źródło nowych grup drobnoustrojów.  <b>Prebiotyki i synbiotyki</b>	Modyfikacja procesu technologicznego, przede wszystkim zastosowanie nowych metod utrwalania. Prawidłowe oszacowanie okresu trwałości
2. Produkty o obniżonej zawartości składników niepożądanych	Zmiana składu, zastąpienie pewnych składników innymi, powodującymi większe ryzyko rozwoju mikroorganizmów (np. wzrost zawartości wody). <b>Niektóre substytuty są prebiotykami</b>	Jw., oraz prognozowanie bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktów w zależności od modyfikacji
3. Produkty uzyskane w wyniku zmodyfikowanych technologii wytwarzania, w tym utrwalania np.: minimalnie utwalone	Niebezpieczeństwo zastosowania niewystarczających przeszkód dla rozwoju drobnoustrojów. Niebezpieczeństwo rozwoju innych i „nowych” patogenów	Konieczność zastosowania technologii „płatków” i efektywnego szacowania możliwości rozwoju drobnoustrojów
4. Produkty probiotyczne, zawierające bakterie kwasu mlekowego (LAB)	<b>Wytwarzanie bakteriocyn i innych substancji o działaniu antymikrobiologicznym.</b> <b>W przewodzie pokarmowym człowieka, zapobieganie rozwojowi mikroflory niekorzystnej w tym patogennej</b>	Dodatek prebiotyków

Akapity pogrubione oznaczają korzystne działanie mikrobiologiczne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie m. in. [5, 8, 9, 15, 22].

Tabela 2

Produkty metabolizmu bakterii fermentacji mlekowej o aktywności antagonistycznej.  
Antimicrobial products of lactic acid bacteria origin.

Produkt / Product	Spektrum aktywności / Activity spectrum
<u>Niespecyficzne</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kwasy organiczne (mlekowy, octowy, 2-pirolidono-5-karboksylowy)</li> <li>• obniżony potencjał redox</li> <li>• kompetycja o laktozę</li> </ul>	Większość drobnoustrojów (szczególnie bakterie gnilne, Gram-, nieliczne drożdże i pleśnie) Mikroorganizmy tlenowe i względnie beztlenowe Drobnoustroje sacharolityczne
<u>Enzymy</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• układ laktoperoksydazy + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li> <li>• lizozym (niektóre mutanty)</li> </ul>	Mikroorganizmy patogenne, głównie w mleku Bakterie Gram+
<u>Niskoczasteczkowe produkty</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• reuteryna</li> <li>• diacetyl</li> <li>• kwasy tłuszczowe</li> </ul>	Szerokie spektrum aktywności (drożdże, pleśnie)
<u>Bakteriocyny</u>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Różne bakterie, zależnie od rodzaju bakteriocyny Mikroorganizmy beztlenowe, psychrotrofy

Źródło: [3, 7].

Niektóre ze składników wzbogacających mogą mieć korzystne z punktu widzenia mikrobiologicznego, działanie. Związane jest ono z wprowadzaniem bakterii kwasu mlekowego i np. oligosacharydów stanowiących prebiotyki umożliwiające rozwój mikroflory probiotycznej. Omówione one zostaną dokładniej w dalszej części opracowania.

Wytwarzanie produktów żywnościowych o obniżonej zawartości składników żywieniowo niepożądanych lub których ilość w diecie powinna być, szczególnie dla osób z pewnymi schorzeniami, niewielka – powoduje technologiczną konieczność zastąpienia ich innymi składnikami. Dotyczy to np. tłuszczu, który może być zastąpiony wielocukrem inuliną. Zmiana składu i zastąpienie pewnych składników innymi, może powodować większe ryzyko rozwoju niekorzystnej mikroflory, np. w przypadku wyższej zawartości wody. Podobnie jak w pierwszej grupie żywności funkcjonalnej, niektóre substytuty mogą być prebiotykami [22].

W przypadku produktów uzyskanych w wyniku zmodyfikowanych technologii wytwarzania, istnieje niebezpieczeństwo zastosowania nieprawidłowych lub nieskutecznych metod utrwalania, a tym samym niebezpieczeństwo rozwoju innych i „nowych” patogenów. Np. zastosowanie przechowywania w atmosferze modyfikowanej lub pakowanie próżniowe, stwarza niebezpieczeństwo rozwoju względnie beztlenowej bakterii *Yersinia enterocolitica* lub produkcji toksyn przez beztlenową bakterię *Clo-*

*stridium botulinum*. Dotyczy to przede wszystkim żywności minimalnie utrwalonej, gdzie istnieje konieczność zastosowania technologii utrwalania kombinowanego („technologia płatków”). We wszystkich omówionych powyżej grupach żywności funkcjonalnej polecane jest opracowywanie i zastosowanie efektywnych mikrobiologicznych modeli wzrostu, inaktywacji i przeżywalności drobnoustrojów [13, 14].

Czwartą, wyróżnioną z punktu widzenia jakości mikrobiologicznej, grupą żywności funkcjonalnej są produkty probiotyczne, zawierające bakterie kwasu mlekowego, których działanie jest korzystne zarówno ze względu na bezpieczeństwo mikrobiologiczne żywności, jak i zapobiegania rozwojowi mikroflory niekorzystnej w przewodzie pokarmowym człowieka.

Słowo probiotyk pochodzi z języka greckiego „pro bios” co znaczy „dla życia”. Określenie probiotyk jest zastrzeżone dla preparatów lub produktów, które zawierają żywe komórki drobnoustrojów, poprawiają stan zdrowia człowieka i zwierząt, korzystny efekt wywierają w jamie ustnej bądź w przewodzie pokarmowym (podawane jako dodatki do żywności lub preparaty farmaceutyczne), w górnych drogach oddechowych (stosowane w postaci aerozoli) lub w przewodzie moczowo-płciowym (preparaty miejscowe). Wpływ ten wynika głównie z zapewnienia przez kultury probiotyczne właściwej równowagi mikroflory zasiedlającej organizm człowieka.

W celu zrozumienia definicji oraz potrzeby stosowania probiotyków konieczna jest znajomość zasad rządzących składem jakościowym i ilościowym mikroflory człowieka.

Najbardziej istotny i złożony ekosystem stanowi mikroflora jelitowa, w skład której wchodzi do około 500 różnych gatunków mikroorganizmów. Mikroorganizmy te zasiedlają blisko 400 m<sup>2</sup> powierzchni nabłonka jelitowego i łącznie stanowią około 10<sup>14</sup> komórek.

Przewód pokarmowy noworodka w trakcie porodu jest jałowy, ale natychmiast po nim zostaje skolonizowany przez drobnoustroje pochodzące od matki i ze środowiska, aż do osiągnięcia pełnej i zrównoważonej flory dorosłego człowieka. Proces nabywania mikroflory u człowieka przebiega najintensywniej podczas pierwszych dwu lat życia.

Przewód pokarmowy jest wstępnie kolonizowany przez bakterie kwasu mlekowego, pałeczki jelitowe i paciorkowce, aż do odstawienia dziecka od pokarmu matczyngo i wprowadzenia stałych posiłków. Od tego momentu zwiększa się liczba i różnorodność beztlenowców, aż do osiągnięcia stanu typowego dla dorosłego człowieka. W zasadzie w drugim roku życia flora jelitowa składa się już ze wszystkich podstawowych grup, jedynie różnorodność bakterii beztlenowych może się zwiększać.

Najmniejsza liczba drobnoustrojów występuje w żołądku, zależnie od poziomu pH od ok. 10<sup>3</sup> do 10<sup>4</sup> komórek/g. U człowieka mikroflorę tę stanowią głównie gram dodatnie względnie beztlenowe bakterie, np. streptokoki. W pierwszym odcinku jelita



ciężkiego liczbą drobnoustrojów jest w dalszym ciągu niska i dopiero w odcinku dwunastnicy zwiększa się zarówno ich liczba, jak i różnorodność. Poza gram dodatnimi bakteriami pojawiają się względnie beztlenowe gram ujemne bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*. W jelicie grubym liczba bakterii bardzo silnie rośnie i osiąga poziom  $10^{10}$ – $10^{11}$  komórek/g treści. Wśród tych mikroorganizmów dominują gram ujemne bakterie z rodzaju *Bacteroides* (ok. 30% całej populacji bakterii jelitowych) oraz gram dodatnie z rodzajów *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Ruminococcus* i różne gatunki *Clostridium*; są to gatunki bezwzględnie beztlenowe, bardzo wrażliwe na kontakt z tlenem. Bakterii względnie beztlenowych jest ok. 100–1000 razy mniej i znajdują się wśród nich bakterie z rodzaju *Lactobacillus*. Tak liczny i różnorodny zespół mikroorganizmów stanowi ogromny potencjał katalityczny w organizmie człowieka, którego aktywność może przynosić zarówno korzyści, jak i stanowić zagrożenie dla jego zdrowia.

Układ jakościowy i ilościowy mikroflory jelitowej człowieka jest dość stabilny, ponieważ głównym ich substratem pokarmowym są składniki śluzu oraz martwe komórki nabłonka jelitowego. Istnieje jednak bardzo istotna współzależność pomiędzy gospodarzem (człowiekiem) i ekosystemem mikroorganizmów. Zespół mikroorganizmów jelitowych może ulegać zmianie, a nawet zniszczeniu pod wpływem leczenia chemioterapeutykami, radioterapii czy infekcji wirusowych i bakteryjnych.

Układ mikroflory jest także determinowany warunkami środowiskowymi, stanem zdrowia, stresem psychicznym oraz cechami osobniczymi człowieka. Bardzo istotny wpływ wywiera również rodzaj diety i jej stan mikrobiologiczny. Drobnoustroje patogene przenoszone drogą pokarmową (*Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Campylobacter*, enteropatogenne szczepy *Escherichia coli* czy niektóre gatunki *Bacillus* i *Clostridium*) mogą powodować różnego rodzaju zatrucia pokarmowe. Tworzą ponadto metabolity toksyczne dla człowieka oraz enzymy, które mogą być odpowiedzialne za przekształcanie prokancerogenów w substancje kancerogenne. Naturalną obroną człowieka przed ich nadmiernym rozwojem w przewodzie pokarmowym jest odpowiednio ukształtowany zespół mikroorganizmów jelitowych z odpowiednio licznym udziałem bakterii o aktywności antagonistycznej w stosunku do szczepów patogennych. Jako niezmiernie ważne uznaje się tutaj bakterie należące do gatunku *Lactobacillus acidophilus* i rodzaju *Bifidobacterium*, często nazywane bakteriami probiotycznymi. Są to szczepy izolowane z przewodu pokarmowego zdrowych ludzi lub niemowląt i w postaci preparatów farmaceutycznych lub w żywności podawane ludziom w celu wytworzenia lub rekonstrukcji zrównoważonej mikroflory jelitowej. Zmniejszony udział tych bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym powoduje u ludzi różne objawy, począwszy od uczucia wzdęcia do poważnych kłopotów trawienia i stanów chorobowych przewodu pokarmowego.

Ogromna zmienność międzyszczepowa w obrębie jelitowych gatunków bakterii mlekowych, istnienie wielu biotypów *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* czy innych gatunków tego rodzaju, narzuca konieczność precyzowania jaki szczep jest wprowadzany do preparatów czy produktów fermentowanych jako szczep probiotyczny. Właściwości te są bowiem związane ze szczepem, a nie gatunkiem bakterii [18, 19].

Istnieje szereg kryteriów, jakie powinny spełniać szczepy probiotyczne, stanowiących o skuteczności ich działania. Do podstawowych wymogów należą:

1. Antagonizm w stosunku do drobnoustrojów chorobotwórczych.
2. Tworzenie lub rekonstrukcja zrównoważonej mikroflory autochtonicznej człowieka.
3. Zdolność kolonizacji określonych miejsc w organizmie człowieka.
4. Wzrost odporności człowieka na kolonizację przez mikroflorę allochtoniczną, a szczególnie chorobotwórczą.
5. Zdolność obniżania poziomu cholesterolu we krwi.
6. Asymilacja lub unieczynnianie związków toksycznych i rakotwórczych.
7. Hamowanie aktywności kancerogennej mikroflory fekalnej.
8. Niespecyficzna stymulacja systemu immunologicznego człowieka.
9. Zmniejszenie skutków defektu laktazowego.
10. Odporność na niskie pH i żółć.
11. Poprawa wartości odżywczych i dietetycznych żywności fermentowanej.
12. Konieczne jest również, aby szczepy probiotyczne nie wytwarzały substancji toksycznych dla organizmu człowieka oraz nie wywoływały reakcji alergicznych, nie tworzyły związków mutagennych czy kancerogennych; również składniki komórek po śmierci nie mogą wykazywać takich właściwości.

W kontroli układu mikroflory jelitowej człowieka ogromną rolę odgrywają metabolity bakterii mlekowych o aktywności antagonistycznej (tabela 2).

Wśród związków hamujących rozwój mikroflory patogennej za najistotniejsze uważa się kwasy organiczne, w tym szczególnie aktywny kwas octowy, ponadto aldehyd octowy, nadtlenek wodoru oraz substancje antybiotykoopodobne czyli bakteriocyyny.

Bakteriocyyny stanowią dużą grupę heterogennych substancji chemicznych, różniących się zarówno ciężarem cząsteczkowym, budową chemiczną, właściwościami biochemicznymi, jak i zakresem aktywności i sposobem działania na drobnoustroje. Jednym, z głównych producentów bakteriocyn są szczepy należące do gatunku *Lactobacillus acidophilus*, syntetyzujące bakteriocyyny o dość szerokim spektrum aktywności, hamujące między innymi bakterie chorobotwórcze z gatunków *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* czy *Mycobacterium* spp. [12, 16, 10].

Podawanie preparatów probiotycznych czy spożywanie produktów fermentowanych przez bakterie probiotyczne może być więc korzystne w leczeniu biegunek czynnościowych oraz może skrócić czas nosicielstwa pałeczek z rodzaju *Salmonella* [23, 24], a także przyspiesza leczenie ostrych biegunek. Ponadto po kuracji antybiotykowej pozwala na przywrócenie równowagi naturalnej mikroflory jelitowej człowieka.

Do korzystnych funkcji bakterii probiotycznych należy ponadto aktywacja systemu immunologicznego gospodarza. Stwierdzono bowiem, że podawanie żywych (w produktach fermentowanych) lub liofilizowanych preparatów bakterii *Lactobacillus acidophilus* i z rodzaju *Bifidobacterium*, w ilościach rzędu  $10^9$ - $10^{12}$  komórek dziennie, w czasie kilku tygodni może powodować wzrost liczby leukocytów, makrofagów, limfocytów, komórek plazmatycznych, wzrost aktywności fagocytarnej leukocytów, zwiększenie aktywności makrofagów i limfocytów, a także zwiększenie poziomu g-interferonu i immunoglobuliny A w surowicy krwi [21].

Właściwości przeciwnowotworowe bakterii probiotycznych mogą być wynikiem [6; 1]:

- eliminacji prokancerogenów lub kancerogenów – niektóre bakterie mlekowe wykazują aktywność reduktazy azotynowej i są zdolne są do asymilacji azotynów. Ogranicza to możliwość tworzenia kancerogennych nitrozoamin,
- obniżenia poziomu enzymów fekalnych ( $\beta$ -glukuronidaza, azoreduktaza, nitroreduktaza) odpowiedzialnych za przekształcenie prokancerogenów do kancerogenów,
- stymulacji systemu immunologicznego człowieka.

Zdolność asymilowania cholesterolu, wykazana w warunkach *in vitro*, [4] jest również bardzo istotną cechą niektórych bakterii mlekowych. Może to mieć istotne znaczenie w zapobieganiu miażdżycy i choroby wieńcowej serca. Znaczenie fizjologiczne dla człowieka tych uzdolnień bakterii nie jest jeszcze w pełni udokumentowane i podlega intensywnym badaniom.

W przypadku stosowania bakterii o uzdolnieniach probiotycznych w produkcji żywności fermentowanej można również oczekiwać wzrostu wartości odżywczej surowca [20]. Kwas mlekowy będący podstawowym produktem końcowym metabolizmu węglowodanów u bakterii mlekowych, spełnia w organizmie człowieka wiele korzystnych funkcji fizjologicznych. Główne z nich to: przyspieszenie trawienia białek, np. białek mleka po strąceniu ich w postaci sernika, zwiększenie wchłaniania wapnia, żelaza, fosforu i innych pierwiastków, pobudzenie wydzielania soków żołądkowych oraz przyspieszenie perystaltyki jelit. Organizm człowieka wykorzystuje ponadto formę kwasu L-mlekowego jako źródło energii; jego wartość energetyczna wynosi 15 kJ/g w porównaniu z 16 kJ/g laktozy.

Ze względu na rosnącą świadomość znaczenia układu mikroflory jelitowej, obserwuje się w ostatnich latach bardzo intensywny rozwój produkcji nowych rodzajów

żywności fermentowanej i to zarówno pochodzenia zwierzęcego (produkty typu „bio” z mleka), jak i roślinnego (np. tzw. biosoki z buraków czy marchwi). Do fermentacji tych surowców stosuje się specjalnie selekcjonowane, o udokumentowanych właściwościach probiotycznych szczepy bakterii fermentacji mlekowej z gatunków *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* czy bakterii z rodzaju *Bifidobacterium*.

Przy rozpatrywaniu potencjalnych terapeutycznych wartości preparatów probiotycznych i produktów fermentowanych z udziałem mikroflory jelitowej należy jednak pamiętać, że produkt musi zawierać dostateczną liczbę żywych i aktywnych komórek w chwili spożycia, minimalnie  $10^6$  komórek/ml produktu [17].

W 1995 roku Gibson i Roberfroid zaproponowali określenie prebiotyków dla grupy składników żywności, która nie ulega strawieniu w przewodzie pokarmowym człowieka i która korzystnie wpływa na organizm gospodarza przez selektywną stymulację wzrostu i aktywności jednego lub niewielkiej liczby gatunków bakteryjnych, a szczególnie bakterii probiotycznych w okrężnicy. W efekcie może to poprawić stan zdrowia gospodarza. Autorzy ci stwierdzili, że takie składniki:

- nie mogą ulegać hydrolizie ani wchłanianiu w jelicie cienkim,
- muszą stanowić selektywny substrat dla jednego lub ograniczonej liczby pożytecznych gatunków bakterii, bytujących w okrężnicy,
- powinny stymulować rozwój korzystnej dla zdrowia flory przewodu pokarmowego,
- powinny powodować wystąpienie korzystnych dla gospodarza skutków miejscowych w świetle przewodu pokarmowego bądź efektów układowych.

Uznaje się, że najistotniejszą grupą o właściwościach probiotycznych są wspomniane już oligosacharydy. W chwili obecnej jako najkorzystniejsze uznaje się stosowanie preparatów lub produktów fermentowanych przez bakterie probiotyczne z dodatkiem odpowiednich oligosacharydów.

Takie kombinowane preparaty składające się z probiotyków i prebiotyków określa się mianem synbiotyków. Podejście to jest szczególnie ważne dla dalszego rozwoju żywności funkcjonalnej.

Podsumowując, żywność funkcjonalna czy jak zaproponowano w dyskusji na konferencji – prozdrowotna, ma w założeniu stanowić składnik codziennej diety. W związku z tym, że duża część produktów przeznaczona jest dla osób o obniżonej odporności (niemowląt i małych dzieci, osób w starszym wieku, chorych i rekonwalescentów itp.), musi być bezwzględnie bezpieczna zdrowotnie, w tym także mikrobiologicznie. Pewne modyfikacje związane z wytwarzaniem produktów funkcjonalnych mogą stanowić zagrożenie z mikrobiologicznego punktu widzenia i wymagają efektywnego opanowania w całym cyklu produkcji i dystrybucji. Z drugiej strony grupa produktów probiotycznych z dodatkiem kultur bakterii kwasu mlekowego, jest natu-

ralnie utrwalona i bezpieczna dla zdrowia konsumenta, a dodatkowo wywołuje korzystne z punktu widzenia bezpieczeństwa mikrobiologicznego efekty, w przewodzie pokarmowym człowieka. Zwiększa to bezpieczeństwo mikrobiologiczne nie tylko żywności, ale także żywienia człowieka.

## LITERATURA

- [1] Adachi S.: Lactic acid bacteria and tumor control. W: Lactic Acid Bacteria in Health and Disease (ed. B.J.B. Wood) Elsevier Appl. Sci., 1992.
- [2] Baird-Parker A.C.: Development of industrial procedures to ensure the microbiological safety of food. Food Control, **6**, 1995, 1.
- [3] Breidt F., Fleming H.P.: Using lactic acid bacteria to improve the safety of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol., **51**, 1997, 44.
- [4] Gilliland S.E., Nelson C.R., Maxwell C.: Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus*. Appl. Environ. Microbiol., **49**, 1985, 377.
- [5] Goldberg I.: Functional foods for health – the current state and future prospects. Vitafoods International Conference, Copenhagen, March 11-13, 1997.
- [6] Goldin B.R., Gorbach S.L.: The effect of milk and lactobacillus feeding on human intestinal bacterial enzyme activity. Am. J. Clin. Nutr., **39**, 1984, 756.
- [7] Gudkow A.V.: Starters: As a means of controlling contaminating organisms. XXII Int. Dairy Congress, Milk - The vital force, ed. D. Reidel Publ. Co., 1986.
- [8] Hasler C.M.: Functional Foods: Their role in disease prevention and health promotion, Food Technol., **52**, 1998, 63.
- [9] Heasman M.: The regulation of functional foods and beverages in Japan, Vitafoods International Conference, Copenhagen, March 11-13, 1997.
- [10] Jack R.W., Tagg J.R., Ray B.: Bacteriocins of Gram-positive bacteria. Microbiol. Rev., **59**, 1995, 171.
- [11] Karlen A.: „Człowiek i mikroby”, Warszawskie Wydawnictwo Literackie, MUZA S.A., Warszawa 1997.
- [12] Klaenhammer T.R.: Bacteriocins of lactic acid bacteria. Biochimie, **70**, 1995, 337.
- [13] Kołożyn-Krajewska D.: Zagrożenia mikrobiologiczne związane z minimalnym przetwarzaniem żywności. Materiały Konferencji Naukowej "Żywność minimalnie przetworzona", 19-20.06.1997, Kraków, 42, 1997.
- [14] Kołożyn-Krajewska D.: Studium zapewnienia jakości żywności w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego na przykładzie wybranych produktów mięsnych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1998.
- [15] Knorr D.: Technology aspects related to microorganisms in functional foods. Trends Food Sci. Technol., **9**, 1998, 295
- [16] Kok J., Holo H., Van Belkum M.J., Haandrikman A.J., Nes I.F.: Nisin bacteriocins in Lactococci: Biochemistry, genetics, and mode of action. W: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria (Eds D.G. Hoover & L.R. Steenson) Academic Press, Inc. New York, 1993.
- [17] Kurmann J.A., Rasic J.Lj.: Technology of fermented special products. Bulletin of the International Dairy Federation (IDF), **227**, 1988, 101.
- [18] Salminen S.: Uniqueness of probiotic strains. Nutrition Newsletter of IDF, **5**, 1996, 18-19.

- [19] Saxelin M., Korpela R.: *Lactobacillus* GG products with clinical documentation. Nutrition Newsletter of IDF, **5**, 1996, 35.
- [20] Shahani K.M., Chandan R.C.: Nutritional and healthful aspects of cultured and culture-containing dairy foods. J. Dairy Sci., **62**, 1979, 1685.
- [21] Usajewicz I.: Fizjologiczne i immunologiczne uwarunkowania stosowania bakterii fermentacji mlekowej w żywieniu człowieka. W: Bakterie fermentacji mlekowej (Red. Z. Libudzisz, P. Walczak, J. Bardowski), Polit. Łódzka, 1998, 123.
- [22] Voragen A.G.J.: Technological aspects of functional food-related carbohydrates, Trends Food Sci. Technol., **9**, 1998, 328.
- [23] Zychowicz C., Surażyńska A., Siewierska B., Cieplińska T.: Effect of *Lactobacillus acidophilus* cultures (acidophilus milk) on the carrier state of *Shigella* and *Salmonella* organisms in children. Ped. Pol., **49**, 1974, 997.
- [24] Zychowicz C., Kowalczyk S., Cieplińska T.: Results of administration of *Lactobacillus acidophilus* culture (acidophilus milk) in an endemic focus of dysentery. Ped. Pol., **50**, 1975, 429.

## HEALTH ASPECTS RELATED TO MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FUNCTIONAL FOOD

### S u m m a r y

Hazard and benefits aspects related to microbiological quality of functional food were discussed in this paper. Hazards are mainly connected with enrichment of foods with beneficial for health constituents, lowering of some constituent's level and technology (mainly preservation) modifications. On another hand group of probiotics with lactic acid bacteria addition, are naturally preserved and safe for consumer. Additionally these products have beneficial effect in human body. ☒

JÓZEF FORNAL, ZENON ZDUŃCZYK

## ŻYWNOSĆ MODYFIKOWANA GENETYCZNIE - NOWY RODZAJ ŻYWNOSCI FUNKCJONALNEJ

### Streszczenie

W poszukiwaniu efektywnych źródeł żywności funkcjonalnej nie sposób pominąć żywności określonej mianem genetycznie modyfikowanej (GMF), otrzymanej z genetycznie modyfikowanych surowców. Wykorzystanie nowych technik inżynierii genetycznej wydaje się być najszybszą drogą do pozyskania żywności w pożądanym sposobie kształtującej wartość odżywczą i jakość zdrowotną diet. W produkcji żywności pochodzenia roślinnego przykładem pozytywnych rozwiązań jest eliminacja glutenu z ziarna pszenicy (ważna w przypadku osób z nietolerancją tego białka), modyfikacja zawartości aminokwasów ograniczających, redukcja solaniny w ziemniakach i wzrost zawartości karotenoidów. Podejmuje się również próby wykorzystania zwierząt jako swoistych bioreaktorów umożliwiających uzyskanie żywności funkcjonalnej, np. mleka o zmniejszonej alergenicności (wskutek obniżenia zawartości  $\beta$ -laktoglobuliny) lub mleka zawierającego transgeniczne globuliny przeznaczonego dla pacjentów skazanych na częste i wysokie dawki antybiotyków.

### Wstęp

Surowce i produkty transgeniczne to takie, które zawierają fragment informacji genetycznej skonstruowanej w laboratorium, zwany transgenem. Źródłem transgeny, oprócz roślin, mogą być zarówno zwierzęta, jak też bakterie czy wirusy. Transgen niesie ze sobą jedną informację o właściwości ważnej dla człowieka oraz tzw. gen markerowy [14]. Transgenezę prowadzi się w różnorodnych celach, a głównie: (1) uzyskania zwiększonej odporności roślin na herbicydy, choroby grzybowe, wirusowe, niskie temperatury, zasolenie gleby, (2) zwiększenia plonu, (3) otrzymania produktów o zwiększonej trwałości, odpowiednim smaku lub jego zwiększonej intensywności (np. słodkości), (4) zwiększenia suchej masy produktów (zwiększenie zawartości skrobi w ziemniakach) i zmienionej proporcji składników (amyloza i amylopektyna w skrobi,

kwasy tłuszczowe rzepaku), a przez to powstanie produktów o pożądanych właściwościach fizykochemicznych, (5) uzyskania zwierząt rzeźnych o odpowiednich cechach mięsnych i znacznych przyrostach masy (bydło, trzoda, króliki, ryby).

W przypadku zwierząt osobniki transgeniczne uzyskuje się poprzez wprowadzenie do genomów zwierząt konwencjonalnych obcych gatunkowo genów zwierząt lub genów ludzkich, najczęściej związanych z regulacją wzrostu (są one wyposażone w promotory warunkujące ich wzmożoną ekspresję, np. promotor genu metalotioneiny). Tego typu zabiegi, szczególnie w odniesieniu do zwierząt, wzbudzają wiele kontrowersji. Spektakularne sukcesy biotechnologii (np. szybko rosnący pstrąg z ludzkim genem wzrostu) wzbudzają zarówno entuzjazm zwolenników, jak i silny sprzeciw licznej grupy konsumentów, zgłaszających zastrzeżenia etyczne i obawy o własne zdrowie. W rozważaniach możliwości szerszego wykorzystania żywności modyfikowanej genetycznie ten aspekt winien być również brany pod uwagę. Być może upowszechnienie informacji o możliwościach skutecznego zwiększenia jakości zdrowotnej diet, dzięki wprowadzeniu odpowiedniej żywności genetycznie modyfikowanej, zmniejszy obawy przed stosowaniem produktów nowoczesnej biotechnologii.

### **Postęp w produkcji surowców transgenicznych**

O coraz większym znaczeniu żywności modyfikowanej genetycznie świadczy wzrastająca ilość doświadczeń polowych, w wyniku których powstają nowe surowce do przetwórstwa, bądź produkty do bezpośredniej konsumpcji. O ile w latach 1988–1993 przeprowadzono 1874 takich doświadczeń, to już w latach 1993–1998 było ich aż 8000. Jakkolwiek w uprawach polowych dominują kraje obu Ameryk, to również w Europie wzrasta liczba zezwoleń na wprowadzenie do uprawy roślin transgenicznych. W latach 1988–1995 takich zezwoleń wydano 550. Zaznacza się tutaj szczególnie pozycja Francji, która z liczbą 162 zezwoleń znajduje się na czele listy krajów europejskich, wyprzedzając Wielką Brytanię, Belgię, Włochy i Holandię [15, 16].

Na liście najważniejszych genetycznie modyfikowanych roślin znajduje się soja (35,2 mln akrów), kukurydza (10,8) i rzepak (3,0). Istotną pozycję stanowi również genetycznie modyfikowany ziemniak (0,5 mln akrów), uprawiany głównie (podobnie jak większość wymienionych roślin) w USA i Kanadzie [14]. Pozostałe rośliny to ryż, pszenica, żyto, jęczmień, sorgo, rośliny strączkowe (szczególnie groch), kapusta i sałata, rzepak, len, ogórek, melon, jabłka, pomarańcze, banany, truskawki, papaja, pieprz, cykorja i buraki cukrowe.

Również w Polsce trwają intensywne prace nad uzyskiwaniem produktów transgenicznych zarówno roślinnych jak i zwierzęcych, a znaczące osiągnięcia uzyskało już wiele ośrodków, w tym:

- Instytut Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu, w którym opracowano kukurydzę, ziemniak i burak pastewny odporne na herbicydy glifosat i glufosinat oraz



transgeniczną sałatę zawierającą promotor genu odporności na wirusowe zapalenie wątroby [12];

- Instytut Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie i Instytut Ziemiaka w Rozalinie (Oddział w Młochowie), w którym uzyskano ziemniak odporny na wirusa liściozwoju [20];
- IHAR Radzików, w którym uzyskano pszenżyto odporne na herbicyd BASTA, (wykorzystując gen opracowany sztucznie przez producentów tego herbicydu);
- SGGW-AR Warszawa i Instytut Biochemii i Biofizyki PAN Warszawa, w których uzyskano ogórki z ekspresją genu taumatyny II kodującego białko odpowiedzialne za wywołanie wrażenia słodkości [26] i transgeniczne pomidory [2, 3];
- Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu, w którym uzyskano króliki z obecnością genu hGRF, a dzięki temu z przyrostem masy ciała większym o 50%;
- Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu oraz Zakład Ichtiobiologii i Gospodarki Rybackiej PAN w Gołyszcu, w których uzyskano karpia i pstrąga o rocznych przyrostach masy ciała o 30%, a długości o 6 cm większych, niż u ryb tradycyjnych [30].

To tylko niektóre przykłady informujące o zainteresowaniu krajowych ośrodków naukowych surowcami transgenicznymi. Przyjmuje się, że do 2005 zakończą się badania polowe i nastąpi produkcja żywności transgenicznej na skalę przemysłową, a po roku 2010 pojawią się efekty wyższych stadiów zastosowań biotechnologii, tzn. produkcja roślinnych farmaceutyków oraz wykorzystanie zwierząt jako tak zwanych bioreaktorów do otrzymywania produktów o właściwościach leczniczych. Przewiduje się również produkcję chemicznych materiałów biodegradowalnych [8, 9, 14, 27].

### **Transgeniczne produkty pochodzenia roślinnego**

Mając na uwadze różnorakie oczekiwania wobec żywności funkcjonalnej, dotychczas uzyskane produkty transgeniczne należy uszeregować według pochodzenia żywności (roślinna, zwierzęca) i podstawowych składników chemicznych, decydującej o przeznaczeniu tej żywności.

**Białka.** Najczęściej celem transgenezy była modyfikacja składu aminokwasowego białka lub zmiana właściwości funkcjonalnych tego składnika. W tym zakresie uzyskano następujące osiągnięcia:

- zastosowano 2S -albuminę brazylijskich orzeszków ziemnych, co pozwoliło na znaczny wzrost zawartości cystyny i metioniny w nasionach transgenicznej soi. W soi i transgenicznych nasionach Canoli pięciokrotnie i dwukrotnie zwiększono za-

wartość lizyny. Ostatnio zwiększono również zawartość cysteiny i metioniny w transgenicznym łubinie [5, 18, 19];

- zaprojektowano i zastosowano gen kodujący, pozwalający na zwiększenie o 30% zawartość lizyny w białkach roślinnych [17],
- podjęto próbę eliminacji glutenu z ziarna pszenicy, czynnika ograniczającego spożycie produktów zbożowych przez osoby z nietolerancją glutenu (GSE – gluten-sensitive enteropathy). W wielu krajach (np. Irlandii, Włochach i USA) liczba dotkniętych tą chorobą dochodzi do 4 na 1000 mieszkańców. Objawy tej choroby to chroniczna biegunka, osłabienie i utrata wagi. Bezglutenowa dieta nie daje bezwzględnej pewności uniknięcia tej choroby ze względu na zanieczyszczenie w procesie przemiału i błędy recepturowe zdarzające się w czasie produkcji wyrobów [4],
- osiągnięto znaczny postęp w podnoszeniu jakości pszenicy w piekarstwie. Wiadomo, że zmienność elastyczności glutenu związana jest z zawartością wysokocząsteczkowych frakcji gluteniny. Zazwyczaj zawartość tych frakcji wynosi 3 lub 4%, co odpowiada od 6 do 12% białka całkowitego. Na skutek modyfikacji z zastosowaniem genów kodujących osiągnięto gluten o zawartości 20% frakcji o wysokiej masie cząsteczkowej. To decydowało o fakcie, że mąka była bardzo mocna i nadawała się szczególnie do poprawy właściwości mąk słabych [17].

**Tłuszcze.** Wykazano możliwość uzyskiwania "projektowanych olejów roślinnych". Mogą one mieć nie tylko znaczenie jako surowce przemysłowe (smary i detergenty), lecz także jako nutraceutyki i farmaceutyki. Przykładem osiągnięć w tym zakresie może być, m.in.:

- grupa tłuszczów z charakterystycznym kwasem tłuszczowym, ocenianym według zasady "duża zawartość - niewielkie znaczenie", np. kwas laurynowy w transgenicznej Canoli (uzyskiwany z orzecha kokosowego lub oleju palmowego i stosowany szeroko w wyrobach cukierniczych). Do jego produkcji zastosowano gen kodujący acyl-ACP tioesterazę. Enzym ten, poprzez odcięcie od kompleksu enzymów syntetyzujących kwasów tłuszczowych, zapobiega produkcji długołańcuchowych kwasów tłuszczowych, o łańcuchu dłuższym niż 12 atomów C;
- tłuszcze z charakterystycznym kwasem tłuszczowym, ocenianym według zasady "mała zawartość - wielka wartość", np. wielonienasycone kwasy tłuszczowe (w tym gamma linolenowy), podstawowe dla właściwego metabolizmu człowieka. Zawierające znaczne ilości kwasu gamma linolenowego nasiona wiesiołka i ogórecznika są stosowane szeroko jako dodatki funkcjonalne. Poprzez badania genetyczne zmierza się do zwiększenia zawartości kwasu gamma linolenowego w roślinach znacznie łatwiejszych do uprawy, a dzięki temu wyprodukowanie cennych składników do szerszej konsumpcji;

- kwas linolowy, będący substratem do syntezy eikosanoidów i podstawowym niezbędnym kwasem tłuszczowym dla organizmu człowieka. Trwają prace nad odtworzeniem pełnej ścieżki metabolicznej wysoko nienasyconych kwasów tłuszczowych. Wyizolowano już cDNA z genu ogórecznika kodującego delta 6 desaturazę kwasów tłuszczowych (pozwala to na uzyskanie kwasu gamma linolenowego w ilości większej niż w ogóreczniku). Intensywnie prowadzi się badania nad izolacją genu kodującego delta 5 desaturazę kwasów tłuszczowych, odpowiedzialną za syntezę kwasu arachidonowego, ostatniego w cyklu syntezy eikozanoidów [17].

**Węglowodany.** Podstawowy cykl syntezy amylozy i amylopektyny jest już dobrze rozpoznany. Istnieją zatem możliwości uzyskiwania skrobi o określonej, pożądanej strukturze i właściwościach, np.:

- skrobi ziemniaczanej zawierającej 95% amylopektyny, co do tej pory było możliwe tylko w kukurydzy woskowej. Uzyskuje się to poprzez ekspresję antysensownego DNA, wyizolowanego z *Agrobacterium tumefaciens*, powodującego inhibowanie biosyntezy enzymu GBSS (granule bound starch synthase);
- zmodyfikowanych skrobi zbożowych, np. zmutowanej skrobi pszennej o właściwościach skrobi kukurydzianej, skrobi o właściwościach fosforanów skrobiowych i skrobi RS, ważnej z punktu widzenia żywienia prozdrowotnego [17, 23].

Przedstawione genetyczne modyfikacje pozwolą nie tylko na uzyskanie produktów o pożądanych cechach zdrowotnych, lecz także na uniknięcie chemicznej modyfikacji, do tej pory szeroko stosowanej dla uzyskania tych preparatów. W przyszłości przewiduje się uzyskanie termoplastycznych i biodegradowalnych skrobi, przydatnych w produkcji opakowań.

Odrębną grupę związków stanowią substancje o negatywnym działaniu na organizm człowieka. I w tym przypadku genetyczna modyfikacja stwarza nadzieję na zwiększenie bezpieczeństwa żywności poprzez obniżenie zawartości lub całkowitą eliminację substancji o właściwościach alergennych lub toksycznych z surowców, a przez to produktów żywnościowych [5, 6, 7, 28]. Przykładem mogą być  $\alpha$ -chaconina i  $\alpha$ -solanina, stanowiące 95% wszystkich glikoalkaloidów obecnych w ziemniaku, jak również cyjanogenne glikozydy zawarte w bulwach manioku i toksyczne lektyny nasion niektórych roślin strączkowych (np. fasola kidney bean), które muszą być usunięte (np. przez wypłukiwanie) przed spożyciem z nasion. Niewłaściwe przygotowanie tego typu surowców roślinnych do spożycia bywa wciąż przyczyną zgonów. Modyfikacja polegająca na fuzji genu z drożdży piekarskich *Saccharomyces cerevisia* z peptydem inhibitora proteazy II z ziemniaka, pozwoliła na zmniejszenie zawartości alkaloidów w bulwach o blisko 40% [6].

Bardzo interesującą, aczkolwiek również kontrowersyjną, jest możliwość uzyskiwania na drodze modyfikacji genetycznych, tzw. szczepionek pokarmowych, charakteryzujących się niewielką ekspresją antygenów, np. rośliny transgeniczne zawierające antygeny ludzkiego wirusa zapalenia wątroby typu B (HBV), w których poziom ekspresji antygeny określa się na  $10^{-9}$  g/g rośliny [12].

### **Transgeniczne produkty zwierzęce**

**Mleko o obniżonej zawartości laktozy.** Nietolerancja laktozy, będąca konsekwencją niedoboru endogennej laktazy (hydrolizującej laktazę do wchłanianej przez krwioobieg glukozy i galaktozy), znacznie ogranicza spożycie mleka, jednego z najbardziej wartościowych produktów spożywczych. W przypadku osób cierpiących na nietolerancję, słabo absorbowana laktoza pozostaje w jelicie, powodując zwiększoną retencję wody i zagrożenie bakteryjnej fermentacji treści pokarmowej. Zwiększone uwodnienie treści pokarmowej, połączone z bakteryjną produkcją znacznych ilości dwutlenku węgla, prowadzi do rozstroju żołądka i silnego odwodnienia organizmu. Szacuje się, że na takie dolegliwości cierpi ok. 50 mln Amerykanów.

Mleko pozyskiwane od transgenicznych zwierząt zawiera własną laktazę (hydrolazę laktazo-florizinową), która wyrównuje niedobór tego enzymu w jelicie cienkim osób z omawianym upośledzeniem. Hydrolaza laktazo-florizinowa występuje w jelicie jako enzym o masie cząsteczkowej 130 kDa. Transgeniczne zwierzęta posiadają gen hybrydowy, dzięki któremu do jelitowej hydrolazy jest przyłączany specyficzny dla gruczołu mlekowego promotor białka –  $\alpha$ -laktoalbumina. Syntetyzowany w komórkach gruczołu mlekowego enzym pozostaje w formie prekursora o masie cząsteczkowej 220 kDa, jednakże jest w pełni aktywny. Spożywany w mleku, mimo niewielkiej ekspresji endogennej laktazy, obniża poziom laktozy o 50–85%, a możliwe jest dalsze zwiększenie stopnia trawienia tego dwucukru.

Warto dodać, że w tego typu mleku obserwowano równoległy przyrost zawartości glukozy i galaktozy, aczkolwiek nie pozostający w proporcjonalnej zależności ze spadkiem zawartości laktozy. Przypuszczalnie monosacharydy są reabsorbowane przez gąbczaste komórki gruczołu mlekowego. Podkreślić należy, że nie zmieniła się w mleku transgenicznym zawartość suchej masy, tłuszczu, białka [11, 29].

**Zrekombinowany prokolagen w mleku.** Kolagen jest najobficiej występującym strukturalnym białkiem organizmów zwierzęcych. Ma on postać włókien o średnicy do kilkunastu milimetrów. Są one najistotniejszym elementem decydującym o właściwościach mechanicznych tkanek. Dotychczasowym głównym źródłem pozyskiwania kolagenu były rogi i kopyta. Kolagen i jego zdenaturowana forma – żelatyna są używane szeroko w produkcji żywności, jako środki wiążące w kosmetykach i chirurgii kosmetycznej, a także jako sztuczna matryca dla odtwarzania uszkodzonych tkanek.

Uzyskano transgeniczne zwierzęta, zawierające struktury cDNA kodujące rekombinowany prokolagen. Poprzez wprowadzenie do enzymu modyfikującego, jakim jest 4-prolyl-hydrolaza, nowych podjednostek,  $\alpha$ - i  $\beta$  syntetyzowany prokolagen był stabilny w temperaturze ciała. Dzięki temu zawarty w mleku prokolagen (w ilości dochodzącej do 50-200 mg/100 ml) nie był proteolitycznie przekształcany do kolagenu [10].

Konstrukcja znowelizowanych transgenów cDNA umożliwiła uzyskiwanie cząstek o całkowicie nowych właściwościach. Po odpowiednim oczyszczeniu mogą one znaleźć zastosowanie w leczeniu ran, inżynierii tkankowej i dostarczaniu komórek.

Podobnie duże nadzieje wiąże się z innymi modyfikacjami składu i właściwości mleka, w tym:

- produkcją w gruczole mlekowym aktywnych białek, pełniących funkcje farmaceutyków. Przykładem są transgeniczne globuliny w mleku przeznaczonym dla pacjentów skazanych na częste i wysokie dawki antybiotyków (produkt firmy Genzyme Transgenic Corporation);
- tzw. humanizacją mleka krowiego, uzyskiwaną przez wprowadzenie genów odpowiedzialnych za syntezę białek ludzkich;
- poprawę właściwości mleka jako surowca do przetwórstwa (np. mutagenezę genów kazein, wzbogacenie w kappa-kazeinę zwiększające odporność mleka na wysoką temperaturę);
- zmniejszenie alergenicności mleka poprzez obniżenie zawartości  $\beta$ -laktoglobuliny [1, 9, 30].

Omówione wyżej przykłady to tylko niektóre spośród możliwości genetycznej modyfikacji surowców i produktów żywnościowych; zmian ich funkcji i uzyskania nowych zastosowań. W przypadku produktów zwierzęcych, cytowane wcześniej eksperymenty prowadzono zazwyczaj na zwierzętach laboratoryjnych, a kwestią zasadniczą jest możliwość ich powtórzenia na zwierzętach gospodarskich [9, 11, 29, 30]. Niezależnie jednak od rodzaju produktu czy obiektu doświadczalnego pozostaje jednak pytanie, czy nowych źródeł żywności funkcjonalnej poszukiwać na drodze modyfikacji genetycznych, czy też zmierzać do maksymalnego wykorzystania możliwości stwarzanych przez bogactwo składników występujących w tradycyjnych surowcach. Między innymi dotyczy to wykorzystania biologicznych właściwości wielu nieodżywczych składników, występujących w warzywach i owocach, w tym:

- występujących w soi izoflawonów, którym przypisuje się działanie redukujące zawartość cholesterolu całkowitego i jego „złej frakcji” LDL. Przyjmuje się, że redukcja zawartości cholesterolu o 1% zmniejsza ryzyko choroby wieńcowej o 2-3%, a wprowadzenie do diety 20-30 g izolowanego białka soi obniża o 20-30% prawdopodobieństwo zapadania na choroby serca. Daidzeina i genisteina, zwłaszcza ta druga, blokując aktywność niektórych hormonów w organizmie, włącza się w proces ograniczania rozwoju komórek rakowych. Spożywaniu soi przypisuje się

również pozytywne oddziaływanie na system kostny, sprzyjające odbudowie kości i zapobieganiu osteoporozie [22, 24];

- obecnych w czarnej bońwce i aktywnych w wysokiej koncentracji antocjanów. Przypisuje im się działanie neutralizujące wolne rodniki, które mogą uszkadzać cząsteczki DNA i przez to prowadzić do raka [24];
- coraz popularniejsze ostatnio „3G” – ginkgo, ginseng i guarana (miłorząb, żeń-szeń, paulinia) – zioła zapobiegające chorobom wieku starczego, wzmagające aktywność mózgu, dostarczające pewne ilości energii [24].

Można przypuszczać, że wykorzystanie żywności genetycznie modyfikowanej, jako funkcjonalnych składników diet, będzie warunkowane wieloma czynnikami, a m. in:

- postępowaniem technologicznym, decydujących o kosztach pozyskiwania odpowiednich transgenów;
- społeczną reakcją na nadzieje i zagrożenia, jakie niesie nowa technologia (co omówiono w oddzielnym opracowaniu autorów);
- postępowaniem w pozyskiwaniu żywności funkcjonalnej konkurencyjnymi metodami, np. poprzez ekstrakcję związków zaliczanych do „phytochemicals” (których przykładem są flawonoidy i izoflawony) z naturalnych surowców roślinnych.

Wielu konsumentów obawia się niekontrolowanego wprowadzenia żywności genetycznie modyfikowanej na rynek. Jednym z warunków przeciwdziałania takiej ewentualności jest wdrożenie, opracowanych już naukowo metod identyfikacji surowców spożywczych, zawierających obce geny. Ten właśnie fakt oraz wprowadzane regulacje prawne, dotyczące kontroli produkcji, dystrybucji i znakowania tej żywności, dają szansę na systematyczne i w miarę bezpieczne wprowadzanie żywności o określonych właściwościach, pozwalających na uznanie jej za żywność nowej generacji - żywność funkcjonalną [13, 21, 25, 28].

## LITERATURA

- [1] Bardowski J.: Zastosowanie inżynierii genetycznej bakterii mlekowych i jej znaczenie w produkcji żywności, XXIX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, Olsztyn, 1998, 51-54.
- [2] Bartoszewski G., Malepszy S., Niemirowicz-Szczytt K.: Porównanie efektywności transformacji trzech genotypów pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill) za pomocą *Agrobacterium tumefaciens* i wstępna charakterystyka transgenicznych roślin, *Biotechnologia*, 4, 1997, 62-70.
- [3] Bartoszewski G., Niemirowicz-Szczytt K.: Transformacja pomidora za pomocą *Agrobacterium tumefaciens*, *Biotechnologia*, 1, (40), 1998, 43-61.
- [4] Bruzzone C.M., Asp E.H.: The cereal science and disease etiology of gluten-sensitive enteropathy, *Cer. Foods World*, 44, (2), 1999, 109-114.

- [5] Butler D., Reichhardt T., Abbot A., Dickson D., Saegusa A.: Long-term effect of GM crops serves up food for thought, *Nature*, **398**, 1999, 651-653.
- [6] Engel K.-H., Blaas W.K., Gabriel B., Beckman M.: Modern biotechnology in plant breeding: Analysis of glycoalkaloids in transgenic potatoes, in: *Biotechnology for improved foods and flavors*, eds. G.R. Takeoka, R. Teranishi, P.J. Williams, A. Kobayashi, ACS Washington, DC, 1996, 249-260.
- [7] Franck-Oberaspach S.L., Keller B.: Consequences of classical and biotechnological resistance breeding for food toxicology and allergenicity, *Plant Breeding*, **116**, 1997, 1-17.
- [8] Grajek W., Twardowska A.: Poprawa cech użytkowych roślin na drodze genetycznej i perspektywy wprowadzenia na rynek żywności transgenicznej, XXIX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, Olsztyn, 1998, 47-49.
- [9] Grzybowski G.: Perspektywy i celowość zastosowania transgenezy w produkcji zwierząt, *Prace i materiały zootechniczne, Zesz. Specj.*, **9**, 1998, 7-48.
- [10] John D.C.A., Watson R., Kid A.J., Scott A.R., Kadler K.E., Bulled N.J.: Expression of an engineered form of recombinant procollagen in mouse milk, *Nature Biotechnol.*, 1999, 385-389.
- [11] Jost B., Vilotte J.-L., Duluc I., Rodeau J.-L., Freund J.-N.: Production of low-lactose milk by ectopic expression of intestinal lactase in the mouse mammary gland, *Nature Biotechnol.*, **17**, 1999, 160-164.
- [12] Kapusta J., Płucienniczak A., Legocki A.: Żywność transgeniczna w świetle ostatnich badań szczepionek jadalnych, otrzymywanych na drodze włączania genów wirusów i bakterii do genomów roślin, XXIX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, Olsztyn, 1998, 46.
- [13] Laskowska M.D.: Znakowanie produktów spożywczych pochodzących z transgenicznych roślin, *Biotechnologia*, **3**, (38), 1997, 11-15.
- [14] Malepszy S.: Rośliny transgeniczne w sferze gospodarki żywnościowej, XXIX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, Olsztyn, 1998, 43-46.
- [15] Malepszy S.: Zadziwiający postęp w metodyce transformacji roślin, *Biotechnologia*, **4**, (39), 1997, 15-19.
- [16] Malepszy S.: Rośliny transgeniczne w uprawie polowej i hodowli roślin, *Kosmos*, **44**, (3-4), 1995, 737-746.
- [17] Mifflin B., Napier J., Shewry P.: Improving plant product quality, *Nature Biotechnology*, **17**, 1999, BV13-BV14.
- [18] Molving L., Tabe L.M., Eggum B.O., More A.E., Craig S., Spencer D., Higgins T.J.V.: Enhanced methionine levels and increased value of seeds of transgenic lupinus (*Lupinus angustifolius* L) expressing a sunflower seed albumine gene, *Proc. Nat. Acad. Sci USA*, **94**, 1997, 8393-83-98.
- [19] Muntz K., Christov V., Saalbach G., Saalbach I., Wadell D., Pickardt T., Schieder O., Wustenhagen T.: Genetic engineering for high methionine grain legumes, *Nahrung*, **42**, (3-4), 1998, 125-127.
- [20] Pałucha A., Chrzanowska M., Zagórski W., Hulanicka D.: Otrzymanie transgenicznego ziemniaka odpornego na infekcję wirusem liściozwoju ziemniaka, *Biotechnologia*, **4**, (39), 1997, 38-47.
- [21] Praca zbiorowa, red. Twardowski T.: *Rozwój Biotechnologii; Projekt rozwiązań prawnych dotyczących stosowania genetycznie modyfikowanych organizmów*, 1997.
- [22] Riaz M.N.: Soybeans as functional foods, *Cer.Foods World*, **44**, (2), 1999, 88-92.
- [23] Salamini F.: North-South innovation transfer, *Nature Biotechnology*, **17**, 1999, BV11-BV12.
- [24] Stauffer J.E.: Nutraceuticals, *Cer. Foods World*, 1999, 115-117.
- [25] Straub J.A., Hertel Ch., Hammes W.P.: Limits of a PCR based detection method for genetically modified soya beans in wheat bread production, *Z. Lebens. Unters. Forsch.*, **208**, 1999, 77-82.
- [26] Szwacka M., Burza W., Pałucha A., Malepszy S.: Transformacja u ogórka *Cucumis sativus* L, *Biotechnologia*, **4**, (39), 1997, 21-26.
- [27] Twardowski T.: Perspektywy i uwarunkowania agrobiotechnologii 2000, XXIX Sesja Naukowa KTiChŻ PAN, Olsztyn, 1998, 43.

- [28] Wal J.M.: Evaluation of the safety of foods derived from genetically modified organisms, *Rev. Fr. d Alergol. et d Immunol. Clinique*, **37**, (3), 1997, 326-333.
- [29] Whitelaw B.: Toward designer milk, *Nature Biotechnol.*, **17**, 1999, 135-136.
- [30] Zwierzchowski L., Rosochacki S.J.: Zwierzęta transgeniczne: Czy "transgeniczne" mięso i mleko pojawi się na naszych stołach?, *XXIX Sesji Naukowej KTichŻ PAN, Olsztyn*, 1998, 49-50.

## GENETICALLY MODIFIED FOOD – NEW KIND OF FUNCTIONAL FOOD

### S u m m a r y

While searching for effective sources of functional food, also genetically modified food (GMF) must be taken into account. Employing new techniques of genetic engineering seems to be the fastest way for obtaining food which forms desirable nutritious value and wholesomeness of diets. Regarding that, the future function of genetically modified food as a specific type of functional food was presented. In the production of food of plant origin a positive example of such a solution is the reduction of the gluten content from wheat grain (important especially for people with intolerance of that kind of protein), modification of the essential amino acids content in cereals and soybean, reduction of alkaloids in potatoes, enhancing the carotenoids content. Recently, special attention has been paid to the possibilities created by genetic modification in using animals as bioreactors and thus obtaining a special kind of functional food, e.g. milk of reduced allergenic properties received by lowering the  $\beta$ -lactoglobulin content or milk rich in transgenic globulin designed for special groups of patients taking frequent and high amounts of antibiotics. The consequences of genetic modification are taken into account not only by the scientists from the fields of genetic engineering, biotechnology and food technology, but also by public opinion. The presented article discussed potential risk of transgenesis in animals and plants. ❖



HALINA KOZŁOWSKA, AGNIESZKA TROSZYŃSKA

## ROLA NATURALNYCH SUBSTANCJI NIEODŻYWCZYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO JAKO SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

### Streszczenie

Dzięki postępowi wiedzy z zakresu wielu dziedzin nauki, dziś mamy pewność, że żywność obok podstawowych funkcji jakimi są zaspakajanie zapotrzebowania organizmu w niezbędne do życia składniki oraz dostarczanie psychicznej satysfakcji wynikającej z jej spożycia, pełni ważną funkcję trzecią a mianowicie obniża ryzyko zachorowania na szereg chorób cywilizacyjnych, jakimi są między innymi nowotwory i miażdżycę. Tą trzecią ważną funkcją żywności kształtują obecne w niej składniki odżywcze oraz związki zaliczane do grupy naturalnych substancji nieodżywczych (NSN).

Żywność pochodzenia roślinnego zawiera wiele związków NSN. Do nich należą między innymi: związki fenolowe, powszechnie występujące w warzywach i owocach, glukozinolany, obecne w warzywach krzyżowych; fosforany inozytolu, w które zasobne są nasiona roślin strączkowych, oleistych i zboża oraz oligosacharydy, występujące głównie w nasionach roślin strączkowych. Związkom tym przypisuje się wiele korzystnych funkcji fizjologicznych, które związane są przede wszystkim z ich właściwościami przeciwtłuszczeniowymi.

Fakt, że istnieje ścisły związek pomiędzy dietą a zdrowiem człowieka znany jest od dawna, a w miarę rozwoju wiedzy coraz precyzyjniej badane są poszczególne składniki pożywienia i odkrywane coraz to nowe dotychczas nieznanne ich funkcje. Do połowy lat 80. istniała pełna zgodność naukowców co do niezaprzeczalnie dwóch ważnych funkcji, jaką ma spełniać żywność. **Pierwsza** z nich to zapewnienie organizmowi w zależności od wieku, płci, wagi ciała, wzrostu i zapotrzebowania energetycznego podstawowych składników odżywczych (białka, tłuszczu, węglowodanów) oraz witamin i mikro- i makropierwiastków. Celem zilustrowania tej funkcji żywności często posługiwano się diagramem w postaci koła, podzielonym na części, w którym każda część przedstawiała jedną z grup produktów spożywczych (zboża i jego przetwory,

owoce i warzywa, mleko i jego przetwory). Ten diagram miał symbolizować właściwie zestawioną ilościowo i jakościowo dietę.

**Drugą** ważną funkcją żywności, która uzupełnia pierwszą jest dostarczenie konsumentowi psychicznej satysfakcji z jej spożywania. W tym przypadku chodzi o wartość sensoryczną żywności, którą warunkuje smak, zapach, barwa i struktura produktu [2, 31]. Brak akceptacji konsumenckiej dyskwalifikuje produkt mimo obecnych w nim cennych składników.

Badania ostatniego ćwierćwiecza, połączone z obserwacjami pewnych grup ludności, rzadziej zapadających na choroby cywilizacyjne, dostarczyły informacji, że żywność obok wyżej wymienionych dwóch funkcji posiada także **trzecią**, która pozwala zapobiegać wielu chorobom, w tym najliczniejszym, jakimi są miażdżyca i nowotwory [5, 20, 21, 23]. Ocenia się, że około 50% chorób serca i około 35% nowotworów występuje na skutek niewłaściwego odżywiania się. Należy przewidywać, że zmiana nawyków żywieniowych może wpłynąć korzystnie na zmniejszenie wymienionych wskaźników zachorowalności. Surowcami szczególnie polecanymi są owoce, warzywa, nasiona różnych roślin (szczególnie strączkowe) oraz niektóre zboża. Zawierają one wiele cennych bioaktywnych substancji o korzystnych właściwościach fizjologicznych, które mogą działać profilaktycznie, a niekiedy nawet leczniczo w różnych schorzeniach. Żywieniowcy wskazują na potrzebę ciągłego uzupełniania w nie diet, proponując włączanie do posiłków owoców i warzyw pięć razy dziennie, a proporcje z jakich powinna się składać dieta ilustrują diagramem w postaci „piramidy zdrowia”.

Żywność łącząca w sobie wymienione wyżej funkcje: odżywczą, sensoryczną i fizjologiczną nazwano **żywnością funkcjonalną** (functional foods). W sposób bardzo ogólny można zdefiniować ją następująco: **Żywność funkcjonalna to żywność, która obok składników odżywczych zawiera dodatkowo związki fizjologiczne korzystnie oddziałujące na zdrowie, rozwój i samopoczucie**. Obecnie obserwuje się ogromne zainteresowanie na świecie tego typu żywnością (zarówno wśród jej producentów jak i konsumentów) szczególnie w krajach UE, Ameryce Północnej i Japonii [9].

Fizjologicznie korzystne właściwości żywności funkcjonalnej kształtują obecne w niej **substancje odżywcze i nieodżywcze** [5, 20, 21]. Uczestniczą one w różnorodnych procesach metabolicznych, wzmacniają system odpornościowy i przeciwutleniający ustroju, mają także udowodniony wpływ na takie układy jak: trawienny, nerwowy i oddechowy. Żaden system człowieka nie działa niezależnie od innych, dlatego poprawa chociażby jednego z nich daje efekty odczuwalne w całym organizmie.

Duża różnorodność pod względem struktury i właściwości substancji fizjologicznie korzystnych, obecnych w żywności funkcjonalnej, utrudnia ich klasyfikację. W Japonii, gdzie rynek tego typu żywności rozwinął się jako jeden z pierwszych podzielono je na 12 grup, które obejmują [9]:

- błonnik pokarmowy,

- oligosacharydy,
- pochodne alkoholowe cukrów,
- aminokwasy, peptydy i białka,
- glikozydy,
- alkohole,
- izoprenoidy i witaminy,
- związki choliny,
- bakterie kwasu mlekowego,
- związki mineralne,
- nienasycone kwasy tłuszczowe,
- inne – do tej grupy zalicza się między innymi antyoksydanty, wśród których znajduje się wiele nieodżywczych składników żywności pochodzenia roślinnego.

Podział taki jest mało precyzyjny i często kontrowersyjny, ale jednocześnie dający wyobrażenie jak wiele substancji może wpływać na jakość zdrowotną diety.

W tym artykule omówione będą jedynie nieodżywcze składniki żywności pochodzenia roślinnego, określane też mianem **naturalne substancje nieodżywcze (NSN)**. W literaturze anglojęzycznej mają one różne nazwy, często sugerujące związek pomiędzy żywnością i lekiem (np. nutraceuticals). Ich definicja, choć może niedoskonała podobnie jak żywności funkcjonalnej jest następująca: **Naturalnymi substancjami nieodżywczymi obecnymi w żywności pochodzenia roślinnego nazywamy związki o właściwościach profilaktycznych, a niekiedy nawet leczniczych**. Związki te określane są także jako przeciwyżywieniowe gdyż obecne w diecie w nadmiernej ilości mogą być szkodliwe. Niektóre z nich wchodzi w reakcje z odżywczymi składnikami żywności tworząc nietrawione w przewodzie pokarmowym kompleksy, co wpływa na obniżenie wartości odżywczej diety.

Do NSN należą głównie metabolity wtórne roślin, których rola polega między innymi na ochronie gatunku przed czynnikami zagrażającymi jego przetrwaniu w niesprzyjających warunkach. Główne klasy metabolitów wtórnych to [11]:

- związki fenolowe (kwasy fenolowe, flawonoidy),
- terpenoidy (monoterpeny, saponiny, karetonoidy),
- związki azotowe (alkaloidy, aminy, aminokwasy niebiałkowe, glikozydy i glucozylolany).

Poza metabolitami wtórnymi do NSN zaliczane są także niektóre związki zapasowe roślin, takie jak fosforany inozytoli i oligosacharydy uczestniczące w metabolizmie podstawowym.

NSN nie posiadając wartości energetycznych i budulcowych, a także nie będąc substancjami niezbędnymi, spełniają w organizmie wiele ważnych funkcji. Do jednej z cenniejszych zaliczana jest ich aktywność przeciwutleniająca, wzmacniająca mechani-

zmy obronne ustroju przed reaktywnymi formami tlenu, które zapoczątkowują liczne zmiany na poziomie komórki [1, 10]. Duża akumulacja wolnych rodników w organizmie powstająca w wyniku skomplikowanego metabolizmu komórkowego, oraz działania czynników zewnętrznych (chemizacja życia, promieniowanie jonizujące i UV) prowadzi do zachwiania równowagi pomiędzy reakcjami wolnorodnikowymi i przeciwutleniającymi. Wolne rodniki reagując z biologicznymi składnikami komórek (lipidy, białka, kwasy nukleinowe, cukry) uszkadzają ich struktury a tym samym funkcje, co w konsekwencji prowadzi do zmian w materiale genetycznym i wystąpienia stanów patologicznych. Spośród licznych reaktywnych form tlenu do najbardziej niebezpiecznej w układach biologicznych należy rodnik wodorotlenowy powstający w reakcji Fentona, w której najczęściej jony żelaza pełnią rolę katalityczną. Rodnik ten cechuje wysoka reaktywność i bardzo mała specyficzność, co sprawia, że może on reagować z każdą cząsteczką organiczną.

Do obrony przed reaktywnymi formami tlenu organizm wykorzystuje własny układ enzymatyczny (katalaza, peroksydaza, dysmutaza ponadtlenkowa, peroksydaza glutationowa) oraz endogenne antyoksydanty (kwas moczowy, glutation, bilirubina, cysteina i inne). Dodatkowy system wzmacniający naturalną obronę ustroju stanowią przeciwutleniacze dostarczone w diecie [16, 29]. Właściwości takie posiada wiele związków należących do NSN, dlatego spożywanie ich w odpowiedniej ilości wydaje się być ważnym elementem w profilaktyce wielu chorób. Do NSN powszechnie występujących w diecie Polaków, mogących przeciwdziałać niekorzystnym zmianom w organizmie należą między innymi związki fenolowe, glukozinolany, fosforany inozytolu i oligosacharydy. Krótką charakterystykę tych związków podano niżej.

## Związki fenolowe

Duża różnorodność pod względem struktury i właściwości związków fenolowych powoduje, że ich usystematyzowanie jest dość trudne. Związki te bardzo ogólnie można podzielić pod względem struktury podstawowego szkieletu węglowego na kwasy fenolowe (pochodne kwasu benzoowego i cynamonowego) i flawonoidy wśród których, w zależności od budowy pierścienia heterocyklicznego C występuje wiele podklas (flawony, flawonole, flawanole, izoflawony, antocyjany. W obrębie poszczególnych podklas występują duże zróżnicowania pod względem liczby i lokalizacji grup hydroksylowych (OH), tworzenia grup metoksy (OCH<sub>3</sub>) i podstawiania reszt glikozydowych [13, 17, 30]. Właściwości chemiczne, fizyczne, aktywność biologiczna i metabolizm tych związków zależą od liczby, rodzaju i miejsca położenia podstawników w cząsteczce. Związki fenolowe, a szczególnie flawonoidy, ze względu na swoją budowę (obecność grup hydroksylowych w związanych pierścieniach benzenu), wykazują szeroki zakres aktywności biologicznych, do których należą między innymi: przeciwbakteryjna, przeciwwirusowa, przeciwzapalna, przeciwutleniająca, przeciwalergiczna,

diuretyczna, detoksykacyjna i wiele innych. Z racji posiadanych licznych aktywności, związki fenolowe od bardzo dawna wykorzystywane są jako naturalne leki w terapii różnych schorzeń (układu krwionośnego, oddechowego, pokarmowego, moczowego) [18, 25]. Wchodzą one także w skład licznych preparatów farmakologicznych jako środki hamujące przepuszczalność naczyń włosowatych, poprawiające krążenie, ochraniające komórki wątroby. Pomimo szerokiego zakresu wykazanych aktywności biologicznych tych związków mechanizm ich działania na organizm człowieka nie jest dostatecznie poznany.

Tabela 1

Zawartości związków polifenolowych w warzywach [8].  
Content of polyphenolic compounds in vegetables [8].

Warzywa Vegetables	Zawartość / Content (mg/g)
Szpinak	6,4
Soczewica	6,3
Brokuły	3,2
Buraki	2,4
Kalafior	1,6
Marchew	0,9
Ziemniaki	0,9
Pomidory	0,6

Z chwilą stwierdzenia udziału wolnych rodników w patogenezie wielu chorób cywilizacyjnych wzrosło zainteresowanie związkami fenolowymi jako potencjalnymi przeciwutleniaczami [24, 26, 29]. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że związki te podobnie jak witaminy antyoksydacyjne A, C, E, mogą opóźnić fazę inicjacji lub przerywać łańcuch reakcji wolnorodnikowych. Odbywać się to może na różne sposoby, między innymi poprzez: bezpośrednią reakcję z wolnymi rodnikami, zmiatanie wolnych rodników, nasilenie dysmutacji wolnych rodników do związków o znacznie mniejszej reaktywności, chelatowanie metali prooksydacyjnych, hamowanie lub wzmacnianie działania wielu enzymów. Dane te dowodzą, że utrzymanie na odpowiednim poziomie zawartości związków fenolowych w diecie ma bardzo duże znaczenie. Potwierdzają to także badania epidemiologiczne, wskazujące na odwrotną zależność pomiędzy spożywaniem flawonoidów a zachorowalnością na nowotwory i choroby serca [5, 32]. Bogatym źródłem związków fenolowych są warzywa, owoce, nasiona różnych roślin, niektóre zboża, a także wina, herbata, kawa, soki owocowe i wiele przypraw [13, 14, 17, 30]. Do najpowszechniej występujących należą flawonoidy,

wśród których dominują glikozydy kwercetyny, kamferolu i apigeniny. Ocenia się, że dzienne średnie spożycia flawonoidów przez człowieka w zależności od diety wynosi od 100 do 1000 mg [17], brakuje jednak odpowiedzi w jakim stopniu są one absorbowane w organizmie i jaki jest ich metabolizm. Zawartości związków fenolowych ogółem w niektórych warzywach przedstawiono w tabeli 1.

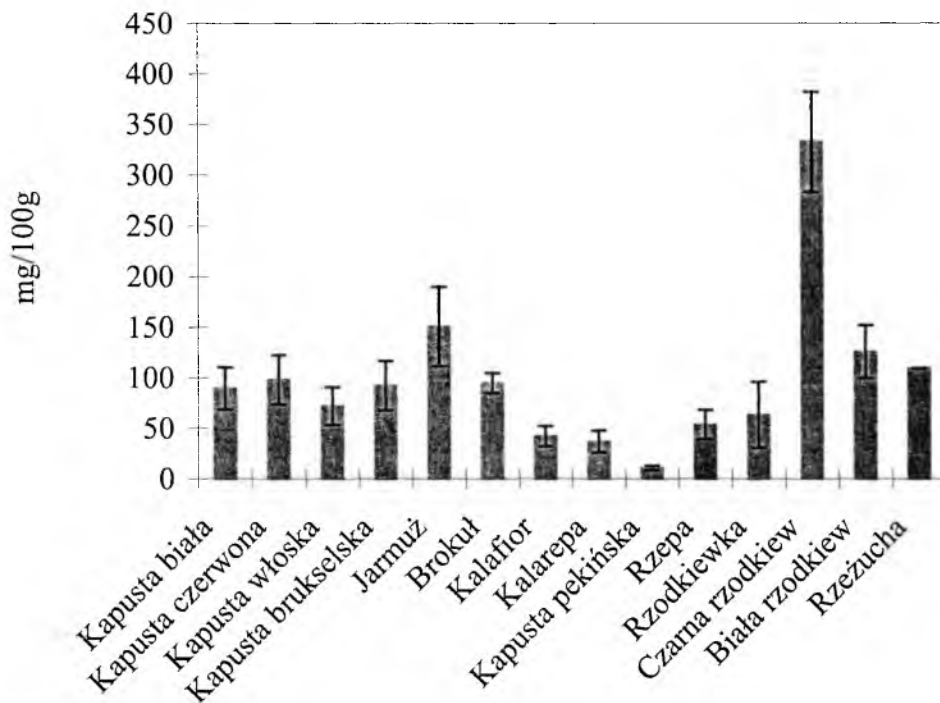
## Glukozinolany

Drugą liczną grupą związków wykazujących właściwości zdrowotne są glukozinolany (GLS), a dokładniej produkty ich hydrolizy. GLS są tioglikozydami, których składnikiem cukrowym jest  $\beta$ -(D)glukoza. Budowa łańcucha bocznego w aglikonie może być różna w zależności od aminokwasu biorącego udział w biosyntezie GLS i dlatego związki te można podzielić na trzy grupy: alifatyczne – pochodne metioniny, arylowe – pochodne fenyloalaniny lub tyrozyny i indolowe – pochodne tryptofanu. W tkankach roślinnych występują zawsze z mirozynazą, enzymem katalizującym ich hydrolizę do związków biologicznie aktywnych [6].

Szczególnie wysoką zawartość GLS posiadają warzywa z rodziny krzyżowych *Cruciferae* [4]. Zaliczane są do nich: kapusta (biała, czerwona, włoska, pekińska), brukselka, kalafior, rzodkiewka czerwona, rzepa, brokuły, biała i czarna rzodkiew, jarmuż i rzeżucha. Zawartości GLS w tych warzywach przedstawiono na rysunku 1. Z wielu krajów już od dłuższego czasu napływają informacje, że uwzględnienie w diecie warzyw krzyżowych wpływa na zmniejszenie zachorowalności na niektóre postaci raka, szczególnie jelita grubego. Badania wykazały, że antyrakowe działanie należy przypisać produktom hydrolizy GLS – izotiocyanianom i związkom indolowym [16, 29, 36]. Substancje te poprzez indukcję układów enzymatycznych I i II fazy metabolizmu ksenobiotyków mogą wpływać na wydalanie, bądź neutralizowanie czynników rakotwórczych i mutagennych. W I fazie produkty hydrolizy GLS mogą aktywować lub inhibować monooksygenazy katalizujące wiele procesów oksydacyjno – redukcyjnych, natomiast w II fazie detoksykacji, w której ma miejsce tworzenie połączeń metabolitów ksenobiotyków z endogennymi związkami w celu ich wydalania z organizmu, związki te mogą nasilać działanie transferaz. Od tego jak działa ten system i związane z nim enzymy zależy między innymi odporność organizmu na choroby nowotworowe. Szczególnie cenne właściwości przeciwnowotworowe przypisywane są glukorafaninie, która w największych ilościach występuje w brokułach, kapuście czerwonej i kalafiorze.

Przyjmuje się, że niektóre produkty hydrolizy GLS wykazują także właściwości przeciwwyżeniowe, szczególnie progoitryna. Nadmierne spożycie warzyw krzyżowych, zawierających ten związek (zwłaszcza przy niedoborze jodu), może być powodem wystąpienia wola endemicznego na tle niedoczynności tarczycy. Porównywalne z

krajami zachodnimi spożycie warzyw krzyżowych w Polsce, wynoszące około 17 kg/osobę/rok, nie powinno stanowić jakiegokolwiek zagrożenia.



Rys.1. Zawartości GLS w warzywach z rodziny *Cruciferae* [4].

Fig. 1. GLS content in *Cruciferae* vegetables [4].

## Fosforany inozytoli

Fosforany inozytoli są związkami zbudowanymi z cząsteczki myo-inozytoli w której grupę wodorotlenową są zestryfikowane kwasem fosforowym. W zależności od ilości reszt kwasu fosforowego występują mono-, di-, tri-, tetra-, penta- i heksafosforany inozytoli [3]. Związki te zlokalizowane są głównie w nasionach i stanowią źródło fosforu a także innych pierwiastków, potrzebnych roślinie podczas kiełkowania i rozwoju. W największych ilościach występują one w nasionach oleistych, strączkowych i zbożach, w których dominuje heksafosforan, zwany również kwasem fitynowym lub fityną. Zawartości fosforanów inozytoli w tych surowcach przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Zawartości fosforanów inozytolu w nasionach roślin strączkowych, oleistych i zbożach (mg/g)\*.  
Inositol phosphates content in seeds of cereals and leguminous and oil plants (mg/g).

Nasiona	Pentafosforan inozytolu	Heksafosforan inozytolu
Strączkowe:		
Fasola	0,4	9,2
Groch	0,4	9,0
Soczewica	0,1	8,0
Lędzwan	0,4	9,4
Bobik	0,4	11,5
Łubin	0,1	14,3
Oleiste:		
Soja	0,3	21,2
Rzepak	0,2	18,3
Słonecznik	0,3	14,8
Zboża:		
Pszenica	-	12,8
Jęczmień	-	6,9
Owies	-	10,4
Żyto	-	4,3
Gryka	-	9,0

\* Wyniki badań własnych.

Związkom fitynowym do niedawna przypisywano jedynie negatywne właściwości z powodu tworzenia kompleksów z odżywczymi składnikami żywności (związki mineralne, białka, skrobia), wskutek czego zmniejszeniu ulega przyswajalność ważnych z żywieniowego punktu widzenia substancji [7, 12, 15, 37].

Od kilku lat ukazują się informacje na temat korzystnych właściwości zdrowotnych fosforanów inozytolu. Do nich należą między innymi hamowanie rozwoju raka jelita grubego [33]. Mechanizm ochronnego działania związków fitynowych na organizm człowieka nie został dotychczas wyjaśniony, istnieją sugestie, że wiąże się on z właściwościami przeciwutleniającymi tych związków. Fityny zaliczane są do grupy przeciwutleniaczy pomocniczych (synergentów), które bezpośrednio nie przerywają łańcuchowej reakcji utleniania, ale mogą wzmacniać skuteczność działania przeciwutleniaczy głównych. Ich właściwości przeciwutleniające tłumaczy się dużym powinowactwem do chelatowania składników mineralnych. Związki fitynowe poprzez chela-



towanie metali prooksydacyjnych, a szczególnie jonów żelaza, katalizujących reakcję Fentona, hamować mogą tworzenie się niebezpiecznych rodników wodorotlenowych inicjujących wiele zmian chorobowych w organizmie [27, 33].

## Oligosacharydy

Poza wyżej omówionymi związkami, do NSN zaliczane są oligosacharydy z rodziny rafinozy ( $\alpha$ -galaktozydy). Zbudowane są one z łańcucha cukrowego, w którym do cząsteczki sacharozy przyłączone są wiązaniem  $\alpha$ -1,6-glikozydowym od 1 do 4 cząsteczek glukozy. Kolejne cukry noszą nazwy rafinoza, stachioza, werbaskoza i ajugoza. Cukry te, podobnie jak fosforany inozytolu, do niedawna uważano wyłącznie za związki przeciwwyżwieniowe. Ta negatywna opinia wynika z faktu, że po spożyciu potraw bogatych w  $\alpha$ -galaktozydy (nasiona roślin strączkowych), ma miejsce gromadzenie się nadmiernej ilości gazów [22]. Związane to jest z brakiem enzymu  $\alpha$ -galaktozydazy w przewodzie pokarmowym człowieka, który je hydrolizuje. Nie rozłożone w jelicie cienkim oligosacharydy, przechodzą do jelita grubego, gdzie ulegają hydrolizie pod wpływem enzymów pochodzenia mikrobiologicznego, a następnie są metabolizowane przez mikroflorę okrężnicy do niskocząsteczkowych kwasów organicznych (octowy, propionowy), co powoduje korzystne obniżenie pH środowiska. Zmiana pH stwarza dogodne warunki do zasiedlania *bifidobakterii* i zapobiega rozwojowi bakterii gnilnych wytwarzających groźne metabolity. Rozwój *bifidobakterii* w okrężnicy wpływa ponadto na wzrost zawartości witamin z grupy B, wzmaganie perystaltyki jelit, wzmocnienie systemu odpornościowego, a także zapobiega powstawaniu niektórych nowotworów [19, 28, 34]. Zawartości poszczególnych  $\alpha$ -galaktozydów w nasionach roślin strączkowych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zawartości oligosacharydów w nasionach roślin strączkowych (mg/g) [35].

Oligosaccharides content in leguminous seeds (mg/g) [35].

Nasiona	Sacharoza	Rafinoza	Stachioza	Werbaskoza	Ogółem
Fasola	15,8	2,5	36,5	1,8	56,6
Groch	8,6	6,8	31,1	11,7	58,2
Bób	17,8	1,9	8,1	16,9	44,7
Bobik	26,3	1,2	7,4	22,8	57,7
Soczewica	11,9	1,7	21,9	7,4	42,9
Lędwian	15,4	2,1	21,2	15,2	53,9
Soja	63,8	10,6	41,3	0,7	116,4

Podsumowując dotychczasową wiedzę na temat związków nieodżywczych pochodzenia roślinnego (omówionych wyżej, a także nieujętych w tym artykule), należy stwierdzić, że korzystna funkcja fizjologiczna większości z nich związana jest z ich właściwościami przeciwutleniającymi. Wiele zagadnień dotyczących funkcji NSN w żywności jest dotychczas nie wyjaśnionych i im poświęcone są aktualnie prowadzone badania. Szczególnego wyjaśnienia wymaga:

- zawartość w surowcach i w produktach po przetworzeniu,
- zapotrzebowanie organizmu,
- biodostępność,
- mechanizm działania na poziomie komórki.

## LITERATURA

- [1] Bartosz G.: Druga twarz tlenu. PWN, Warszawa, 1995.
- [2] Baryłko-Pikielna N.: Postęp w analizie żywności. PWN, Warszawa, 1990.
- [3] Billington D.C.: The Inositol Phosphate. Chemical Synthesis and Biological Significance. VCH Weinheim, New York, Basel, Cambridge, 1993.
- [4] Ciska E.: Glukozinolany w warzywach z rodziny *Cruciferae* oraz zmiany ich zawartości pod wpływem wybranych procesów technologicznych. Praca doktorska wykonana w Oddziale Nauki o Żywności, Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk, Olsztyn 1997.
- [5] Duthie G.G., Brown K.M.: Reducing the risk of cardiovascular disease. W: Functional Food, ed. Israel Goldberg, Champan and Hall, London, 1994, 19-38.
- [6] Fenwick G.R., Heaney R.K., Mullin W.J.: Glucosinolate and their break down products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **18**, 1983, 123-201.
- [7] Fox M.R.S., Tao S.H.: Antinutritive effects of phytate and other phosphorylated derivatives. *Nutritional Toxicology*, **3**, 1989, 59.
- [8] Gillooly M., Bothwell T.H., Torrance J.D., Mac Phail A.P., Derman D.P., Bezwoda W.R., Mills W., Charlton R.W., Mayeta F.: The effects of organic acids, phytates and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br. J. Nutr.*, **49**, 1983, 331-343.
- [9] Goldberg I.: Funcjonalność składników. W: Functional Food, ed. Israel Goldberg, Chapman and Hall, London, 1994, 6-7.
- [10] Halliwell B.: Oxidative stress, nutrition and health. *Free Radical Research*, **25**, 1996, 57-74.
- [11] Harbone J.B.: Ekologia biochemiczna. PWN, Warszawa, 1997.
- [12] Harland B.F., Morris E.R.: Phytate: a good or bad food component. *Nutrition Research*, **15**, 5, 1995, 733.
- [13] Herman K.: Flavonols and flavones in food plants. A review. *J. Food. Technol.*, **11**, 1976, 433-448.
- [14] Hertog G.L., Hollman P.C.H., van de Putte B.: Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusion, wines, and fruit juices. *J. Agric. Food Chem.*, **41**, 1993, 1242-1246.
- [15] Houseman R.A., de Bruyne K.: Phytin-Phosphor und Phytase- Ein Überblick. *Krafftutter*, **4**, 1989, 113.
- [16] Huang M.T., Ferraro T., Ho Ch.T.: Cancer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables. W: Food Phytochemicals for Cancer Prevention I, eds. M. T. Huang, T. Osawa, R. Rosen. American Chemical Society, Washington, DC 1994, 2-16.

- [17] Kuhnau J.: The Flavonoids. A class of semi-essential food component: their role in human nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics*, **24**, 1976, 117-191.
- [18] Lutomski J., Alkiewicz J.: Leki roślinne w profilaktyce i terapii. PZWN, Warszawa, 1993.
- [19] Masai T., Wada K., Hayakawa K., Yoshihara I., Mitsuoka T.: Effects of soybean oligosaccharides on human intestinal flora and metabolic activities. *Japan J. Bacteriol.*, **42**, 1987, 313-318.
- [20] Messina M., Messina V.: The second golden age of nutrition. W: *Food Phytochemicals For Cancer Prevention*, eds. M.T. Huang, T. Osawa, Chit. Ho, R.T. Rosen, American chemical Society, Washington, DC 1994.
- [21] Milner J.A.: Reducing the risk of cancer. W: *Funktional Food*, ed. Israel Goldberg, Chapman and Hall, London, 1994, 39-70.
- [22] Naczek M., Amarowicz R., Shahidi F.:  $\alpha$ -galactosides of sucrose in foods: composition, flatulence-causing effects, and removal. W: *Antinutrients and Phytochemicals in Food*, ed. Fereidoon Shahidi, American Chemical Society, Washington, DC, 1997, 127-151.
- [23] Namiki M.: Antioxidant/antimutagens in food. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **29**, 1990, 273-300.
- [24] Okuda T.: Natural polyphenols as antioxidants and their potential use in cancer prevention. W: *Polyphenolic Phenomena*, ed. A Scalbert, INRA, Paris, 1993, 222-225.
- [25] Ożarowski A., Jaroniewski W.: Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. IWZZ, Warszawa, 1989.
- [26] Rice-Evans C., Miller N.J., Paganga G.: Structure - antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.*, **20**, 1996, 933-956.
- [27] Shamsuddin A.M.: Inositol phosphates have novel anticancer function. *Nonisoflavone Soybean Anticarcinogens*, 1995, 725.
- [28] Saito Y., Takano T., Rowland I.: Effect of soybean oligosaccharides on the human gut microflora in vitro culture. *Microbial Ecol. Health Dis.*, **5**, 1992, 105-111.
- [29] Smith T.J., Yang Ch.S.: Effects of food phytochemicals on xenobiotic metabolism and tumorigenesis. W: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I*, eds. M. T.Huang, T. Osawa, Ch.T. Ho, R. Rosen, American Chemical Society, Washington, DC 1994, 18-48.
- [30] Shahidi F Naczek M.: *Food Phenolics. Sources, chemistry, effects applications*. Technomic Publishing Company, Inc. 1995.
- [31] Stamanoni Ch.R.: The role of sensory analysis in determining product quality and in quality control. *Lebensmittel-Technologie*, **27**, 10, 1994, 322-329.
- [32] Steinmetz K.A., Potter J.D.: Vegetables, fruit, and cancer. I Epidemiology, II Mechanisms, Review, *Cancer Causes and Control*, **2**, 1993, 325-427.
- [33] Thompson L.,U.: Antioxidants and hormone-mediated health benefits of whole grains. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 1994, 473.
- [34] Tomomatsu H.: Health effects of oligosaccharides. *Food Technol.*, **48**, 1994, 61-62.
- [35] Troszyńska A., Honke J., Waszczuk K., Kozłowska H.: Oligosaccharides content in legume seeds and their changes during sterilization. W: *Proceeding of 2<sup>nd</sup> European Conference on Grain Legume*, Copenhagen, 1995, 288.
- [36] Williamson G., Faulkner K., Plumb.: Glucosinolates and phenolics as antioxidants from plant foods. *European Journal of Cancer Prevention*, **7**, 1998, 17-20.
- [37] Wolters M.G.E., Diepenmaat H.B., Hermus R.J.J., Vorhagen A.G.J.: Relation between in vitro availability of minerals and composition: a mathematical model. *J. Food Sci.*, **6**, 1993, 1349.

## THE ROLE OF NATURAL NON-NUTRITIVE SUBSTANCES OF PLANT ORIGIN AS COMPONENTS OF FUNCTIONAL FOOD

### S u m m a r y

Due to the advance in different fields of science, we are sure that food, apart from basic functions i.e. providing the organism with compounds vital for living, providing psychological satisfaction resulting from the consumption, plays also an important role in inhibiting the incidences of civilization diseases i.e. tumours and arteriosclerosis. That third important function is shaped by the nutritive components and numerous compounds which can be rated among the group of *Natural Non-nutritive Substances* (NSN).

Food of plant origin contains many NSN compounds, including phenolic compounds – present both in vegetables and fruit; glucosinolanes – occurring in *Cruciferae* vegetables; inositol phosphates present in the seeds of grain legumes, oil plants and cereals; and also oligosaccharides occurring mainly in grain legume seeds. The mentioned compounds are characterized by numerous valuable physiological functions which are connected mostly with their antioxidative properties. ☒

ZENON ZDUŃCZYK

## ZNACZENIE BIOLOGICZNIE AKTYWNYCH NIEODŻYWCZYCH SKŁADNIKÓW DIET W ZAPOBIEGANIU CHOROBOBOM CYWILIZACYJNYM

### Streszczenie

Na podstawie danych literaturowych omówiono potencjalne prozdrowotne działanie biologicznie aktywnych nieodżywczych składników diet (BANS), zaliczanych do grupy „phytochemicals”, m.in., polifenoli, fitynianów, sulfidów, glukozynolanów i inhibitorów proteaz. Scharakteryzowano ponadto szacunkową wielkość spożycia tych związków w przeciętnej diecie w Polsce. Wyniki licznych doświadczeń *in vitro* oraz mniej licznych doświadczeń *in vivo* wskazują, że BANS mogą odgrywać ważną rolę w zmniejszeniu ryzyka chorób cywilizacyjnych, w tym choroby niedokrwiennej serca i nowotworów. Stwierdzono, że dotychczasowe informacje o wielkości przeciętnego spożycia i prewencyjnym działaniu poszczególnych BANS są fragmentaryczne, wymagające pilnych badań.

### Wstęp

W określeniu *nauki o składnikach i właściwościach funkcjonalnych żywności* [3], „nauką XXI wieku” jest zarówno konstatacja bliskiego przełomu wieków, jak i uznanie oryginalności nowego kierunku badań. Zadanie przyjęte za cel tego kierunku – „zapewnienie optymalnego stanu zdrowia i zmniejszenie ryzyka zmian chorobowych u człowieka” [3] – jest nowym wyzwaniem w nauce o żywności i żywieniu. Wynika ono z kilku przyczyn, a m. in., ugruntowania wiedzy o roli wadliwego żywienia w powstawaniu wielu schorzeń określanых jako choroby cywilizacyjne, rosnącej grupy konsumentów o specyficznych wymaganiach pokarmowych z powodu podeszłego wieku oraz nowych informacji o możliwości przeciwdziałania schorzeniom cywilizacyjnym poprzez modyfikację składu diety. Jedną z możliwych modyfikacji składu diety, służącą kształtowaniu jej właściwości prozdrowotnych, jest zwiększenie w niej zawartości naturalnych składników nieodżywczych wykazujących korzystne właściwości biologiczne. W tej grupie składników, obok witamin, karotenoidów, biopierwiastków i

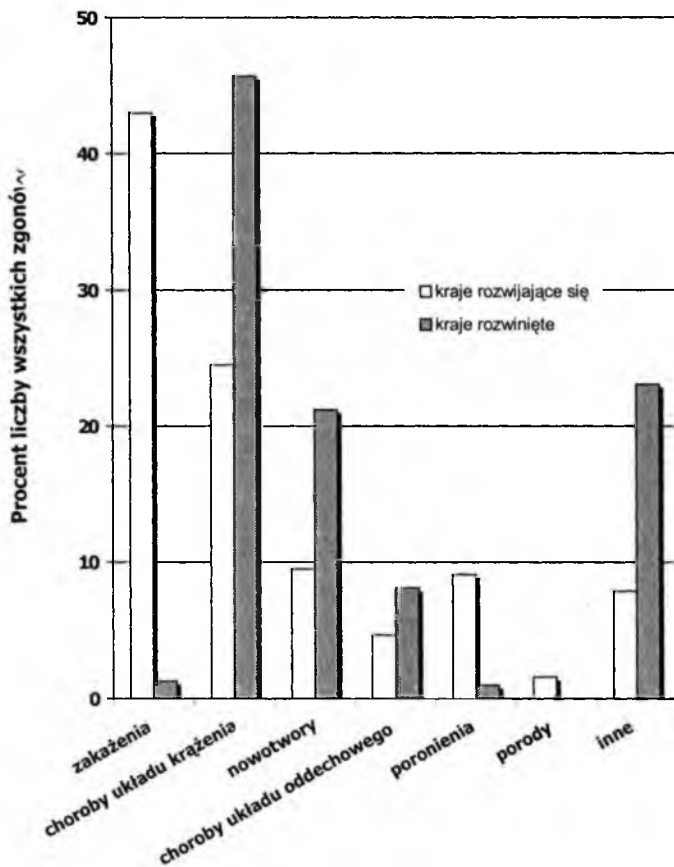
włókna pokarmowego, wymienia się również niskocząsteczkowe wtórne metabolity roślin.

W odniesieniu do tej grupy składników, do niedawna traktowanych jako substancje przeciwdrożdżycze, używa się takich określeń, jak związki fizjologicznie aktywne, składniki bioaktywne, mikroskładniki organiczne lub biologicznie aktywne nieodżywcze składniki (BANS). Ostatnio tę grupę związków określa się jako phytochemicals (filozwiązki) [39] i zalicza się do funkcjonalnych (prozdrowotnych) składników żywności [4].

Rhodes [29] pojęcie składników fizjologicznie aktywnych (physiologically-active compounds) odniósł do trzech grup związków: flawonoidów, glukozyolanów i fitoncydów oraz endogennych enzymów hydrolitycznych roślin. Watz i Leitzmann [41] wśród związków biologicznie aktywnych wymienili fitosterydy, fitoestrogeny, terpeny, sulfidy, inhibitory proteaz, saponiny, glukozyolany, polifenole i kwas fitynowy. Z biologicznego punktu widzenia ważną cechą tych związków jest aktywny wpływ na fizjologiczne funkcje organizmu, w tym dostępność i metabolizm składników pokarmowych. Wyniki badań z ostatniego dziesięciolecia dowodzą, że może to być wpływ zarówno negatywny (przeciwdrożdżyczy), jak i pozytywny (zdrowotny). W ostatniej dekadzie w renomowanych czasopismach naukowych ukazało się szereg opracowań prezentujących dwukierunkowe działanie omawianej grupy związków. Thompson [36] zestawiała potencjalne korzyści zdrowotne i przeciwdrożdżycze inhibitorów proteaz, saponin, glukozyolanów, polifenoli i fitynianów, a Johnson i wsp. [18] tę grupę składników zaliczyli do czynników antykancerogennych i znakiem zapytania opatrzyli sugestię – nowa klasa składników pokarmowych? Podobne pytania pozostają nadal aktualne, bowiem mechanizm i zakres biologicznego działania omawianych składników nie został jeszcze dostatecznie poznany. Omówione dalej doświadczenia *in vitro* oraz, chociaż mniej liczne, doświadczenia *in vivo* wskazują, że BANS mogą odgrywać ważną rolę w zmniejszeniu ryzyka chorób cywilizacyjnych.

### **Dieta czynnikiem ryzyka w chorobach cywilizacyjnych**

W opublikowanym w 1990 r. raporcie Światowej Organizacji Zdrowia [43] wskazano, że zwiększeniu się zawartości produktów zwierzęcych (w tym tłuszczu), a zmniejszeniu się zawartości węglowodanów nie przetworzonych (w tym włókna pokarmowego) w diecie społeczeństw bogatych towarzyszył wzrost częstotliwości zgonów z powodu choroby niedokrwiennej serca oraz nowotworów wśród ludności w wieku 35–69 lat. Ilustrowany rysunkiem 1, późniejszy raport WHO [44], uzasadnia szczególne zainteresowanie krajów najbardziej rozwiniętych dwoma schorzeniami: nowotworami i chorobami układu krążenia, a głównie chorobą niedokrwinną serca (ChNS).



Rys. 1. Przyczyny zgonów w krajach rozwiniętych i rozwijających się (na podstawie danych WHO [44]).

Fig. 1. Cause of death in the developed and developing world (Adapted from WHO [44]).

Podobna sytuacja występuje w Polsce. Przyjmuje się, że ok. 80 jednostek chorobowych lub zaburzeń stanu zdrowia, należy wiązać z wadliwym żywieniem, niewłaściwą jakością zdrowotną żywności oraz nadużywaniem takich używek jak alkohol i tytoń, a liczba osób dotkniętych tymi schorzeniami (nie licząc próchnicy zębów) sięga 1/3 polskiej populacji [35]. W latach 1960–1994 wskaźnik zgonów z powodu chorób układu krążenia wzrósł z 27,4% do 51,1%, a wskaźnik zgonów z powodu nowotworów z 11,8% do 19,8%. W tym samym czasie udział energii z produktów zwierzęcych wzrósł w diecie z ok. 29% do 30,9%, udział białka zwierzęcego z ok. 47% do 55,5% całości białka diety, a zawartość błonnika w diecie zmalała z ponad 36 g do 32,1 g/dziennie [35]. Z badań prowadzonych na terenie Warszawy wynika, że udział tłuszczu w sumie energii diety dochodzi do 40%, znacząco przekraczając poziom uznany za dopuszczal-

ny (30%), a udział nasyconych kwasów tłuszczowych przekraczał poziom zalecany o ponad 40% [46]. Nadmierna zawartość tłuszczu w diecie jest przy tym pośrednim wskaźnikiem niedostatecznego spożycia produktów pochodzenia roślinnego, w tym warzyw i owoców, głównego źródła BANS.

### **Badania populacyjne; wskazania i kontrowersje**

Wyniki badań populacyjnych są ważnym, aczkolwiek również kwestionowanym źródłem informacji o wpływie poszczególnych składników diety, a ryzykiem wystąpienia choroby niedokrwiennej serca (ChNS) i nowotworów. W opublikowanych przed 20 laty badaniach Amstronga i Dolla [1] wskazywano na prostoliniową zależność między wielkością spożycia mięsa, a częstotliwością występowania nowotworów okrężnicy w populacji różnych krajów. Dwadzieścia lat później Cassidy i wsp. [5] wykazali, że częstotliwość występowania nowotworów jelita grubego w populacjach 14 krajów ujemnie korelowała z wielkością spożycia skrobi ( $r = -0,76$ ). W tym samym okresie opublikowano badania Renaud i DeLorgeril [28] wskazujące, że wskaźnik zgonów z powodu niedokrwiennej choroby serca ( $Y$ ) dodatnio koreluje z wielkością dobowego spożycia tłuszczu ( $T$ ) oraz ujemnie koreluje z wielkością dobowego spożycia wina ( $W$ ). Wyliczone przez autorów, prowadzących badania na populacji z 17 krajów, dwuczynnikowe równanie regresji:  $Y = 145 + 0,138 T - 0,917 W$  ( $r = 0,87$ ) było istotne na poziomie  $p < 0,001$ . Odnotowany we Francji najniższy wskaźnik zgonów, przy zbliżonym do wielu innych krajów spożyciu tłuszczu, zyskał miano „paradoksu francuskiego”, wyjaśnianego dużym spożyciem wina i korzystnym działaniem zawartych w nim flawonoidów [28, 32]. Ostatnio podsumowano wyniki blisko 17 letnich badań przeprowadzonych na prawie 8 tysiącach mężczyzn w wieku od 40 do 59 lat, mieszkających w 24 miastach Wielkiej Brytanii [40]. Wannamethea i Shaper – autorzy badań – wskazują, że okazjonalne lub regularne spożycie wina obniżało wskaźnik zachorowań i zgonów z powodu ChNS, w porównaniu z konsumentami innych napojów alkoholowych (piwa i wyrobów spirytusowych). Autorzy stwierdzają przy tym, że duża część efektów zdrowotnych obserwowanych wśród pijących wino wynikała z prozdrowotnego stylu życia tej grupy konsumentów. Wśród konsumentów preferujących wino mniejszy był odsetek palaczy i osób otyłych. W omawianym wcześniej przypadku Francji, stwierdzono znacznie niższy wskaźnik występowania ChNS przy podobnie wysokim spożyciu nasyconego tłuszczu jak w Wielkiej Brytanii i USA (14–15% energii diety). Wskazuje to na działanie innych czynników, w tym korzystnego działania zawartych w winie flawonoidów [28, 32].

Na zdrowotne korzyści spożywania diety z większą zawartością flawonoidów wskazują inne, obszerne badania populacyjne przeprowadzone na blisko 13 tysiącach mężczyzn z 17 społeczeństw lokalnych w 7 krajach [15]. Wskazują one na ujemną zależność między zawartością w diecie flawonoidów (w 60-70% pochodzących z her-



baty), a częstotliwością występowania zgonów z powodu ChNS w danej społeczności ( $r = -0,50$ ,  $p < 0,01$ ). W tych samych badaniach stwierdzono, że częstotliwość występowania ChNS dodatnio korelowała ze spożyciem nasyconych kwasów tłuszczowych, a ujemnie ze spożyciem kwasów jednonienasyconych. Nie jest zatem pewne, czy flawonoidy były niezależnym, korzystnie działającym czynnikiem, czy też wskaźnikiem (markerem) diety z większą zawartością żywności pochodzenia roślinnego.

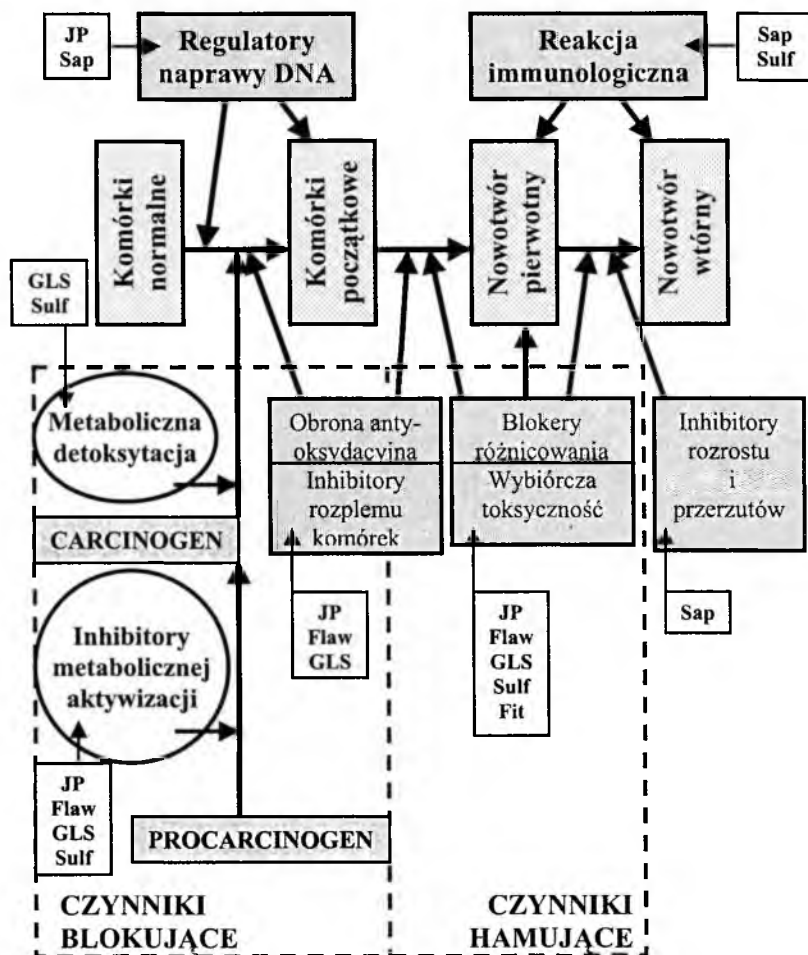
Z innych badań populacyjnych wynika, że regularne spożywanie herbaty może mieć korzystny wpływ na funkcjonowanie układu krążenia, aczkolwiek wyklucza się wpływ polifenoli herbaty na poziom lipidów krwi. Taki wniosek wyciąga Tijnburg [37] z podsumowania wyników 10 badań populacyjnych z udziałem od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy uczestników w wielu krajach. Jedynie w 4 badaniach stwierdzono ujemną korelację między spożyciem herbaty a całkowitą zawartością cholesterolu, a tylko w 2 badaniach wielkość spożycia herbaty ujemnie korelowała z zawartością LDL-cholesterolu we krwi. W cytowanych wcześniej badaniach prowadzonych w 7 krajach [15] nie stwierdzono zależności między spożyciem flawonoidów, a częstotliwością zgonów z powodu nowotworów. W przypadku nowotworów, mimo udowodnionych antyrakowych właściwości wielu substancji, praktyczne zalecenia żywieniowe są efektem stwierdzonej ujemnej korelacji między spożyciem warzyw i owoców, a częstotliwością zachorowań. Jak podają Steinmetza i Pottera [33], spośród 210 badań, przeprowadzonych przez różnych autorów, w większości z nich (w 73%) stwierdzono, że zwiększone spożycie warzyw i owoców zmniejszało ryzyko wystąpienia nowotworów, w tym nowotworów przewodu pokarmowego.

Wyniki omówionych badań populacyjnych potwierdzają istotną rolę składu diety w ograniczeniu ryzyka wystąpienia ChNS lub nowotworów, jednakże w niewielkim zakresie wskazują jaką rolę w przeciwdziałaniu tym schorzeniom odgrywają naturalne nieodżywcze składniki diety. Nawet w przypadku polifenoli, w tym budzących największe zainteresowanie flawonoidów, wyniki badań populacyjnych nie są jednoznaczne. Wynika to z faktu, że wyróżniony składnik, np. mięso w badaniach Amstronga i Dolla [1], skrobia w badaniach Cassidy i wsp. [5] oraz flawonoidy w badaniach Hertoga i wsp. [15] były również markerem pewnego typu diety, a nie tylko czynnikiem wpływu na badane parametry zdrowia konsumentów.

### **Funkcjonalne (prozdrowotne) właściwości BANS**

W ostatnim dwudziestoleciu ukazało się wiele prac wskazujących, że biologicznie aktywne nieodżywcze składniki diet mogą wspomagać naturalne mechanizmy obronne organizmu, ważne w przeciwdziałaniu wielu schorzeniom. Z opracowań Johnsona i wsp. [18], Pool-Zobel i Watzl [26] oraz Watzl i Leitzman [41] wynika, że zawarte w diecie fityniany, flawonoidy, glukozyzyny, inhibitory proteaz, saponiny i sulfidy w wieloraki sposób mogą wspomagać czynniki hamujące proces nowotworowy (rys. 2).

W wielu doświadczeniach wykazano, że niektóre związki fenolowe, fitoncydy i glukozynolany indolowe blokują aktywność substancji kancerogennych poprzez hamowanie enzymatycznej aktywacji prokancerogenu, poprzez dezaktywację kancerogenu lub też poprzez hamowanie rozplemu komórek nowotworowych [18, 26, 41]. Informacje o



Rys. 2. Wpływ BANS<sup>1</sup> na mechanizm i miejsce interakcji czynników hamujących proces nowotworowy [18, 26, 41].)

Fig. 2. Effect of bioactive non-nutrients on mechanism and sites of interaction whereby protective factors may inhibit the carcinogenesis acc. [18, 26, 41].

<sup>1</sup>Biologicznie aktywne nieodżywcze składniki (BANS): Fit - fityniany, Flaw - flawonoidy, GLS - glukozynolany, IP - inhibitory proteaz, Sap - saponiny, Sulf - sulfidy.

<sup>1</sup>Bioactive non-nutrients: Fit - phytates, Flaw - flavonoids, GLS - glucosinolates, IP - protease inhibitors, Sap - saponins, Sulf - organosulfur compounds.

Tabela 1

Potencjalny mechanizm antykancerogennego działania niektórych BANS (wg Husler i Blumberg [13]).  
Potential anticarcinogenic mechanisms of some phytochemicals (acc. to Husler i Blumberg [13]).

Składnik Constituent	Pochodzenie Common Plant Source	Potencjalny mechanizm <sup>1</sup> Potential anticarcinogenic mechanism <sup>1</sup>
Organiczne związki siarki Organosulfur compounds	Cebula, czosnek	↑ S-transferaza glutationu ↑ Microsomalna monoooksygnaza ↓ Bakteryjna redukcja azotan → azotyn
Kumaryna Cumarins	Warzywa, owoce cytrusowe	↑ S-transferaza glutationu
Związki tiolowe Dithiolhiones	Warzywa krzyżowe	↑ Reduktaza glutationu ↑ S-transferaza glutationu ↑ Reduktaza chinonu ↑ Dehydrogenaza glukozy-6-fosforanu
Flawonoidy Flavonoids	Warzywa, owoce	↓ Reakcje wolnorodnikowe
Glukozynolany Glucosinolates	Warzywa krzyżowe	↑ Aktywności oksydazy
Izoflawony Isoflavones	Soja i inne	↑/ ↓ aktywności estrogenów ↓ aktywności kinazy tyrozyny ↓ aktywności enzymów P450 ↓ angiogenezy ↓ aktywności izomerazy
Izotiocjaniany, Isothiocyanates	Warzywa krzyżowe	↓ metylacji DNA ↑ metabolizmu ksenobiotyków II fazy
Cytral, -ronelol Limonene	Cytrusy	↑ S-transferaza glutationu
Związki fenolowe Phenols	Warzywa, owoce	↑ Detoksykacji enzymów ↓ Reakcji N-nitrozylacji
Inhibitory proteaz Protease inhibitors	Strączkowe, ziemniaki	↓ Aktywności proteaz
Saponiny Saponins	Soja i inne	↓ wiązania kwasów żółciowych ↓ proliferacji komórek epitelium
Tiocjaniany Thiocyanates	Warzywa krzyżowe	↓ metylacji DNA ↑ metabolizmu ksenobiotyków II fazy

<sup>1</sup>↑ - wzrost (increase), ↓ - zmniejszenie (decrease).

Tabela 2

Antyoksydanty w diecie (wg Halliwella [11]).

Antioxidants from diets (acc. to Halliwell [11]).

Składnik, Constituent	Kierunek działania, Action(s)
<p><b>Uznane za ważne</b> Witamina E (rozpuszczalne w tłuszczu), <b>Know to be important</b> Vitamin E (fat-soluble)</p>	<p>Ogólna nazwa dla grupy związków, z których najważniejszy jest <math>\alpha</math>-tokoferol, które inhibują oksydację lipidów. Istotne w zapobieganiu ChNS.</p>
<p><b>Określane jako ważne antyoksydanty</b> Witamina C (kwas askorbinowy) <b>Widely thought to be an important antioxidant</b> Vitamin C (ascorbic acid)</p>	<p>Niezbędne w różnych procesach metabolicznych (np. syntezie kalogenu, produkcji hormonów). Inhibicje kancerogenego działania nitrozoamin, wspomaganie <math>\alpha</math>-tokoferolu. Dobry akceptor wolnych rodników, może przeciwdziałać zatruciom układu oddechowego, powodowanym przez utleniające składniki powietrza (ozon, <math>\text{NO}_2^+</math>, wolne rodniki w dymie papierosowym). Nadmiar C wraz z Fe i Cu może przyspieszyć oksydacyjne uszkodzenie <i>in vitro</i>, co jest często pomijane jako nie mające znaczenia <i>in vivo</i>, gdyż takie jony są zwykle trwale związane z białkiem (mogą być uwalniane na powierzchni uszkodzonych tkanek). Coraz pewniejszy jest związek między jonami Fe i Cu i chorobami. Pomimo, że powinno się unikać niedoboru wit. C, jej wysokie dawki nie są zalecane, szczególnie u chorych lub starych ludzi, którzy często mają duże stężenie Fe w organizmie).</p>
<p><b>Najprawdopodobniej ważne, niekoniecznie jako antyoksydanty</b> <math>\beta</math>-karoten, inne karot. i barwniki roślin <b>Probably important, but not necessarily as antioxidants</b> <math>\beta</math>-caroten, other carotenoids</p>	<p>Wysokie dawki tych związków zmniejszają ryzyko wystąpienia nowotworów i ChNS zwłaszcza u palaczy. Często są włączane do grupy witaminy A i C jako antyoksydanty. Dotychczas nie potwierdzono antyoksydacyjnego działania karotenoidów <i>in vivo</i>.</p>
<p><b>Prawdopodobnie ważne</b> Flawonoidy i inne związki fenolowe <b>Possibly important</b> Flavonoids, other plant phenolics</p>	<p>Rośliny zawierają wiele związków fenolowych, które inhibują oksydację lipidów i lipooksygenaz <i>in vitro</i> (np. flawonoidy), z tym, że wraz z Fe mogą działać prooksydacyjnie. Dotychczas nie wiadomo ile tych związków jest absorbowanych z jelita i działa jako aktywne przeciwutleniacze <i>in vivo</i>.</p>

takim mechanizmie działania BANS pochodzą w większości z doświadczeń *in vitro*. Z tego względu, jak sugerują Hasler i Blumberg [13], można mówić o potencjalnym mechanizmie działania BANS (tab. 1). Większość związków wymienionych w tabeli 1 stymuluje działanie S-transferazy glutationu, enzymu katalizującego detoksykację kan-

cerogenów i hamującego reakcję wolnorodnikowe [2]. W stosunkowo nielicznych doświadczeniach *in vivo*, prowadzonych najczęściej na zwierzętach laboratoryjnych, wykazywano antykancerogenne działanie wielu BANS. W doświadczeniach na myszach i szczurach izotiocjaniny z warzyw krzyżowych skutecznie inhibowały rozwój nowotworów płuc [14]. Monoterpeny, m.in. występujące w cytrusach i wielu ziołach, hamowały nowotwory sutków i żołądka u szczurów i świnek morskich [6]. Sulfidy czosnku hamowały rozwój, wcześniej indukowanego odpowiednim kancerogenem, nowotworu sutka u szczurzyce [31] oraz stymulowały katabolizm trójglicerydów u szczurów [23]. Doświadczenia na zwierzętach wskazują również, że fityniany mogą być przydatne w prewencji i chemioterapii nowotworów jelita [12, 30, 38]. Antykancerogenne działanie fitynianów stwierdzono na szczurach, którym podawano do picia wodę z dodatkiem 2% tych związków [27].

Stwierdzono, że podawanie szczurom genisteiny, izoflawonu charakterystycznego dla nasion i produktów sojowych, hamowało rozrost komórek gruczołu mlekowego i przez to zmniejszało podatność na zmiany nowotworowe [20, 21]. Podobny efekt stwierdzono po podaniu bogatego w izoflawony izolatu białka sojowego samicom makiaka, poddanym terapii estrogenowej [10].

W poszukiwaniu czynników ograniczających ryzyko wystąpienia ChNS najwięcej uwagi poświęcano polifenolom, a głównie flawonoidom. Również inne składniki diety – włókno pokarmowe, skrobia amylozoodporna, fitosterole, tokoferole i tokotrienole oraz preparaty białka soi – korzystnie obniżają koncentracje lipidów we krwi [17]. Przedmiotem wielu doświadczeń, w tym prowadzonych na małpach naczelnych [17], były izoflawony soi. Związki te budzą zainteresowanie, m.in. ze względu na wybitne właściwości przeciwutleniające, silniejsze niż kwercytyny [42].

Z wielu badań wynika, że stres oksydacyjny jest ważnym czynnikiem powstawania wielu chorób, w tym ChNS, nowotworów i schorzeń neurologicznych [7]. Doświadczenia z ostatnich lat wskazują, że z trzech najbardziej znanych antyutleniaczy – witaminy E i C oraz  $\beta$ -karotenu – jedynie duże dawki witaminy E mogą być skutecznym lekiem w przypadku pacjentów z podwyższonym ryzykiem ChNS [34]. W badaniach Podmore i wsp. [25] stwierdzono nawet, że podawane pacjentom duże dawki witaminy C pobudzały produkcję wolnych rodników, powodując uszkodzenia DNA leukocytów. Wiele przesłanek wskazuje, że ważnym antyoksydantem diety mogą być flawonoidy. Ze względu na rozpuszczalność tych związków w wodzie mogą one działać komplementarnie w stosunku do witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A i E) [16]. Ważne jest też znaczące spożycie tych związków w diecie. Według Hollmana [16] w Holandii spożywa się dobowo 13,7 mg witaminy E, 73 mg witaminy C, 1,2 mg  $\beta$ -karotenu oraz 23,3 mg flawonoidów. Jest to wielkość znacząca zważywszy, że *in vitro* właściwości przeciwutleniające flawonoidów są nawet większe niż wymienionych witamin [za 16]. Być może wyniki najnowszych badań pozwolą niebawem zwe-

ryfikować podany w tabeli 2 podział. Według Halliwella [11] antyoksydanty diety można podzielić na 4 grupy, od uznanych za ważne, jak witamina E, do prawdopodobnie ważnych, jak flawonoidy i inne związki fenolowe.

### Spżycie BANS w przeciętnej diecie

W stosunku do licznych prac charakteryzujących strukturę chemiczną i właściwości BANS, niewspółmiernie mało jest informacji o wielkości przeciętnej i maksymalnego spożycia tych związków w diecie. W tabeli 3 przedstawiono zawartość wybranych BANS w przeciętnej diecie w Polsce, oszacowaną w oparciu o dane GUS w wielkości spożycia poszczególnych produktów spożywczych i o dane literaturowe o zawartości w tych produktach naturalnych nieodżywczych składników [45].

Tabela 3

Przeciętne spożycie glukozynolanów (GLS), fitynianów, tanin i inhibitorów tripsyny (IT) w Polsce i innych krajach (mg/dziennie) (wg Zduńczyk i Kozłowska [45]).

Daily consumption of glucosinolates (GLS), phytates, tannins and trypsin inhibitors (IT) in an average diet (acc. to Zduńczyk and Kozłowska [45]).

	GLS	Fityniany	Taniny	IT
<b>Polska, Poland</b>	<b>32.4</b>	<b>349</b>	<b>17<sup>1</sup></b>	-
Niemcy, Germany	46.1	-	-	-
Wielka Brytania, Great Britain	33.3	600-700	-	295
Włochy, Italy	-	112-1367	24.6	-
Finlandia, Finland	-	370	-	-
Kanada, Canada	43.1	132-463	-	-
USA	-	750	-	-

<sup>1</sup>Plus 210 mg w herbacie i kawie - plus 210 mg in tea and coffee

Ze wstępnych szacunków wynika, że przeciętne spożycie glikozynolanów (GLS) w Polsce wynosi 32 mg/dzień i jest niższe od danych dla Wielkiej Brytanii (46,1 mg) i Niemiec (43 mg). Nie opublikowano dotąd wyników badań pozwalających na ocenę prewencyjnego działania GLS spożywanych w dietach charakterystycznych dla modelu konsumpcji żywności w Polsce i innych krajach Europy. Brakuje też dostatecznych danych, aby ocenić pozytywne następstwa znacznie większej, wynoszącej nawet 110 mg/dziennie, zawartości GLS w dietach wegetariańskich [22].

Ze stosunkowo nielicznych opracowań wynika, że spożycie fitynianów w konwencjonalnych dietach wynosi od 200 do 800 mg dziennie [24]. W dietach wegetariańskich dobowe spożycie fitynianów może dochodzić do 3 g [9]. Z pierwszych szacunków wynika, że w przeciętnej diecie spożywanej w Polsce zawartość fitynianów wynosi 349 mg dziennie i jest relatywnie niska, proporcjonalnie do niewielkiego spożycia nasion roślin strączkowych (1,1 kg/rocznie). W warzywach i owocach spożywanych w przeciętnej diecie w Polsce znajduje się ok. 17 mg tanin, natomiast w herbacie i kawie spożywa się ponad 10-krotnie więcej tych składników (tab. 3). Podane wartości są szacunkowe, wymagające analitycznego zweryfikowania w dietach różnego typu. Do ustalenia pozostaje wielkość przeciętnej i maksymalnego spożycia takich składników, jak sulfidy, fitoestrogeny, saponiny i inhibitory proteaz. Z badań Doell i wsp. [8] wynika, że przeciętna dieta spożywana w Wielkiej Brytanii zawiera ok. 295 mg inhibitorów tripsyny, których większość pochodzi z mleka i produktów mlecznych.

Spożycie flawonoidów w przeciętnej diecie w Polsce, oszacowane w analogiczny sposób jak składników podanych w tabeli 3, wynosi 32,3 mg dziennie [Zduńczyk i Krefft, dane nie publikowane]. W licznych opracowaniach cytuje się pracę Kühnau z 1976 r. [19] wskazującą, że przeciętne spożycie flawonoidów w USA wynosi ok. 1 g dziennie. Hollman i wsp. [16] kwestionują tę wielkość. Po uwzględnieniu różnic w technice analitycznej i przeliczeniu 1 g glukozydów na ok. 115 mg aglikonów (oznaczanych współczesnymi technikami HPLC, po hydrolizie glukozydu na cząsteczkę cukru i aglikon) jest to wartość znacznie większa od podawanych przez Hertoga i wsp. [15] oraz Hollmana i wsp. [16] (tab. 4). Ustalenie rzeczywistego, w tym przeciętnej i maksymalnego, spożycia flawonoidów jest ważne ze względu na biologiczne właściwości tych związków. W zależności od wielkości spożycia mogą one w różnicowanym stopniu wpływać na potencjał antyoksydacyjny diety.

Z przytoczonych wyżej informacji wynika, że spożycie wymienionych BANS jest zdecydowanie niższe niż 1 g dziennie. Z tego względu omawiane związki nie spełniają definicji „phytochemicals”, podanej przez Blocha i Thomsona [4]: „*substancje występujące w jadalnych owocach i warzywach, które mogą być spożywane przez ludzi w gramowych ilościach dziennie, modyfikując metabolizm i przeciwdziałając powstawaniu nowotworów*”. Nie jest jednak wiadomo na jakiej podstawie Bloch i Thomson [4] przyjmują „gramowe ilości” fitozwiązków w diecie. O takiej wielkości można mówić w przypadku sumy różnych związków lub suplementacji składników wybranych. Dotychczasowe doświadczenia nie są jednak wystarczające, aby bez zastrzeżeń zalecać profilaktyczną lub terapeutyczną suplementację poszczególnych związków. Dają natomiast podstawę do zalecania zwiększonego spożycia i warzyw, co umożliwi równoczesny, prozdrowotny wpływ wielu czynników, w tym włókna pokarmowego, witamin, składników mineralnych oraz gramowych ilości sumy BANS.

Tabela 4

Spżycie flawonoidów wg rżnych autorów (mg/dzień).

Daily intake of flavonoids according to different authors (mg/day).

Autor Author(s)	Forma chemiczna Chemical compound	n	Ilość Amount
Kühnau [19]	Glukozydy	1	1 000
Kühnau [19]	Aglikony	1	115
Hollman i wsp. [16]	Aglikony	1	26 <sup>1</sup>
Hertog i wsp. [15]	Aglikony	17	23 <sup>2</sup>
Hertog i wsp. [15]	Aglikony	4	>10
Hertog i wsp. [15]	Aglikony	4	11-20
Hertog i wsp. [15]	Aglikony	4	21-40
Hertog i wsp. [15]	Aglikony	4	<40

<sup>1</sup>Herbata 61%, cebula 13%, jabłka 10%, inne 16% - Tea 61%, onion 13%, other 16%

<sup>2</sup>Herbata 48%, cebula 29%, jabłka 7%, inne 16% - Tea 48%, onion 29%, apples 7%, other 16%

## Podsumowanie

Wyniki licznych doświadczeń *in vitro* oraz mniej licznych doświadczeń *in vivo* wskazują, że BANS mogą odgrywać ważną rolę w zmniejszeniu ryzyka chorób cywilizacyjnych, w tym choroby niedokrwiennej serca i nowotworów. Dotychczasowe informacje o wielkości spożycia i prewencyjnym działaniu przeciętnie spożywanej ilości poszczególnych BANS są fragmentaryczne, wymagające pilnych badań. Dotychczasowe doświadczenia nie są również wystarczające, aby bez zastrzeżeń zalecać profilaktyczną lub terapeutyczną suplementację diet poszczególnymi BANS. Zwiększenie spożycia owoców umożliwia sumaryczny, prozdrowotny wpływ wielu czynników, w tym włókna pokarmowego, witamin, składników mineralnych oraz gramowych ilości sumy BANS.

## LITERATURA

- [1] Armstrong B., Doll R.: Environmental factors and the incidence and mortality from cancer in different countries with special reference to dietary practices. *Inten. J. Cancer.*, **15**, 1975, 617.
- [2] Ambrosone C.B., Coles B.F., Freudenheim J.L., Shields P.G.: Glutathione-S-transferase (GSTM1) genetic polymorphisms do not affect human breast cancer risk, regardless of dietary antioxidants. *J. Nutr., Suppl.*, **129**, 1999, 565S.



- [3] Bellisle F., Diplock A.T., Hornstra G., Koletzko B., Roberfroid M., Salminen S., Saris W.H.M.: Functional Food Science in Europe, Foreword. *Brit. J. Nutr.*, **80**, Suppl. 1, 1998, S3.
- [4] Bloch A., Thomson C.A.: Position of the American Association: Phytochemicals and Functional Foods. *Journal of Nutraceuticals. Functional & Medical Foods*, **1** (1), 1997, 33.
- [5] Cassidy A., Bingham S.A., Cummings J.H.: Starch intake and colorectal cancer risk: an international comparison. *B.J. Cancer*, **69**, 1994, 937.
- [6] Crowell P. L.: Prevention and Therapy of Cancer by Dietary Monoterpenes. *J. Nutr., Suppl.*, **129**, 1999, 775S.
- [7] Diplock A.T., Charleux J.-L., Crozier-Willi G., Kok F.J., Rice-Evans C., Roberfroid M., Stahl W., Vina-Ribes J.: Functional food science and defence against reactive oxidative species. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S77.
- [8] Doell B.H., Ebden Ch. J., Smith C.A.: Trypsin inhibitor activity of conventional foods with are part of the British diet and some soya products. *Qual Plant. Plant Foods Hum. Nutr.*, **31**, 1981, 139.
- [9] Ellis R., Kelsay J.L., Reynolds R.D., Morris E.R. Moser R.B., Franzier C.W.: Phytate : zinc and phytate : calcium : zinc millimolar ratios in self selected diets of Americans, Asian Indians and Nepalese. *J. Am. Diet. Ass.*, **87**, 1987, 1043.
- [10] Foth D., Cline J.M.: Effects of mammalian and plant estrogens on mammary glands and uteri of macaques. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 1998, 1413S.
- [11] Halliwell B.: Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *Lancet*, **344**, 1994, 721.
- [12] Harland B.F., Morris E.R.: Phytate: a good or a bad food component? *Nutrition Research*, **15**, 1995, 733.
- [13] Hasler C.M., Blumberg J.B.: Symposium on phytochemicals: Biochemistry and physiology, Introduction, *J. Nutr., Suppl.*, **129**, 1999, 756S.
- [14] Hecht S.S.: Chemoprevention of cancer by isothiocyanates, modifiers of carcinogen metabolism. *J. Nutr., Suppl.*, **129**, 1999, 768S.
- [15] Hertog M.G.L., Kromhout D., Aravenis C., Blackburn H., Buzina F., Fidanza R., Giampaoli S., Jansen A., Menotti A., Nedeljkovic S., Pekkarinen M., Simic B.S., Toshima H., Feskens E.J.M., Hollman P.C.H., Katan M.B.: Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the Seven Countries Study. *Archs. Intern. Med.*, **155**, 1995, 381.
- [16] Hollman P.C.H.: Determinants of the absorption of the dietary flavonoid Quercetin in man. State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO) and the Department of Human Nutrition, Wageningen Agricultural University, praca doktorska, 1997, s. 187.
- [17] Hornstra G., Barth C.A., Galli C., Mensink R.P., Mutanen M., Riemersma R.A., Roberfroid M., Salminen K., Vansant G., Verschuren P.M.: Functional food science and the cardiovascular system. *British Journal of Nutrition*, **80**, Suppl. 1, 1998, S113.
- [18] Johnson J.T., Willamson G., Musk S.R.R.: Anticarcinogenic factors in plant foods: a new class of nutrients? *Nutr. Res. Rev.*, **7**, 1994, 175.
- [19] Kühnau J.: The flavonoids. A class of semi-essential food components: their role in human nutrition. *World Rev. Nutr. Diet.*, **24**, 1976, 117.
- [20] Lamaertiniere C.A., Moore J.B., Brown N.M., Thompson R., Hardin M.J., Barnes S.: Genistein supresses mammary cancer in rats. *Carcinogenesis*, **16**, 1995, 2833.
- [21] Lamaertiniere C.A., Zhang J-X., Cotroneo M.S.: Genistein studies in rats: Potential for breast cancer prevention and reproductive and developmental toxicity. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 1998, 1400S.
- [22] Morgan M.R.A., Fenwick G.R.: Natural foodborne toxicants. *Lancet*, **336**, 1990, 1492.

- [23] Oi Y., Kawada T., Shishido C., Wada K., Kominato Y., Nishimura S., Ariga T., Iwai K.: Allyl-containing sulfides in garlic increase uncoupling protein content in brown adipose tissue, and noradrenaline and adrenaline secretion in rats. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 336.
- [24] Plaami S.: Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effect in nutrition. *Lebensm.-Wiss. U. -Technol.*, **30**, 1997, 633.
- [25] Podmore I.D., Griffiths H.R., Herbert K.E., Mistry N., Mistry P., Lunec J.: Vitamin C exhibits prooxidant properties. *Nature*, **392**, 1998, 559.
- [26] Pool-Zobel B.L., Watzl B.: Antigenotoxische und antikanzerogene Inhaltsstoffe in Lebensmitteln. *AID-Verbraucherdienst*, **39**, 1994, 3.
- [27] Pretlow T.P., O'Riordan M.A., Somich G.A., Amini S.B., Pretlow T.G.: Aberrant crypts correlate with tumor incidence in F344 rats treated with azoxymethane and phytate. *Carcinogen*, **13**, 1992, 1509.
- [28] Renaud S., De Lorgeril M.: Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *The Lancet*, **339**, 1992, 1523.
- [29] Rhodes M.J.C.: Physiologically-active compounds in plant foods: an overview. *Proceedings of the Nutrition Society*, **55**, 1996, 371.
- [30] Shamsuddin A.M., Ullah A.: Inositol hexophosphate inhibits large intestine cancer in F334 rats 5 month after induction by azoxymethane. *Carcinogenesis*, **10**, 1989, 625.
- [31] Song K., Milner J.A.: Heating garlic inhibits its ability to suppress 7,12-Dimethylbenz(a)anthracene-induced DNA adduct formation in rat mammary tissue. *J. Nutr.*, **129**, 1990, 657.
- [32] Stanley L.L., Mazier M.J.P.: Potential explanations for the French paradox. *Nutr. Res.*, **19**, 1999, 3.
- [33] Steinmetz K.A., Potter J.O.: Vegetables, fruit and cancer, I. *Epidemiology. Cancer, Causes and Control*, **2**, 1991, 325.
- [34] Stephens N.G., Parsons A., Schofield P.M., Kelly F., Cheeseman K., Mitchinson M.J.: Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS). *Lancet*, **347** (9004), 1996, 781.
- [35] Szponar L., Sekuła W.: Zasady prawidłowego żywienia. *Przemysł Spożywczy*, **2**, 1997, 14.
- [36] Thompson L. U.: Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. *Food Research International*, **26**, 1993, 131.
- [37] Tijburg L.B.M., Mattern T., Folts J.D., Weisgerber U.M., Katan M.B.: Tea flavonoids and cardiovascular diseases: a review. *Crit. Rev. In Food Science and Nutr.* **37** (8), 1997, 771.
- [38] Ullah A., Shamsuddin A.M.: Dose-dependent inhibition of large intestinal cancer by inositol hexophosphate in F334 rats. *Carcinogenesis*, **11**, 1990, 2219.
- [39] Walker A.F.: From the composition of food using chemicals analysis ... to micronutrients and beyond. *Br. J. Nutr.*, **78**, Suppl. 2, 1997, S73.
- [40] Wannamethee S.G., Shaper A.G.: Type of alcoholic drink and risk of major coronary heart disease events and all-cause mortality. *Am. J. Public Health*, **89**, 1999, 685.
- [41] Watzl B., Leitzman C.: *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, 1995, pp. 171.
- [42] Wiseman H.: The bioavailability of non-nutrient plant factors: dietary flavonoids and phytoestrogens. *Proceedings of the Nutrition Society*, **58**, 1999, 139.
- [43] WHO (1990) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases, WHO Technical Report Series No. 797, Geneva.
- [44] WHO (1997) The World Health Report, 1997. *Conquering Suffering: Enriching Humanity*, Geneva.
- [45] Zduńczyk Z., Kozłowska H.: Daily consumption of selected secondary plant products in an average Polish diet. *Lebensmittelchemie*, **52**, 1998, 22.

- [46] Żarnańska M., Szostak W.B.: Pektyny w leczeniu dietetycznym hipercholesterolemii. List Informacyjny Narodowego Programu Profilaktyki Cholesterolowej, **28**, 1998, 1.

### THE IMPORTANCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE NON-NUTRITIVE COMPOUNDS OF DIETS IN THE PREVENTION OF CIVILIZATION DISEASES

#### S u m m a r y

On the basis of literature data, potential wholesome activity of biologically active non-nutritive compounds of diets (BANS), belonging to the group of phytochemicals, e.g. polyphenols, phytates, sulphates, glucosinolates and protease inhibitors, was discussed. Moreover, the intake of those compounds in a common Polish diet was characterized. The results of numerous studies *in vitro* and less numerous ones carried out *in vivo* indicate that BANS can play an important role in decreasing the risk of civilization diseases, including ischaemic heart disease and neoplasm. It was stated that hitherto data on the intake and preventive action of average amounts of BANS consumed are scant and urgently need further studies. ❖

JANUSZ CZAPSKI

## WYKORZYSTANIE OWOCÓW I WARZYW W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

### Streszczenie

Owoce i warzywa zawierają wiele substancji o działaniu prozdrowotnym, m.in. błonnik, fitozwiązki, witaminy. Działania na rzecz wzrostu spożycia owoców i warzyw bogatych w te związki nie budzą zastrzeżeń. Zawartość poszczególnych składników może zmieniać się w czasie przetwarzania i utrwalania, np. wskutek utleniania lub degradacji termicznej. Obróbka termiczna zwiększa przyswajalność karotenoidów. Przetwory owocowe i warzywne mogą być stosowane jako nośniki różnych dodatków o charakterze funkcjonalnym. Dobrze do tego celu nadają się soki, które wzbogaca się dodając m.in. wapń, kwasy  $\omega$ -3, $\beta$ -karoten, błonnik, ekstrakty ziołowe. Przy produkcji żywności funkcjonalnej wykorzystuje się również produkty otrzymane z odpadów przemysłu owocowo-warzywnego. Dobrymi przykładami mogą być różnego rodzaju preparaty otrzymane z wytlóków. Wytłoki jabłkowe są bogate w pektyny, winogronowe i aroniowe w polifenole.

### Warzywa i owoce jako żywność funkcjonalna

Warzywa i owoce stanowią bardzo ważny składnik naszej codziennej diety. Związane jest to z zawartością w nich:

- witamin, szczególnie witaminy C i beta-karotenu,
- błonnika pokarmowego,
- soli mineralnych,
- innych związków biologicznie czynnych, wtórnych metabolitów roślin, zwanych często fitozwiązkami.

Owoce charakteryzują się wysoką gęstością odżywczą, wyrażaną jako ilość składników odżywczych na 100 kcal. Mogą więc dostarczyć wiele cennych pod względem żywieniowym składników przy stosunkowo małej ilości energii.

Nie można obronić tezy, że wszystkie produkty żywnościowe są żywnością funkcjonalną. Niewątpliwie jednak owocom i warzywom przypisuje się duży wpływ na

prawidłowe funkcjonowanie organizmu człowieka. Od dawna znamy produkty roślinne o działaniu regulującym funkcje naszego organizmu, np. suszone śliwki w regulacji czynności przewodu pokarmowego, banany bogate w potas jako diuretyki. Od kilkunastu lat uważa się, że niskotłuszczowa dieta, bogata w owoce i warzywa może zmniejszyć ryzyko chorób układu krążenia i nowotworów. Analiza badań epidemiologicznych pozwoliła stwierdzić, że ryzyko zachorowania na nowotwory ludzi konsumujących dużo owoców i warzyw jest o 50% mniejsze w porównaniu ze spożywającymi ich mało [5].

Żywieniowcy zalecają spożywanie owoców i warzyw co najmniej 5 razy dziennie. Jest to związane głównie z zawartością w nich błonnika oraz substancji przeciwutleniających. Wytyczne USDA zalecają spożywanie owoców 2–4 razy, a warzyw 3–5 razy dziennie. W USA wprowadzono program 5D (ang.: *five a day*), co oznacza „spożywaj 5 razy dziennie owoce i warzywa”. W ramach tego programu uruchomiono duże akcje promocyjne i informacyjne. Badania prowadzone w USA wskazują, że tylko 40% Amerykanów spożywa owoce i warzywa 5 razy dziennie, nie zachowując przy tym równowagi między spożyciem obu grup produktów. Najczęściej spożywane są warzywa, z nich ziemniaki, a następnie pomidory [18]. Pomimo to konsumenci w USA mają dużą świadomość celowości spożywania owoców i warzyw ze względu na ich pozytywny wpływ na organizm. Wskazują oni na motywację spożywania niektórych gatunków owoców i warzyw ze względu na ich działanie przeciwnowotworowe; z owoców to: jabłka, banany, pomarańcze, a z warzyw: brokuły, marchew, kapusta, kalafior, szpinak. W ciągu dnia spożywamy często owoce i warzywa w różnych daniach, np. pizza, zupy, ciastka. Badania brytyjskie wskazują, że barierami w zwiększeniu spożycia owoców i warzyw są m.in.: ograniczona dostępność owoców i warzyw w postaci sałatek w stołówkach w miejscach pracy, w punktach sprzedaży na wynos, spotkaniach u znajomych oraz miejscach pracy [3].

Wymienia się wiele grup związków obecnych w żywności, a czynnych biologicznie i wpływających korzystnie na stan naszego organizmu i chroniących go przed różnymi schorzeniami. Z występujących w owocach i warzywach należy wymienić, obok witamin, m.in. polifenole, karotenoidy, kumaryny, terpeny, izotiocyjaniany, indole, sulfidy. Badania wskazują, że związki te hamują proces karcinogenezy na różnych etapach powstawania i rozwoju nowotworów m.in. przez hamowanie uszkodzeń oksydacyjnych przez wyłapywanie wolnych rodników, hamowanie nadmiernego wytwarzania hormonów steroidowych i prostaglandyn. Niektóre z nich mają właściwości antyoksydacyjne i mogą pełnić ważną rolę w zapobieganiu chorobom krążenia.

Wielu owocom i warzywom przypisuje się działanie przeciwnowotworowe, wymienia się z nich głównie: pomidory, czosnek, brokuły i inne warzywa z rodziny krzyżowych, owoce cytrusowe, warzywa z rodziny baldaszkowatych: marchew, seler, pasternak. Trzeba jednak zaznaczyć, że poszczególne gatunki owoców i warzyw wyka-

zują różną efektywność w zapobieganiu nowotworom poszczególnych narządów, co zależy od rodzaju substancji czynnych obecnych w poszczególnych produktach. Uważa się, że w warzywach z rodziny krzyżowych działanie przeciwnowotworowe mają glukozytolany i produkty ich rozpadu, w cytrusowych limonoidy [14], flawony, beta karoten, witamina C, kwas foliowy.

W pomidorach substancją przeciwnowotworową jest likopen, który zmniejsza ryzyko nowotworu prostaty u mężczyzn jedzących tygodniowo 10 lub więcej razy przetwory pomidorowe, zmniejsza również ryzyko nowotworów szyjki macicy. Likopen z przetworów pomidorowych, np. keczupu, jest znacznie lepiej przyswajalny niż ze świeżych pomidorów. Największy wpływ na poziom likopenu w plazmie ma sos pomidorowy [11]. Wysoką zawartość likopenu stwierdza się również w innych owocach i warzywach (Tabela 1). Sosy stosowane do makaronu i pizzy zawierają od 12 do 17,5 mg/100 g likopenu [19].

Tabela 1

Zawartość likopenu w niektórych owocach i warzywach [17].

Lycopene contents in fruits and vegetables [17].

Produkt / Food	Zawartość w mg/100 g świeżej masy Amount mg/100 g wet weight
Grejpfrut różowy Grapefruit, pink	3,36
Guajawa Guava	5,40
Papaja Papaya	2,00-5,30
Pomidory Tomatoes	3,1-7,74
Męczennica wawrzynolistna Watermelon	4,10

Owoce żurawiny zawierają substancje zapobiegające zakażeniom pęcherza i dróg moczowych. Uważa się, że działanie to jest związane z obecnością fruktozy i wysokocząsteczkowego polimeru, które utrudniają przyczepianie się bakterii do powierzchni tkanek [20]. Owoce aronii obniżają ciśnienie krwi, zwiększają odporność immunologiczną, pomagają w zwalczaniu infekcji, pomagają w leczeniu zaburzeń przewodu pokarmowego. Czosnkowi przypisuje się działanie na nasz organizm: przeciwnowotworowe, przeciwbakteryjne, obniżające ciśnienie krwi i poziom cholesterolu.

Duże znaczenie prozdrowotne ma błonnik pokarmowy z owoców i warzyw oraz ich przetworów. W zależności od jego składu i właściwości ma on zdolność obniżania poziomu cholesterolu, zmniejsza ryzyko zachorowania na raka jelita grubego itd. Nie-

stety przetwarzanie owoców, np. na soki klarowne, może być przyczyną częściowego lub całkowitego usunięcia tego składnika.

Szczególną rolę w organizmach żywych odgrywają procesy oksydacyjne, w których powstają wolne rodniki, związki o bardzo dużej reaktywności, zaburzające równowagę procesów oksydoredukcyjnych w komórce. Uszkodzenia oksydacyjne oprócz wspomnianego wcześniej zwiększenia ryzyka choroby nowotworowej, również przyspieszają rozwój miażdżycy wraz z jej skutkami dla układu krążenia oraz przyspieszają procesy starzenia. Organizm chroniąc się przed skutkami tych procesów uruchamia system obronny, w ramach którego wytwarzane są w tkankach antyoksydanty endogenne. Niektóre antyoksydanty, np. witaminy, jako substancje niezbędne dla funkcjonowania organizmu muszą być dostarczane wraz z pożywieniem, spożycie zaś innych, np. flawonoidów, które ułatwiają obronę organizmu jest tylko zalecane. Pozytywnego oddziaływania antyoksydantów nie należy wiązać tylko i wyłącznie z ich właściwościami przeciwoksydacyjnymi, np. karotenoidy umożliwiają przywracanie łączności między komórkami, co ma znaczenie w hamowaniu procesu karcinogenezy.

Nasza wiedza o fitozwiązkach występujących w owocach i warzywach jest obecnie bardzo uboga. Ich zawartość wykazuje dużą zmienność w zależności od warunków uprawy, czasu zbioru, odmiany itp. Hodowcy przygotowując nowe odmiany kierują swoje wysiłki na otrzymanie odmian o określonych cechach. Np. w hodowli selera korzeniowego w niektórych ośrodkach wyhodowano odmiany o tak dużej zawartości związków kumarynowych, że nie zostały one dopuszczone do produkcji. Związki kumarynowe m.in. wywołują u wielu ludzi uczulenia, uważa się, że w zbyt dużych ilościach są one szkodliwe dla zdrowia.

Przy obecnym stanie wiedzy trudno jest określić rolę każdego fitozwiązku. Występują one w stanie naturalnym w obecności innych, ich działanie należy rozpatrywać z uwzględnieniem obecności innych oraz możliwością działania synergicznego. Stąd należy uznać, że spożywanie owoców i warzyw w odpowiednio dużych ilościach i uwzględnieniu zróżnicowania gatunków jest przy obecnym stanie wiedzy rozwiązaniem najlepszym.

Nie można jednak uważać, że spożycie owoców i warzyw ma zawsze korzystne działanie i w związku z tym należy je w każdym przypadku zalecać bez żadnych ograniczeń. Grejpsfrut, który jest bardzo wartościowym owocem pod względem wartości żywieniowej (błonnik, kwas l-askorbinowy, fitozwiązki), może być przykładem produktu, którego ograniczenie spożycia może być w wielu przypadkach zalecane. Jak stwierdzono wypicie soku grejpsfrutowego zmienia farmakokinetykę niektórych leków m.in. triazolamu, cyklosporyny, blokerów kanału wapniowego, m.in. nifedypiny, felodypiny, nitrendypiny [22]. Efekty zmiany przyswajania leków obserwowano przy spożyciu 1 szklanki soku [16]. Uważa się, że w przypadku soku grejpsfrutowego za zjawisko to jest odpowiedzialna naringina, którą z soku można usunąć m.in. na drodze en-

zymatycznej. Podobne działanie ma również piperyna, znajdująca się w czarnym pieprzu.

Przetwarzanie owoców i warzyw może w różny sposób wpłynąć na zawartość i dostępność związków ważnych z punktu widzenia fizjologicznego. Znaczne straty związków mogą nastąpić wskutek reakcji brązowienia enzymatycznego w czasie rozdrabniania surowca. Ogrzewanie przyspiesza degradację chemiczną związków, w tym również wskutek izomeryzacji karotenoidów, z drugiej jednak strony inaktywuje enzymy degradujące wiele związków. Szybkość zachodzących procesów w czasie przechowywania zależy od właściwości produktu, np. składu, pH, aktywności wody, stopnia rozdrobnienia, obecności jonów metali z grupy przejściowych itp. oraz od warunków otoczenia, np. temperatury, wilgotności powietrza, dostępu tlenu i światła. Na złożoność tych procesów wskazuje fakt, że w sokach wzbogacanych beta karotenem obserwowano większe straty tego związku niż w soku bez dodatku [6].

Przetwarzanie owoców i warzyw kojarzy się na ogół z procesami degradacji składników. Nie jest to jednak całkowicie prawdziwe. Zwiększenie stopnia rozdrobnienia oraz ogrzewanie podwyższają przyswajalność wielu związków, np. karotenoidów. Mała przyswajalność likopenu z nieprzetworzonych surowców może być przyczyną braku korelacji między poziomem spożycia warzyw i owoców, a zachorowaniami na raka prostaty [27]. Prawdopodobnie niewielka nawet ilość tłuszczu w sosach zwiększa znacznie przyswajalność likopenu.

W czasie ogrzewania pojemność antyoksydacyjna produktu może wzrastać wskutek powstawania nowych związków lub zwiększenia zdolności przeciwoksydacyjnej już istniejących [19], np. przez częściowe utlenienie polifenoli. Przy ogrzewaniu soku pomidorowego obserwowano wzrost pojemności przeciwutleniającej soku wskutek reakcji Maillarda [3].

Dla technologa niektóre związki o prozdrowotnym działaniu na nasz organizm stwarzają utrudnienia w procesie technologicznym. Przykładem mogą być związki fenolowe w sokach owocowych. W klarownych sokach mogą być przyczyną wtórnych zmętnień. Stosowana przy klarowaniu ultrafiltracja soku nie umożliwia usunięcia polifenoli, stąd szuka się innych metod klarowania lub ich łączenia z ultrafiltracją. W zależności od połączenia różnych metod z ultrafiltracją można uzyskać różny poziom zawartości polifenoli. Prawie całkowite usunięcie fenoli uzyskano stosując żywice adsorpcyjne. Klarowanie żelatyną i bentonitem lub PVPP obniżyło zawartość polifenoli o około 20%, obróbka lakkazą o 70%, a prawie całkowite usunięcie polifenoli nastąpiło po obróbce żywicami jonowymiennymi [7]. Jest to przykład jak wprowadzanie nowych metod może obniżyć prozdrowotną jakość soku.



## Warzywa i owoce jako surowiec do produkcji żywności wzbogacanej

Warzywa i owoce ze względu na swój skład są dobrym surowcem do produkcji przetworów wzbogacanych odpowiednimi substancjami o działaniu fizjologicznym. Należy tu jednak zwrócić uwagę na szereg ograniczeń:

- nie znamy zalecanego poziomu zawartości zdecydowanej większości poszczególnych fitozwiązków, które mają wpływ na nasz organizm;
- nie znamy współdziałania między poszczególnymi związkami, stąd nie można ograniczyć się do dodatku tylko jednego lub nawet kilku związków;
- informacje o stabilności wielu fitozwiązków są niewystarczające, aby móc przewidywać ich straty bądź wiązanie przez inne substancje w czasie przetwarzania i przechowywania;
- przetwarzanie może zmieniać stosunek poszczególnych substancji, co może mieć duży wpływ na działanie produktu. Przykładowo, wskutek małej rozpuszczalności polifenoli, przy produkcji soków duża ich część pozostaje w wytlókach, a stosunki ilościowe poszczególnych związków w produkcie są zmienione w stosunku do owoców;
- konieczne jest określenie interakcji fitozwiązków z lekami, które mogą być zażywane przez konsumenta;
- właściwości fitozwiązków, np. barwa, smak, zapach, rozpuszczalność mogą ograniczyć możliwości ich zastosowania oraz mieć bardzo duży wpływ na technikę wytwarzania;
- wzbogacanie w fitozwiązki będzie wymagało uregulowań prawnych.

Dla zwiększenia poziomu spożycia określonych składników owoców i warzyw możliwe są dwie drogi:

- zwiększenie spożycia owoców i warzyw, jak również zwiększenia liczby spożywanych gatunków,
- podwyższenie poziomu składników w surowcu na drodze tradycyjnej hodowli lub inżynierii genetycznej. Przykładem może być np. otrzymanie transgenicznych pomidorów o bardzo wysokiej zawartości likopenu.

Suplementacja przetworów z warzyw i owoców jako produktów zawierających błonnik, wiele związków biologicznie aktywnych oraz mających niską wartość energetyczną, w tym małą zawartość tłuszczu, jest bardziej sensowne niż wzbogacanie np. chipsów. W takim przypadku efekt byłby zbliżony do dodatkowego spożycia, jako dodatku do żywności o małej wartości żywieniowej.

Z substancji biologicznie aktywnych dodawanych do żywności najlepiej poznane jest zastosowanie witamin: A, C i E, a więc witamin przeciwoksydacyjnych, którym przypisuje się wielokierunkowe działanie. Suplementacja witaminami z jednej strony może uzupełniać ich niedobory, z drugiej zaś chronić przed ujemnym wpływem wol-

nych rodników na tkankę. Należy przypomnieć, że wiele gatunków warzyw i owoców jest dobrym źródłem beta-karotenu i witaminy C, natomiast źródłem witaminy E są oleje roślinne. W wielu krajach produkuje się soki wzbogacone w te witaminy, co często znajduje swoje odzwierciedlenie w nazwie napoju – ACE, BCE (z witaminą B<sub>1</sub> zamiast karotenu). Do produkcji stosuje się często mieszaniny soków bogatych w witaminy lub fitozwiązki, np.: pomarańczowo-marchwiowy, pomarańczowo-pomidorowy, jabłowo-paprykowy [28]. Uważa się, że nadmiar witaminy C nie jest niebezpieczny dla człowieka, przy leczeniu przeziębienia zmniejszenie się symptomów choroby obserwuje się dopiero przy dawkach 2–3 g/dzień [11]. Zastrzeżenia budzi natomiast nadmierne spożycie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach i witaminy B<sub>6</sub>.

Suplementacja witaminami może być przyczyną wielu trudności technologicznych, np. witamina C jest bardzo reaktywnym substratem w reakcjach brązowienia nieenzymatycznego, a w dużych stężeniach wpływa niekorzystnie na smak, powodując cierpkość produktu [9]. Można tego uniknąć stosując sól sodową kwasu askorbinowego. Beta-karoten i ryboflawina zmieniają barwę, co nie zawsze musi być zmianą pożądaną.

Wzbogacanie soków w substancje nierozpuszczalne w wodzie stwarza szereg trudności: zmętnienia, narażenie na szybkie utlenianie i wskutek tego straty substancji i niekorzystne zmiany smaku i zapachu. Aby temu zapobiec stosuje się substancje kapsułkowane, dodatek emulgatorów i stabilizatorów, związki zwiększające gęstość fazy olejowej. Beta-karoten i witaminę E dodaje się w postaci mikrokryształków, zawiesin w oleju lub D-limonenie. Na bazie soków owocowych produkować można napoje wzbogacone w kwasy tłuszczowe omega-3, przy czym ich straty w czasie przechowywania nie są duże [30].

Na rynek wprowadza się wiele napojów opartych na sokach owocowych i warzywnych z dodatkami różnych wyciągów roślin leczniczych, jak żeń szeń, jeżówka, paulinia (ang.: guarana) itp. (Tabela 2). Napojom tym nadaje się często wymyślne nazwy wskazujące konsumentowi na ich działanie, omijając często deklaracje o ich prozdrowotnym charakterze, co mogłoby naruszać przepisy obowiązujące w poszczególnych krajach. Łatwo jest o nadużycia, co do faktycznych prozdrowotnych właściwości tego rodzaju napoju, co prowadzi do swoistej botanicznej bonanzы.

Osobną grupą napojów przeznaczonych dla osób po dużym wysiłku fizycznym, np. sportowców, kulturystów, są napoje umożliwiające szybkie nawodnienie organizmu. Napoje te muszą dostarczyć zestresowanemu wysiłkiem organizmowi łatwo przyswajalną wodę oraz związki odżywcze. Po spożyciu napoju winno nastąpić szybkie opróżnienie żołądka, szybkie wchłonięcie wody, poprawa regulacji termicznej i wydolności organizmu oraz szybkie usunięcie zmęczenia. Napoje tego typu są cieczami izotonicznymi w stosunku do płynów ustrojowych, np. odpowiednio rozcieńczonymi sokami, zawierającymi dodatek np. kreatyny, kofeiny, L-karnityny, asparagina-

nu, kwaśnego węgla sodu, pszczelich pyłków, określonych aminokwasów itp. Działanie wielu wymienionych tutaj substancji nie jest do końca wyjaśnione, a często nawet błędnie oceniane. Przez długi czas uważano np., że L-karnityna przyspiesza utlenianie tłuszczu. Obecnie wykazano, że nie poprawia ona jednak spalania tłuszczu i sprawności [25]. W Polsce opracowano technologię produkcji napojów izotonicznych i wdrożono ją w jednym z zakładów przemysłu owocowo-warzywnego [21]. Warto również

Tabela 2

Przykłady napojów funkcjonalnych wprowadzonych na rynek w 1998 r. [1].

Examples of functional beverages launched in 1998 [1].

Producent, kraj: nazwa Company, country: Brand	Charakterystyka Description
Hansen Natural (USA): <i>Vitamax Juice</i>	Sok pomarańczowo-ananasowy + 15 witamin i substancji mineralnych Orange-pineapple blend with 15 vitamins and minerals
Nantucket Allserve (USA): <i>Nantucket Super Nectars: Mama Calcium, Gingko Mango, Green Angel, Vital C, Guarana Buzz</i>	Soki owocowe z dodatkiem różnych ekstraktów, alg Fruit juices with different extracts, algae
Hansen's Beverage (USA): <i>Hansen's Healthy Start 100% Juice:</i> <i>AntioxJuice</i>  <i>ImmuneJuice</i>  <i>IntelliJuice</i>	Sok marchwiowy i z owoców tropikalnych + ekstrakt z nasion winogron + wit. A, C, E A blend of carrot and tropical juice + grapeseed extract + vitamins A, C, E Sok aroniowy i żurawinowy + wyciąg z jeżówki i zine A blend of aronia and cranberry juice + echinacea and zine Sok pomarańczowy i pomidorowy + miłorząb + owoce głogu A blend of orange and tomato juice + ginkgo + hawthorne berry
Pete&Johnny Your Vits! (Wielka Brytania/UK: <i>C Monster</i>	Soki: jabłkowy, winogronowy i z czarnej porzeczki, wzbogacony wit. C (300% RDA) + wyciąg z jeżówki A blend of apple, grape and blackcurrant juice enriched with 300% of the RDA of vitamin C + echinacea extract
HaSka Hansa-Schwarze Johannis-beere (Niemcy/Germany): <i>Primavita Probiotisch</i>	Napój owocowy + preparaty zbożowe + czarna porzeczka + kultury bakteryjne A probiotic fruit drink on a cereal base with blackcurrant and bacteria cultures

wskazać na opracowanie i podjęcie w kraju produkcji napojów owocowych wzbogaconych w wapń [31].

Nie znamy dokładnie szkodliwości zdecydowanej większości substancji stosowanych do suplementacji. Spożywanie suplementowanej żywności może być szkodliwe, np. nadmiar beta-karotenu. Badania epidemiologiczne wskazywały na zmniejszenie ryzyka zachorowania na raka płuc przy spożywaniu dużych ilości warzyw bogatych w ten związek. Spowodowało to, że producenci beta karotenu rozpoczęli szeroko zakrojoną kampanię reklamową oraz sprzedaż tabletek z beta karotenem. Wielu Amerykanów spożywało te tabletki przyjmując, że działanie ich jest tak samo korzystne, jak spożywanie warzyw bogatych w beta-karoten. Niektóre firmy wskazywały w kampaniach reklamowych na zmniejszenie ryzyka zachorowania na raka płuc przez palaczy. Natomiast badania przeprowadzone w ostatnich latach w USA i Finlandii wskazują, że wysokie dawki beta karotenu mogą zwiększać ryzyko raka płuc w tej grupie [25].

### **Wykorzystanie odpadów przemysłu owocowo-warzywnego w produkcji żywności funkcjonalnej**

W czasie przetwarzania owoców i warzyw na soki powstają znaczne ilości odpadów w postaci wytlóków. Pozostaje w nich część ważnych składników: błonnik pokarmowy, słabo rozpuszczalne związki, jak niektóre polifenole [15, 23], karotenoidy [26]. Suche wytlóki marchwiowe zawierają 37–69%, błonnika pokarmowego oraz 0,05–0,08% beta karotenu i doskonale nadają się do produkcji napojów funkcjonalnych [12]. W wytlókach z owoców jagodowych znajdują się również nasiona, zawierające m.in. nienasycone kwasy tłuszczowe. Odpady te po odpowiednim przetworzeniu mogą być wykorzystane do suplementacji żywności lub otrzymywania produktów żywnościowych o wysokiej wartości żywieniowej.

Odpady powstające przy produkcji soków można wykorzystać do produkcji preparatów błonnikowych o zróżnicowanym składzie i właściwościach [14]. Na bazie soków owocowych można otrzymać soki o zawartości błonnika pokarmowego do 30 g/l [5]. Wytlóki z czarnej porzeczki po rozdrobnieniu zostały wykorzystane do produkcji ekstrudowanych płatków śniadaniowych o wysokiej zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych [29].

Dieta bogata w owoce i warzywa jest dietą niskotłuszczową, bezcholesterolową, zawierającą mało sodu, niskokaloryczną. Taka dieta zmniejsza nie tylko ryzyko zachorowania na nowotwory, ale również obniża ryzyko chorób układu krążenia.

Rekomendacje American Institute for Cancer Research obejmują obecnie: priorytet w stosunku do produktów roślinnych, podkreślenie wagi różnorodności diety i minimalnego przetwarzania surowca, zalecenie spożywania produktów uzyskanych z całego surowca z równoczesnym ostrzeżeniem przed traktowaniem żywności suple-

mentowanej jako najważniejszej drogi dla zapobiegania chorobom, zalecenie unikania spożywania nadmiaru dodanego tłuszczu, soli i cukru.

Miejsce owoców i warzyw oraz ich przetworów w żywieniu jest wyznaczone przez:

- promocję spożycia żywności o charakterze prozdrowotnym,
- promocję rozwoju produktów o charakterze prozdrowotnym,
- lepszą informację konsumenta, umożliwiającą mu świadomy wybór produktu.

Niewątpliwie w tym zakresie jest jeszcze bardzo dużo do zrobienia. Konieczne jest podjęcie akcji edukacyjnej konsumentów. Musi dojść do współpracy odpowiednich resortów, jednostek naukowo-badawczych, uczelni, organizacji konsumenckich i samych producentów żywności. Reklamę i promocję należy opierać wyłącznie na udokumentowanych wynikach badań.

Według opinii ekspertów odnośnie żywności funkcjonalnej w krajach Unii Europejskiej przed tą grupą produktów stawia się szereg trudnych wymagań, np. udowodnienie ich pozytywnego wpływu na funkcje organizmu, udowodnienie braku szkodliwości itp. [8]. Raport ten wskazuje na wiele wątpliwości odnośnie naszej wiedzy o składnikach prozdrowotnych żywności.

## LITERATURA

- [1] Anon.: Functional and healthy eating new product launches. *New Nutrition Business*, **4** (7), 1999, 34-35.
- [2] Anderson A.S., Cox D.N., McKellar S., Reynolds J., Lean M.E.J., Mela D.J.: Take five, a nutrition education intervention to increase fruit and vegetable intakes: impact on attitudes towards dietary change. *Br. J. Nutr.*, **80**, 1998, 2, 133.
- [3] Anese M., Manzocco L., Nicoli M.C., Lericci C.R.: Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating. *J Food Sci Agric.*, **79**, 1999, 750-754.
- [4] Block G., Patterson B., Subar A.: Fruit, vegetables and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer*, **18**, 1992, 1-29.
- [5] Bollinger H.: Functional drinks – Einsatz geeigneter Ballaststoffe. *Flüssiges Obst*, **63**, 1996, 2121-2124.
- [6] Carle R.: Physikalische und chemische Stabilität von ACE-Getränken. *Flüssiges Obst*, **66**, 1999, 231-236.
- [7] Dietrich H.: Nowe trendy w dziedzinie stabilizacji klarownego soku i koncentratu jabłkowego. *Biul. Inform. KUPSiNB*, **6**, 1995, 40-48.
- [8] Diplock A.T., Aggett P.J., Ashwell M., Bornet F., Fern E.B., Roberfroid M.B.: Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document. *Br. J. Nutr.*, **81**, 1999, Suppl. 1.
- [9] Elliott J.G.: Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technol.*, **53** (2), 46-48.

- [10] Giovanucci E., Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Colditz G.A., Wilen W.C.: Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, **87**, 1995, 1767-1776.
- [11] Hemila H.: Vitamin C and common cold incidence: a review of studies with subjects under heavy physical stress. *Int. J. Sports Med.*, **17**, 1996, 379-383.
- [12] Henn T., Kunz B.: Pflanzliche Reststoffe zur Herstellung von Functional Drinks. *Flüssiges Obst*, **63**, 1996, 715-719.
- [13] Lam L.K.T., Zhang J., Hasegawwa S.: Citrus limonoid reduction of chemically induced tumorigenesis. *Food Technol.*, **11**, 1994, 104-108.
- [14] Larrauri J.A.: New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends Food Sci. Technol.*, **10**, 1999, 3-8.
- [15] Larrauri J.A., Ruperez P., Calixito F.S.: Antioxidant activity of wine pomace. *Am. J. Enolgy Viticult.*, **47**, 1996, 369-372.
- [16] Lundahl J.U.E., Regardh C.G., Edgar B., Johnsson G.: The interaction effect of grapefruit juice is maximal after the first glass. *Eur. J. Clin. Pharmacol.*, **54**, 1998, 75-81.
- [17] Moshfegh A.J.: Importance and consumption patterns of fruits and vegetables. *W: Fresh Fruits and Vegetables: Quality and Food Safety*. Beltsville, Maryland. May 3-6 1998, 15.
- [18] Nguyen M.L., Schwartz S.J.: Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technol.*, **53**, 2, 1999, 38-45.
- [19] Nicoli M.C., Anese M., Parpinel M.: Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, **10**, 1999, 94-100
- [20] Ofek I., Goldhar J., Zafriri D., Lis H., Adar R., Sharon N.: Anti-Escherichia coli adhesive activity of cranberry and blueberry juices. *New Eng. J. Med.*, **324**, 1991, 1599.
- [21] Owczarek L., Krugła E., Mączyńska D., Jasińska U.: Badanie osmolalności napojów owocowych specjalnego przeznaczenia. *Mat. XXVII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Szczecin 27-28 czerwca 1998*, 388-392.
- [22] Ozdemir M., Aktan Y., Boydag B.S., Cingi M.I., Musmul A.: Interaction between grapefruit juice and diazepam in humane. *Eur. J. Drug Metabol. Pharmacokinet.*, **23**, 1998, 55-59.
- [23] Rechner A., Dietrich H., Patz C-D.: Antioxidative Wirkung von naturtrüben Apfelsäften: Einfluss der Apfelsorte und des Polyphenolgehaltes. *Flüssiges Obst*, **66**, 1999, 227-230.
- [24] Saris W.H.M., Asp N.G.L., Björck, Blaak E. i in.: Functional food science and substrate metabolism. *Br. J. Nutrit.*, **80**, Suppl. 1, 1998, S47.
- [25] Silverglade B.A., Heller I.R.: Are functional foods the solution to dysfunctional diets/ A review of U.S. regulatory requirements and lessons from abroad. *Food and Drug Law J*, **52**, 1997, 313-321.
- [26] Sims C.A., Balaban M.O., Matthews R.F.: Optimization of carrot juice color and cloud stability. *J. Food Sci.*, **58**, 1993, 1129-1131.
- [27] Stahl W., Sies H.: Uptake of lycopene and its geometric isomers is greater from heat-processed than from unprocessed tomato juice in humans. *J. Nutr.*, **122**, 1992, 2161-2166.
- [28] Stern P.: Die Natur als Vorbild Frucht- und Gemüsegetränke mit Zusatznutzen. *Flüssiges Obst*, **65**, 1998, 126-130.
- [29] Tahvonon R., Hietanen A., Sankelo T., Kortenieni V.M., Laakso P., Kallio H.: Black currant seeds as a nutrient source in breakfast cereals produced by extrusion cooking. *Z Lebensm. Unters. Forsch. A-Food Research and Technology*. **206**, 1998, 360-363.
- [30] Werkhoff P., Roloff M., Bahri D., Zurowietz V.: „DHA-Getränke” – Ein Beitrag zur gesundheitsbewussten Ernährung mit Omega-3-Fettsäuren. *Flüssiges Obst*, **65**, 1998, 118-125.
- [31] Zdziennicka D., Mączyńska D.: Soki owocowe wzbogacone w wapń. *Przem. Spoż.*, **51** (3), 1997, 29.

## THE USE OF FRUITS AND VEGETABLES IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD

### S u m m a r y

Fruits and vegetables contain many physiologically active compounds, among them fibre, phytochemicals, vitamins. The promotion of higher consumption of fruits and vegetables rich in such compounds does not raise any objections. The quantity of particular components in question can change in the course of processing and preservation, e.g. due to oxidation or thermal degradation. Bioavailability of carotenoids is increasing after heat treatment. Fruit and vegetable products may be used as carriers of various of various physiologically active substances. For that purpose juices are suitable and are enriched with calcium, omega-3 fatty acids, beta carotene, fibre, herb extracts. As good examples can serve various preparations obtained from pomaces. Apple pomaces are rich in pectins, where grape and aronia in polyphenols. ❖

KRZYSZTOF KRYGIER

## ŻYWNOSĆ FUNKCJONALNA Z SUROWCÓW I PRODUKTÓW TŁUSZCZOWYCH

### Streszczenie

Wśród tzw. żywności funkcjonalnej (prozdrowotnej) istotną rolę odgrywają produkty wzbogacone w niektóre tłuszcze/kwasy tłuszczowe lub inne składniki pochodzące z surowców tłuszczowych.

Spośród kwasów tłuszczowych można wymienić: niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, kwasy z rodziny n-3 np. kwasy EPA i DHA z olejów rybich czy kwas gamma-linolenowy. Na światowych rynkach jest coraz więcej produktów z takimi kwasami: napoje, margaryny, pieczywo, wyroby czekoladowe, makarony, produkty mleczne. Spośród nietłuszczowych składników pochodzących z surowców oleistych za najważniejsze i z udowodnionym działaniem prozdrowotnym trzeba wyminić białko sojowe. Dzielne spożycie 25 gramów białka sojowego obniża ryzyko chorób układu krążenia. Za najważniejszy tłuszczowy produkt prozdrowotny trzeba uznać margaryny ze sterolami, które mogą obniżyć poziom cholesterolu we krwi nawet o 20%.

### Wprowadzenie

Definicji żywności funkcjonalnej jest wiele, często są niejasne lub niepełne. W niniejszym opracowaniu żywność funkcjonalna będzie obejmować całą tego typu żywność, niezależnie czy "prożywnościowy" element jest składnikiem naturalnym czy dodanym.

Ponadto zawarto tu przykłady produktów funkcjonalnych zarówno mających oficjalne potwierdzenie funkcji prozdrowotnych, jak i nie mających takich certyfikatów. Wynika to m.in. z bardzo różnego traktowania żywności funkcjonalnej w różnych krajach. Pionier w tej dziedzinie, Japonia, już na początku lat dziewięćdziesiątych miała oficjalnie zatwierdzonych ponad 100 produktów funkcjonalnych. W Europie i USA proces ten przebiega znacznie wolniej, niektóre kraje nie mają żadnych procedur weryfikacyjnych, inne mają bardzo ostre kryteria. Przykładowo w Stanach Zjednoczo-



nych Agencja ds. Leków i Żywności (Food and Drug Administration – FDA) wymaga całkowicie jednoznacznych i szeroko potwierdzonych dowodów naukowych. Ostatnio (1998 rok) FDA nie zaakceptowało kilku zgłoszonych wniosków [2], w tym i takie, które przez część środowisk naukowych są uznawane za udowodnione, m.in:

- Przeciwułtleniające witaminy C i E mogą ograniczać u dorosłych ryzyko powstania arteriosklerozy, choroby wieńcowej serca, niektórych nowotworów i zaćmy.
- Przeciwułtleniająca witamina A i beta-karoten mogą ograniczać u dorosłych ryzyko arteriosklerozy, choroby wieńcowej serca i niektórych nowotworów.
- Spożywanie wapnia przez dojrzewających i dorosłych zwiększa gęstość kości i może obniżać ryzyko złamań.
- U dorosłych kwasy tłuszczowe omega-3 mogą ograniczać ryzyko chorób układu krążenia.
- U dorosłych czosnek może obniżać poziom cholesterolu i ryzyko chorób układu krążenia.

W celu pewnego usystematyzowania materiału tytułowe produkty tłuszczowe podzielono na trzy grupy:

- surowce tłuszczowe np. nasiona oleiste,
- oleje i tłuszcze wydobyte z tych surowców,
- produkty tłuszczowe, w których tłuszcz jest jednym ze składników np. margaryna.

### **Surowce tłuszczowe**

Wielu surowcom tłuszczowym przypisuje się działanie prozdrowotne, często o wielokierunkowym działaniu.

Najbardziej znanym przykładem z tej grupy są nasiona soi. Klasycznym przykładem ich silnego prozdrowotnego oddziaływania są porównania liczby zachorowań pomiędzy mieszkańcami Chin, gdzie spożycie soi jest bardzo wysokie i USA, gdzie to spożycie jest stosunkowo niskie. W Stanach Zjednoczonych Ameryki odnotowuje się 10 razy więcej przypadków raka piersi i aż 50 razy więcej przypadków raka prostaty. Za przyczynę tych różnic uznaje się ilości spożywanych nasion soi. Nie jest do końca jasne, co powoduje te pozytywne właściwości: białko czy towarzyszące mu inne składniki, spośród których najczęściej wymienia się izoflawony, ale również saponiny, kwas fitynowy, fitosterole, inhibitory tripsyny i kwasy fenolowe. Te składniki są cytowane jako ważne w zapobieganiu m.in. chorób układu krążenia i nowotworów. Za najważniejsze z żywieniowego punktu widzenia uważa się izoflawony: daidzeina, gliciteina i genisteina. Te substancje, dawniej uważane za antyżywnościowe, dziś odgrywają tak ważną rolę w zapobieganiu chorobom serca i nowotworów, że są nawet nazywane witaminami 21 wieku. Jednakże mechanizm działania izoflawonów jako czynników antyrakowych nie jest dotychczas poznany, choć podkreśla się ich bardzo silne wła-

ściwości przeciwutleniające [19]. Wielu autorów uważa, że izoflawony są aktywne nawet w produktach przetworzonych, gdzie pozostaje ich mało np. izolatach białkowych. Pozostaje w nich jedynie 23% izoflawonów zawartych w wyjściowej mące. Jednakże tu również istnieją wątpliwości, które podziela FDA w USA. Zgłoszona petycja mówiąca o przeciwmiażdżycowym działaniu białek sojowych z powodu obecnych w nich izoflawonach [2, 9] została ostatecznie zmieniona: wyeliminowano z wniosku część mówiącą o izoflawonach. Ostatecznie uznano za udowodnione, że codzienne spożycie 25 gramów białka sojowego obniża ryzyko chorób układu krążenia, jednakże tylko pod warunkiem przestrzegania diety o niskim spożyciu cholesterolu i nasyconych kwasów tłuszczowych. Z praktycznego punktu widzenia oznacza to, że każdy produkt zawierający 6,25 g białka sojowego (1/4 dziennego spożycia) może być odpowiednio znakowany.

Należy podkreślić, że prozdrowotne działanie białka sojowego (jako produktu) jest wielokierunkowe [1, 11, 20]:

- 1/ istotnie obniża poziom LDL,
- 2/ nieznacznie podnosi poziom HDL,
- 3/ izoflawony związane z białkiem działają jako przeciwutleniacze,
- 4/ izoflawony mają pozytywny wpływ na funkcjonowanie naczyń krwionośnych.

Produktom sojowym przypisuje się ponadto korzystne działanie w ograniczaniu rozwoju wielu innych chorób. W programie III Międzynarodowego Sympozjum "The Role of Soy in Preventing and Treating Chronic Diseases" (Washington D.C., USA, 31.10.–3.11.1999) znajdują się doniesienia o pozytywnym oddziaływaniu ograniczania następujących chorób: osteoporoza, cukrzyca, nowotwory (m.in. jelita grubego, gruczołu sutkowego, wątroby, płuc, piersi, nerek), nadciśnienie, nieprawidłowe działanie hormonów płciowych, choroby nerek, łagodzenie symptomów związanych z menopauzą.

Innym przykładem nasion oleistych o właściwościach prozdrowotnych są nasiona lnu. Badania wykazały, że mają korzystne działanie w ograniczeniu następujących chorób: nowotwory, choroby układu krążenia, cukrzyca, choroby nerek a nawet malaria. Jednym z pozytywnych czynników jest bardzo wysoka zawartość – ok. 50% – kwasu alfa-linolenowego [17].

## Oleje i tłuszcze

Naturalne oleje zawierają niekiedy duże ilości składników o udowodnionym działaniu prozdrowotnym. Klasycznym przykładem są niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Ostatnio coraz częściej przypisuje się określone korzystne działanie poszczególnym kwasom tłuszczowym. Wymienić tu trzeba przede wszystkim kwas alfa-linolenowy ALA (olej lniany, konopny, rzepakowy), kwas gamma-linolenowy GLA (olej z nasion ogórecznika, wiesiołka, czarnej porzeczki), kwasy eikozapentaenowy

(EPA) i dokozaheptaenowy (DHA) obecne w oleju z ryb morskich oraz kwas linolowy o sprzężonych wiązaniach nienasyconych (CLA). Oleje są ponadto cennym nośnikiem innych zdrowotnych składników: tokoferoli i tokotrienoli (oleje palmowy, ryżowy, pszeniczny) oraz steroli, które mogą powodować obniżanie poziomu cholesterolu we krwi, jednak w dużych dawkach. Specjalną grupę tłuszczów stanowią oleje uzyskiwane z surowców modyfikowanych genetycznie oraz drobnoustrojów, zawierające niekiedy bardzo duże ilości wspomnianych prozdrowotnych kwasów tłuszczowych.

Najbardziej znany prozdrowotny składnik olejów to grupa niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (nnkt). Jest to niezwykle istotny element diety człowieka o bardzo szerokim oddziaływaniu i bardzo niebezpiecznych skutkach ich niedoboru (tab. 1).

Tabela 1

Przykładowe skutki niedoboru niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych [21].  
Selected health defects connected with essential fatty acids deficiency.

Funkcja/organ	Skutki niedoboru nnkt
Skóra	zwiększona przepuszczalność, zmniejszone wydzielanie gruczołów łojowych, odbarwienia
Układ krążenia	powiększenie serca, osłabienie kurczliwości mięśnia sercowego, zwiększenie łamliwości naczyń krwionośnych
Nerki	wzrost masy narządu, zmiany martwicze, krwiomocz, nadciśnienie nerkowe
Wątroba	wzrost masy narządu, wzrost zawartości triacylogliceroli i fosfolipidów w tkance wątrobowej
Reprodukcja	u samic: zaburzenia owulacji, resorpcja płodu, zahamowanie laktacji u samców: zmiany degeneracyjne nabłonka kanalików nasiennych, bezpłodność
Metabolizm	zaburzenia transportu cholesterolu, zmniejszenie stabilności lipoprotein błon komórkowych, zmniejszenie biosyntezy prostaglandyn i w następstwie zaburzenia czynności wielu tkanek i narządów, zmniejszenie odporności na zakażenia bakteryjne i na działanie promieni X zmniejszenie ostrości wzroku osłabienie napięcia mięśniowego

Obecnie coraz większą uwagę przypisuje się poszczególnym kwasom tłuszczowym lub ich chemicznym rodzinom. Najbardziej znanym przykładem jest chyba kwas gamma-linolenowy GLA (n-6) występujący w oleju z nasion wiesiołka, ogórecznika i czarnej porzeczki. Kwas ten jest wytwarzany w organizmie człowieka z kwasu linolowego, ale w pewnych przypadkach chorobowych czy osłabienia np. po przebytych

chorobach lub na skutek starości pszekształcanie kwasu linolowego w gamma-linolenowy może być upośledzone. Wtedy pobieranie tego rzadkiego kwasu może być niezbędne a jego oddziaływanie prozdrowotne – ewidentne.

Ostatnio coraz częściej mówi się o bardzo ważnej żywieniowej roli kwasów grupy n-3 (ALA, EPA i DHA). Poza działaniem obniżającym poziom cholesterolu we krwi a więc ograniczającym rozwój miażdżycy, pełnią jeszcze inne niezwykle ważne funkcje w organizmie człowieka jako istotny składnik komórek nerwowych, komórek mięśnia sercowego i siatkówki oka. Pojawiają się również informacje, że mogą one obniżać ciśnienie krwi i ograniczać wiele chorób serca m.in. arytmie [12, 15]. Uważa się, że ich spożycie jest za małe i należy je zwiększyć, aby uzyskać stosunek kwasów n-6 do n-3 w granicach 5:1-10:1, przy minimalnym spożyciu 0,5% energii diety (tab. 2).

Tabela 2

Wybrane zalecenia dotyczące spożycia kwasów n-3 [4].  
Selected recommendations concerning consumption of n-3 fatty acids.

Organizacja	n-6:n-3	n-3
British Nutrition Foundation Task Force, 1992	6:1	EPA 0,5-2%, DHA 0,5% energii diety
Scientific Review Committee of Canada, 1990	5:1 - 6:1	n-3: 0,5% energii
FAO/WHO Expert Committee on Fats and Oils in Human Nutrition, 1994	5:1 - 10:1	-
Scientific Committee for Food of the European Community, 1993	4,5:1 - 6,5:1	n-3: 0,5% energii

Na odbytej Międzynarodowej Konferencji “Health Development in Central and Eastern Europe after Transition” (Warszawa 11-13 maja 1997) Sekcja Żywieniowa pod przewodnictwem profesora W. Willeta z Uniwersytetu w Harvardzie sformułowała dwa zalecenia żywieniowe m.in. dla Polaków:

1. Ograniczyć spożycie tłuszczów zwierzęcych i częściowo uwodornionych, zwiększyć spożycie olejów roślinnych, szczególnie bogatych w kwas ALA.
2. Zwiększyć spożycie warzyw i owoców.

Kwas ALA jest dość rzadko występującym kwasem tłuszczowym. Spośród typowych roślinnych olejów jadalnych praktycznie występuje tylko w oleju rzepakowym (ok. 10%) i sojowym (ok. 7%). Istotnym nośnikiem kwasu alfa-linolenowego może być dietetyczna, miękka margaryna rzepakowa o zawartości kwasu ALA ok. 8 %. Dużo większe ilości ALA występują w tzw. olejach schnących np. lnianym, gdzie jest go

ok. 50%. Ze względu na cenne właściwości poszukuje się innych źródeł ALA i stwierdzono jego dużą zawartość w szeregu dość mało znanych czy egzotycznych roślin.

Chemicznie tę samą rodzinę z kwasem alfa-linolenowym tworzą dwa niebywale cenione z żywieniowego punktu widzenia kwasy występujące w olejach rybich EPA (eikozapentaenowy) i DHA (dokozaheksaenowy). Są one ważnymi prekursorami tzw. hormonów tkankowych. One mogą być wytwarzane w organizmie człowieka z kwasu ALA ale uważa się, że powinno się je spożywać dodatkowo. Stąd znane zalecenie żywieniowe: co najmniej raz w tygodniu należy jeść ryby. Produkcja koncentratów tych kwasów z olejów rybich (również do celów farmakologicznych) dynamicznie się rozwija w wielu krajach [12]. Coraz częściej do wielu produktów wprowadza się te kwasy jako czynniki prozdrowotne. Równocześnie prowadzi się badania nad usunięciem cholesterolu z tych olejów.

Nowym źródłem kwasów z tej deficytowej grupy n-3 mogą stać się oleje pochodzenia mikrobiologicznego, zawierające tych kwasów nawet kilka razy więcej niż oleje rybne. Przykładowe zawartości kwasów n-3 w olejach pochodzenia mikrobiologicznego podano w tabeli 3.

Tabela 3

Maksymalne zawartości wybranych kwasów tłuszczowych w tłuszczu biomasy mikrobiologicznej (wg Mukherjee 1999).

Maximum content of selected fatty acids in microbial oils.

Organizm / Source	Kwas tłuszczowy / Fatty acid	Ilość (%) / Content (%)
Mikroalgi / Microalgae	GLA	32
	EPA	45
	DHA	40
Grzyby / Fungi	GLA	26
	EPA	25
	DHA	50

Obecnie tego typu biomasa jest bezpośrednio dodawana do pasz aby uzyskać produkty o wyższej zawartości tych kwasów m.in. w jajkach, mleku i mięsie (Mukherjee 1999).

Mówiąc o prozdrowotnym oddziaływaniu kwasów tłuszczowych nie można pominąć kwasu CLA (Conjugated Linoleic Acid) czyli kwas linolowy o sprzężonych wiązaniach podwójnych, w większości 9c, 11t (w maśle 90% CLA). Kwas ten występuje naturalnie w tłuszczu mlekowym, ale również w margarynach. Od kilku lat ukazują się informacje o ich wielokierunkowym działaniu prozdrowotnym: mają po-

wstrzymywać m.in. rozwój osteoporozy, miażdżycę jak również wykazywać silne działanie antyrakowe. Jednak te badania trwają dopiero kilka lat i trudno przewidzieć, czy się potwierdzą i czy znajdą zastosowanie w praktyce medycznej [5].

Mówiąc o prozdrowotnym składzie kwasów tłuszczowych w olejach nie można pominąć potencjalnie niezwykle bogatych – praktycznie nieograniczonych – możliwościach sterowania składem kwasów tłuszczowych poprzez genetyczne modyfikacje. Najbliższym czasowo takim produktem może być olej rzepakowy o wysokiej zawartości cennego kwasu gamma-linolenowego. Niewątpliwie obniży to koszty produkcji tego kwasu (dziś bardzo wysokie) i znacznie rozszerzy jego dostępność.

Oleje można zakwalifikować jako produkty funkcjonalne nie tylko z racji składu kwasów tłuszczowych, ale również z racji bycia nośnikiem wielu innych składników o bardziej lub mniej znanym oddziaływaniu prozdrowotnym. Wymienić tu należy przede wszystkim tokoferole i sterole (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość tokoferoli i steroli w wybranych olejach [18].

Content of tocopherols and sterols in selected oils.

Olej / Oil	Tokoferole mg/kg Tocopherols, ppm	Sterole mg/100g Sterols, ppm
Rzepakowy/rapeseed	650	350-840
Oliwa z oliwek/olive	240	160-600
Sojowy/soya	1000	150-420
Palmowy/palm	570	30-260
Kukurydziany/corn	200	580-1500
Pszenny/wheat	2000	1300-2600
Z czarnej porzeczki/black currant	1500	-

Tokoferole (witamina E) wykazują znane i silne właściwości przeciwutleniające, stąd potoczne ich określenie jako “witamina życia”. Obok tych znanych oddziaływań prozdrowotnych tokoferole i tokotrienole wykazują bardzo specyficzne i bardzo obiecujące efekty w spowalnianiu chorób Alzheimer’a i Parkinsona [8] oraz – szczególnie tokotrienole – raka piersi. Olejami szczególnie bogatymi w te składniki to m.in. olej z otrąb pszennych lub ryżowych oraz nierafinowany olej palmowy [3].

Poza naturalnymi olejami istnieją inne tłuszcze budowane przez człowieka zwane z angielska strukturyzowanymi (structured). Stanowią one mieszaninę średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (medium chain triglycerides MCT) oraz kwasów dłu- gołańcuchowych, dobranych według potrzeb np. kwasy n-3 i n-6 w odpowiednich

proporcjach. Otrzymuje się je na drodze przeestryfikowania. MCT (otrzymywane najczęściej z oleju kokosowego i ziarn palmowych). mają nietypowy, unikalny metabolizm, gdyż trafiają bezpośrednio do układu krwionośnego stanowiąc szybkie i łatwe źródło energii. Z tego powodu są stosowane w medycynie w okresie rekonwalescencji, po silnych urazach czy operacjach ale również w stanach chorobowych m.in. nowotworach i posocznicy. W technologii żywności są najczęściej wykorzystywane w produkcji niskokalorycznych produktów czekoladowych, gdyż mają mniejszą kaloryczność niż "normalne" tłuszcze np. salatrim tylko 5 kcal/g [10].

### Produkty z tłuszczami

Produkty spożywcze zawierające tłuszcze automatycznie stają się nośnikami zalet lub wad tych tłuszczów. Dotyczy to bardzo wielu produktów, niekoniecznie wysokotłuszczowych typu margaryna czy majonez. M.in. w Japonii opracowano funkcjonalne soki owocowe, napoje i produkty mleczne z dodatkiem kwasu DHA pochodzącego z rafinowanego oleju rybiego o całkowicie neutralnym smaku i zapachu [16]. W Europie istnieje wiele produktów z olejami rybimi bogatymi w kwasy EPA i DHA: margaryny, pieczywo, makarony, napoje, ciastka, batony czekoladowe, majonezy i sosy majonezowe [6, 14]. Tego typu produkty nazywane są w Japonii żywnością umysłową lub mózgową (brain food).

Jak wspomniano produkty o wysokiej zawartości tłuszczu mogą pełnić cenne funkcje nośników składników prozdrowotnych. Takim podstawowym produktem jest margaryna. Współczesne margaryny mogą zawierać do 80% olejów ciekłych. Margaryna jest więc produktem o składzie bardzo zbliżonym do oleju i z tego powodu bywa nazywana nośnikiem oleju. Już z tego powodu każda taka margaryna może być określana jako prozdrowotna. Badania przeprowadzone w Finlandii wykazały, że zamiana masła na margarynę rzepakową obniżyło poziom cholesterolu we krwi średnio o 5%. Ale oczywiście margaryny mogą być nośnikiem wielu innych prozdrowotnych składników, co coraz częściej jest wykorzystywane w praktyce. Są margaryny m.in. o wysokiej zawartości kwasu ALA, EPA czy DHA. W Europie zaliczane są one do wiodącej grupy produktów funkcjonalnych [16].

Jak wspomniano, jednym z aktywnych składników olejów są sterole. Występują one we wszystkich tłuszczach, najwięcej w oleju z otrąb pszennych bo około 2%. Głównym składnikiem jest sitosterol. Najważniejszym ilościowo ich źródłem dla człowieka są oleje i margaryny, a dzienna dawka w diecie europejskiej wynosi 0,2–0,4 g. Już w latach 50. stwierdzono, że roślinne sterole mają zdolność obniżania poziom cholesterolu we krwi. Od końca lat 80. przeprowadzono wiele badań nad działaniem steroli na organizm człowieka i okazało się, że duże dawki roślinnych steroli (1,5–3 g dziennie) wykazują silne działanie ograniczające rozwój miażdżycy obniżając poziom

cholesterolu o kilkanaście procent. Stwierdzono, że najbardziej efektywne spośród steroli są estry sitostanolu (uwodorniony sitosterol) i kwasów tłuszczowych [7, 13]:

- spożycie ok. 2 g/dobę powoduje obniżenie:
 

- cholesterol całkowity:	- 11%,
- LDL:	- 15%,
- HDL:	+ 7%.
- zaś spożycie ok. 3 g/dobę powoduje obniżenie:
 

- cholesterol całkowity:	- 13%,
- LDL	- 20%.

Najgłośniejszym dzisiaj na świecie produktem funkcjonalnym jest chyba margaryna Benecol. Jest to margaryna z bardzo dużym dodatkiem sitostanolu (uwodorniony sitosterol) w ilości 9%. Margarynę zastosowano tu jako nośnik steroli. Uznano, że margaryna może być najlepszym nośnikiem steroli gdyż większość ludzi systematycznie, kilka razy dziennie, stosuje margarynę do smarowania pieczywa.

Później badania kontynuowano w wielu ośrodkach naukowych na całym świecie. Najciekawsze wydają się badania, które m.in. wykazały, że:

- po pierwsze: nie tylko sitostanol, ale i inne sterole (sitosterol, campesterol, stigmasterol) są bardzo aktywne,
- po drugie: zmniejszenie ryzyka wystąpienia choroby wieńcowej jest bardzo duże: w porównaniu do masła spożywanie 30 g margaryny z 10% zawartością steroli zmniejsza ryzyko o 60% u osób w wieku 40 lat i 23% u osób w wieku 70 lat.

Jednakże margaryny ze sterolami nie mają szans na bardzo szerokie rozpowszechnienie. Jedną z przyczyn jest niedobór steroli istotnie limitujący wielkość produkcji. Aktualnie takie margaryny są dostępne jedynie w kilku krajach świata: Finlandia, USA, Wielka Brytania i Holandia. Drugą z przyczyn ograniczenia dostępności jest bardzo wysoka cena, czterokrotnie wyższa od „normalnej” margaryny.

Według producentów margaryn ze sterolami (Raisio i Unilever) w najbliższych latach nie należy się spodziewać ich obecności na polskim rynku (Krygier – inf. własna).

## Podsumowanie

Jak opisano wyżej, istnieje – tylko w branży tłuszczowej – bardzo wiele produktów, które mogą być określane jako prozdrowotne. Jeśli podane przykłady prozdrowotnego oddziaływania są lub okażą się w pełni potwierdzone mogą mieć istotny wpływ na zdrowie człowieka. Dlatego wydaje się konieczne podjęcie czynności związanych z weryfikacją tego typu żywności i wprowadzenie terminu „prozdrowotny” do praktyki technologiczno-żywnościowej.



## LITERATURA

- [1] Anderson J.W., Johnstone B.M., Cook-Newell M.E.: Meta-analysis of effects of soy protein intake on serum lipids in humans. *N. Engl. J. Med.*, **333**, 1995, 276.
- [2] Anonim: FDA reviewing Health claim petition linking soy protein to reduced CHD risk. *Food Label.Nutr.News*, **46** (6), 1998, 11.
- [3] Anonim: Tocotrienols may protect against breast cancer. *INFORM 9*, 1998, 1066.
- [4] Anonim: Complex issue: ALA's conversion to long-chain n-3. *INFORM 9*, 1998, 1119.
- [5] Bartnikowska E., Obiedziński M.W., Grzeškiewicz S.: Rola i znaczenie żywieniowe sprzężonych dienów kwasu linolowego. *Przem. Spoż.*, **7**, 1999, 16.
- [6] Bimbo A.P.: Menhaden oil: the GRAS petition from hell. *INFORM 8*, 1997, 1069.
- [7] Braczko M., Jakubowski A.: Sterole w olejach roślinnych i ich znaczenie biologiczne. *Tuszcze Jadalne*, **33**, 1998, 82.
- [8] Drachman D.A., Leber P.: Treatment of Alzheimer's disease - searching for a breakthrough, settling for less. *New Eng. J. Med.*, **336**, 1245.
- [9] FDA. Functions Food for Health. Doc. No. 98P-0683, 1998.
- [10] Haumann B.F.: Structured lipids allow fat tailoring. *INFORM 8*, 1997, 1004.
- [11] Hutchins A.M., Lampe J.W., Martini M.C., Campbell D.R., Slavin J.L.: Vegetables, fruits and legumes. Effect on urinary isoflavonoid phytoestrogen and lignan excretion. *J. Am. Diet. Ass.*, **95**, 1995, 769.
- [12] Lambertsen G.: Marine lipids: production for food. *INFORM 10*, 1999, 345.
- [13] Miettinen T.A., Puska P., Gylling H., Vanhanen H., Vartiainen E.: Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic population. *New Engl. J. Medicine* **333**, 1308.
- [14] Mukherjee K.D.: Production and use of microbial oils. *INFORM 10*, 1999, 308.
- [15] Newton I.: Meetings probes n-3 fatty acids' medical role. *INFORM 8*, 1997, 176.
- [16] Owczarek L., Osińska M., Mączyńska D.: Produkty pochodzenia roślinnego a żywność funkcjonalna. *Przem.Spoż.*, **1**, 1999, 13.
- [17] Rickard S.E., Thompson L.U.: Health effects of flaxseed mucilage and lignans. *INFORM 8*, 1997, 860.
- [18] Shahidi F., Shukla V.K.S.: Nontriacylglycerol constituents of fats, oils. *INFORM 7*, 1996, 1227.
- [19] Wang C., Wixon R.: Phytochemicals in soybeans. Their potential health benefits. *INFORM 10*, 1999, 315.
- [20] Wang H., Murphy P.A.: Isoflavone content in commercial soybean foods. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 1994, 1666.
- [21] Ziemiański S., Budzyńska-Topolowska: *Tuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe*. PWN, Warszawa 1991.

## FUNCTIONAL FOOD MADE WITH OILSEEDS AND OILS

### S u m m a r y

Among functional food important group is enriched with some oils/fatty acids and certain compounds from oilseeds. These fatty acids are: essential fatty acids, n-3 fatty acids eg. EPA i DHA from fish oils and gamma-linolenic acid. On the world market we can find more and more products enriched with some fatty acids eg. beverages, spreads, bread, chocolates, noodles, milk products. Soyabean protein has well known and confirmed by FDA healthy effect: daily consumption of 25 grams of soyabean protein reduce risk of cardiovascular disease. A very new and very important functional fatty products are spreads with plant sterol esters which can reduce blood cholesterol up to 20%. ❏

RYSZARD MACURA

**WSPÓŁCZESNE KONCENTRATY WITAMINOWE**

## Streszczenie

W większości krajów rozwiniętych, w tym i w Polsce, spożycie witamin pokrywa zalecane minimalne dawki. Wiadomo jednak, że dostarczenie witamin kompleksu antyoksydacyjnego w ilościach większych niż minimalne, może mieć znaczne pozytywne skutki prozdrowotne. Z tego między innymi powodu w ostatnich latach notuje się wzrastającą popularność produktów wielowitaminowych. Wytwarzane są one zarówno z naturalnych koncentratów witaminowych jako źródła witamin, jak i z udziałem syntetycznych preparatów witaminowych. Praca jest próbą przedstawienia roli tych produktów w diecie i ich potencjalnego wpływu na stan zdrowia oraz ich pozycji na dzisiejszym rynku żywności.

**Wstęp**

Witaminy są to małowcząsteczkowe związki organiczne. Są katalizatorami reakcji biochemicznych. Dla wielu organizmów, w tym dla człowieka, są na ogół związkami egzogennymi i muszą być dostarczane z pożywieniem. W porównaniu z innymi składnikami pokarmowymi są substancjami niezbędnymi w bardzo małych ilościach. Dzielne zapotrzebowanie człowieka na większość witamin nie przekracza kilku, kilkunastu mg, jedynie witaminy C ok. 100 mg. Niektóre witaminy mogą być wytwarzane w organizmie z odpowiednich związków roślinnych zwanych prowitaminami np.  $\beta$ -karoten jest prowitaminą witaminy A.

Źródłem witamin i prowitamin są głównie rośliny i saprofityczne bakterie żyjące w przewodzie pokarmowym, a także tkanki zwierzęce, w których nagromadzają się niektóre z nich. Dokładne zapotrzebowanie ilościowe człowieka na poszczególne witaminy jest trudne do określenia m.in. ze względu na wzajemne oddziaływanie wielu z nich. Zależy ono od: wieku, płci, stanu zdrowia, cech osobniczych, okresu życia itp.

Brak określonych witamin czyli tzw. awitaminoza wywołuje bardzo ciężkie objawy chorobowe, w krajach rozwiniętych na ogół nie występuje. Niedobory witamin - hipowitaminoza wywołują spadek odporności organizmu i różne lekkie objawy. Szczególnie wrażliwa na brak witamin jest ogólnie pojęta skóra. Niedobory witamin

najczęściej są spowodowane niewłaściwym, jednostronnym odżywianiem, złym przyswajaniem witamin z pokarmu, zniszczeniem bakterii w przewodzie pokarmowym np. przez antybiotyki.

Nadmiar witamin, głównie tych rozpuszczalnych w tłuszczach, prowadzi również do objawów chorobowych zwanych hiperwitaminozami, są one prawie zawsze efektem przedawkowania w terapii witaminowej, a nie efektem złego odżywiania.

Większość witamin to substancje bardzo wrażliwe na działanie czynników fizycznych i chemicznych. Należy więc tak sterować procesami technologicznymi aby maksymalnie zachować skład jakościowy i ilościowy witamin podczas przetwarzania, składowania i dystrybucji. Ich zawartość często jest wskaźnikiem degradacji produktu w trakcie procesu technologicznego.

Przed omawianiem roli i znaczenia koncentratów witaminowych w żywieniu człowieka podkreślić należy, że odpowiednio bogata i zrównoważona dieta zapewnia dostarczenie organizmowi wszystkich niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania składników w tym także witamin. W tym aspekcie koncentraty witaminowe nabierają znaczenia funkcjonalnego, nie stanowią typowego składnika diety, a używane są w określonym celu, dlatego niejako z założenia stanowią żywność funkcjonalną.

## Historia koncentratów witaminowych

Koncentraty witaminowe są to preparaty otrzymywane z naturalnych surowców, tj. części roślin lub tkanek zwierzęcych szczególnie bogatych w witaminy. Były one podstawowym i jedynym poza dietą dodatkowym źródłem witamin jeszcze przed odkryciem i poznaniem roli jaką witaminy pełnią w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu.

Pierwszą substancją o charakterze witaminy, na którą zwrócono uwagę był kwas askorbinowy czyli substancja antyszkorbutowa, skąd pochodzi jego nazwa. Związek ten udało się wyodrębnić w postaci krystalicznej z soku cytryny i kapusty w 1918 roku, a w 1932 uzyskano ją syntetycznie. Wcześniej, zwłaszcza w epoce wielkich odkryć geograficznych w kuracjach antyszkorbutowych stosowano świeże owoce i warzywa zawierające znaczne ilości tego związku (w pierwszym rzędzie owoce cytrusowe).

Nazwy witamina (z łaciny) użyto po raz pierwszy w 1911 r. na oznaczenie substancji wyodrębnionej z łusek ryżowych i zapobiegającej chorobie beri-beri. Była to tiamina – witamina B1, którą syntetycznie uzyskano w 1936 r. Od tej chwili bardzo szybko rosła zarówno wiedza na temat witamin, jak i ich produkcja.

Ze względów historycznych, a także ze względu na zawartość witamin często o kilka rzędów większą niż przeciętna oraz wysoką w porównaniu do zapotrzebowania, również pewne określone części roślin i tkanki zwierzęce w których nagromadzają się niektóre witaminy mogą być uważane za pewnego rodzaju naturalne koncentraty wi-

taminowe. Przy wykorzystaniu ich jako źródła witamin muszą być one przetwarzane i utrwalane metodami zapewniającymi ich ochronę i wysoki stopień zachowania.

Obecnie kiedy niemal wszystkie witaminy uzyskuje się drogą biosyntezy lub syntezy chemicznej naturalne koncentraty witaminowe przyjmują rolę środków spożywczych lub parafarmaceutyków dostarczając organizmowi całego kompleksu substancji biologicznie czynnych, a nie tylko samych pojedynczych witamin. Coraz częściej są także wykorzystywane jako składniki farmaceutycznych preparatów witaminowych zwiększając ich siłę biologiczną. Taka kombinacja będzie w przyszłości coraz powszechniejsza, gdyż wykazuje wiele zalet. Jediną cechą ujemną takich mieszanek, ograniczającą ich szerokie stosowanie jest trudna do uzyskania odpowiednio wysoka stabilność.

Najbardziej rozpowszechniona, w przeszłości i obecnie, jest produkcja naturalnych koncentratów witaminy C lub C+P (nazywanych często kompleksem witaminy C z udziałem naturalnych bioflawonoidów) zarówno pod względem wielkości produkcji, jak i asortymentu. Jako surowce stosowane są w pierwszym rzędzie owoce dzikiej róży (400–1000 mg/100 g), owoce aceroli – wiśni kanadyjskiej (1500–2000 mg/100 g), owoce czarnej porzeczki (150–300 mg/100 g), owoce rokitnika (200–800 mg/100 g), igliwie sosny, intensywnie wykorzystywane w okresie II wojny światowej (150–350 mg/100 g), zielone łupiny orzecha włoskiego (2000–3000 mg/100 g) i oczywiście owoce cytrusowe. Nie można też pominąć pojawiających się coraz częściej roślin modyfikowanych genetycznie. Obecnie najwięcej prac dotyczy pomidorów również w kierunku zwiększenia zawartości witamin, zwłaszcza barwników karotenoidowych. Coraz większe znaczenie jako surowiec mają owoce roślin dziko rosnących pozyskiwane ze swych naturalnych stanowisk lub wprowadzane do uprawy.

Dobrym przykładem wykorzystywania surowca do produkcji koncentratów witaminowych jest schemat kompleksowego przerobu owoców dzikiej róży.

W pierwszym etapie owoce po rozdrobieniu poddawane są łagodnej ekstrakcji ciepłą wodą, a ekstrakt po filtracji i zagęszczeniu stanowi koncentrat witaminy C w formie syropu po dogęszczaniu cukrem lub w formie suchej po wysuszeniu rozpyłowym. Obie formy koncentratów uszlachetniane bywają często różnymi innymi dodatkami dając szeroką gamę produktów. Pozostałe wytloki ekstrahowane są następnie wrzącą wodą zwykle z uprzednim dodatkiem enzymów macerujących, a po filtracji ekstrakt jest zagęszczany i suszony. Uzyskany koncentrat zawiera ok. 20% bioflawonoidów oraz pektyny i garbniki, jest więc cennym surowcem przemysłu farmaceutyczno-zielarskiego. Pozostałe wytloki II są suszone i po oddzieleniu w separatorze nasion i włosków, z pozostałości po zmieleniu ekstrahowany jest olejem roślinnym karotenoidowy barwnik spożywczy - likopen o stężeniu w oleju ok. 100–200 mg/100g. Ponadto z nasion pozyskuje się olej bogaty w naturalne tokoferole, karotenoidy i nienasycone kwasy tłuszczowe. Stężenie witaminy E w oleju wynosi zwykle ponad 250 mg/100 g.

Od czasu opanowania biosyntezy  $\beta$ -karotenu przez pleśń (uzyskuje się stężenie w grzybni ponad 10 razy większe niż w marchwi) straciło na znaczeniu pozyskiwanie czystych preparatów karotenowych z surowców naturalnych. Wzrasta natomiast udział bogatszych, mniej oczyszczonych wyciągów z tych surowców stosowanych w celu wzbogacania i barwienia żywności. Dotyczy to zwłaszcza produktów dla dzieci i żywności, gdzie stosowanie sztucznych dodatków jest niedopuszczalne. Podstawowymi surowcami są tradycyjnie marchew, dynia, papryka, pomidory, olej palmowy, a także rośliny zielone jak szpinak, jarmuż, pokrzywa i inne. Pewną podgrupę koncentratów karotenoidowych stanowią też coraz liczniejsze i powszechnie stosowane naturalne barwniki karotenowe.

Karotenoidy są bardzo dobrze przyswajalne (ok. 8–10 razy lepiej) w obecności tłuszczu, natomiast bardzo słabo z surowych roślin zwłaszcza zielonych, gdzie są mocno związane w strukturze komórkowej. Obróbka termiczna i dodatek nawet małych ilości tłuszczu na ogół znacznie poprawia ich dostępność biologiczną. Obecnie wiele produktów spożywczych jest wzbogacanych w karotenoidy, w charakterze barwników. Chociaż stosowane dawki są stosunkowo niskie ich dostępność biologiczna i znaczenie w codziennej diecie są znaczące, gdyż najczęściej występują w formie emulsji tłuszczowych.

### **Witaminy antyoksydacyjne**

Stosunkowo nową i szybko rozwijającą się grupą produktów na rynku mającą wszelkie cechy żywności funkcjonalnej są koncentraty oraz napoje tzw. ACE. ACE jest skrótem pochodzącym od oznaczeń trzech witamin antyutleniaczy (A, C i E) niezbędnych do aktywnej ochrony organizmu przed wolnymi rodnikami.

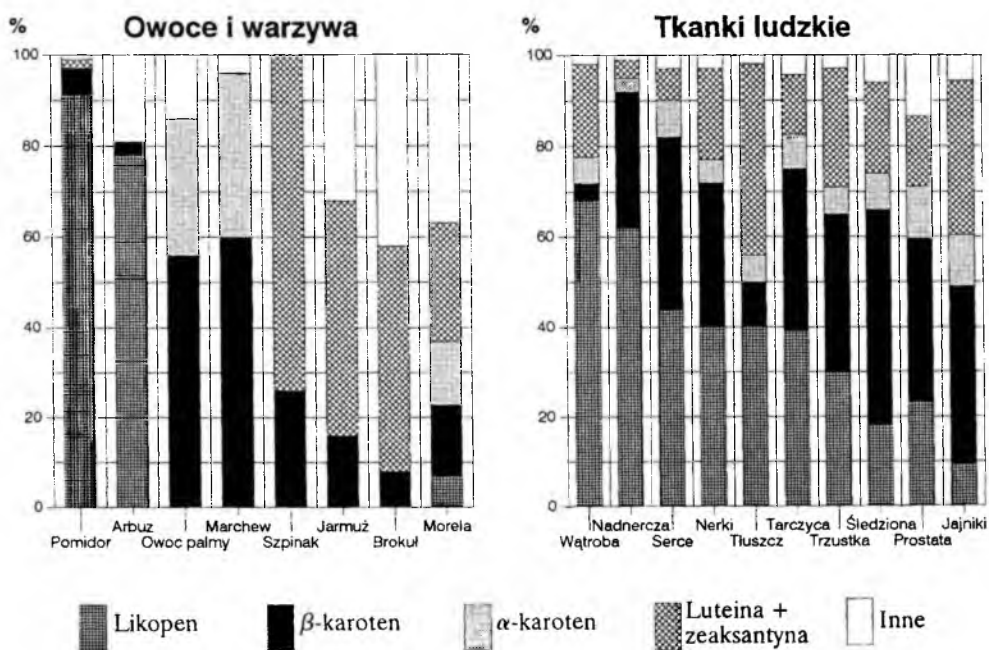
Wolne rodniki są to grupy atomów powstałe przez rozerwanie wiązania w cząsteczce związku organicznego w wyniku czego przy każdej części powstaje wolna wartościowość, stąd są one nietrwałe i bardzo reaktywne. W żywności i w organizmie wolne rodniki powstają pod wpływem światła słonecznego i ozonu, promieniowania radioaktywnego, wszechobecnych zanieczyszczeń środowiska, nadużywania alkoholu, palenia tytoniu, przewlekłych infekcji, nadużywania leków, a nawet stresu psychicznego. Także w normalnym zdrowym metabolizmie w procesach oddychania ok. 2% tlenu cząsteczkowego nie jest zredukowane do wody lecz do reaktywnych cząsteczek utleniających. Te uboczne produkty normalnego metabolizmu oraz zwiększonego obciążenia organizmu oddziałują na ściany komórkowe, białka, lipidy, a nawet materiał genetyczny, co z kolei jest przyczyną wielu chorób związanych z wiekiem i nowotworów.

Antyoksydacyjny system obronny w skomplikowany i nie całkiem jeszcze zrozumiały sposób chroni przed szkodliwym wpływem oxy-rodników. W systemie tym ogromną rolę odgrywają antyutleniające witaminy (A, C i E), karotenoidy, flawonoidy i antocyjany [3, 4, 6].

Złożoność tego procesu i współzależność wielu jego elementów są dobrze widoczne na przykładzie karotenoidów.

Karotenoidy są występującymi naturalnie żółtymi, pomarańczowymi, lub czerwonymi barwnikami, znajdującymi w wielu owocach i warzywach (rys. 1). Choć są normalnym składnikiem tkanek ludzkich i zwierzęcych syntetyzowane mogą być tylko przez organizmy zdolne do fotosyntezy, gdzie pełnią rolę wspomagającą przy pochłanianiu światła i ochronną przed fotooksydacją. Bez karotenoidów fotosynteza i w ogóle życie w atmosferze tlenowej byłyby niemożliwe.

Najlepiej znaną funkcją pewnych karotenoidów jest ich zdolność do konwersji w witaminę A, ale w żywych komórkach różne karotenoidy związane są z różnymi obszarami błon komórkowych wspomagając aktywny transport międzyfazowy woda-lipidy i są odpowiedzialne za regulację reakcji oksydacyjno-redukcyjnych. Obok roli fizjologicznego antyoksydanta pewne karotenoidy mogą podobnie jak kompleksy witaminy C i E stymulować system odpornościowy i usprawniać komunikację międzykomórkową [4, 6].

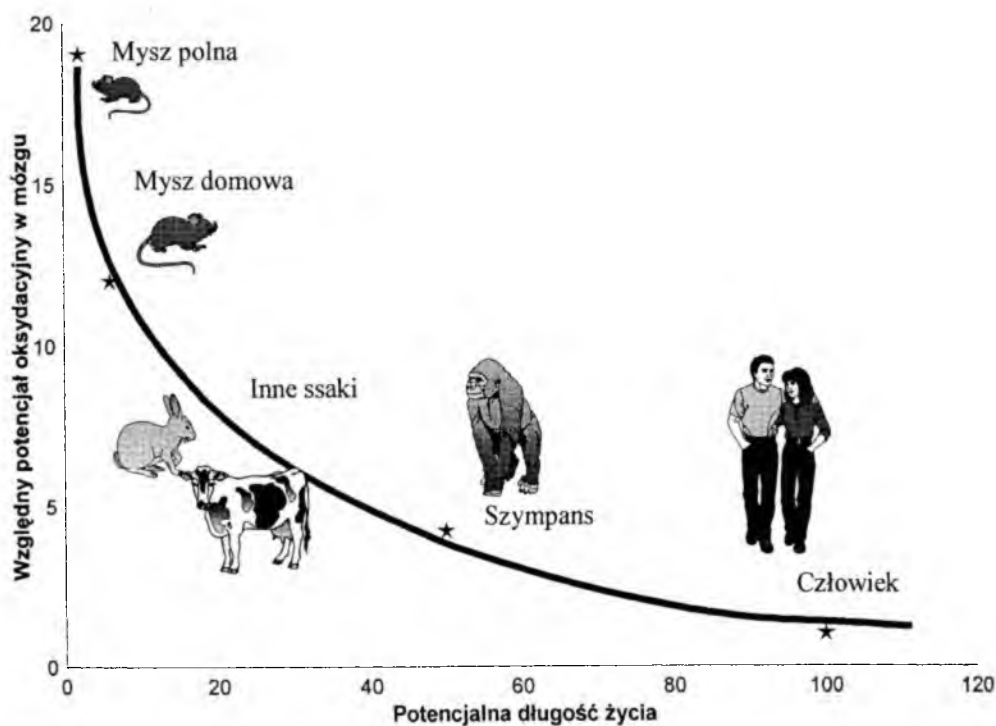


Rys. 1. Zawartość karotenoidów w niektórych owocach i warzywach oraz wybranych tkankach ludzkich [9].

Fig. 1. Carotenoids levels of some fruits and vegetables and of some human tissues [9].

Badania na zwierzętach wykazały, że kompleks różnych karotenoidów działa znacznie bardziej ochronnie niż którykolwiek pojedynczo, a ich kombinacja z witaminą C, E i bioflawonoidami jest jeszcze bardziej skuteczna w hamowaniu niekontrolowanego utleniania w żywych komórkach [6, 11].

Z drugiej strony badania kliniczne zakończone przedwcześnie w 1996 roku [7] wykazały, że przyjmowanie tylko  $\beta$ -karotenu przez osoby starsze z grupy zwiększonego ryzyka (palacze tytoniu i robotnicy pracujący z azbestem) zwiększyło ryzyko raka płuc i śmiertelność w badanej grupie. Mechanizm tego zjawiska nie został w pełni wyjaśniony. Przypuszcza się, że brak pozostałych składników kompleksu antyoksydacyjnego powoduje, że utleniony  $\beta$ -karoten nie może być zregenerowany i jako wolny rodnik wchodzi w reakcje ze składnikami komórek.



Rys. 2. Potencjalna długość życia ssaków jest silnie skorelowana z potencjałem antyoksydacyjnym mózgu i innych tkanek [5].

Fig. 2. Maximum lifespan potential is strongly correlated with antioxidant potential of brain and other tissues [5].



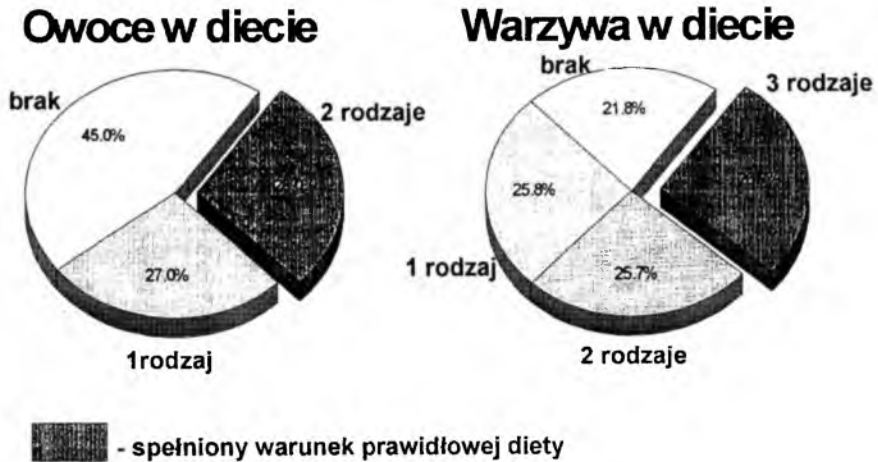
Obala to dość powszechnie funkcjonującą obiegową opinię, że  $\beta$ -karoten, karotenoidy i witamina A to prawie to samo. Podkreśla także korzyści stosowania witamin z naturalnych źródeł w tym koncentratów witaminowych w miejsce ich chemicznie czystych, syntetycznych odpowiedników.

Porównanie zdolności antyoksydacyjnych surowicy krwi i tkanek różnych ssaków pokazuje, że maksymalna potencjalna długość ich życia jest bardzo silnie skorelowana z potencjałem antyoksydacyjnym (rys. 2). Podobnie, liczne badania epidemiologiczne wykazują taką samą silną korelację pomiędzy rodzajem diety, a tzw. chorobami wieku podeszłego w tym nowotworowymi. Antyoksydanty żywności mają zdolność opóźnienia wystąpienia tych chorób lub nawet zapobiegania im.

Człowiek ma najsilniejszą z wszystkich ssaków obronę antyoksydacyjną co jest jednym z powodów, że żyje najdłużej. Celowe wydaje się więc świadome wpływanie na swoją dietę tak, aby tę obronę wzmacniać, a nie osłabiać. Możliwości poprawienia swojego zdrowia poprzez zmianę (poprawienie) diety są ogromne. Liczne jednostki badawcze np. National Cancer Institute czy Academy of Science w USA zalecają, żeby spożywać codziennie co najmniej dwa rodzaje owoców i trzy rodzaje warzyw. Jest to tzw. dieta 5D polegająca na spożywaniu owoców i warzyw przynajmniej pięć razy dziennie w łącznej ilości 500 g. Tymczasem zaledwie 8-9% Amerykanów i jeszcze mniejszy odsetek w innych krajach spełnia te minimalne wymagania (rys. 3). Powodem jest to, że są one trudne do spełnienia. Wymagają bardzo urozmaiconej diety, co z kolei wymaga zwiększonych nakładów zarówno organizacyjnych jak i finansowych. Tak urozmaicona dieta jest konieczna z uwagi na znacznie bardziej różnorodną zawartość składników biologicznie czynnych (np. karotenoidów, rys. 1) w tkankach ludzkich w stosunku do owoców i warzyw oraz innych produktów spożywczych.

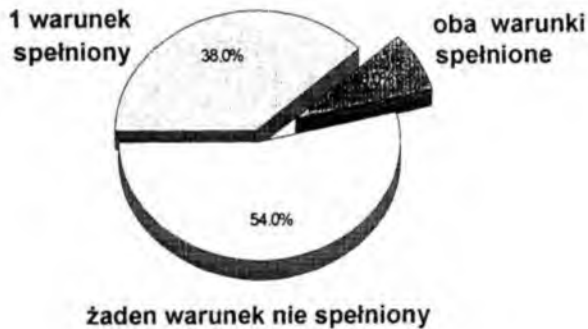
Lukę tę wypełnić mogą właśnie koncentraty witaminowe lub żywność wzbogacona przy ich pomocy. Wszystkie składniki kompleksu antyoksydacyjnego mogą być dostarczone z owocami i warzywami. Nawet w przypadku witaminy E ponad 25% w przeciętnej diecie pochodzi z owoców i warzyw.

Ponieważ witaminy antyoksydacyjne pełnią tak ważną rolę, istnieją uzasadnione powody aby dostarczać organizmowi tych związków w ilościach większych niż minimalne zalecane dawki. Obliczono skład diety idealnej pod względem zawartości tych witamin, aby mogły pełnić pro-zdrowotną rolę zapobiegania chorobom [1, 2, 9, 10]. Powinna ona zawierać ok. 200 mg witaminy C, 15–18 mg witaminy E oraz 10-12 mg karotenoidów z czego tylko ok. połowę czyli 5–6 mg powinien stanowić  $\beta$ -karoten. Ilości te są ok. trzykrotnie większe niż minimalne zalecane dawki (rys. 4).



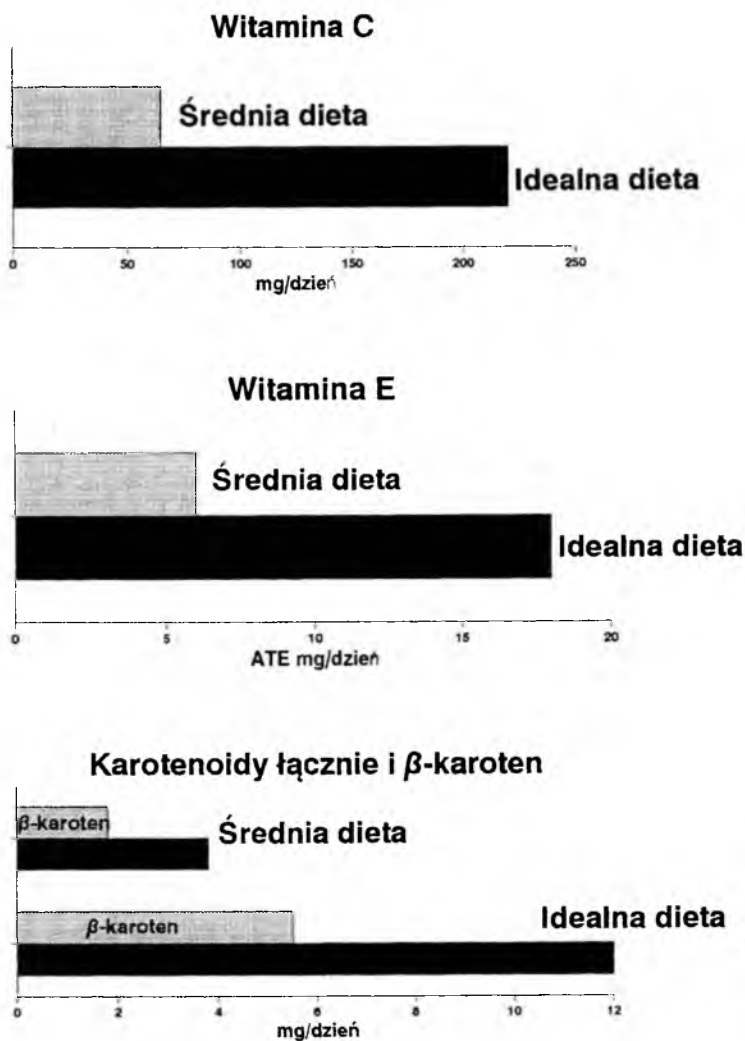
## Spełnienie obu warunków prawidłowej diety

I) 3 rodzaje warzyw II) 2 rodzaje owoców



Rys. 3. Spożycie owoców i warzyw przez dorosłych Amerykanów [8].

Fig. 3. Fruits and vegetables intakes of American adults [8].



Rys. 4. Zawartość witamin w średniej diecie w krajach rozwiniętych w porównaniu do diety idealnej spełniającej aktualne wytyczne zapobiegania chorobom (ATE:  $\alpha$ - tokoferol ekwiwalent) [1, 2, 9, 10].

Fig. 4. Current intakes of vitamins compared with the amounts provided by ideal diet meeting the current dietary guidelines for disease prevention (ATE:  $\alpha$ -tocopherol equivalent) [1, 2, 9, 10].

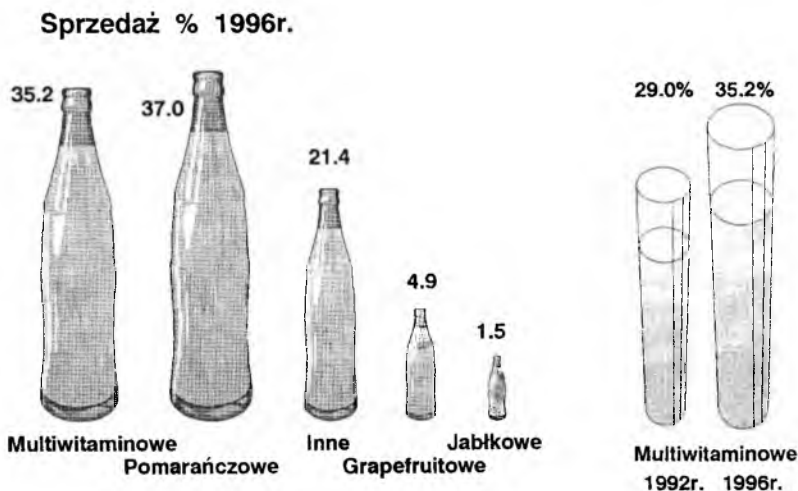
Zwiększone zapotrzebowanie na te, a także inne witaminy i mikroelementy wykazują coraz szersze grupy społeczeństwa. Podstawowe wskazania to:

- Nieodpowiednia dieta (fast food, żywność wysoko przetworzona).
- Intensywna praca zarówno fizyczna jak i umysłowa oraz brak snu.

- Intensywne uprawianie sportów.
- Rekonwalescencja i kuracje farmakologiczne.
- Nadużywanie używek.
- Specjalne diety.
- Podeszły wiek.

Na skutek zmian demograficznych grupa ludzi w podeszłym wieku jest coraz liczniejsza. Ludzie ci chcą być sprawni, aktywni, dysponują wolnym czasem i coraz większą siłą nabywczą. W celu pokrycia tego zapotrzebowania zwiększa się produkcję koncentratów witaminowych zwłaszcza koncentratów i napojów typu ACE. Są to produkty wygodne o bardzo dobrym smaku i atrakcyjnym wyglądzie, a przy tym dostarczające brakujących niezbędnych składników nie stwarzając jednocześnie niebezpieczeństwa zakłócenia delikatnej równowagi organizmu.

Od lat niekwestionowanym liderem na rynku koncentratów, soków i napojów jest smak pomarańczowy. W ostatnich latach coraz większy segment rynku zajmują napoje multiwitaminowe. Stanowią one obecnie ok. jedną trzecią światowej produkcji soków i koncentratów owocowych czyli niemal tyle samo ile soki pomarańczowe i ich udział nadal wzrasta (rys. 5). Należy tu zauważyć i przyznać, że często jednym ze składników tych produktów wielowitaminowych jest właśnie sok pomarańczowy.



Rys. 5. Udział różnych smaków napojów bezalkoholowych w światowym rynku [12].

Fig. 5. World wide sales of soft drinks classified along flavour [12].

Napoje i koncentraty wielowitaminowe, jako produkty finalne, występują na rynku w kilku wersjach. W pierwszej – luksusowej lub pełnej – całe zawarte w nich bogactwo pochodzi z odpowiednio dobranych składników naturalnych: owoców, warzyw, ziół, przypraw, bez dodatku witamin syntetycznych z wyjątkiem witaminy C, która często jest stosowana jako substancja ochronna w procesie technologicznym. Druga wersja, uboższa i tańsza zawiera w swoim składzie jeden lub kilka soków z owoców lub warzyw wzbogaconych witaminami syntetycznymi i solami mineralnymi. Trzecia wreszcie najuboższa grupa tych produktów zawiera rozcieńczone soki naturalne (czasem zaledwie 10%), witaminy syntetyczne oraz aromaty, barwniki i inne. Zbliżają się one do produktów sztucznych tzw. projektowanych czyli zestawionych przez technologa z prostych podstawowych składników elementarnych jak np.: sacharoza, glukoza, kwas cytrynowy,  $\beta$ -karoten, aromaty itd.

### Podsumowanie

Wśród innych rozwijających się funkcjonalnych napojów, jak napoje energetyczne, izotoniczne, ice-tea, napoje kawowe, czy napoje wielowitaminowe oparte na witaminach syntetycznych, będących produktami sztucznymi, zaprojektowanymi przez człowieka, naturalne napoje i koncentraty wielowitaminowe stanowią grupę wyróżniającą się nie tylko ze względu na własności zdrowotne, ale także na udział w rynku. Ich pozycja w przyszłości wydaje się niezagrażona mimo dość znacznej i wzrastającej obecnie popularności nowych produktów projektowanych.

### LITERATURA

- [1] Block G.: The data suport a role for antioxidants in reducing cancer risk. *Nutr. Rev.*, **50**, 1992, 207-213
- [2] Block G., Langseth L.: Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology*, **7**, 1994, 80-84.
- [3] Johnson L.E.: Food technology of the antioxidant nutrients. *Crit. Rev. in Food Sc. and Nutr.*, **35**, 1995, 149-159.
- [4] Johnson M.A., Fisher J.G.: Role of minerals in protection against free radicals. *Food Technology*, **5**, 1994, 112-120.
- [5] Florence T.M.: The role of free radicals in disease. *Aust. N. Z. J. Ophtalmol*, **1**, 1995, 3-7.
- [6] Niki E., Noguchi N., Tsuchihashi H., Gotoh N.: Interaction among vitamin C, vitamin E and beta-carotene. *Am. J. of Clinical Nutr.*, **65**, 1995, 1322-1326.
- [7] Omenn G.S., Goodman G.E., Thornquist M.D. i in.: Effect of a combination of beta-carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *New England J. of Med.*, **18**, 1996, 1150-1155.
- [8] Patterson B.H., Block G., Rosenberger W.F., Pee D., Kahle L.L.: Fruit and vegetables in the American diet: Data from the NHANES II survey. *Am. J. Pub. Health*, **80**, 1990, 1443-1449.

- [9] Siemensma A.D.: Functional carotenoids part 1. *Int. Food Ingredients*, **1**, 1997, 39-43.
- [10] Siemensma A.D.: Functional carotenoids part 2. *Int. Food Ingredients*, **2**, 1997, 15-20.
- [11] Steven K., Clinton M.,D.: Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr. Rev.*, **56**, 1998, 35-51.
- [12] WILD, Rudolf WILD GmbH & Co, ACE Drinks. Produkt Information, Eppelheim 1996.

## VITAMIN CONCENTRATES IN PRESENT-DAY

### S u m m a r y

In the vast majority of developed countries, including Poland, consumption of vitamin covers the recommended minimal doses. However, it is well known, that intake of antioxidant vitamin complexes, in the doses exceeding minimal level, may benefit human health. That explains, observed in the last years, growing popularity of multivitamin products. They are produced using as a vitamin source both natural vitamin concentrates and synthetic vitamin substitutes. In the work the attempt was made to demonstrate the role of such products in the diet, possible effect on human health as well as their position on food market. ☒

GRAŻYNA JAWORSKA

## CHARAKTERYSTYKA ŻYWNOŚCI DLA GRUP NARODOWOŚCIOWYCH, RELIGIJNYCH I SPOŁECZNYCH

### Streszczenie

Scharakteryzowano żywność zaliczaną do grupy tzw. żywności etnicznej, jak również alternatywne sposoby odżywiania, cieszące się największą popularnością w Polsce. Podano podstawowe zasady diety koshernej oraz klasyfikację produktów zaliczanych do żywności koshernej. Omówiono kuchnię chińską, integralnie związaną z filozofią i medycyną chińską. Przedstawiono podstawowe założenia diety Diamondów. Wyszczególniono motywy, jakimi kierują się ludzie stosując odżywianie wegetariańskie oraz omówiono różne typy diet wegetariańskich i ich wpływ na zdrowie człowieka.

### Wprowadzenie

W świecie obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania tzw. żywnością etniczną, czyli żywnością różnych grup narodowościowych, ale w szerszym rozumieniu tego pojęcia także żywnością grup religijnych i społecznych. Składa się na to kilka przyczyn. Duże ruchy migracyjne ludności, jakie mają miejsce szczególnie w Stanach Zjednoczonych oraz w krajach Europy Zachodniej powodują, że poszukuje się czynników mających wpływ na przystosowanie społeczne i kulturowe tych grup w nowych warunkach. Zdaniem Huia [9], jednym z głównych czynników jest odżywianie. Gruntowne poznanie zwyczajów żywieniowych imigrantów umożliwia wykorzystanie tej wiedzy w produkcji żywności dla nich przeznaczonej, a to ułatwia asymilowanie się grup narodowościowych czy religijnych w nowym społeczeństwie [10, 23]. Z drugiej strony, zainteresowanie żywnością etniczną jest związane z rozpowszechnianiem programów propagujących zdrowie, w których istotnym elementem jest promowanie zdrowego odżywiania. W tych programach podkreśla się, konieczność poznania motywów, jakimi kierują się ludzie przy wyborze żywności oraz okoliczności i zdarzeń, które rządzą nawykami żywieniowymi [26, 28]. Ponadto medycyna obserwuje duże

zróznicowanie w stanie zdrowia populacji, stąd badania odżywiania poszczególnych grup etnicznych pozwalają na znalezienie czynników wpływających na pojawienie się określonego schorzenia [23, 28].

Rezultatem gwałtownego rozwoju turystyki zagranicznej oraz komunikacji międzyludzkiej, poprzez rozwój środków masowego przekazu jak radio, telewizja, internet, jest również wzrost zainteresowania żywnością różnych regionów kuli ziemskiej. Następuje przenikanie do tradycyjnej kuchni narodów pierwiastków z kuchni regionalnych, a więc potraw, składników potraw, przypraw i sposobów przyrządzania [25, 26]. Jednocześnie obserwuje się duży popyt na tzw. żywność wygodną, czyli żywność produkowaną przemysłowo lub oferowaną w restauracjach, którą można łatwo i szybko przygotować do bezpośredniego spożycia w domu [22]. Przemiany jakie następują w sferze kulturowej niosą duże wyzwanie technologom żywności, nie wystarczy bowiem tylko zrozumieć i poznać preferencje żywieniowe grup etnicznych i społecznych, ale także należy zapoznać się z ich historią i kulturą. Zdaniem Uhl [25, 26], dopiero takie sofistyczne podejście może przynieść sukces w produkcji żywności etnicznej.

Celem przedstawianej pracy jest charakterystyka kuchni cieszących się w Polsce największym zainteresowaniem, a więc kuchni żydowskiej, kuchni chińskiej, diety Diamondów, makrobiotyki i wegetarianizmu.

### **Żywność koszerna**

Żywność koszerna produkowana jest w Polsce na eksport oraz z przeznaczeniem na rynek wewnętrzny. Prawo koszerne dotyczące żywności oparte jest na nakazach opisanych w Pięcioksięgu Mojżesza (III i V księga), czyli tzw. Torze [16]. W Talmudzie natomiast znajdujemy interpretacje i wyjaśnienie praw, niekiedy z szerszym komentarzem rabinicznym [5]. Należy zauważyć, że społeczeństwo żydowskie swoją wiarę opiera na zasadzie, że człowiek jest Bożą własnością, ponieważ Bóg go stworzył i utrzymuje przy życiu. Biblijne zasady zdrowia to jakby instrukcja, przy uwzględnieniu której człowiek może liczyć na sprawne funkcjonowanie swego organizmu i błogosławieństwo Boga, rozumiane bardzo często jako powodzenie w życiu. Pełnia płynących od Boga błogosławieństw dostępnych na Ziemi człowiekowi wiąże się nie tylko ze sferą praw duchowych, intelektualnych, ale dotyczy również zagadnień somatycznych, jak zdrowie, brak cierpienia czy głodu. Przestrzeganie prawa koszerności ma w swoim zamierzeniu zwiększać uswięcenie każdego, który je zachowuje. Zasadniczo nie są to prawa zdrowotne. Również ich wypełnienie jest niezależne od współczesnych interpretacji naukowych, dotyczących diety. Jednak należy podkreślić, że władze rabiniczne doceniają wartość badań naukowych i wprowadzają postęp techniczny do produkcji i nadzoru produkcji wyrobów koszernych [18].

Słowo koszer wywodzi się od słów hebrajskich kaszurt i kaszer, które na język polski można przetłumaczyć jako właściwy, odpowiedni. W Torze znajduje się 613



nakazów, które człowiek w dążeniu do uświęcenia powinien przestrzegać, z tego 30 dotyczy praw związanych z jedzeniem [5]. Należy zaznaczyć, że dopiero przestrzeganie wszystkich praw dotyczących diety, higieny codziennego życia, świętości życia fizycznego i moralnego decyduje o koszerności. Dlatego też, charakteryzując żywność koszerną warto przytoczyć niektóre z ważniejszych praw z Pięcioksięgu Mojżesza [16], mających znaczenie w wytwarzaniu żywności koszerej, choć bezpośrednio nie związanych z przepisami dietetycznymi. Jednym z podstawowych jest przestrzeganie świętości szabat. Szabat u Żydów był świętowany od piątku wieczorem do zachodu słońca w sobotę. Nakazywano powstrzymywanie się w nim od pracy, gotowania, sprzątnięcia, nauki. Każdy kto złamał szabat był nieczysty i wszystko zrobione w ten dzień stawało się nieczyste. W Torze podanych jest wiele zasad przestrzegania higieny osobistej. Do tego celu służyła woda, najlepiej bieżąca, którą stosowano m.in. do zmywania, obmywania, prania szat itp. Ważną dbałością o higienę osobistą możemy podsumować pouczeniem z Talmudu [5]: "Trzy rzeczy nie wchodzi w ciało, lecz czerpie ono z nich korzyści: mycie, namaszczenie i regularne wypróżnianie". Bardzo ważnym zagadnieniem było przestrzeganie zasad czystości w mieszkaniu i w otoczeniu miejsca zamieszkania. Przepisy nakazywały, aby budynki były wolne od grzybów, podawano zasady lokalizowania obiektów uciążliwych, jak cmentarze, garbarnie itp.

W starożytnym Izraelu, jak wskazuje Talmud [5], na zwykły posiłek ludzi ubogich składał się chleb i sól. Jeśli starczało pieniędzy na dodatkowe jedzenie zalecano następujący porządek zakupu: "Kto posiada jeden mana (sto sykli), powinien kupić miarkę jarzyn do swego garnka, jeśli ma dziesięć mana powinien kupić trochę ryb do swego garnka, jeśli ma pięćdziesiąt mana, powinien kupić trochę mięsa do swego garnka, a jeśli ma sto mana, może sobie codziennie jeść gotowane mięso".

Wszystkie pokarmy oraz wyposażenie wykorzystywane do ich przygotowania podzielone zostały przez rabinów na cztery kategorie: mięsne (jidisz – fleiszig), nabiałowe (jidisz – milchig), neutralne (hebrajski – parve lub pareve) oraz niedopryjęcia, trefne (jidisz – traif). Do produktów neutralnych zalicza się niektóre gatunki chleba, ciast i ciasteczek, kasze, jaja, ryby oraz jarzyny i owoce. Należy także podkreślić, że produkt był wtedy koszerny, kiedy wszystkie jego składniki były koszerne [4, 18].

Jeśli chodzi o produkty mięsne, to Prawo Mojżeszowe podaje Żydom szczegółowy wykaz zwierząt dozwolonych do spożywania. W Księdze Kapłańskiej w rozdz. 11 oraz Księdze Powtórzonego Prawa w rozdz. 14 [16], podany jest podział na zwierzęta czyste i nieczyste. Dozwolone jest więc jedzenie zwierząt parzystonogich i przeżuwających, jak: krowy, owce, sarny oraz ryb z płetwami i łuskami. Niedozwolone jest spożywanie mięsa np. wielbłąda, konia, świstaka, zająca, świni, ślimaków, krewetek, homarów, mięsa drapieżników i ptaków drapieżnych. Nie wolno jeść mięsa zwierząt padłych od starości, zarazy lub wypadku. Aby mięso było koszerne zwierzę musi zabić rytualny rzeźnik, koszernym nożem, a miejsce przecięcia tętnicy jest dokładnie opisane

w Prawie. Po zabiciu szczególnie bada się czy zwierzę było zdrowe (przede wszystkim płuca), zwraca się także uwagę na anomalię w budowie zwierzęcia. Wszelkie odstępstwa są powodem do uznania mięsa za nieczyste.

Ponadto Pisma Starego Testamentu zabraniają spożywania krwi oraz tłuszczu zwierzęcego, nawet gdyby pochodziły ze zwierząt czystych, jak również padliny. Nie wolno także mieszać potraw mlecznych i mięsnych. Jeden z ważniejszych nakazów określa, że po jedzeniu mięsa przez 3-6 godz. nie należy jeść produktów mlecznych. Po mlecznych mięso można spożywać po 1 godz. Także gospodyni domowa powinna mieć osobne naczynia do przyrządzania potraw mlecznych, a osobne do mięsnych.

Obecnie nad przemysłową produkcją żywności koszerej nadzór powinien sprawować uprawniony rabin. Rabin klasyfikuje żywność do jednej z czterech kategorii oraz kontroluje czy proces produkcji jest zgodny z ustalonymi zasadami. W wielu krajach żywność koszerna jest oznaczona słowem „kosher” lub literą „k”. W Stanach Zjednoczonych żywność koszerna stała się obszernym działem rynku. Ocenia się, że 30% artykułów znajdujących się w typowym supermarkecie jest opatrzona napisem żywność koszerna. Jednocześnie stwierdzono, że tradycyjni koszerzy konsumenci stanowią tylko 25-30% ogółu. Odbiorcami tej żywności są także muzułmanie, wyznawcy kościoła Adwentystów Dnia Siódmego, wegetarianie, ludzie nietolerujący laktozy, ale także inni konsumenci, którzy oznaczenie koszerności traktują jako znak, że produkty są oceniane, a ich wytwarzanie jest dodatkowo nadzorowane [18, 19].

## **Kuchnia chińska**

Dla Chińczyków odżywianie jest podstawowym elementem decydującym o zachowaniu zdrowia. Medycyna chińska, w przeciwieństwie do zachodniej, nie wyróżnia jednostek chorobowych lecz traktuje człowieka całościowo [6]. Choroba jest więc zakłóceniem równowagi w organizmie i może być wywołana brakiem pewnych składników lub energii lub też niewłaściwym jej obiegiem. Każdy człowiek obdarzony jest energią życiową tzw. Czi, którą czerpie z powietrza, pokarmu i tzw. zapasu przedurodzeniowego. Bogate w energię Czi są dojrzałe na słońcu owoce i warzywa pochodzące z upraw organicznych, hodowane tradycyjnie zwierzęta i otrzymane z nich produkty oraz naturalna woda źródłana.

Kuchnia chińska, podobnie jak cała chińska filozofia opiera się na koncepcjach pięciu elementów, przemian, czyli drewna, ognia, ziemi, metalu i wody oraz dwóch pierwiastków jin i jang [6]. Produkty spożywcze oraz zioła zostały sklasyfikowane pod względem smaku na: kwaśne (żywiół drewna, związany z wątrobą i pęcherzykiem żółciowym), gorzkie (żywiół ognia, związany z sercem, jelitem cienkim, systemem krążenia krwi), słodkie (żywiół ziemi, związany z żołądkiem i śledzioną), ostre (żywiół metalu, związany z płucami i jelitem grubym), słone (żywiół wody, związany z nerkami i pęcherzem moczowym). Natomiast ze względu na oddziaływanie energetyczne pro-

dukty spożywcze podzielono na: gorące (np. kora cynamonu), ciepłe i rozgrzewające (np. marchew, rodzyunki), neutralne (np. ziemniaki, sezam), ochładzające i odświeżające (np. biała rzodkiew, pomidor, bakłażan, ogórek, cytryna, gruszki, jogurt) oraz zimne (np. korzeń rabarbaru, wodorosty, sól). Przy czym pożywienie gorące i ciepłe związane jest z aspektem jang, a ochładzające i zimne z jin. Z powyższą klasyfikacją wiąże się podział wszystkich chorób na choroby gorące i choroby chłodne. W zależności od rodzaju choroby zaleca się odpowiedni rodzaj pożywienia i odpowiednią terapię.

W kuchni chińskiej istotny jest również sposób przygotowania potraw [6]. W przypadku, gdy przygotowujemy posiłek ma znaczną przewagę któregoś z pierwiastków, to możemy zastosować jingizowanie potraw z przewagą pierwiastka jang, np. poprzez skrapianie potrawy cytryną, lub jangizowanie w przypadku przewagi pierwiastka jin, dodając potrawom ognia, czyli energii, a więc najczęściej przez gotowanie. Ponadto warto podkreślić, że w kuchni chińskiej każda pora roku ma charakterystyczny sposób przyrządzania i gotowania jedzenia. Nie bez znaczenia jest także metoda krojenia, rodzaj naczyń czy sztućców używanych przy przygotowaniu potraw.

Tradycja chińska sprawy odżywiania traktuje bardzo indywidualnie. Każdy bowiem organizm ma właściwą mu budowę, konstrukcję, przeżył inne żywioły i ma charakterystyczną równowagę jin i jang oraz pięciu żywiołów. Ponadto sposób odżywiania zależy od pory roku, dnia, zmian pogody itd.

## **Dieta Diamondów**

Nazwa diety Diamondów pochodzi od nazwiska jej twórców, małżeństwa Harveya i Marilyn Diamondów. Małżeństwo to poszukiwało sposobów skutecznego zrzucenia nadwagi, choć opracowana przez nich dieta z założenia przeznaczona jest nie tylko dla osób odchudzających się, ale dla każdego, kto cierpi na chroniczny brak energii i różne schorzenia [1]. W opracowaniu metody odżywiania korzystali z doświadczeń lekarzy amerykańskich między innymi dr Williama Howarda Haya oraz dr Normana Walkera. Hay w zaproponowanym przez siebie programie odżywiania kładł nacisk na spożywanie prawidłowo zestawionych posiłków, zachowanie równowagi kwasowo-zasadowej w organizmie oraz zapewnienie efektywnej eliminacji resztek pokarmowych [24]. Natomiast Walker podkreślał znaczenie spożywania naturalnego pokarmu, w którym nie zostały unieczynnione enzymy, a za taki uznawał świeże owoce i warzywa oraz świeżo wyciśnięte z nich soki [27]. W diecie Diamondów nie jest zasadą ile jesz, lecz kiedy i w jakim zestawieniu [1]. Obserwacje wskazują, że organizm dąży do pełnego zdrowia i osiąga je poprzez nieustający proces oczyszczania. Organizmowi w tym procesie trzeba pomóc nie zakłócając naturalnych cykli. Stąd też dobę podzielono na 3 cykle, w których dominują procesy: pobierania pokarmu, asymilacji i wydalania. Kolejna ważna zasada to zasada właściwego komponowania posiłków. W celu ułatwienia trawienia nie zaleca się mieszania dwóch skoncentrowanych

produktów w jeden posiłek, szczególnie pokarmów białkowych (np. mięsa i sera, mięsa i mleka).

Diamondowie wskazywali na konieczność zapewnienia organizmowi wystarczającej, dobrej jakościowo wody [1]. W diecie powinno być 70% owoców i jarzyn, a tylko 30% produktów skoncentrowanych, takich jak: chleb, kasze, mięsa, produkty mleczne, gotowane jarzyny.

Dieta Diamondów cieszyła się i cieszy wielką popularnością nie tylko w Ameryce ale również w Europie, w tym Polsce. Jednak niektórzy ją stosujący zwracali uwagę na pewną sztywność zasad. Dlatego Marilyn Diamond opracowała kilka lat temu bardziej liberalny program pod nazwą FITONICS® [2]. FITONICS® to nie tylko sposób odżywiania, ale to styl życia, podkreślający, że obok diety w zachowaniu zdrowia dużą rolę odgrywają regularne ćwiczenia fizyczne i pozytywne myślenie.

Zasady programu FITONICS® można za Błaszczyszyn [2] streścić w następujących punktach:

1. Utrzymuj czystość jelita grubego poprzez jedzenie surowych owoców, warzyw i produktów wysokobłonnikowych.
2. Utrzymuj zasoby enzymatyczne i wysoki poziom energii poprzez jedzenie jednego surowego posiłku dziennie, składającego się z owoców i warzyw.
3. Usprawniaj trawienie, poprzez zażywanie tabletek z enzymami podczas posiłków gotowanych.
4. Unikaj łączenia białka zwierzęcego ze skrobią, aby schudnąć i podnieść poziom energii.
5. Rób dzień surówkowy, aby utrzymać zdrowy alkaliczny odczyn w organizmie.
6. Unikaj cukru, słodczy i chemicznych słodzików.
7. Każdego ranka ustaw pozytywne myślenie na cały dzień.
8. Codziennie przez 12-20 min. wykonuj ćwiczenia gimnastyczne.

## Wegetarianizm

Wegetarianizm w potocznym rozumieniu to bezmięсны sposób odżywiania [20]. Termin wegetarianizm pochodzi od łacińskiego słowa *vegetabilis* – roślinny [29]. Przy czym należy podkreślić, że wegetarianizm to nie tylko określony sposób odżywiania, lecz może przede wszystkim przyjęcie odmiennej filozofii życia obejmującej problematykę zdrowia fizycznego i psychicznego, zagadnienia ekonomiczne, ekologiczne, moralne i kulturowe. Wegetarianizm to także zmiana stylu życia, kierunku aspiracji i sprzeciw przeciwko stereotypom obyczajowym i najogólniej mówiąc tradycji [7, 20].

Współczesny wegetarianizm jest niejednorodny [7, 14]. Ludzie różnych kultur, środowisk, religii, o różnym statusie społecznym i ekonomicznym przechodzą na wegetarianizm, kierując się różnymi motywami. Wśród tych motywów należy wymienić:

- Względy religijne, istotne dla ludzi zainspirowanych kulturami wschodu np. buddyzmem, wyznawców Kościoła Adwentystów Dnia Siódmego.
- Obronę świata zwierząt przed drapieżnością człowieka. Wegetarianie swoją postawą chcą ulżyć doli istot żyjących, zwrócić uwagę na cierpienie zwierząt i bezsens ich egzystencji. Niektórzy traktują zwierzęta jako swoich mniejszych braci i siostry.
- Względy ekologiczne, w których dominującym zagadnieniem jest zwrócenie uwagi na obronę świata przyrody przed rabunkową gospodarką człowieka. Podaje się przykłady niepotrzebnego niszczenia lasów w dorzeczu Amazonki czy stepów w Australii i Afryce w celu pozyskania ziemi do hodowli zwierząt na skalę przemysłową.
- Wrażliwość człowieka w stosunku do innych ludzi. Podkreśla się, że w krajach Trzeciego Świata panuje głód, gdy tymczasem zwierzęta hodowlane zjadają więcej zboża, soi i innych produktów roślinnych niż ludzie. Przytaczane są dane liczbowe, według których z 80% wyprodukowanego na świecie białka zwierzęcego korzysta tylko 25% ludności świata, a jednocześnie 15% ludzi umiera z głodu zaś 35% cierpi na znaczne niedobory pokarmowe.
- Względy zdrowotne, to motywy które najbardziej przemawiają w krajach wysoko uprzemysłowionych. Zmiana diety na wegetariańską ma chronić przed zagrożeniami chorobami, w tym w szczególności przed chorobami cywilizacyjnymi.

Ostatnio coraz więcej badań poświęca się wpływowi różnych form wegetarianizmu na zdrowie człowieka oraz na wydolność psychofizyczną w różnych okresach życia i odmiennych warunkach bytowania człowieka [3, 11, 12, 13, 20, 29]. Stwierdzono, że dieta wegetariańska: wydłuża życie, chroni przed otyłością, zmniejsza ryzyko choroby wieńcowej serca, zmniejsza ciśnienie tętnicze krwi, zmniejsza ryzyko zapadalności na nowotwory, zmniejsza ryzyko powstania cukrzycy insulinozależnej, obniża zawartość cholesterolu całkowitego w surowicy krwi, jest bogata w antyoksydanty. Jednocześnie wykazano także niekorzystne oddziaływanie diet wegetariańskich na organizm człowieka. Mogą one m in. wywoływać niedobory witamin z grupy B, szczególnie witaminy B12, powodować niedobory wapnia i witaminy D (co jest przyczyną zwiększonego zachorowania na osteomalację), oraz żelaza i cynku [17, 20, 29].

Różnorodność motywów jakimi kierują się ludzie będący na diecie wegetariańskiej, powoduje, że istnieją różne formy wegetarianizmu [7, 14]. Wegetarianizm ścisły czyli weganizm, nie uwzględnia w racji pokarmowej jakichkolwiek produktów pochodzenia zwierzęcego. W ramach weganizmu można wyszczególnić: witarianizm czyli żywienie samymi surowymi owocami i warzywami, frutarianizm czyli żywienie samymi surowymi owocami oraz sprutarianizm czyli żywienie przede wszystkim kiełkami roślin i ich młodymi pędami. Kolejnymi odmianami wegetarianizmu jest lakto-wegetarianizm, włączający do diety obok produktów roślinnych mleko i jego przetwo-

ry oraz laktoowegetarianizm, czyli dieta laktowegetariańska wzbogacona w jaja. W Polsce popularna jest makrobiotyka [15]. Podstawą pożywienia makrobiotyków są nieoczyszczone ziarna różnych zbóż, których zalecany udział w diecie powinien wynosić około 70%. Ponadto posiłki uzupełnia się warzywami (do 30%), surówkami i owocami (do 15%) oraz zupami (do 10%) i deserami (do 5%). W tym systemie produktów zwierzęcych raczej się nie zaleca, ale w określonych przypadkach mogą być obecne w diecie.

Na podstawie przeprowadzonych badań porównawczych stanu zdrowia różnych grup wegetarian, jak i niewegetarian naukowcy doszli do wniosku, że najodpowiedniejszą dietą jest laktowegetarianizm, laktoowegetarianizm i semiwegetarianizm [3, 12]. Pomimo tego, że wielu lekarzy zwraca uwagę na zagrożenia dla zdrowia diety wegetariańskiej, a szczególnie wegańskiej, należy podkreślić, że jest to jeden z najbardziej dynamicznie rozwijających się kierunków odżywiania. Na początku lat 90. szacowano, że w Wielkiej Brytani jest około 3,5 miliona wegetarian [20] lub według innych źródeł nawet 7 milionów [8]. Natomiast w Stanach Zjednoczonych do wegetarianizmu przyznaje się 12,4 miliona osób, czyli prawie 7% populacji [21]. W Polsce na przestrzeni ostatnich lat daje się zauważyć coraz większe zainteresowanie wegetarianizmem, jednak w dostępnej literaturze brak jest nawet szacunkowych danych o ilości wegetarian.

### Podsumowanie

Na Zachodzie Europy i w Stanach Zjednoczonych dokładnie bada się tendencje rynku, skalę zainteresowania i popytu, po to aby zaspokoić potrzeby potencjalnego klienta. Jest to o tyle ważne zagadnienie, że badania marketingowe wskazują, że konsumenci tzw. żywności etnicznej są najczęściej dobrze wykształceni, posiadają dużą siłę nabywczą oraz poszukują żywności wysokiej jakości [25]. Ponadto należy zaznaczyć, że w krajach wysokoprzemysłowych, gdzie jest duże nasycenie rynku tradycyjnymi produktami spożywczymi, producenci poszukują nisz rynkowych. W Polsce, choć w niewielkim nasileniu, także obserwuje się to zjawisko, ponieważ w sklepach, szczególnie dużych miast, pojawia się coraz więcej produktów, które można zaliczyć do żywności etnicznej.

## LITERATURA

- [1] Błaszczyszyn M.: Dieta życia. Spółdzielcza Agencja Reklamowa SPAR, Warszawa 1991.
- [2] Błaszczyszyn M.: Pełnia życia. FITONICS®. Wysokoenergetyczny styl życia dla XXI wieku. Wyd. Sic!, Warszawa 1998.

- [3] Čechová D.: Zdravý životný štýl: rozdiely v informovanosti vegetariánov a nevegetariánov. *Hygiena*, **40**, 6, 1995, 396-400.
- [4] Chaudry M.M., Regenstein J.M.: Implication of biotechnology and genetic engineering for kosher and halal foods, *Trends in Food Science and Technology*, **5**, 1994, 165-168.
- [5] Cohen A.: *Talmud*. Wyd. Cyklady, Warszawa, 1995.
- [6] Dioloso C.: *Chiny, kuchnia...tajemnice medycyny*. Wyd. M.Kudelska i M. Kalmus. Kraków 1990.
- [7] Grodecka M.: *Wszystko o wegetarianizmie*. Wyd. Vega Katowice i SPAR Warszawa, 1995.
- [8] Hardinge F., Hardinge M.: The vegetarian perspective and the food industry. *Food Technol.*, **10**, 1992, 114-116, 121.
- [9] Hui M.K.: A typology of consumption based on ethnic origin and media usage. *European Journal of Marketing*, **32**, 9/10, 1998, 868-883.
- [10] Koctürk T., Bruce C.: Human migration and nutrition. An overview. *Scand. J. Nutr.*, **40**, 1996, S81-S83.
- [11] Krajčowičová-Kudláčková M., Šimončič R., Béderová A., Klavanová J., Babinska K., Grančičová E.: Plasma fatty acid profile and prooxidative-antioxidative parameters in vegetarians. *Nahrung*, **39**, 5/5, 1995, 452-457.
- [12] Krajčowičová-Kudláčková M., Šimončič R., Béderová A., Magálová T., Klvanová J.: Je vegetariánske stravovanie rizikom aj pre dospelých? *Hygiena*, **42**, 3, 1997, 139-146.
- [13] Krajčowičová-Kudláčková M., Šimončič R., Béderová A., Grančičová E., Magálová T.: Influence of vegetarian and mixed nutrition on selected haematological and biochemical parameters in children. *Nahrung*, **41**, 5, 1997, 311-314.
- [14] Kulvinskas V.: *Survival into the 21st century*. Omangod Press, 1981.
- [15] Olko Z.: *Makrobiotyka w polskiej kuchni*. Wyd. Księga i Wiedza, Inowrocław 1999.
- [16] *Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu. Biblia Tysiąclecia*. Wyd. Pallottinum, wyd. IV, Poznań - Warszawa, 1984.
- [17] Rauma A. L., Törrönen R., Hänninen O., Mykkänen H.: Vitamin B-12 status of long-term adherents of a strict uncooked vegandiet ("living food diet") is compromised. *J. Nutr.*, **125**, 10, 1994, 2511-2514.
- [18] Regenstein J. M., Regenstein C.E.: Current issues in kosher foods, *Trends in Food Science and Technology*, **3**, 1991, 50-54.
- [19] Regenstein J. M., Regenstein C.E.: The kosher food market in the 1990s – a legal view, *Food Technology*, **10**, 1992, 122-126.
- [20] Sanders T.A.B., Reddy S.: Nutritional implications of a meatless diet. *Proceedings of the Nutrition Society*, **53**, 1994, 297-307.
- [21] Sloan E. A.: Minding the move to meatless. *Food Technol.*, **2**, 1994, 38.
- [22] Sloan E.A.: The explosion of multi-cultural cuisine. *Food Technol.*, **3**, 1994, 74, 76.
- [23] Svederberg E.G.: Conceptions behind choice and use of food. *Scand. J. Nutr.*, **40**, 1996, S98-S100.
- [24] Tissier J.: *Łączenie pokarmów dla wegetarian. Zdrowa dieta zgodnie z zaleceniami doktora Williama H. Haya*. Wyd. Interspar, Warszawa 1992.
- [25] Uhl S.: Ingredients: The building blocks for developing "new" ethnic foods. *Food Technol.*, **7**, 1996, 79-85.
- [26] Uhl S.: New ethnic entrees. *Food Product Design*, **7**, 1998, 41-60.
- [27] Walker N.W.: *Kwitające zdrowie*. Agencja Wydawnicza "COMES", Warszawa 1997.
- [28] Wang M.C. Crawford P.B., Bachrach L.K.: Intakes of nutrients and foods relevant to bone health in ethnically diverse youths. *J. Am. Diet. Assoc.*, **97**, 9, 1997, 1010-1013.
- [29] Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: Podstawy naukowe wegetarianizmu (przeгляд piśmiennictwa światowego). *Żyw. Człow. i Metabol.*, **20**, 3, 1993, 221-240.

## CHARACTERISTIC OF FOODS FOR ETHNIC RELIGIONS AND SOCIAL GROUPS

### S u m m a r y

The paper concerns the characteristic of so called „ethnic food” also of alternative ways of nutrition, which are the most popular in Poland. The basic concepts of kosher diet and classification of kosher food products are presented. The paper describes Chinese cuisine which is integrally bounded with philosophy and Chinese medicine. It discussed the basic ideas of Diamond's diet. Also motives of people choosing vegetarian life style are listed and different vegetarian diets and their effects on human health are presented. ❖



STANISŁAW ZALEWSKI

## SYSTEM PROZDROWOTNEGO ŻYWIENIA W GASTRONOMII

### Streszczenie

Zaproponowano system prozdrowotnego żywienia w polskiej gastronomii łączący w systemie informatycznym zalecenia żywieniowo-dietetyczne mierzone w składnikach z recepturami opracowanych potraw, prowadząc do powstania banku prozdrowotnych receptur dla wybranych diet. W systemie uwzględniono zabezpieczenie zdrowia konsumentów przez stosowanie systemu HACCP, które w połączeniu z bankiem receptur tworzą bazę danych kapituły hasła i znaku „Tu zjesz zdrowo”.

### Żywienie prozdrowotne w gastronomii na świecie i w Polsce

Ojcem idei prozdrowotnej gastronomii jest Brytyjczyk George Glew [10], który już w latach 70. przewidział, że wzrastająca świadomość żywieniowa społeczeństw wymusi na gastronomii włączenie posiłków prozdrowotnych w ofertę dań.

Idea ta jednak dopiero w latach 90. skryształizowała się w różnych formach prozdrowotnej gastronomii w wielu krajach [6, 8, 9, 12, 13, 14, 16]. Przyczyną tak długiego okresu „inkubacji” żywienia prozdrowotnego w gastronomii jest trudne przekładanie się świadomości żywieniowej konsumentów na wybór prozdrowotnego posiłku w restauracji [1, 7, 18]. Nawet konsumenci o wysokiej świadomości żywieniowej, kupujący w sklepach prozdrowotne produkty, postrzegają sytuację zamawiania posiłku w restauracji jako coś specjalnego i kierują się głównie smakiem lub chęcią poznania nowości odkładając zasady prozdrowotnego żywienia na domowe okazje [1, 2, 7]. Bardziej stosują się do zaleceń wiedzy żywieniowej konsumenci często korzystający z usług gastronomii w formie „business-lunch” i stołówek (zamawiając do 15% ofert prozdrowotnych) [1, 9].

Drugą barierą ograniczającą „zamawiania” dań prozdrowotnych w gastronomii jest bardzo różne rozumienie prozdrowotnej diety przez konsumentów różnych krajów i różnych grup społecznych [16, 21]. Np. konsumenci krajów basenu morza śródziem-

nego kojarzą prozdrowotność diety z jej świeżością - naturalnością (produkty nie przetworzone) i takich ofert oczekują od prozdrowotnej gastronomii [16]. Nawet w krajach środkowej i północnej Europy oraz Stanów Zjednoczonych i Kanadzie gdzie dominuje rozumienie potrzeby ograniczania tłuszczu, cholesterolu i kalorii w diecie, prozdrowotne zamówienia składa niewielu konsumentów, np. w Wlk. Brytanii z prozdrowotnych ofert lunchu korzysta tylko 3% uczniów i 15% osób dorosłych przy czym uczniowie jedli prozdrowotne przekąski, a dorośli preferowali prozdrowotne dania obiadowe [9]. W Stanach Zjednoczonych konsumpcja prozdrowotnych ofert menu nie przekracza 10% obrotu [19]. Mimo to, populacja Brytyjczyków deklaruje wysokie zainteresowanie żywnością prozdrowotną (77%) i uważa, że wprowadzenie dań prozdrowotnych do menu skłoni do częstszego odwiedzania zakładów gastronomicznych - podobne deklaracje składają polscy konsumenci [1, 7].

W Niemczech gdzie świadomość potrzeby ograniczania spożycia tłuszczu sięga 70% bardziej odwiedzane są zakłady oferujące żywność ekologiczną czy wegetariańską niż menu prozdrowotne [16, 21].

Spośród 300 amerykańskich przedsiębiorstw gastronomicznych 30% deklaruje realizację żywienia prozdrowotnego lecz oferta ta dotyczy w większej mierze produktów spożywczych (napoje niskokaloryczne) i dodatków (zamienniki soli i cukru) niż dań obiadowych, lecz przewiduje w przyszłości (publikacja z 1995 r.) wprowadzenie dań z obniżoną zawartością tłuszczu, glutamianu i soli [3] - ciekawe jest u Amerykanów kojarzenie prozdrowotności żywności z eliminacją glutamianu powtarzające się w różnych publikacjach [3, 11, 17].

Polską specyfiką jest natomiast rozumienie prozdrowotności jako lekkostrawność czyli dieta z przeznaczeniem dla dzieci, ludzi starszych i z chorobami przewodu pokarmowego i to zarówno w populacji żywiącej się „dietetycznie”, jak i przypadkowych respondentów pytanych na ulicy i w normalnych restauracjach [1, 7].

Zarówno w krajach Unii Europejskiej, jak i w Stanach Zjednoczonych, a także w Polsce 70-90% respondentów uważa, że żywność w znaczny sposób wpływa na stan zdrowia i podobny procent oczekuje oferty prozdrowotnej w karcie menu (69% USA, 77% WK Brytanii i Polsce). Jednak mimo wysokiej świadomości żywnościowej zamawianie dań prozdrowotnych jest niewielkie i nie przekracza 10% obrotu [1, 7, 19]. Świadomość żywnościowa i chęć korzystania z oferty prozdrowotnej wzrasta z wiekiem i stopniem wykształcenia respondentów [1, 7, 21].

Istnieje potrzeba przełamania oporów w świadomości gastronomików, których wykształcenie w większości krajów podobnie, jak w Polsce koncentruje się na rzemieślniczo rozumianym „kunszcie kulinarnym”, sprawach organizacyjnych i tradycyjnie rozumianej higienie, pozostawiając problematykę żywnościową, a zwłaszcza współczesne trendy w żywności prozdrowotnej poza ich świadomością [10, 12, 15]. Brytyjscy gastronomicy rzadko stosują zalecenia „Białej Księgi Dla Zdrowia Narodu” [4, 5,

6] tłumacząc, że stosowanie prozdrowotnych zaleceń koliduje z tradycyjnym smakiem konsumentów, podraża koszty i wymaga zakupów kosztownego wyposażenia, a nawet obawia się, że prowadzenie prozdrowotnego żywienia ujawnianego w menu czy na szyldzie zakładu może zniechęcić konsumentów.

Amerykańscy gastronomicy (477 ankiet) mający pozytywny stosunek do idei prozdrowotnego żywienia nie posiadają dostarczającej wiedzy żywieniowej do wprowadzenia tego żywienia w swoich zakładach [17], a obecnie kształceni studenci kierunku „Gastronomia i Hotelarstwo” w USA widzący potrzebę oferty prozdrowotnej nie wierzą, że można skutecznie smacznie żywić przy obniżonej zawartości tłuszczu i soli w potrawach [12]. Ponad połowa z 200 ankietowanych przedsiębiorstw gastronomicznych w USA [19] czuje się odpowiedzialną jedynie za prewencję zatruc pokarmowych, lecz nie za zdrowotność potraw.

Sytuację tę może zmienić bieżące szkolenie personelu w zakresie wiedzy żywieniowej i współczesnych kierunków w dietetyce. Wspomniani tu [4] brytyjscy gastronomicy po takich szkoleniach w miejscu pracy znacznie częściej wykorzystywali zalecenia „Białej Księgi” w praktyce prowadzenia zakładu. Należy mieć nadzieję, że wprowadzenie w ubiegłym roku do programu polskich szkół gastronomicznych współczesnych żywieniowo – dietetycznych treści poprawi stosunek do żywienia prozdrowotnego gastronomików w przyszłości. Obecnie jednak potrzebne są krótkie doszkalające kursy, podobne do organizowanych przez NOT kursów zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności – HACCP, w których gastronomicy zapoznali by się z postęпами wiedzy żywieniowej i praktycznymi możliwościami jej stosowania w pracy zakładów gastronomicznych.

W Anglii i USA istnieją systemy informowania o pryncypiach i sposobach żywienia prozdrowotnego [2, 6, 13, 14].

W Stanach Zjednoczonych istnieje od 1994 r. system informacji pod hasłem „Zdrowe posiłki dla zdrowych Amerykanów”, z przeznaczeniem dla szkół, przekazujący zalecenia żywieniowe zarówno w składnikach pokarmowych, jak i w produktach spożywczych, a także funkcjonuje od 1990 r. system zaleceń (Nutritional Labelling and Education Act – NLEA) wskazujący warunki jakie musi spełniać żywność nazywana prozdrowotną. System ten miał objąć od 1997 roku strefę informacji ujawnianej w gastronomicznych prozdrowotnych ofertach menu. Amerykańskie Stowarzyszenie Serca opracowało w 1991 r. zalecenia dla przedsiębiorstw gastronomicznych oferujących posiłki dla osób z chorobami układu krążenia [19].

Ciekawe, że szeroko produkowana w Stanach Zjednoczonych żywność funkcjonalna z przeznaczeniem prewencji nowotworowej (witaminy, flawonoidy, minerały) nie znajduje przełożenia w dostępnym piśmiennictwie na gastronomię.

W Wielkiej Brytanii „Biała Księga Dla Zdrowia Narodu” z 1992 r. [5] została w 1996 r. przełożona na system zaleceń w gastronomii, w broszurze „Jedząc poza domem

jedz zdrowo” [6], lecz są to ogólne prozdrowotne zalecenia modyfikujące dietę Brytyjczyków bez specjalnego zdrowotnego adresata (choroby krążenia, rak, otyłość) przekładając je na język składników pokarmowych (mniej tłuszczu, cukru i soli, a więcej skrobi i błonnika). Funkcjonuje tu również unikalny system wyróżniania zakładów prowadzących prozdrowotne żywienie znakiem „Bijącego serca” [13]. W zakładach wyróżnionych tym znakiem lista dań prozdrowotnych obejmuje co najmniej 1/3 całej karty uwzględniając wymienione powyżej zalecenia „Białej Księgi”.

Przyznany znak póki co (dane z 1997 r.) niezbyt skutecznie przyciąga konsumentów, gdyż połowa z nich nie zdawała sobie sprawy, że jest w zakładzie oferującym potrawy prozdrowotne, a 83% z nich nie wiedziało na czym oferta żywienia prozdrowotnego polega [13].

Proponowany w niniejszej pracy system prozdrowotnego żywienia w polskiej gastronomii pod hasłem „Tu zjesz zdrowo” nawiązując do idei znaku „Bijącego serca” wychodzi na przeciw mocno zakorzenionemu w świadomości Polaków tradycyjnemu zapotrzebowaniu na potrawy lekkostrawne oraz dietę „sercowo-odchudzającą”, a także na deklarowane w ankietach zapotrzebowanie na ofertę „odżywczą” bogatą w składniki pokarmowe i regulujące, która spełnia równocześnie warunki diety przeciwnowotworowej. Oferta proponowanych diet będzie kompromisem między wyobrażeniami żywieniowców - dietetyków [20], zapotrzebowaniem konsumentów [1, 7] i chęcią wdrożenia gastronomików - tu badania będą podjęte w przyszłym roku.

W Polsce idea prozdrowotnego żywienia w gastronomii sięga lat 70., kiedy powstawały restauracje dietetyczne (Salus) i jadłodajnie wegetariańskie (Zdrowie) w Warszawie i innych miastach, a także oferta barów mlecznych kojarzona była z prozdrowotnością (produkty mleczne, warzywa, surówki). Pewnym krokiem w kierunku współczesnego rozumienia prozdrowotności było również wprowadzenie przez gastronomię „Społem” wymogu podawania surówek obok gotowanych warzyw do drugich dań oraz tzw. minimum asortymentowego, gdzie wymagano oferty dań rybnych, półmięsnych i wegetariańskich w karcie. Związane to było jednak z brakiem mięsa na rynku i dlatego postrzegane było jako oszustwo władzy oferującej społeczeństwu dania rybne i bezmięsne. Z tego właśnie względu oferta prozdrowotna pozostawała w karcie do końca dnia bez wielu chętnych konsumentów.

Przemiany rynkowe lat 90. zlikwidowały dietetyczne restauracje i jadłodajnie podobnie jak bary mleczne. Pozostały sporadyczne punkty żywieniowe, jak „Jadłodajnia Dietetyczna” w Łodzi czy jadłodajnia „Matysiaków” w Warszawie. Pojawiły się jednak na ich miejscu bary sałatkowo - surówkowe, a także szeroka oferta sałatek i surówek w sklepach i supermarketach oraz stołówki oferujące dania dietetyczne i do wyboru surówki oraz warzywa, a często i owoce. Występuje jednak bariera popytu wynikająca z rozwierających się cen produktów spożywczych i usług gastronomicznych. O ile w latach 90. ceny produktów spożywczych wzrosły 5-krotnie to usługi gastronomiczne

8-krotnie, a więc mniej zamożny konsument (emeryt, rencista, uczeń, student) ma mniejsze możliwości korzystania z żywienia prozdrowotnego w gastronomii.

Zdecydowanie lepiej jest w wyższym segmencie usług gastronomicznych, gdzie w formie szwedzkich stołów oferuje się szeroki asortyment sałatek, surówek, ryb i owoców morza, a w ofercie śniadaniowej jogurtów, muesli, orzechów i owoców. Hotel „Bryza” w Jastarni chlubi się pełną ofertą dań prozdrowotnych rozumianych jako odżywcza, wysokobłonnikowa i niskotłuszczowa dieta z wyłączeniem np. dań smażonych na tłuszczu. W restauracjach wielogwiazdkowych hoteli Warszawy uważa się, że każde prozdrowotne - dietetyczne życzenie klienta będzie spełnione w formie dania na specjalne zamówienie i dlatego nie widzi się potrzeby ujawniania oferty prozdrowotnej w karcie. Jest to jednak margines rynku mający niewielkie znaczenie dla zdrowia społeczeństwa. Ofertę żywienia prozdrowotnego należy skoncentrować na stołówkach i średniej kategorii restauracjach gdzie hasło „Tu zjesz zdrowo” może skłonić konsumentów do częstego korzystania z oferty tak oznakowanego zakładu pod warunkiem przeszkolenia personelu w celu przekonania, że prozdrowotnie to może równocześnie znaczyć smacznie i niedrogo.

Rozwijające się dynamicznie bary typu „fast food” ukierunkowane są na młodego konsumenta spożywającego dania przekąskowe. Według badań amerykańskich [11] konsument ten nie jest zainteresowany prozdrowotnym żywniem z wyjątkiem korzystania z prozdrowotnych przekąsek i napojów.

## **Propozycja systemu prozdrowotnego żywienia dla polskiej gastronomii**

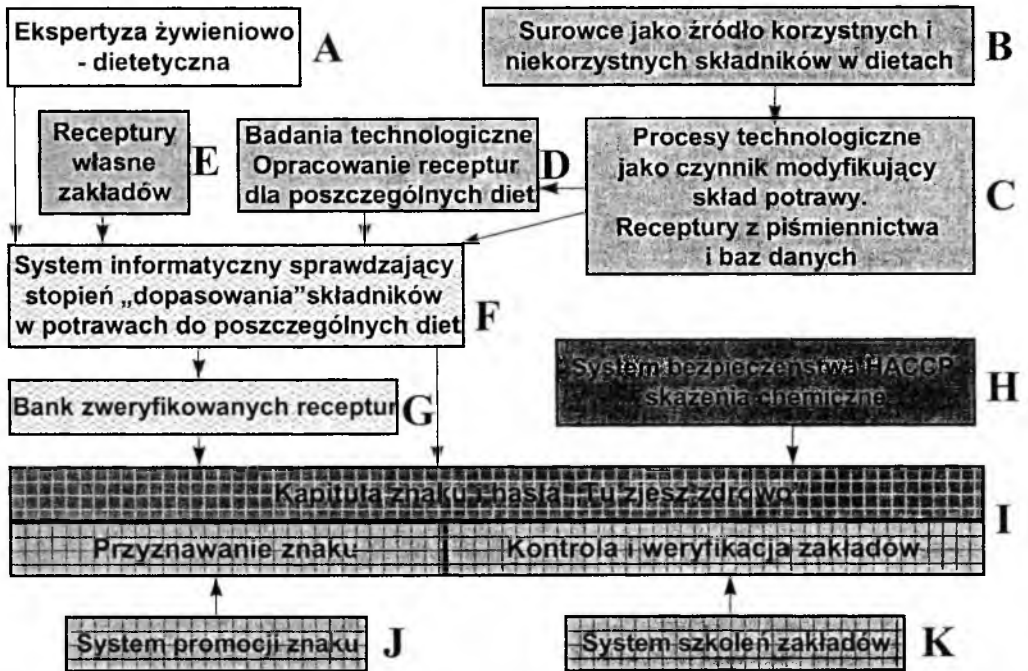
W Zakładzie Technologii Gastronomicznej SGGW zaproponowano system prozdrowotnego żywienia w polskiej gastronomii łączący w systemie informatycznym zalecenia żywieniowo-dietetyczne mierzone w składnikach z recepturami opracowanych potraw, prowadząc do powstania banku prozdrowotnych receptur w wybranych dietach. W systemie uwzględniono zabezpieczenie zdrowia konsumentów przez wdrożenie systemu HACCP, które w połączeniu z bankiem receptur tworzą bazę danych kapituły hasła i znaku „Tu zjesz zdrowo” (rys. 1).

Kapituła znaku i hasła „Tu zjesz zdrowo” nadaje zakładom gastronomicznym prawo do korzystania ze znaku, weryfikuje je okresowo, a także prowadzi system medialnej promocji znaku i szkoleń personelu zakładów ubiegających się i posiadających znak.

A. Ekspertyza żywieniowo-dietetyczna określi:

- liczbę i charakter diet przewidzianych w systemie prozdrowotnego żywienia w oparciu o badania ankietowe konsumentów i właścicieli - dyrektorów zakładów gastronomicznych,
- składniki mające wpływ na „prozdrowotny” charakter poszczególnych diet (korzystne i niekorzystne),

- „warunki brzegowe” zawartości (mg, g) w porcji lub udział procentowy (np. % kalorii w tym kwasów nienasyconych, nienasyconych, n-3, n-6, itd.) w posiłkach przeznaczonych w poszczególnych dietach. Górne granice określone zostaną w przypadku składników niekorzystnych (cholesterol, kwasy nasycone), a dolne w przypadku składników korzystnych (flawonoidy, witaminy).



Rys. 1. System prozdrowotnego żywienia w gastronomii. Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1. Healthy eating system for restaurants.

- Zawartości wybranych w punkcie (A) składników korzystnych i niekorzystnych w surowcach i produktach wykorzystywanych w procesach kulinarnych (dane tabelaryczne i bazy danych).
- Określenie poziomu strat lub wzrostów wybranych w punkcie (A) składników kreujących diety w surowcach i produktach przez procesy kulinarne (operacje jednostkowe i ich warianty np. gotowanie w wodzie, parze, mikrofalą).
- Badania technologiczne mające na celu opracowanie smacznych potraw (modyfikacje receptur i procesu technologicznego) odpowiadających wymogom dietetyczno-żywnościowym określanym w punkcie (A). Uzupełnienie badaniami brakujących danych dotyczących składu gotowych potraw przyrządzanych nowymi wariantami

- procesów technologicznych, zwłaszcza w zakresie częściej stosowanych surowców i procesów technologicznych.
- E. Dodatkowe wejście do systemu weryfikacji żywieniowych dla prozdrowotnych „specjalności zakładów” i własnej inwencji szefów kuchni, którzy mają ambicję serwować własne receptury w prozdrowotnym systemie żywienia.
- F. System informatyczny sprawdzający stopień „dopasowania” wymogów określonych diet w punkcie (A) do rzeczywistych poziomów składników kreujących poszczególne diety w recepturach potraw. Określenie ilości i poziomu dopuszczalnych „odchyłeń” w składnikach opracowanych receptur poszczególnych diet. Wbudowanie w system sposobów kompensacji lub uzupełnienia - np. wskazanie listy surówek kompensujących brak błonnika czy witamin w daniu głównym lub wskazaniu grillowania zamiast smażenia czy homogenizacji zupy gdy posiłek będzie miał zbyt dużo tłuszczu lub błonnika .
- G. Bank receptur zweryfikowany przez system informatyczny (E) spełniający wymogi poszczególnych diet. Bank obejmować będzie receptury:
- dostępne w piśmiennictwie (B + C),
  - opracowane w części technologicznej (D),
  - udostępnione przez szefów kuchni zakładów uczestniczących w systemie prozdrowotnego żywienia (F).
- H. System bezpieczeństwa zdrowotnego żywienia prozdrowotnego obejmuje zabezpieczenie systemowe przed możliwością zatruc mikrobiologicznych i skażeń chemicznych w zakładach prowadzących żywienie prozdrowotne (HACCP). Składa się on z systemu zabezpieczeń przed zakażeniami i skażeniami na ogólnych zasadach zabezpieczenia zdrowia konsumentów w gastronomii i może wprowadzić zaostrzenie kryteriów (np. czasy i temperatury procesów) w przypadku specyficznych diet - np. lekkostrawnych przeznaczonych dla konsumentów z chorobami przewodu pokarmowego.
- I. Kapituła znaku „Tu zjesz zdrowo” dysponuje:
- zweryfikowanym bankiem receptur potraw adresowanych do poszczególnych diet (E),
  - zasadami kontroli zgodnej z systemem HACCP w zakładzie prowadzącym żywienie prozdrowotne (H),
  - określonym systemem przyznawania znaku uwzględniającym poprawność i szerokość oferty dań dla poszczególnych diet i system zabezpieczenia przed zatruciami i skażeniami, a także systemem badań, kontroli i weryfikacji zakładów którym przyznano znak „Tu zjesz zdrowo”.
- J. Kapituła przeprowadza akcję promocji idei prozdrowotnej gastronomii w środkach masowego przekazu.

K. Kapituła przeprowadza system szkoleń w zakładach gastronomicznych zapoznających personel z ideą prozdrowotnego żywienia oraz z praktycznymi sposobami jej realizacji.

### **Opinie respondentów na temat prozdrowotnego żywienia w polskiej gastronomii.**

W latach 1998 i 1999 przeprowadzono dwa cykle badań ankietowych metodą wywiadu bezpośredniego na populacji 364 respondentów. W pierwszym cyklu przeprowadzonym w Warszawie badaniom poddano 144 respondentów „ulicznych” oraz 122 konsumentów restauracji i stołówki prowadzonej przez francuską firmę „Sodexo” w banku oraz centrum biznesowym. Tak więc, badania te odnosiły się zarówno do ulicznych przechodniów, jak i warstwy pracowników banku i biznesmenów żywiących się w miejscu pracy [1]. Badania prowadzone w 1999 roku w Łodzi dotyczyły populacji 100 respondentów żywiących się w jadłodajni dietetycznej, oferującej 6 diet adresowanych do specyficznych sytuacji zdrowotnych (choroby żołądka, wątroby, nerek, rekonwalescencja) [7].

Badania miały na celu określenie:

- poziomu świadomości żywieniowej respondentów i ich gotowości do stosowania jej przy korzystaniu z usług gastronomicznych,
- sposobu rozumienia terminu „prozdrowotne żywienie”,
- opinii o ważności poszczególnych składników diety w prozdrowotnej ofercie gastronomicznej,
- preferowanego sposobu informowania o prozdrowotności dań,
- preferowanego „logo” i hasła wskazującego zakłady prowadzące żywienie prozdrowotne .

Analiza wyników badań pozwoliła podzielić respondentów na 2 grupy - warszawską (ankieta uliczna + restauracja) i łódzką (konsumenti jadłodajni dietetycznej), gdyż między respondentami ankietowanymi na ulicach Warszawy i w restauracji nie było wyraźnych różnic w stosunku do żywienia prozdrowotnego.

Badana populacja wykazała wysoki poziom świadomości żywieniowej gdyż aż około 90% respondentów uważa, że właściwe żywienie może wpływać na zachowanie dobrego zdrowia, a 85% wie, że przy wyborze posiłku należy kierować się względami żywieniowymi.

**Z realizacją tej świadomości żywieniowej jest jednak znacznie gorzej.** Tylko 60% respondentów przywiązuje wagę do właściwego żywienia, 20% stosuje jakąkolwiek dietę, a tylko 15% respondentów stołówki Sodexo korzysta z oferty dań dietetycznych. Potwierdzają to odpowiedzi na pytanie „Wybieram posiłek kierując się” (Tab. 1).



Tabela 1

Procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: „Czym kieruję się wybierając potrawę?”  
 % Answers to question: „Main reason for selection of dishes”.

	Respondenci ankietyowani: <i>Respondents:</i>	
	w restauracji i na ulicy <i>from restaurants and streets</i>	w jadłodajni dietetycznej <i>from dietetic cafeteria</i>
Smakiem <i>Taste</i>	71 - 95	81
Chęcią próbowania nowości <i>Trying new dish</i>	40 - 72	22
Ceną <i>Price</i>	24 - 38	31
Zdrowotnością <i>Health</i>	12 - 41	50

Tabela 2

Procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: „Żywnie prozdrowotne rozumiem jako”.  
 % Answers to question: „Healthy eating means”.

	Respondenci ankietyowani: <i>Respondents:</i>	
	Na ulicy, w restauracji, w stołówce <i>from restaurants and streets</i>	W jadłodajni dietetycznej <i>from dietetic cafeteria</i>
Lekkostrawne <i>Easy to digest</i>	77	45
Urozmaicone <i>Variety</i>	44	16
Specjalne diety <i>Special prophylactic diets</i>	6	50
„Zdrowa żywność” <i>Organic food</i>	21	11
Produkty świeże <i>Fresh products</i>	39	18

Znaczna większość badanych wybiera potrawy kierując się smakiem (71–95%) w tym i populacja jadłodajni dietetycznej (81%) oraz chęcią próbowania nowości (40–72%) pozostawiając zdrowotność na dalszym miejscu (12–42%).

Ciekawe, że nawet konsumenci jadłodajni dietetycznej przy zamawianiu dania tylko w 50% kierowali się jego zdrowotnością. Cena posiłku w około 30% odpowiedzi decydowała o wyborze dania.

Respondenci różnili się znacznie rozumieniem idei prozdrowotnego żywienia (Tab. 2).

Aż 77% respondentów rozumie prozdrowotność w sposób tradycyjny jako potrawy lekkostrawne, a tylko 6% łączy je z ofertą diet adresowanych do specyficznych sytuacji zdrowotnych, jedynie konsumenci jadłodajni dietetycznej oczekują (w 50%), że prozdrowotne żywienie winno być adresowane do ich specyficznego stanu zdrowia. Konsumenci ci korzystają z sześciu takich diet w tym zakładzie. Znaczna część respondentów kojarzy prozdrowotność żywienia z wykorzystaniem świeżych, nieprzetworzonych produktów (20–40%) i o połowę mniejsza z tzw. „zdrowa żywnością”.

Tabela 3

Procentowy rozkład odpowiedzi na pytanie: „W posiłkach prozdrowotnych oczekuję”.

% Answers to question: „In healthy dishes I expect”.

	Respondenci ankietowani: <i>Respondents:</i>	
	w restauracji i na ulicy <i>from restaurants and streets</i>	w jadłodajni dietetycznej <i>from dietetic cafeteria</i>
<u>Obniżenia:</u> <i>Decrease of:</i>		
Cholesterolu <i>Cholesterol</i>	65	68
Tuszczu <i>Fat</i>	63	65
Kalorii <i>Calories</i>	44	60
Cukru <i>Sugar</i>	32	40
Soli <i>Salt</i>	28	70
<u>Podwyższenia:</u> <i>Increase of:</i>		
Witamin <i>Vitamins</i>	75	85
Soli mineralnych <i>Minerals</i>	35	70
Błonnik <i>Fiber</i>	33	40

O ile deklarowany sposób rozumienia żywienia prozdrowotnego był albo tradycyjnie lekkostrawny (Warszawa) albo szpitalno - sanatoryjny (Łódź), to oczekiwania respondentów przełożone na składniki pożywienia w żywieniu prozdrowotnym były zastanawiająco zgodne z wiedzą żywieniową (Tab. 3).

Na podstawie przedstawionych danych można wnioskować, że zarówno respondenci ankietowani na ulicach i w restauracji, jak i konsumenci jadłodajni dietetycznej, oczekują w ofercie dań prozdrowotnych obniżenia poziomu cholesterolu (65–68%), tłuszczu (63–65%) i kalorii (44–60%) oraz wzbogacenia posiłków w witaminy (75–85%), składniki mineralne (35–70%) oraz błonnik. Duża rozbieżność występuje jedynie w oczekiwaniach dotyczących soli. „Uliczni i restauracyjni” respondenci jedynie w 28% oczekują obniżenia zawartości soli, natomiast 70% respondentów jadłodajni dietetycznej potwierdza to oczekiwanie. Podobną rozbieżność dostrzega się przy ocenie wzbogacania w sole mineralne.

Zbliżone prawidłowości zaobserwowano w odpowiedzi na pytanie „Jaka oferta powinna się znaleźć w restauracjach” (Tab. 4). Tu również przeważa oczekiwanie oferty dań lekkostrawnych oraz o obniżonej zawartości cholesterolu, tłuszczu i kalorii przy niedocenianiu potrzeby ograniczenia soli u „niedietetycznych” respondentów.

Tabela 4

Procentowy rozkład odpowiedzi respondentów na pytanie : „Jaka oferta dań powinna znajdować się w restauracjach?”.

% Answers to question: „Healthy offering in restaurants should contain dishes”.

	Respondenci ankietowani: <i>Respondents:</i>	
	W restauracji i na ulicy <i>from restaurants and streets</i>	W jadłodajni dietetycznej <i>from dietetic cafeteria</i>
Lekkostrawne <i>Easily digestible</i>	62	51
Bez cholesterolu <i>No cholesterol</i>	53	46
Nisko tłuszczowe <i>Low fat</i>	48	46
Niskokaloryczne <i>Low calories</i>	45	29
Z obniżoną zawartością soli <i>Low salt</i>	13	45

Aż 83% respondentów oczekuje informacji żywieniowej przy daniach w ofercie prozdrowotnej. Oczekiwania te są jednak bardzo zróżnicowane w sposobach przekazywania tej informacji (Tab. 5). Słowne określenie diet (niskokaloryczna, lekkostrawna, odżywcza) preferowała połowa respondentów z ulicy i restauracji i trzecia część z jadłodajni dietetycznej. Respondenci jadłodajni dietetycznej przyzwyczajeni zostali do diet adresowanych do specjalnych sytuacji zdrowotnych i w 70% oczekiwali utrzymania tego systemu. Pozostałe sposoby oznaczeń (dane liczbowe i symbole) spotkały się z nieznacznym zainteresowaniem ankietowanych (6–20%).

Tabela 5

Preferowane sposoby przekazywania informacji żywieniowej diet prozdrowotnych.

% Answers to question: „Preferable method of information for healthy dish”.

	Odpowiedzi respondentów ankietowanych (%)	
	<i>Respondents answers (%)</i>	
	na ulicy i w restauracji <i>from restaurants and streets</i>	W jadłodajni dietetycznej <i>from dietetic cafeteria</i>
<u>Wartości liczbowe:</u> <u>Values and %:</u> kaloryczność, <i>calories,</i> % tłuszczu, <i>% fat,</i> zawartość cholesterolu, <i>mg of cholesterol,</i> zawartość witamin, <i>mg of vitamins</i>	11 - 20	10
<u>Określenia słowne:</u> <u>Descriptions:</u> niskokaloryczny, <i>low calories,</i> niskotłuszczowy, <i>low fat,</i> lekkostrawny, <i>easy digestible</i>	50	30
<u>Specyficzne diety:</u> <u>Diets addressed to specific disorders:</u> choroba wrzodowa, <i>stomach ulcer,</i> choroby serca, <i>coronary heart disease, etc.</i>	16	70
<u>Symbole:</u> serduszko, <i>heart,</i> smukła sylwetka, <i>slim body, etc.</i>	10	6

Bardzo dużo (66% i 73%) respondentów odpowiednio z Łodzi i Warszawy odpowiedziało, że wprowadzenie prozdrowotnego menu skłoni ich do częstego odwiedzania zakładów gastronomicznych.

Na koniec zaproponowano konsumentom jadalni „dietetycznej” wybór logo i hasła oznaczającego zakłady prowadzące żywienie prozdrowotne. Spośród 10 haseł i 5 propozycji logo wybrano hasło „Tu zjesz zdrowo” (35 głosów).

## Wnioski

1. Świadomość żywieniowa badanej populacji jest wysoka, 85 i 94% respondentów Warszawy i Łodzi uważa, że żywienie ma znaczny wpływ na stan zdrowia, lecz wiedza ta źle przekłada się na praktyczne działania. Tylko 58% ankietowanych przewiązuje wagę do prawidłowego żywienia, 20% stosuje diety, a 15% korzysta z dietetycznej oferty stołówki. Mimo to, wysoki procent tej samej populacji (66 i 73%) deklaruje, że wprowadzenie dietetycznej oferty w menu stołówki skłoni do częstszego korzystania z usług gastronomii.
2. Rozumienie pojęcia prozdrowotnego żywienia jest bardzo zróżnicowane. Dominuje tradycyjne kojarzenie prozdrowotności z lekkostrawnością (77 i 45%). Urozmaicenie diety utożsamia z prozdrowotnością 44% respondentów z Warszawy, a 50% konsumentów jadalni dietetycznej oczekuje diet adresowanych do specyficznych sytuacji zdrowotnych. Mimo takich rozbieżności oczekiwania respondentów dotyczące ograniczenia składników niekorzystnych (tłuszcz, cholesterol) i wzbogacenie diet prozdrowotnych w witaminy i składniki mineralne są zgodne z współczesną wiedzą żywieniową i wysokie (50 - 80%).
3. Przeważająca większość respondentów oczekuje informacji w prozdrowotnym menu (83%), a preferowanym sposobem jej prezentacji są informacje słowne (niskokaloryczna, lekkostrawna, odżywcza). Preferowanym hasłem oznaczenia zakładu jest „Tu zjesz zdrowo”.

W dużych miastach jest zapotrzebowanie na jadalnię dietetyczną z szeroką ofertą diet prozdrowotnych adresowanych do konsumentów cierpiących na: choroby przewodu pokarmowego, wątrobę, nerki, serce podobnie jak czynią to szpitale, sanatoria i jadalnie dietetyczna w Łodzi.

4. System prozdrowotnego żywienia w gastronomii pod hasłem „Tu zjesz zdrowo” powinien obejmować ofertę dań:
  - lekkostrawnych dla konsumentów tradycyjnie rozumiejących dietetyczność,
  - niskokalorycznych z obniżoną zawartością tłuszczu i cholesterolu, dla konsumentów z chorobami krążenia i nadwagą,

- odżywczo-przeciwnowotworową wzbogaconą w witaminy, przeciwutleniające i składniki mineralne dla rekonwalescentów i osób prowadzących intensywny tryb życia.

## LITERATURA

- [1] Affek A.: „Postawy konsumentów wobec idei wprowadzenia żywienia prozdrowotnego w zakładach gastronomicznych”, Praca magisterska Wydział Żywienia Człowieka oraz GD, SGGW, Warszawa 1998.
- [2] Broichier K.: „NLEA catheps up with foodservice”, *Food - Processing*, **9**, 1997, 46.
- [3] Clay J.M., Emenheiser, Bruce A.R.: „Healthfull Menu Offerings in Restaurants: Survey of Major US Chains, *Journal of Foodservice Systems*, **8**, 1995, 91.
- [4] Corney M.J., Evers A., Kipps M., Noble C.: „Workplace Caterers Attitudes Toward Providing Healthier Menus”, p.59 in „*Culinary Arts and Sciences Global and National Perspectives*”, Ed. ISA Edwards, The Worshipful Company of Cooks, Bornemouth, UK, 1996.
- [5] Department of Health, „*The Health of the Nation HMSO*”, London, 1992.
- [6] Department of Health, „*Dine out-Eat Well*”, HCIMA, London, 1996.
- [7] Dereżyńska M.: „Żywienie prozdrowotne w polskiej gastronomii, preferencje i oczekiwania konsumentów „Jadłodajni dietetycznej” w Łodzi, Praca magisterska, Wydział Żywienia Człowieka oraz GD, SGGW, Warszawa, 1999.
- [8] Earless A.: „Menu Labelling for Healthy Eating”, *Hygiene and Nutrition in Foodservice and Catering*, **1**, 1996, 203.
- [9] Evers A., Noble C., Corney M., Kipps M., Lumbers M.: „The role of „Healthiness” in Lunch Meal Choices from Catering Outlets, p.268 in *Culinary Arts and Sciences II, Global and National Perspectives*, Ed. Edwards J. and Lee Ross D.: *Worshipful Company of Cooks Centre*, Bornemouth, UK, 1998.
- [10] Glew G.: „*Catering Equipment and System Design*”, p.1, 23, 73, *Applied Science Publishers*, London, 1977.
- [11] Grazin K.L., Olsen I.E.: „Market Segmentation for „Fast Food Restaurants in the Area of Health Consiousness”, *Journal of Restaurant, Foodservice, Marketing*, **2**, 1997, 1.
- [12] Haman M.W., Shmak M.D., Janas B. C.: „Nutrition Knowledge and Attitudes of Hotel and Restaurant Management Students”, *Journal of the American Dietetic Association*, **10**, 1995, 1158.
- [13] Holdsworth M., Haslam C., Raymond N.T., Leibovic D.: „Evaluation of Customers Perspectives on the Heartbeat Award Scheme in Public Eating Places, *Journal of Nutrition Education*, **9**, 1997, 231.
- [14] Lambert C.U., Boria M.E., Bordi P.C.: „Comparison of nutritional content of food based and nutrient based school lunch menus”, *Journal of Nutrition in Recipes and Menu Development*, 1998, 1.
- [15] Margetts B.: „Definition of Healthy Eating a pan EU Survey of Consumer Attitudes to Food Nutrition and Health, *European Journal of Clinical Nutrition*, **2**, 1997, 87.
- [16] Ministerstwo Edukacji Narodowej, Programy przedmiotów zawodowych dla szkół gastronomicznych, Warszawa, 1998.
- [17] Reichler G., Dalton S.: „Chiefs attitudes toward healthful food preparation are more positive than their food science knowledge”, *Journal of the American Dietetic Association*, **2**, 1998, 165.
- [18] Sneed J., Burkhalter J.P.: „Marketing nutrition in Restaurants Survey of Current Practices and Attitudes”, *Journal of the American Dietetic Association*, **4**, 1991, 459.

- [19] Sznajder M., Senauer B., Asp E., Kinsley J.: „Zmieniający się konsument żywności”, Horyzont, Poznań, 1998, 41.
- [20] Szponar L.: „Jakość zdrowotna żywności i racjonalne żywienie w zapobieganiu chorobom na tle wadliwego żywienia”, Żywnienie Człowieka i Metabolizm, 1, 1994, 3.
- [21] Zunf H.: „Perceived Benefits of Healthy Eating Among a Nationally Representative Sample of Adults in the European Union”, European Journal of Clinical Nutrition, 1, 1997, 41.

## HEALTHY EATING HERE SYSTEM FOR CATERING ENTERPRISES

### S u m m a r y

Paper presents idea of introducing specific dietary guidelines into catering through informatic system which produces bank of receipes for selected specific diets. HACCP system is also introduced via award system which allows to mark catering unit with formula and „logo” „Healthy eating here” providing it introduces receipes and HACCP in operation. Award system is responsible for control, promotion and advice to caterers applying for and bearing logo and formula „Healthy eating here”. ☒

KAROL KRAJEWSKI

## **PRZYCZYNY, KIERUNKI ROZWOJU I SEGMENTACJA RYNKU ŻYWNOŚCI PROZDROWOTNEJ NA TLE DOŚWIADCZEŃ ŚWIATOWYCH**

### Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę przyczyn i doświadczeń rozwoju rynku żywności funkcjonalnej – prozdrowotnej w wybranych krajach (Japonia, USA, UE) oraz próbę zdefiniowania i segmentacji rynku produktów prozdrowotnych. Przeprowadzono również analizę postaw konsumentów i wpływ tych zachowań na stan i perspektywy tego rynku.

### Wstęp

Na nowoczesnym rynku żywnościowym wielu krajów można zaobserwować wysoką dynamikę rozwoju nowych produktów żywnościowych. Na początku lat dziewięćdziesiątych, najpierw w Japonii, a później w USA i krajach Unii Europejskiej, została wprowadzona cała gama produktów, stworzonych w celu zaspokajania potrzeby zachowania i poprawy zdrowia – jednej z podstawowych obecnie potrzeb konsumentów żywności, ujawnionej w wyniku zmian w stylu życia dużych grup społecznych i dążeniem do aktywnego kształtowania sfery żywienia.

Brak obecnie jednoznacznych klasyfikacji towaroznawczej tej grupy produktów rodzi nieporozumienia wśród konsumentów, co też jest czasem wykorzystywane przez sferę marketingu, co może być w konsekwencji niebezpieczne w rozwoju tego nowo tworzonego rynku. Używane pojęcia określające różnorodne segmenty tej nowej grupy produktów nie są jednoznaczne i często używane są równolegle, w zależności kraju oraz specjalizacji ośrodków wykorzystujących te produkty [13, 20, 32, 36].

Celem pracy jest ocena przyczyn i doświadczeń rozwoju rynku żywności funkcjonalnej – prozdrowotnej w wybranych krajach (Japonia, USA, UE) oraz próba zdefi-



niowania i wyodrębnienia najważniejszych segmentów rozwojowych rynku produktów prozdrowotnych na tle oceny kierunków przemian całego rynku. Analiza obejmuje też ocenę postaw konsumentów i wpływ tych zachowań na stan rynku żywności funkcjonalnej.

### **Geneza i definicje żywności prozdrowotnej - funkcjonalnej**

Produkty z grupy żywności funkcjonalnej znajdują się najczęściej dopiero w fazie wprowadzania i wzrostu w cyklu ich życia na rynku, a jednocześnie następuje tworzenie i krystalizacja poglądów, zarówno ze strony nauki o żywności, towaroznawstwa czy żywienia człowieka, jak też praktyki marketingowej czy legislacji. Z tego powodu trudno obecnie o jednoznaczne definicje czy też wyodrębnianie segmentów na tym rynku. Różnorodność definicji żywności funkcjonalnej rodzi jednak istotne trudności w precyzyjnym określeniu i badaniu tego nowego segmentu rynku żywności [13, 17, 32].

Produkty z grupy żywności funkcjonalnej występują pod różnymi określeniami i terminami w poszczególnych krajach, a znane są jako żywność: projektowana (*designer foods*), medyczna (*medical foods*), farmaceutyczna (*pharmafoods*), o dodatkowych właściwościach odżywczych (*nutraceutical foods*), terapeutyczna (*therapeutical foods*) oraz jako suplementy diety (*dietary supplements*) [6, 7, 13].

Terminu „żywność projektowana” użyto w 1989 roku w USA w celu określenia żywności, która zawiera naturalne lub jest wzbogacona w nieodżywcze, biologicznie aktywne składniki chemiczne pochodzenia roślinnego, wykazujące efekt zmniejszania ryzyka zachorowań na raka [7].

Nazwa „żywność o dodatkowych właściwościach odżywczych” odnosi się do „każdej substancji, która może być uważana za żywność lub jej składnik i która przynosi medyczne lub zdrowotne korzyści, włączając w to zapobieganie i leczenie chorób” [7, 13].

W Stanach Zjednoczonych, od 1972 roku obowiązuje usankcjonowana przez władze sanitarne (FDA - Food and Drug Administration) kategoria żywności medycznej (*medical food*), obejmująca produkty żywnościowe do stosowania pod kontrolą lekarza. Od 1990 roku funkcjonują zalegalizowane dwie kolejne kategorie: żywność ze specjalną charakterystyką żywieniową (*foods with special nutrient characteristics*), obejmująca produkty niskokaloryczne, z obniżoną zawartością tłuszczu, obniżoną zawartością sodu oraz żywność zapobiegająca chorobom (*foods for the prevention of disease*), wydzielona z grupy leków. Ostatnią kategorią, zatwierdzoną przez FDA w 1994 roku są suplementy diety (*dietary supplements*), dodawane do żywności w celu nadania jej właściwości profilaktycznych w odniesieniu do chorób cywilizacyjnych. Zaliczane są do nich: antyoksydanty, białka soi, oleje bogate w kwasy n-3, oligosacharydy, bifidobakterie itp. [6, 15, 16].

Jedyną, jak dotąd prawnie usankcjonowaną definicję żywności funkcjonalnej stworzono w 1991 roku w japońskim Ministerstwie Zdrowia i Opieki Społecznej, określając ją jako: żywność o działaniu sprzyjającym zdrowiu człowieka, stworzoną na podstawie wiedzy o zależnościach między pokarmem, jego składnikami a zdrowiem. Jest to żywność, używana w celach zdrowotnych, po spożyciu której można oczekiwać uzyskania takiego właśnie efektu zdrowotnego [5, 16].

Wyselekcjonowanych zostało 11 grup składników nadającym produktom status funkcjonalności, a mianowicie: błonnik, oligosacharydy, alkohole wielowodorotlenowe, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, peptydy i białka, glikozydy, izoprenoidy, witaminy, fenole, cholina, bakterie fermentacji mlekowej (pro- i prebiotyki), substancje mineralne. Przyjęta definicja żywności funkcjonalnej i funkcjonalnych składników jest bardzo szeroka i obejmuje produkty regulujące procesy ludzkiego organizmu. Produkty te, oprócz dostarczania składników odżywczych, podtrzymywania zdrowia i zaspokajania wymogów smakowych, mają bronić organizm, zapobiegać lub leczyć choroby, wpływać na rytm organizmu oraz zmiany związane z procesem starzenia [14, 16, 19].

### **Segmentacja produktów prozdrowotnych**

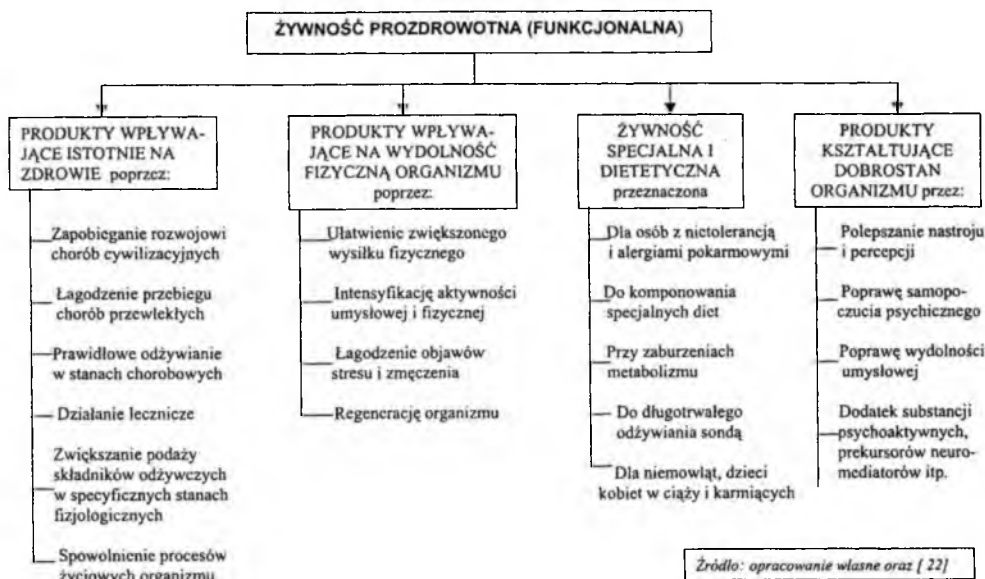
Produkty żywnościowe nowej generacji, to nowa klasa produktów (grup produktów), która łączą w sobie cechy wynikające z potrzeb zaspokajania nowych postaw i zachowań konsumentów (zdrowie i jego zachowanie, wygoda, łagodne przetworzenie, świeżość i naturalność, ekologia, potrzeby estetyczne, nowy styl życia, różnorodność smaków itp. traktowanych łącznie lub oddzielnie) oraz wymagań aktywnego marketingu, w tym szczególnie potrzeb dystrybucji żywności (funkcjonalne opakowania, wygoda, trwałość, zasady logistyki) i zasad wprowadzania nowych produktów na rynek, zwłaszcza wspierania wszystkich działań przez aktywną promocję [24].

Produkty nowej generacji są projektowane i aktywnie kształtowane w całym cyklu ich życia rynkowego, a ich wprowadzanie na rynek poprzedzone jest zwykle badaniami, wspierającymi ich kształtowanie oraz aktywnymi działaniami marketingowymi, szczególnie poprzez reklamę bazującą na prozdrowotnych cechach tych nowych produktów. Do podstawowych grup produktów żywnościowych nowej generacji zaliczyć można tak trwale już grupy rynku żywnościowego, jak: żywność wygodna, żywność minimalnie przetworzona, żywność niskokaloryczna (typu light), żywność specjalnego przeznaczenia oraz właśnie żywność prozdrowotną [24].

Zaproponowano segmentację produktów prozdrowotnych (funkcjonalnych), opracowaną z uwzględnieniem kierunków oddziaływania tego typu produktów na organizm człowieka (rys. 1).

Nowe produkty, trwale już wyodrębnionego segmentu rynku żywności, stanowią przykład racjonalnego wyboru przez konsumentów sposobu żywienia (diety), wynika-

jącego ze stylu życia oraz wiedzy żywieniowej. O wyborze i zakupie tych produktów decydują głównie czynniki emocjonalne – identyfikacja konsumentów z racjonalnym zdrowym stylem życia i odżywiania. Żywność funkcjonalna przewidziana jest jednak jako część codziennej diety (w odróżnieniu od leków) i traktowana jako środki ogólnego spożycia, mogące się przyczynić do osiągnięcia pełni zdrowia, czyli (wg definicji WHO) uzyskania dobrego samopoczucia psychicznego, fizycznego i społecznego, a nie tylko braku choroby [22].



Rys. 1. Segmentacja produktów prozdrowotnych z uwzględnieniem kierunków oddziaływania na organizm człowieka.

Fig. 2. Segmentation of functional products taking into consideration effects on human constitution.

## Przyczyny i źródła rozwoju żywnościowych produktów prozdrowotnych

W ocenie towaroznawców i żywieniowców żywność prozdrowotna (funkcjonalna) stanowi kategorię pośrednią pomiędzy żywnością a lekami. Klasyczna medycyna ciągle szuka sposobów leczenia chorób stanowiących zagrożenie dla zdrowia, ujawniających się także w konsekwencji nieracjonalnej diety, jak: choroby układu krążenia, osteoporoza, nowotwór jelita grubego i inne. Prowadzone są równoległe badania nad zapobieganiem szeregu chorobom poprzez stosowanie odpowiednich produktów żywnościowych – niskokalorycznych, wzbogacanych w witaminy, makroelementy, pozbawionych soli, itp. Oznacza to, że rozwojem rynku produktów prozdrowotnych za-

interesowani są zarówno producenci żywności, jak też lekarze, czy nawet sektor usług ubezpieczeniowych [8, 29].

Od dawna znano cechy pewnych rodzajów żywności, mające pozytywny wpływ na zdrowie, wynikają z zawartości w nich naturalnych składników. W przypadku innych produktów funkcjonalnych, projektowanych odpowiednio z uwagi na potrzeby rynku, korzyści zdrowotne, wynikające z ich spożywania wiążą się z dodatkiem szeregu składników, modyfikujących oryginalne cechy tych produktów poprzez: błonnik pokarmowy, oligosacharydy, zmodyfikowane białko, peptydy, węglowodany, antyoksydanty, składniki mineralne i inne naturalne substancje chemiczne pochodzenia roślinnego oraz mikroorganizmy [5, 13, 29].

Potencjalne terapeutyczne korzyści wynikające ze spożywania żywności funkcjonalnej, związane z naciskiem na zapobieganie i zwalczanie niektórych chorób, określają ofertę asortymentową na rynku żywności, istotnie różną w zależności od regionu świata. W krajach Europy Zachodniej i USA akcentowane jest zapobieganie chorobom serca oraz chorobom nowotworowym; w Japonii większą uwagę przykładana się do zdrowego funkcjonowania układu pokarmowego i utrzymania zdrowego stanu układu kostnego. Wzrastające zainteresowanie rolą prawidłowego funkcjonowania układu pokarmowego w zapobieganiu chorobom obserwuje się ostatnio także w Europie. Istniejące na rynku oraz powstające produkty funkcjonalne ukierunkowane są ponadto na zapobieganie i leczenie w przypadkach takich chorób, jak: cukrzyca, otyłość, infekcje układu moczowego, proces starzenia się organizmu, spowodowany niedoborem kwasu foliowego, czy stany emocjonalne [33].

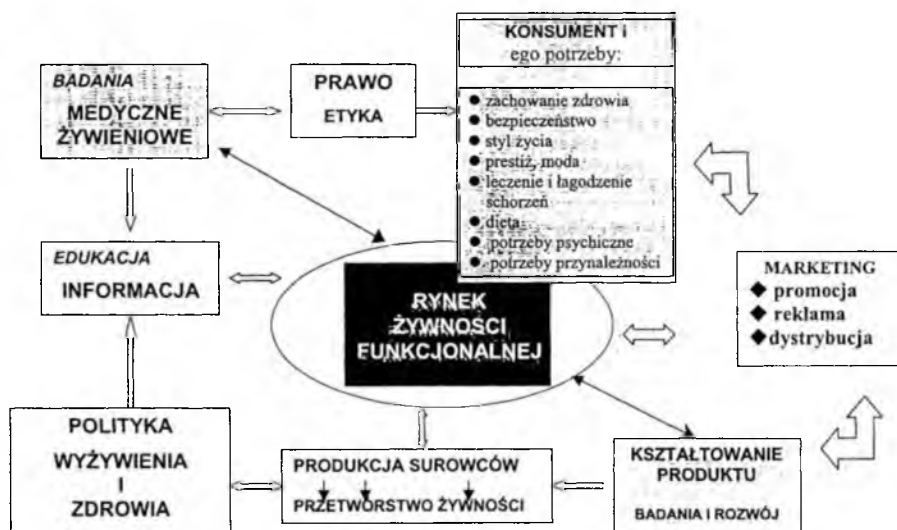
Do podstawowych przyczyn rozwoju rynku żywności funkcjonalnej zaliczane są procesy i różne zjawiska występujące jednocześnie po stronie głównych uczestników tego rynku [8, 17, 27, 29, 34]:

- konsumentów – wskutek zmian wskaźników demograficznych, starzenia się populacji w większości krajów rozwiniętych, rosnącej świadomości zdrowotnej konsumentów, oraz potrzeby zdrowszego trybu życia i odżywiania, kreowanych przez nowy, aktywny styl życia konsumentów, a także przez działania edukacyjne państw oraz promocyjne firm;
- przetwórstwa spożywczego – poprzez poszukiwanie nowych możliwości i produktów odpowiadających nowym potrzebom konsumentów, wdrażanie osiągnięć nauki i upowszechnianie dowodów korzystnego działania na zdrowie pewnych składników żywności, postęp w technice i technologii przetwórstwa oraz realizowanie strategii globalnych przez międzynarodowe koncerny spożywcze opartych o ogólnosiwiatową tendencję do powiązań między żywnością, jej spożyciem i zdrowiem;
- polityki gospodarczej i społecznej państw, a szczególnie polityka prozdrowotna rządów promująca żywność przynoszącą korzyści zdrowotne; inwestycje w naukę i technologie, wspierające lepsze zrozumienie znaczenia diety w relacji do proble-

mów zdrowotnych współczesnego świata oraz tworzenie warunków prawnych dla specjalnych zdrowotnych właściwości i składników żywności.

### Czynniki kształtujące rynek żywności prozdrowotnej - funkcjonalnej

Rynek żywności prozdrowotnej-funkcjonalnej kształtowany jest przez szereg czynników i procesów, różnej natury oraz skali oddziaływania. Na rysunku 2 przedstawiono wzajemne zależności w modelu rynku żywności funkcjonalnej. Podstawowe znaczenie na stan i rozwój tego rynku ma konsument i jego potrzeby: zachowanie zdrowia, bezpieczeństwo, leczenie i łagodzenie schorzeń, stosowanie racjonalnej diety, styl życia, prestiż, moda i inne. Z punktu widzenia podstaw rozwoju tego rynku duże znaczenie mają też badania medyczne, żywieniowe, technologiczne i cały proces kształtowania produktów (B+R) oraz działania marketingowe wykorzystujące osiągnięcia sfery badań i znajomość potrzeb konsumentów. Na kształt rynku żywności funkcjonalnej wpływ mają też takie czynniki, jak: trudności w procesach legislacyjnych, brak informacji o produktach oraz działania edukacyjne, wynikające z realizowanej polityki zdrowotnej i polityki wyżywienia.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Czynniki kształtujące rynek żywności prozdrowotnej( funkcjonalnej)- ujęcie modelowe.  
Fig. 2. Functional food market creation factors – model formulation.

Funkcjonalna żywność i napoje stwarzają rynek przyszłości. Koncerny wiodące w rozwoju żywności funkcjonalnej oddają w ręce konsumentów produkty, które zaspokajają ich nowe potrzeby, wynikające z przemian postaw, jakie zachodzą we współczesnym świecie [8].

Specyfika znacznego wzrostu popytu na rynku żywności funkcjonalnej i akceptacji tego typu żywności przez konsumentów jest jednak uwarunkowana regionalnie. W Europie zjawiska to wiążą się ze wzrostem zainteresowań konsumentów lekami ziołowymi i homeopatycznymi. W USA wynika to przede wszystkim z zainteresowania sprawnością fizyczną i osiągnięciem ogólnego dobrostanu fizycznego, a także ze wzrostu popytu na produkty pochodzenia naturalnego. Przemysł spożywczy produkujący żywność funkcjonalną w Europie i USA rozwinął się odmiennie z powodu istnienia następujących różnic [12]:

- odmiennych terapeutycznych i prozdrowotnych właściwości pożądanых od specyficznego rodzaju produktów żywnościowych,
- stanu regulacji prawnych odnoszących się do składników i/lub produktów gotowych,
- zakresu postrzeganych lub akceptowanych składników lub produktów przez konsumentów.

Najbogatszą ofertę produktów funkcjonalnych w skali światowej mają obecnie rynki [18]: świeżych produktów mleczarskich (zwłaszcza mleka i jogurtu) napojów wzbogaconych (szczególnie napojów dla sportowców), płatków śniadaniowych, margaryn, pieczywa oraz produktów cukierniczych.

W raporcie pt. "Vitamin & Mineral Enriched Foods & Drink" firmy Nicholas Hall & Company oceniono, że całkowita wartość żywności i napojów wzbogaconych, sprzedanych w 1995 roku na świecie przekroczyła (w cenach detalicznych) 54 mld USD, z tego: 12 mld USD w USA, 5 mld USD w Europie i 31,5 mld USD w Japonii. Przewidywano, że do 2005 roku wartość rynku wzrośnie do 66 mld USD. Największy udział w tym rynku mają oczywiście płatki śniadaniowe, napoje mleczne, pieczywo i margaryny. Jednakże najdynamiczniej rozwijająca się grupą są drogie markowe produkty pozycjonowane, z uwzględnieniem cech odróżniających te produkty od konwencjonalnej żywności i napojów. 1/3 rynku napojów energizujących stanowią napoje, które, jak np. Red Bull, przedstawiane są jako produkty stymulujące psychicznie i fizycznie. Sprzedaż tego rodzaju napojów rośnie w sposób dynamiczny. Całkowita sprzedaż napojów energizujących rośnie w tempie 5-10% rocznie lub nawet szybciej, jeśli wykluczyć relatywnie dojrzały rynek japoński. W grupie tej mieszczą się napoje dla sportowców takich marek jak *Gatorade* (Quaker Oats) i *Pocari* (Otsuka), które dominują na rynku amerykańskim i japońskim [8].

Rynek żywności funkcjonalnej rozwija się więc dynamicznie w tempie 2-3% rocznie, istotnie szybciej niż tradycyjne rynki żywnościowe. Zainteresowanie jakie

wykazują rozwojem produktów prozdrowotnych globalne koncerny spożywcze takie, jak: Coca Cola, Danone czy Nestle wskazują na dobre perspektywy dla tego rynku i produktów [7, 8, 16, 31]. Rynek żywności funkcjonalnej ma także pewne zagrożenia, które można rozważać na trzech płaszczyznach [16], a dotyczące:

- ◆ *przemysłu spożywczego* – wątpliwości w jakim kierunku należy rozwijać i w jaki sposób promować produkty funkcjonalne [13, 20, 36],
- ◆ *konsumentów* – dylemat, czy rzeczywiście żywność funkcjonalna spełnia rolę jaka się jej przypisuje oraz jaka ilość spożywanej żywności funkcjonalnej zapewni uzyskanie przypisywanych jej efektów [34],
- ◆ *prawodawstwa i aspektów etycznych* - pytanie o jakich potencjalnych korzyściach związanych ze spożywaniem tych produktów i składników można zapewniać konsumenta oraz czy składniki nadające cechy funkcjonalności stanowią dodatki do żywności czy gotowe produkty żywnościowe [32].

Należy sądzić, że te ostatnie wątpliwości muszą być rozwiązywane w sposób szczególnie odpowiedzialny z uwagi na istotne konsekwencje w zachowaniu konsumentów.

### **Konsumenty na rynku żywności funkcjonalnej oraz ich postawy**

Wzrastająca stale liczba dowodów naukowych, potwierdzających związek pomiędzy konsumpcją żywności a powstawaniem chorób powoduje, że w ostatnich latach konsumenci zaczęli akceptować fakt, iż zdrowie jest wartością, na którą można oddziaływać [14, 34]. Wielu konsumentów zainteresowanych relacją pomiędzy komponentami diety a zdrowiem skłonnych jest zmienić swe przyzwyczajenia żywieniowe, jeśli to przyniesie poprawę ich zdrowia. Dlatego też wzrasta wielkość sprzedaży produktów postrzeganych jako posiadających cechy funkcjonalne [35].

Wielu konsumentów twierdzi, że ich dieta nie zapewnia im optymalnego odżywienia, dlatego też przyjmują dodatkowe środki aby wyrównać te domniemane niedobory. Daje to szansę na regularne zakupy żywności funkcjonalnej przez tych konsumentów [1]. Organizacje konsumentów wyrażają jednak obawy, czy promowanie tylko produktów żywnościowych funkcjonalnych, nie odwróci uwagi kupujących od kompozycji diety [22, 35]. Organizacje te wypowiadają się również na temat informacji o korzystnym działaniu żywności funkcjonalnej na zdrowie. Badania Consumers' Association z 1995 roku w Wielkiej Brytanii wykazały, iż 84% konsumentów zgodziło się, że deklaracje te powinny być przedmiotem uregulowań prawnych. Oczekuje się też, że akceptacja informacji o korzyściach zdrowotnych powinna być wymagana przed wprowadzeniem produktów na rynek. Wzrost zainteresowań konsumentów żywnością funkcjonalną związany jest także z popularyzacją tego terminu lansowanego przez media [18, 34, 35] (tabela 1).

Tabela 1

Główne źródła informacji o żywności funkcjonalnej (%) [18].  
Main information sources about functional food.

Źródło informacji	Wielka Brytania	Francja	Niemcy
Etykiety artykułów spożywczych	55	28	79
Telewizja	22	66	54
Czasopisma kobiece	47	43	26
Rodzina, przyjaciele	27	18	44
Ulotki producentów	18	12	18
Gazety ogólnokrajowe	18	14	40
Lekarze, personel medyczny	17	16	25

Podjęcie konsumentów do żywności funkcjonalnej związane jest z aspektami kulturowymi i edukacyjnymi oraz terytorialnymi. Podczas gdy konsumenci europejscy nie wykażą prawdopodobnie zainteresowania rodzajami produktów dostępnych na rynku japońskim, wciąż istnieje wielki potencjalny rynek napojów funkcjonalnych, innych niż napoje mleczarskie i dla sportowców. Wciąż nie znane są pełne możliwości rynku żywności o wysokiej zawartości błonnika. Wzrost wiedzy konsumentów na temat korzyści wynikających ze spożywania prebiotyków może też wpłynąć na wzrost potencjału rynku napojów zawierających pro- i prebiotyki [33]. Z drugiej strony fakt, iż przeciętny konsument bardzo silnie wiąże zawartość błonnika z żywnością stałą, dodawanie błonnika do napojów jest wciąż nie do końca akceptowane [1, 2, 21]. Oczekiwany miejscem sprzedaży żywności funkcjonalnej jest przy tym supermarket, z jego możliwością wyboru produktów z półki [18], a w dalszej kolejności sklepy z tzw. „zdrową” żywnością.

### Rozwój i doświadczenia rynku żywności funkcjonalnej w Japonii

Japonia jest obecnie światowym liderem w rozwoju żywności funkcjonalnej i największym jej rynkiem [14, 21]. W dziedzinie żywności i napojów funkcjonalnych w Japonii działa ponad 300 firm, ale tylko 8 z nich wytwarza 25% produktów funkcjonalnych z produkcji krajowej [17, 19], co świadczy o istotnej już koncentracji tego rynku i dalszych szansach rozwoju.

Rynek żywności funkcjonalnej w Japonii rozwinął się dzięki wspólnym działaniom rządu, mediów i programów edukacyjnych przemysłu [2, 5, 16] w odpowiedzi na obserwowane problemy zdrowotne społeczeństwa, szczególnie powszechne choroby układu pokarmowego i niedobory wapnia w diecie [17, 19].



Japoński rynek żywności i napojów funkcjonalnych pod wieloma względami jest wyjątkowy, gdyż [2, 5, 16, 19]:

- stworzono tu koncepcję żywności i napojów funkcjonalnych, a rynek nowych produktów wykreowano w obrębie specyficznych warunków krajowego rynku żywności, o wysokim stopniu nasycenia rynku,
- wykazano zdecydowanie podczas tworzenia systemu zatwierdzania produktów funkcjonalnych, chociaż system ten działa na zasadzie dobrowolności oraz konsekwencję w procesach legislacyjnych,
- w promocji produktów podkreśla się raczej funkcjonalne właściwości składników, a nie konkretnych produktów żywnościowych,
- rynek cechuje duża i stała dynamika rozwoju oraz wysoka koncentracja.

W 1990 roku japoński rynek żywności funkcjonalnej oceniano na 3 mld USD i stanowił wówczas 5% wartości rynku żywności przetworzonej w tym kraju. Wg ocen analityków rynku przewidywano, iż japoński rynek żywności funkcjonalnej będzie wzrastał o 8,5% rocznie, osiągając wartość 4,5 mld USD do 1995 roku [13]. Według danych z 1995 roku żywność funkcjonalna w Japonii stanowiła rynek o wartości 4 mld USD. Do produktów zaliczanych do żywności funkcjonalnej, obecnych na rynku należą głównie: napoje (70% rynku), napoje mleczne, herbatniki, słodczyce, posiłki gotowe i przekąski, płatki śniadaniowe, lody, dressingi i inne [2, 14, 21]. W tabeli 2 zestawiono liczbę produktów funkcjonalnych wprowadzanych na rynek japoński w latach 1988-1995. Łącznie wprowadzono 682 nowe produkty, z czego do 1991 roku, w którym status prawny tego typu żywności został ostatecznie uregulowany, tylko 221 produktów.

Tabela 2

Liczba produktów żywnościowych oraz napojów funkcjonalnych wprowadzonych na rynek japoński w latach 1988-1995.

Number of functional foods and drinks on Japan market in 1988-1995.

GRUPY PRODUKTÓW	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	RAZEM
Napoje	12	45	33	12	15	13	30	22	182
Napoje mleczne zawierające bakterie kwasu mlekowego	2	9	15	3	27	21	19	26	122
Jogurt, jogurt pitny	3	13	16	5	5	8	13	29	92
Produkty cukiernicze i biszkopty	2	9	11	12	5	8	27	21	95
Inne*	2	9	40	10	25	27	43	35	191
<b>ŁĄCZNIE</b>	<b>21</b>	<b>85</b>	<b>115</b>	<b>42</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>132</b>	<b>133</b>	<b>682</b>

Źródło: [17] \*sery, lody, przekąski, płatki śniadaniowe, słodziki

W 1990 roku, wg badań rynkowych [13, 19] udział składników funkcjonalnych w różnych produktach rynkowych przedstawiał się następująco: błonnik pokarmowy – 40%, wapń – 20%, oligosachrydy – 20%, bakterie kwasu mlekowego – 10%, inne składniki – 10%.

Na rynku japońskim obserwuje się tendencję do skupiania działań marketingowych właśnie wokół aktywnych składników, nadających status funkcjonalności w poszczególnych produktach, choć produkty funkcjonalne zwykle oferują kombinację potencjalnych korzyści zdrowotnych. Rynek koncentruje się wokół ciągle wprowadzanych nowych produktów – „przebojów”, które stają się popularne na krótki czas, po czym zwykle znikają z rynku. Podobnie w danych okresach czasu popularnością cieszą się specyficzne składniki funkcjonalne, zawarte w tych lansowanych produktach [16, 21]. W tabeli 3 przedstawiono liczbę produktów funkcjonalnych wprowadzanych na rynek, z podziałem na zawartość głównych składników funkcjonalnych.

Tabela 3

Liczba produktów zawierających najpopularniejsze funkcjonalne składniki żywności wprowadzonych na rynek Japonii w latach 1988-1995.

Number of functional foods and drinks products with the most popular functional components on Japan market in 1988-1995.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Razem
Błonnik pokarmowy	4	18	23	4	14	4	11	6	84
Oligo-sacharydy	3	40	56	12	18	15	21	18	183
Wapń	2	21	38	20	40	35	69	75	300
DHA i EPA	0	0	0	0	1	1	29	19	50
Inne (1)	10	25	20	9	17	17	29	13	140
Razem	19	104	137	45	90	72	159	131	757

Źródło: [17], DHA – kwas dokosaheksaenowy, EPA – kwas eikosapentaenowy beta karoten, żelazo, maltitol, polidekstroza

Ponad 70% japońskich produktów funkcjonalnych stanowią produkty płynne. Produkcja tego typu napojów wyniosła w 1989 roku około 9,1 mln litrów. Początkowo jako główne napoje funkcjonalne sprzedawano izotoniczne napoje dla sportowców (np. *Oronamin C* firmy Otsuka), później składniki funkcjonalne zastosowano w innych napojach: owocowych, warzywnych, mleczarskich Izotoniczne napoje dla sportowców posiadały 9% udział w rynku produktów płynnych. Jednocześnie ta grupa produktów jest nadal jedną z najaktywniej rozwijających się kategorii na rynku napojów w Japonii [13].

W 1988 roku firma Otsuka Pharmaceutics wypuścił na rynek napój *FibeMini*, który jest najlepiej sprzedającym się napojem, zawierającym wszystkie niezbędne związki mineralne, witaminy i błonnik. W 1990 roku Otsuka wylansował *Pocari Sweat Stevia* – napój izotoniczny zawierający niskokaloryczny słodzik. Coca-Cola Japan Co. Ltd. produkuje *Fibi*, wysokobłonnikowy napój przeznaczony do ogólnego wspomaganie układu pokarmowego. Innymi przykładami napojów funkcjonalnych są: niezwykle popularne fermentowane mleko firmy Yakult, sprzedawane w 50 ml butelkach w liczbie 1 mln opakowań dziennie oraz *Bifiel* i fermentowany jogurt, oba produkowane przez Yakult [19, 21].

W Japonii rocznie produkuje się 25 tys. ton produktów żywnościowych zawierających oligosacharydy. Drugą dużą grupę produktów funkcjonalnych stałych na rynku japońskim stanowią artykuły z dodatkiem błonnika, również pieczywo, desery, produkty ciastkarskie, przekąski, produkty zbożowe [6, 19, 26].

W związku z zaniepokojeniem sytuacją niedoborów wapnia w japońskiej diecie na początku lat 90. na rynek wypuszczono wiele wzbogaconych w wapń napojów i żywności [33]. Wśród produktów zawierających DHA, produkowanych początkowo na bazie ryb, można obecnie także znaleźć artykuły mięsne, napoje, jogurty, mleko, herbatniki i inne produkty cukiernicze [1, 2, 5].

Obecnie właśnie Japonia posiada najbardziej rozwinięty i nowoczesny rynek produktów funkcjonalnych na świecie [13, 17], a doświadczenia rozwoju tego rynku oraz racjonalnej polityki wyżywienia realizowanej przez rząd japoński, mogą być bardzo pomocne w planowaniu ekspansji rynkowej tych produktów w innych krajach.

## Rynek żywności funkcjonalnej w Unii Europejskiej

Najważniejszym czynnikiem wpływającym na rozwój produktów funkcjonalnych w Europie jest ich pozytywne postrzeganie i akceptacja przez konsumentów. Rezultatem wysokiego poziomu ich akceptacji, a co za tym idzie także wysokiego zapotrzebowania, jest wysoka indywidualna świadomość terapeutycznych i fizjologicznych korzyści jakie przynosi używanie ziół, roślin oraz ich wyciągów i produktów pochodnych. Dlatego bardzo prawdopodobne jest, iż konsumenci rozumieją i zaakceptują gwarantowane przez producentów efekty zdrowotne przypisywane nowym produktom funkcjonalnym zawierającym składniki czy substancje, które znają i używają (np. czosnek) [18, 34].

Przemysł produkujący leki homeopatyczne i ziołowe wpłynął na rozwój rynku żywności funkcjonalnej poprzez kształtowanie wiedzy i akceptacji konsumentów w odniesieniu do produktów naturalnych. Należy także wspomnieć o medycynie ortomolekularnej, na której potrzeby stworzono rośliny i produkty roślinne o zwiększonym poziomie witamin, aminokwasów i innych substancji odżywczych. Produkty ortomolekularne oferują bogatsze korzyści terapeutyczne tradycyjnych ekstraktów ziołowych

i roślinnych oraz ich pochodnych, które są akceptowane jako produkty naturalne. W Unii Europejskiej zaobserwować można większe zaufanie do naturalnych składników, których bezpieczne stosowanie zostało potwierdzone [12, 16].

Najpopularniejszymi składnikami żywności funkcjonalnej w Europie są: probiotyki, czosnek, omega-3 kwasy tłuszczowe, oligosacharydy oraz  $\beta$ -karoten. Ostatnio znaczenie czosnku jako składnika żywności czy suplementu diety znacznie wzrosło. Zainteresowanie kwasami omega-3 oraz  $\beta$ -karotenem i wzrost popytu na produkty zawierające te składniki wśród konsumentów spotęgowane zostały zwiększoną uwagą naukowców skoncentrowanych wokół terapeutycznych efektów tych składników. Oligosacharydy, mimo że jeszcze nie zyskały dużej popularności, są dla przemysłu wytwarzającego żywność funkcjonalną składnikiem o wielkim potencjale rozwojowym i niezbędnym do kształtowania nowych produktów funkcjonalnych. Zainteresowanie składnikami zastępującymi tłuszcz nie osiągnęło jednak takich rozmiarów, jak w USA, co związane jest odmiennymi preferencjami i niewielką ich akceptacją przez konsumentów europejskich [12, 15].

Rynek produktów funkcjonalnych w Europie zdominowany jest przez produkty zawierające kultury probiotyczne (mleczarskie i inne), płatki i inne produkty śniadaniowe, produkty witaminizowane, napoje funkcjonalne oraz dużą liczbę produktów zawierających inne składniki funkcjonalne.

Wg danych Datamonitor [4] całkowita sprzedaż produktów funkcjonalnych (bez napojów) w 8 krajach Unii Europejskiej wynosiła w 1998 r. 8,5 mld USD, z czego na napoje mleczne i inne produkty mleczarskie przeznaczono 3,9 mld USD (46%), na produkty śniadaniowe 2,4 mld USD (29%), na produkty witaminizowane i z minerałami 1,9 mld USD (22%), ponadto na produkty cukiernicze, tłuszcze do smarowania. Głównym rynkiem tego typu produktów były Niemcy ze sprzedażą 3,1 mld USD (36% rynku europejskiego), Francja – 1,7 mld USD (20%), Wlk.Brytania – 1,6 mld USD (18%) oraz Holandia i Szwecja, ze sprzedażą po ok. 0,6 mld USD z 7% udziałem w tym rynku.

Dominującymi wyrobami na rynkach tych krajów były [4]: produkty mleczarskie funkcjonalne – w Niemczech (49% całego rynku żywności funkcjonalnej w tym kraju oraz 39% udział w europejskim rynku tego produktu), we Francji (odpowiednio 56% i 24%) oraz w Holandii (80% i 12%), Szwecji (68%) i Belgii (56%); produkty śniadaniowe – w Wlk.Brytanii (72% % całego rynku żywności funkcjonalnej w tym kraju oraz 46% udział w europejskim rynku tego produktu), w Niemczech (odpowiednio 16% i 20%) i Francji (25% i 17%); produkty witaminizowane – w Niemczech (31% całego rynku żywności funkcjonalnej w tym kraju oraz 51% udział w europejskim rynku tego produktu) i Włoszech (odpowiednio 41% i 10%). Największy udział w europejskim rynku funkcjonalnych produktów cukierniczych mają Niemcy (53%), podobnie jak na rynku tłuszców do smarowania (28%).

## Rynek żywności funkcjonalnej w USA

W Stanach Zjednoczonych produkcja i rynek żywności funkcjonalnej rozwijały się inaczej niż w Europie i Japonii. Główne różnice odnoszą się do takich zjawisk, jak: stosowne diety i styl życia, siła rynkowa konsumenta oraz słabsza pozycja rynku leków homeopatycznych [12, 15, 31].

Dieta amerykańska ulegała stałej przemianie. W latach 70. zapoczątkowano trend w kierunku poprawy sprawności fizycznej. W tym samym czasie w edukacji żywieniowej akcentowano ważność zbilansowanej diety o niskiej zawartości tłuszczów nasyconych, sodu i cholesterolu. W połowie lat 80. trendy te znalazły odbicie w działalności przemysłu spożywczego [12, 31, 35].

Dodatkowym czynnikiem, który wpłynął na rozwój rynku żywności funkcjonalnej w USA było istnienie rynku tzw. „zdrowej” żywności (health food market). Roślinne czy ziołowe produkty zdobyły popularność wśród niezbyt licznej, wykształconej grupy konsumentów. Rynek tzw. „zdrowej” żywności osiągnął szczyt zainteresowania pod koniec lat 60. oraz na początku lat 70. Na początku lat 80. Amerykanie znów zainteresowali się poprawą swojej diety, a na początku lat 90. zjawiska te jeszcze bardziej się nasiliły. Znalazło to natychmiast odbicie w podaży produktów dostępnych na rynku oraz upowszechnieniu informacji o efektach działania tradycyjnych roślinnych i ziołowych składników i produktów oraz wpłynęło również na wzrost świadomości konsumentów oraz na zainteresowanie lekami homeopatycznymi i tradycyjnymi [12, 13, 28].

Wzrastająca świadomość i zainteresowanie konsumentów amerykańskich żywnością funkcjonalną stanowi niezwykle atrakcyjne pole dla działalności przemysłu spożywczego. Oczekuje się, że 75% konsumentów zainteresuje się kwestią korzyści zdrowotnych związanych z żywnością funkcjonalną [11].

Pojawienie się tego typu żywności określono nawet terminem „rewolucji żywności funkcjonalnej”. Segment żywności funkcjonalnej reprezentuje obecnie jeden z najszybciej rozwijających się segmentów rynku spożywczego. Konsumentom żądają żywności, która nie tylko zapobiega klasycznym chorobom spowodowanym niedoborami substancji odżywczych, ale zgłaszają zapotrzebowanie na żywność funkcjonalną, odbieraną często jako „cudowne lekarstwo” [15, 18].

W 1994 roku wartość amerykańskiego rynku żywności funkcjonalnej szacowano na 7,5–9 mld USD, na potencjalnym rynku o wartości 250 mld USD [15]. Przykładem potwierdzającym dynamiczny rozwój tego rynku może być chociażby wzrost sprzedaży mieszanki *Ensure*. Po wprowadzeniu na rynek w 1991 roku, już w 1993 roku wartość sprzedaży tego produktu osiągnęła poziom ponad 160 mln USD, a dwa lata później – ponad 300 mln USD [28].

Sytuacja na rynku amerykańskim jest odbiciem ogólnoświatowej tendencji zaciepania się podziału pomiędzy artykułami żywnościowymi a lekami. Koncerny farmaceutyczne jak Bristol-Myers Squibb czy Abbott Laboratories wkraczają na masowy rynek żywności i napojów, z kolei firmy spożywcze wykazują zainteresowanie badaniami prowadzonymi przez producentów leków z chęcią zastosowania nowych pomysłów do produkcji żywności [28].

Jednymi z pierwszych produktów oferujących konsumentom efekty terapeutyczne na rynku amerykańskim były izotoniczne napoje dla sportowców (np. Gatorade). Oferujące terapeutyczne i fizjologiczne korzyści fizycznie aktywnym konsumentom, początkowo napoje te wprowadzono na rynek produktów dla zawodowych sportowców. Ze względu na popularność trendu sprawności fizycznej zdobyły one akceptację wśród konsumentów. Mimo, iż gwarantowane przez producentów efekty związane ze spożywaniem tych produktów były ograniczone, napoje te stanowiły pierwsze artykuły funkcjonalne o określonych walorach, które zdobyły bardzo wysoki poziom akceptacji wśród konsumentów [12, 31].

Na początku rozwoju rynku żywności funkcjonalnej w USA dominowały produkty wzbogacane w błonnik pokarmowy. Pierwsze produkty wprowadzone na rynek bazowały na otrębach owsianych i nawiązywały do raportów stwierdzających, że konsumpcja błonnika pokarmowego może potencjalnie obniżyć częstość występowania chorób nowotworowych. Produkty na bazie otrębów owsianych odniosły wielki sukces na rynku. Następnie wprowadzono produkty na bazie innego rodzaju otrębów, zwłaszcza ryżowych, które odniosły podobny sukces. Oprócz produktów zawierających otręby, także  $\omega$ -kwasów tłuszczowych oraz witaminy antyoksydacyjnej ( $\beta$ -karoten) stanowią wielki potencjał rozwojowy na rynku żywności funkcjonalnej [12, 13, 20, 27].

Przyszłość przemysłu produkującego żywność funkcjonalną w USA leży w rozwoju wąsko wyspecjalizowanych produktów, przeznaczonych dla specyficznych segmentów konsumentów. Szczególny nacisk będzie położony na rozwój produktów dla starzejącej się populacji. Poza tym rozwijane będą produkty następujących kategorii [11, 12, 14]:

- odżywki dla niemowląt bardziej naśladujące mleko ludzkie,
- żywność dla pacjentów o niewydolności układu immunologicznego,
- żywność oferująca zwiększone efekty fizjologiczne przeciw powstawaniu guzów nowotworowych.

## Podsumowanie

Żywność o charakterze prozdrowotnym stanowi obecnie najważniejszy ogólnoświatowy kierunek rozwoju produktów przemysłu spożywczego. Jednocześnie obserwuje się rosnące zainteresowanie tym kierunkiem wśród konsumentów. Obserwowany

w czołowych krajach świata rozwój rynku żywności prozdrowotnej (funkcjonalnej) istotnie wpływa na wzmocnienie i rozszerzenie możliwości wprowadzania na rynek nowych produktów i składników żywności podnoszących ich wartość zdrowotną. Wzrastająca liczba międzynarodowych koncernów zajmujących się produkcją tego typu żywności aktywnie kreuje nową konkurencyjną dziedzinę poprzez rozwój rynku tzw. funkcjonalnej żywności i napojów.

Bardzo prawdopodobne wydaje się, że koncepcja żywności funkcjonalnej pomoże konsumentom w samodzielnym i świadomym utrzymywaniu dobrego stanu zdrowia oraz w sposób znaczący wpływać będzie na producentów żywności. Popularność żywności funkcjonalnej jest odbiciem zainteresowania konsumentów żywnością wygodną i zdrowym sposobem odżywiania. Obserwowany wzrost popytu na żywność funkcjonalną na nowoczesnych rynkach wskazuje na to, iż rozwój idei żywności funkcjonalnej idzie w parze z oczekiwaniami konsumentów. Jeśli nawet obecnie żywność ta, zgodnie z niedoskonałym stanem prawnym nie może być etykietowana jako żywność funkcjonalna, to dla rynku produktów funkcjonalnych otwierają się wielkie perspektywy. Możliwość wprowadzania na rynek artykułów funkcjonalnych zależy przede wszystkim od czynników technologicznych oraz zdobycia zaufania konsumentów. Prowadzone są zatem intensywne badania w celu udowodnienia związku pomiędzy spożyciem żywności a częstotliwościami występowania chorób oraz uzyskania nowych składników funkcjonalnych przy zastosowaniu biotechnologii.

Dokonany w pracy przegląd doświadczeń rozwoju głównych rynków żywności funkcjonalnej dostarcza wielu praktycznych uwag i podstaw tworzenia tego rynku w warunkach polskich. Obecność na polskim rynku wielu czołowych koncernów spożywczych oraz szybki proces adaptacji zachowań polskich konsumentów do zmieniającego się rynku, pozwalają przypuszczać, że i w tym zakresie nastąpią (a właściwie już następują) intensywne działania dostosowawcze. Wskazuje na to chociażby przykład rozwoju rynku jogurtów. Procesy te wymagają jednak odrębnej analizy na tle sytuacji polskiego rynku żywności.

## LITERATURA

- [1] Anonim: Functional or faddy? Food Processing. 20, 7, 1995, 17-18.
- [2] Anonim: Functional foods and drinks in Japan. A survey of the market. Datamonitor, 1997.
- [3] Anonim: Rynek napojów. Rzeczpospolita, 8, 10, 1998, z 26 października, 4.
- [4] Anonim : Ingredients for Health, Functional and Organic Foods, Miller Freeman, 1999.
- [5] Antosiewicz I.: Żywność o określonych funkcjach prozdrowotnych- żywność funkcjonalna na tle doświadczeń japońskich. Żywność, Żywienie a Zdrowie, 6, 4, 1997, 346-352.
- [6] Antosiewicz I., Moroz A., Zalewski S.: Żywność funkcjonalna prozdrowotną żywnością XXI wieku . Przegląd Gastronomiczny. 50, 3, 1997, 6-7.

- [7] Blenford D.E.: Food for Health, The Market. *International Food Ingredients*, **22**, 4, 1994, 9.
- [8] Byrne M.: Pump it up! Fortified future for functional foods. *Food Engineering International*. **22**, 11, 1997, 42-48.
- [9] Coussement P.: Multi-functional inulin. *Food Ingredients and Analysis International*. **21**, 10 1997, 8.
- [10] Fassl J.: Top five global trends that drive the food industry. *Food Engineering International*. **22**, 11, 1997, 13.
- [11] Giese J., Katz F.: Ethical marketing of functional foods. *Food Technology*. **51**, 12, 1997, 58.
- [12] Gardner J.C.: The development of the Functional Food Business in the United States and Europe. w: Goldberg I.: *Functional foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*. Chapman&Hall Inc. 1994, 468-480.
- [13] Goldberg I.: *Functional foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*. Chapman&Hall Inc. 1994.
- [14] Goldberg I.: Functional foods for health – the current state and future prospects. Vitafoods International Conference. Copenhagen, March 11-13, 1997.
- [15] Hasler C.M.: Functional foods: the Western Perspective. First International Conference on East- West Perspectives on Functional Foods. w: *Nutrition Reviews*. **54**, 11, 1996, 6-10.
- [16] Heasman M.: Creating competitive space in global markets. *Food Technology*. 1997a, issue 8, i-iv.
- [17] Heasman M.: The regulation of functional foods and beverages in Japan. Vitafoods International Conference. Copenhagen, March 11-13, 1997b.
- [18] Hilliam M.: Functional foods: the Western Consumer viewpoint. First International Conference on East-West Perspectives on Functional Foods. w: *Nutrition Reviews*. **54**, 11, 1996, 189-194.
- [19] Ichikawa T.: Functional Foods in Japan. W: Goldberg I.: *Functional foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*. Chapman&Hall Inc. 1994, 453-467.
- [20] Jakubowski A.: Funkcjonalne produkty spożywcze. *Przemysł Spożywczy*. **49**, 11, 1995, 416- 417.
- [21] Kawazoe K.: Market trends of functional foods and food ingredients in Japan. *International Food Ingredients*, **22**, 5, 1994, 43-45.
- [22] Kolanowski W.: Nowoczesne produkty spożywcze o pożądanym działaniu zdrowotnym, żywność funkcjonalna. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, **8**, 1, 1999, 101-109.
- [23] Kosikowska M., Jakubczyk E.: Wpływ napojów mlecznych fermentowanych na zdrowie człowieka. *Nowa Medycyna*. **6**, 9, 1997, 16-22.
- [24] Krajewski K.: Żywność nowej generacji - szansa dla małych firm. *Życie Handlowe*, **6**, 3, 1998, 16 - 18
- [25] Krajewski K.: Napoje i soki nowej generacji, *Życie Handlowe*, **7**, 4, 1999, 54-55.
- [26] Owczarek L., Mączyńska D., Jasińska U.: Produkty funkcjonalne dla sportowców – napoje o kontrolowanej tonii, *Przemysł Spożywczy*, **52**, 4, 1998, 18-21.
- [27] Owczarek L., Osińska M., Mączyńska D.: Produkty pochodzenia roślinnego a żywność funkcjonalna, *Przemysł Spożywczy*, **53**, 1, 1999, 13-14.
- [28] Peterson M.: The market for fortified foods. *Food Ingredients and Analysis International*. **22**, 1-2, 1997, 33-39.
- [29] Reilly C.: Functional foods – a challenge for consumers. *Trends in Food Sci.& Technology*, **5**, 4, 1994, 121-123.
- [30] Rutkowski A.: Żywność dietetyczna i lecznicza, *Przemysł Spożywczy*, **47**, 4, 1993, 105.
- [31] Sloan A.E.: The New Market: Foods for the Not-So-Healthy . *Food Technology*, **53**, 2, 1999, 54-60.
- [32] Turner A.: Functional foods and law. *Food manufacture.*, **70**, 4, 1995, 35-36.
- [33] Young J.: Functional food market still to grow. *Food Ingredients and Analysis International*. **22**, 5-6, 1997, 43-57.



- [34] Winkler J.T.: A Backgorund Paper: Consumer Issues and Functional Foods. National Food Alliance , London 1995
- [35] Winter de K., Rodriguez G.: Consumers' views on nutrition and public health. Proceedings of the Nutrition Society, **56**, 1997, 879-888.
- [36] Zduńczyk Z.: Żywność funkcjonalna – nowe wyzwania dla badaczy i producentów żywności. Przemysł Spożywczy, **53**, 3, 1999, 3-4.

## **REASONS, DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND SEGMENTATION OF FUNCTIONAL FOOD MARKET AGAINST A BACKGROUND OF WORLD EXPERIENCES**

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

Assement of reasons and experiences of functional food market development in selected countries (Japan, USA, EC-countries) was presented. Trial to define and to separate segments of functional food market against a background of development directions of that market was also discussed. Assesment of consumers attitudes and their effect on the state and prospects of market was also included into analysis.



ELŻBIETA KLEWICKA, ZDZISŁAWA LIBUDZISZ,  
DANUTA CZAJKA, KARINA KUC

## ANTAGONISTYCZNA AKTYWNOŚĆ BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*

### Streszczenie

W pracy określono aktywność antagonisticzną 20 szczepów *L. acidophilus* w stosunku do mikroflory patogennej i zanieczyszczającej żywność: *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, jak również w odniesieniu do dwóch szczepów bakterii mlekowych: *L. acidophilus* ATCC 4356 i *L. rhamnosus* GG ATCC 53105. Stwierdzono, iż wszystkie badane szczepy *L. acidophilus* wykazują zdolność hamowania organizmów wskaźnikowych. Spośród 20 kultur bakterii mlekowych wytypowano 11, które charakteryzowały się najwyższą aktywnością przeciwbakteryjną.

Porównanie 5 metod oznaczania antagonizmu pozwoliło ponadto na dobranie odpowiedniej metody badawczej. Najlepsze wyniki uzyskano stosując metodę: słupkową i kropelkową. Metody te pozwalają na zachowanie dobrych warunków dyfuzji związków antagonisticznych.

### Wstęp

Bakterie fermentacji mlekowej powszechnie wykorzystywane są do biokonserwacji żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Biologiczna konserwacja żywności poprzez niedopuszczenie do rozwoju mikroorganizmów zanieczyszczających żywność, w tym również patogennych, jest możliwa między innymi dzięki produktom przemiany materii bakterii fermentacji mlekowej, takim jak:

- **kwasy organiczne:** kwas mlekowy, kwas octowy, kwas 2-pirolidono-5-karboksyłowy,
- **enzymy:** układ laktoperoksydaza + nadtlenek wodoru, lizozym (w przypadku mutantów otrzymanych na drodze rekombinacji DNA),
- **niskocząsteczkowe produkty przemiany materii:** reuteryna, diacetyl, kwasy tłuszczowe,

- bakteriocyny,
- nadtlenek wodoru.

Przeciwdrobnoustrojowe działanie wymienionych produktów metabolizmu LAB często wynika z ich synergizmu, jak również zależy od czynników środowiskowych, do których należą: temperatura, uwodnienie, skład chemiczny i pH środowiska.

Biokonserwacja surowców spożywczych na drodze fermentacji pozwala ponadto na rezygnację lub zmniejszenie stosowanych konserwantów chemicznych [3]. Za szczególnie cenne należy uznać zastosowanie do fermentacji żywności kultur LAB o uzdolnieniach probiotycznych.

Bakterie kwasu mlekowego zastosowane jako probiotyki są nową alternatywą w stabilizacji mikroflory jelitowej, gdzie poprzez kolonizację nabłonka jelit zabezpieczają organizm gospodarza przed niektórymi mikroorganizmami wywołującymi zatrucia pokarmowe. Ponadto bakterie te dzięki regulacji mikroflory błony śluzowej jelit ograniczają (hamują) aktywność tzw. enzymów fekalnych -  $\beta$ -glukuronidazy, reduktazy tlenu azotu czy reduktazy azotynowej, katalizujących przemianę związków prokancerogennych do kancerogennych [2, 4].

W żywności fermentowanej bakterie mlekowe odpowiedzialne są za kształtowanie cech sensorycznych, przedłużenie trwałości, oraz zwiększenie wartości odżywczej i dietetycznej. Od probiotycznych bakterii kwasu mlekowego stosowanych w przetwórstwie żywności wymaga się bezpieczeństwa zdrowotnego, odporności na działanie soku żołądkowego i żółci, tworzenia niewielkich ilości kwasu D(-)-mlekowego, adhezji do błony śluzowej jelit oraz wysokiej aktywności przeciwdrobnoustrojowej.

Celem podjętych badań była charakterystyka posiadanej kolekcji bakterii *Lactobacillus acidophilus* i wybór szczepów o wysokiej aktywności hamowania wzrostu mikroorganizmów odpowiedzialnych za psucie się żywności oraz chorobotwórczych dla człowieka. Zmierzano również do wyboru metody kontroli aktywności antagonisticznej bakterii mlekowych.

## **Materiały i metody**

Materiałem badawczym było 20 szczepów *Lactobacillus acidophilus*. Szczepy oznaczone symbolami: Ros, 172, H-1, Ch-2, In3, Cz-1, 343, 336, Ind1, 20T1 otrzymano z zakładu Biolacta - Texel w Olsztynie; Bauer, Ch-5, A92, Diat, Nestle pochodzą z Prague Technical University, Dept. Milk Fat Technology; szczepy NCAINB 1075, NCAINB 1152 pochodzą z National Collection of Agricultural and Industrial Microorganisms w Budapeszcie, natomiast szczepy 1, 03, B należą do kolekcji LOCK 105 w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej. Badaniami również objęto dwa szczepy referencyjne - *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 oraz *Lactobacillus rhamnosus* GG ATCC 53105 otrzymane z Collegium Medicum Uniwer-

sytetu Jagiellońskiego w Krakowie, które służyły zarówno jako materiał antagonizujący i kontrolny. Jako mikroorganizmy wskaźnikowe stosowano oprócz referencyjnych bakterii mlekowych, szczepy bakterii wzorcowych otrzymane z Państwowego Zakładu Higieny: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 oraz szczepy *Escherichia coli* i *Pseudomonas fluorescens* z kolekcji własnej Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii PŁ.

Bakterie uaktywniano z zamrożonych 24-godzinnych hodowli (zawierających 20% glicerolu), poprzez dwukrotny pasaż w podłożu płynnym MRS (bakterie mlekowe) lub w bulionie wzbogaconym (*E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*). Bakterie mlekowe hodowano w inkubatorze w obecności 5% (v/v) CO<sub>2</sub>, w temperaturze 37°C, pozostałe w kultury hodowano warunkach tlenowych, w temperaturze 37°C.

W badaniach antagonizmu międzyszczepowego zastosowano 5 metod.

**Metoda kropelkowa** polega na równoległym wzroście szczepu wskaźnikowego i badanego. Na podłoże MRS nanoszono w formie kropli 5 µl hodowli bakterii antagonistycznych, po 24-godzinnej inkubacji powierzchnię zalewano murawą zawierającą szczep wskaźnikowy w ilości 10<sup>5</sup>–10<sup>6</sup> jtk/ml. Płytki ponownie inkubowano przez 24 godziny. Wyniki odczytywano jako strefy zahamowania wzrostu szczepu wskaźnikowego, mierzone w mm, odejmując średnicę hodowli szczepu antagonistycznego.

**Metoda słupkowa** [5] oparta jest również na równoległym wzroście szczepów badanych (wskaźnikowego i antagonistycznego). Z przerośniętego bakteriami mlekowymi (24 h) stałego podłoża MRS wycinano słupki o średnicy 10 mm i umieszczano je na płytkach z murawą zaszczepioną szczepem wskaźnikowym (10<sup>5</sup>–10<sup>6</sup> jtk/ml). Po 24 godzinach inkubacji odczytywano strefy przejaśnienia murawy wokół słupków. Wynik podawano w mm po odjęciu średnicy słupka.

**Metoda studzienkowa A** – w podłożu stałym zaszczepionym szczepem wskaźnikowym (10<sup>5</sup>–10<sup>6</sup> jtk/ml) wycinano studzienki o średnicy 10 mm. Następnie do studzienek wprowadzano 24-godzinne hodowle płynne szczepów antagonistycznych, które następnie zestalano w studzienkach poprzez dodatek agaru, w ilości 1% (v/v). Po dobowej inkubacji mierzono średnice hamowania wzrostu organizmu wskaźnikowego. Wynik podawano w mm, jako różnicę pomiędzy średnicą hamowania wzrostu szczepu wskaźnikowego a średnicą studzienki.

**Metoda studzienkowa C** [1] – murawę zawierającą szczep wskaźnikowy przygotowano jak poprzednio. Do studzienek wprowadzano odwirowaną i przefiltrowaną przez filtr bakteriologiczny o średnicy porów 0,2 µm, ciecz po 24-godzinnej hodowli szczepu antagonistycznego, w ilości 60 µl. Po 24 godzinach inkubacji odczytywano strefy hamowania wzrostu szczepu wskaźnikowego, po uwzględnieniu (odjęciu) średnicy studzienki. Wynik podawano w mm.

**Metoda krążkowa** – w metodzie tej również zastosowano ciecz po hodowli szczepów antagonisticznych (przygotowanej w identyczny sposób jak w metodzie studzienkowej C). Na murawie zawierającej szczep wskaźnikowy, umieszczano bibułowe krążki o średnicy 5 mm, nasączone cieczą po hodowli szczepów antagonisticznych. Po 24 godzinach inkubacji odczytywano strefy hamowania wzrostu mikroorganizmu wskaźnikowego. Wyniki podawano w mm, jako różnicę średnicy hamowania wzrostu organizmu wskaźnikowego i średnicy bibułowego krążka.

## Wyniki i dyskusja

Metody szybkiego wykrywania antagonisticznych właściwości mikroorganizmów oparte są na mechanizmie dyfuzji substancji hamujących w żelu. Produkty przemiany materii bakterii mlekowych, zarówno kwasy organiczne, ich pochodne jak i niskocząsteczkowe produkty takie jak diacetyl, reuteryna, a nawet bakteriocyny mają możliwość równomiernego rozprzestrzeniania się w środowisku żelowym.

Należy jednak pamiętać, że skład i ilość wytwarzanych metabolitów jest cechą bardzo indywidualną czyli szczepową. W obrębie jednego gatunku mogą występować organizmy o szerokim spektrum działania antagonisticznego, jak i takie które nie posiadają takich właściwości lub są one bardzo słabo zaznaczone. Ponadto wpływ na jakość i ilość wytwarzanych metabolitów mają czynniki środowiskowe: skład podłoża wzrostowego, jak i warunki hodowli - temperatura, napowietrzanie, wiek hodowli (faza wzrostu mikroorganizmu).

W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że zdolność hamowania wzrostu bakterii wskaźnikowych posiadają wszystkie badane szczepy bakterii fermentacji mlekowej *Lactobacillus acidophilus*. Wykazano jednak istotne zróżnicowanie (tab. 1) tej cechy, a efektywność inhibicji wzrostu wyraźnie zależała od wrażliwości szczepu wskaźnikowego na wybrane produkty przemiany bakterii fermentacji mlekowej, jak i od zastosowanej metody badawczej. Spośród 5 kultur kontrolnych będących mikroflorą zanieczyszczającą żywność, najwrażliwszy na metabolity LAB okazał się szczep bakterii *P.aeruginosa* ATCC 27853, natomiast znacznie mniejszą wrażliwością charakteryzował się szczep *S.aureus* ATCC 25923.

Spośród zastosowanych 5 metod oznaczania antagonizmu międzyszczepowego, efektywne okazały się metody, gdzie możliwy był wzrost zarówno szczepu antagonisticznego jak i wskaźnikowego, tzn. metoda słupkowa, kropelkowa i studzienkowa A. Metody gdzie stosowano ciecz po hodowli bakterii mlekowych, jako czynnik przeciwdrobnoustrojowy (metoda krążkowa i studzienkowa C) były mało efektywne (rys. 1). Wyniki antagonizmu międzyszczepowego, badane różnymi metodami nie wykazywały korelacji. Metoda studzienkowa C mogłaby znaleźć zastosowanie w przypadku zateżenia cieczy po hodowli, co jednak znacznie wydłuża czas procedury i może po-

wodować niekorzystne zmiany składu metabolitów LAB o właściwościach antagonicznych, np. usunięcie aldehydu octowego poprzez odparowanie.

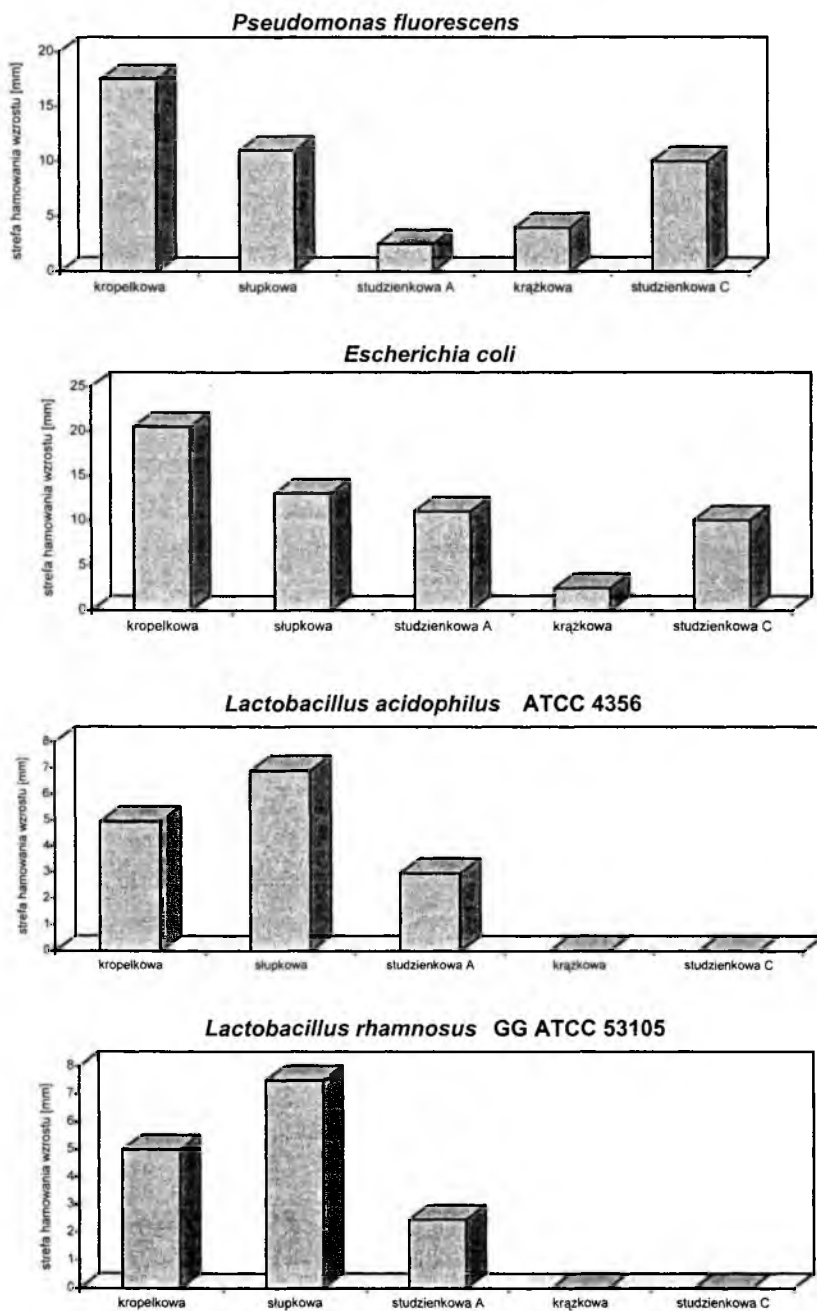
Tabela 1

Aktywność antagonistyczna *Lactobacillus acidophilus*.

Antagonistic activity of *Lactobacillus acidophilus*.

Szczep antagonistyczny	Strefa hamowania szczepu wskaźnikowego (wartość średnia) [mm]						
	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i> ATCC 25923	<i>P. aerugi-</i> <i>nosa</i> ATCC 27853	<i>P. flu-</i> <i>orescens</i>	<i>L. acido-</i> <i>philus</i> ATCC 4356	<i>L. rhamno-</i> <i>sus</i> GG ATCC 53105
<i>L. acidophilus</i> Cz-1	6,7	10,0	3,0	9,0	10,0	-	-
<i>L. acidophilus</i> Diat	10,0	9,7	3,0	12,3	10,3	-	-
<i>L. acidophilus</i> Ind1	5,8	12,0	6,3	13,0	11,7	5,7	8,3
<i>L. acidophilus</i> 336	6,3	12,0	2,0	13,5	10,3	7,3	8,0
<i>L. acidophilus</i> H-1	7,5	14,0	5,8	14,5	10,8	6,3	9,0
<i>L. acidophilus</i> In3	9,5	10,7	8,0	11,0	9,0	-	-
<i>L. acidophilus</i> Ch-2	8,0	12,7	3,0	11,0	9,7	7,3	7,7
<i>L. rhamnosus</i> GG ATCC 53105	4,0	8,0	4,0	7,0	10,0	Nd	Nd
<i>L. acidophilus</i> Ros	6,8	10,7	6,0	11,0	10,7	-	-
<i>L. acidophilus</i> 172	11,0	14,3	9,5	11,0	11,7	8,0	8,0
<i>L. acidophilus</i> A 92	10,0	13,3	10,0	12,8	10,0	8,0	6,0
<i>L. acidophilus</i> Ch-5	7,5	10,7	4,8	11,5	11,0	-	-
<i>L. acidophilus</i> 1	2,0	10,7	2,0	11,5	10,7	3,4	2,3
<i>L. acidophilus</i> 0,3	10,5	12,7	9,5	11,5	10,7	6,8	6,0
<i>L. acidophilus</i> ATCC 4356	5,8	9,8	11,0	12,0	10,0	Nd	Nd
<i>L. acidophilus</i> NCAINB 1075	13,5	12,7	19,0	18,5	11,0	6,3	6,3
<i>L. acidophilus</i> Bauer	7,3	13,7	17,0	16,8	10,3	9,0	8,3
<i>L. acidophilus</i> Nestle	7,8	-	12,8	17,8	-	-	-
<i>L. acidophilus</i> 343	8,5	12,3	14,8	18,0	10,7	7,3	8,7
<i>L. acidophilus</i> B	7,8	10,7	16,0	17,0	10,0	-	-
<i>L. acidophilus</i> 20T1	14,0	12,0	14,0	17,0	10,0	7,0	8,3
<i>L. acidophilus</i> NCAINB 1152	11,0	10,0	16,3	18,25	11,7	Nd	Nd

Nd - nie oznaczano, - brak aktywności antagonistycznej, aktywność antagonistyczną oznaczano metodą słupkową



Rys. 1. Aktywność antagonistyczna LAB wobec szczepów wskaźnikowych w zależności od stosowanej metody oznaczania.

Fig. 1. Influence of assay methods on assessment of LAB antagonistic activity.

Najlepsze i przejrzyste wyniki uzyskano stosując metodę kropelkową i słupkową, pomijając metodę studzienkową A, której wadą było wysychanie hodowli bakterii antagonistycznych w studzienkach, co miało niekorzystny wpływ na efektywność wzrostu, a w konsekwencji również produktywność metabolitów o aktywności antagonistycznej.

## Podsumowanie

Prezentowane w pracy wyniki badań należą do wstępnych prac zmierzających do wytypowania z posiadanej kolekcji bakterii *L. acidophilus* kultur o właściwościach probiotycznych. W następnym etapie badań zostaną skonstruowane szczepionki do produkcji mlecznych preparatów probiotycznych, np. mleka acidofilnego.

Badane szczepy *L. acidophilus*, hodowane w podłożu MRS, wykazują aktywność antagonistyczną przynajmniej w stosunku do 5 z 7 szczepów wskaźnikowych, z wyjątkiem jednego szczepu *L. acidophilus* Nestle, który hamował tylko 3 z nich, tzn. *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923 i *P. aeruginosa* ATCC 27853. Spośród analizowanej grupy mikroorganizmów wytypowano 11 szczepów *L. acidophilus* charakteryzujących się wysoką aktywnością przeciwdrobnoustrojową (zdolność hamowania wzrostu wszystkich 7 szczepów wskaźnikowych). Właściwościami takimi cechowały się kultury: Ind1, 336, H-1, Ch-2, 172, A92, 0,3, NCAINB 1075, Bauer, 343, 20T1. Wymienione szczepy charakteryzują się również aktywnością antagonistyczną w stosunku do mikroorganizmów tego samego rodzaju a nawet gatunku. Efektywnie hamują wzrost 21 szczepów badanych *L. acidophilus*, ponadto inhibują wzrost 5 szczepów innych gatunków bakterii mlekowych, uznanych jako kultury referencyjne: *L. thermophilus* 094 11.78 NCDO 489, *L. crispatus* NCFB 2752, *L. casei* NCDO 206, *L. casei* Shirota oraz *L. gasseri* (niepublikowane badania własne), co jest niezmiernie ważne podczas komponowania szczepionek.

## LITERATURA

- [1] Harris L.J., Daeschel M.A., Stiles M.E., Klaenhammer T.R.: Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes*, *J. Food Prot.*, **52**, 1989, 384-387.
- [2] Hudault S., Bernet - Camard M.F., Coconier M.H., Lievin V., Servin A.L.: Newsletters of the International Dairy Federation, **145**, 1996, 25-27.
- [3] Klewicka E., Libudzisz Z.: Przeciwdrobnoustrojowa aktywność bakterii mlekowych, *Przegląd Mleczarski*, **12**, 1998, 411-416.
- [4] Salminen S., Isolauri E., Salminen E.: Clinical uses of probiotics for stabilizing the gut mucosal barrier: successful strains and future challenges, *Antonie van Leeuwenhoek*, **70**, 1996, 347-358.
- [5] Strus M.: Nowa metoda oceny antagonistycznego działania bakterii kwasu mlekowego (LAB), na wybrane, chorobotwórcze bakterie wskaźnikowe, *Met. Dośw. Mikrobiol.*, **50**, 1998, 123-130.



**ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* –  
LACTIC ACID BACTERIUM****S u m m a r y**

Antimicrobial activity of 20 strains of *L.acidophilus* against important food borne pathogens: *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *P. fluorescens*, and 2 strains lactic acid bacteria *L.acidophilus* ATCC 4356 and *L.rhamnosus* GG ATCC 53105 was estimated. All the *L. acidophilus* strains revealed inhibition activity against indicator organisms. Eleven strains with highest antagonistic activity were screened from this group of *L. acidophilus*.

Antagonistic activity of *L. acidophilus* was tested in accordance with five different methods. The best results were obtained with double layer methods and agar slab techniques, which gave good diffusion conditions of antagonistic factors. ☒

MONIKA WSZOŁEK

## WPLYW DODATKU INULINY NA CECHY JAKOŚCIOWE BIOJOGURTÓW

### Streszczenie

Celem pracy było zbadanie wpływu dodatku inuliny na cechy jakościowe jogurtów. W trzech seriach wyprodukowano przy użyciu szczepionki ABT1 trzy rodzaje jogurtu: naturalny jako próbę kontrolną i dwa z dodatkiem 1% i 3% inuliny. Badano cechy strukturalne, cechy organoleptyczne, kwasowość, pH, a także liczebność *Str. thermophilus*, *L. Acidophilus* oraz *Bifidobacterium* w produktach świeżych, przechowywanych tydzień i dwa tygodnie. Stwierdzono korzystny wpływ 1% dodatku inuliny na cechy organoleptyczne i teksturę jogurtu.

### Wstęp

Żywność, lub składniki żywności, które mogą poprawiać stan zdrowia i samopoczucie konsumenta są uznawane za żywność funkcjonalną [11]. Żywność funkcjonalna 1998 r. została określona przez Haslera [9] jako ta, która poza wartością odżywczą, dostarcza biologicznie aktywnych składników, które mogą zapobiegać chorobom lub sprzyjać zdrowiu.

Wśród żywności funkcjonalnej największym zainteresowaniem cieszy się ten rodzaj żywności, który wywiera pozytywny wpływ na mikroflorę jelitową. Do niej zalicza się żywność zawierającą probiotyki zdefiniowane przez Fullera [6] jako aktywne mikroorganizmy wpływające korzystnie na równowagę mikroflory jelitowej, prebiotyki zdefiniowane przez Gibsona i Roberfoida [8] jako niestrawne składniki żywności mające korzystny wpływ na gospodarza, oraz synbiotyki będące mieszaniną probiotyków i prebiotyków.

Wśród prebiotyków, oligosacharyd z cykorii – inulina i jej enzymatyczny hydrolyzant – oligofruktoza, odgrywają największą rolę. Są one  $\beta(2-1)$  fruktooligosacharydami i stanowią naturalny składnik żywności [22]. Inulinopodobne oligosacharydy są

obecne w znacznych ilościach w wielu warzywach i owocach, a najwyższą zawartość stwierdzono w korzeniach cykorii, z której są izolowane na skalę przemysłową. Wysoką zawartością charakteryzują się również karczochy, szparagi, czosnek, pory i cebula [4].

Rola inuliny i oligofruktozy jako prebiotyków polega na tym, że nie są one rozkładane przez enzymy trawienne człowieka, ulegają fermentacji w jelicie grubym przy udziale mikroflory endogennej, z wytworzeniem kwasu mlekowego i krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych. Fermentacja ta prowadzi do selektywnego wzrostu populacji bifidobakterii [7, 8, 12, 15, 16]. Poza funkcją prebiotyczną inulina posiada inne właściwości, które pozwalają ją zaliczyć jako funkcjonalny składnik żywności. Najszerzej była badana jej rola jako czynnika zwiększającego biodostępność wapnia i magnezu [2, 5, 23], w metabolizmie lipidów [3], w obniżaniu mikroflory prokancerogennej [14, 20].

Inulina dzięki swym właściwościom może pełnić funkcję substytutu tłuszczu w wyrobach czekoladowych, śmietanach, musach, majonezach. Ponieważ nie jest rozkładana przez enzymy trawienne do cukrów prostych, nie powoduje wzrostu cukru we krwi i może być stosowana w diecie diabetyków. Ponieważ nie jest trawiona, jej dodatek do żywności powoduje, poza innymi korzyściami dla organizmu, obniżenie kaloryczności żywności. Z tych względów może być stosowana jako dodatek w produkcji napojów mlecznych, lodów, w produkcji piekarniczej i wędliniarskiej.

Z uwagi na rosnące zainteresowanie żywnością funkcjonalną oraz na właściwości oligosacharydów jako składników żywności o cechach prebiotycznych podjęto badania, których celem było określenie wpływu dodatku inuliny na cechy jakościowe biojogurtów i liczebność *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* i *Str. thermophilus* w napojach świeżych i przechowywanych.

## Material i metody

Surowcem do produkcji jogurtów było pełne mleko krowie o zawartości tłuszczu 3,4% wzbogacone odtłuszczonym mlekiem w proszku do zawartości suchej masy beztłuszczowej 11,5%. Stosowano preparat inuliny „Raftilinę” produkowany przez belgijską firmę ORAFTI.

Wyprodukowano 3 rodzaje jogurtu: I – bez dodatku inuliny, II – z dodatkiem 1% i III – z dodatkiem 3%.

Mleko pasteryzowano w 90°C/2 min, schładzano do 40°C i zaszczepiano koncentratem bakteryjnym ABT 1 typu DVS firmy Christian Hansen. Po uzyskaniu skrzepu jogurty schładzano i przechowywano w temp. 4°C. Analizy jogurtów przeprowadzano następnego dnia po produkcji oraz po 3, 7 i 14 dniach. Jogurty oceniano sensorycznie (według 5 punktowej skali hedonicznej), oznaczano kwasowość miareczkową, pH i teksturę na teksturometrze TA – XT2 firmy Stablo Micro Systems oraz określano li-

czebność mikroflory: *Str.thermophilus* (IDF 117A), *L.acidophilus* i *Bifidobacterium* (IDF 252). Badania powtórzone trzykrotnie. Wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji dwuczynnikowej przy użyciu programu Statistica 5.

## Wyniki i ich omówienie

W tabeli 1 przedstawiono wyniki oznaczeń kwasowości miareczkowej, pH i oceny sensorycznej biojogurtów świeżych i przechowywanych przez 3, 7 i 14 dni. Nie stwierdzono wpływu dodatku inuliny na kwasowość miareczkową i pH jogurtów.

Tabela 1

Wyniki wybranych parametrów jakościowych biojogurtów świeżych i przechowywanych.  
The results of the fresh and stored bioyoghurt's quality parameters.

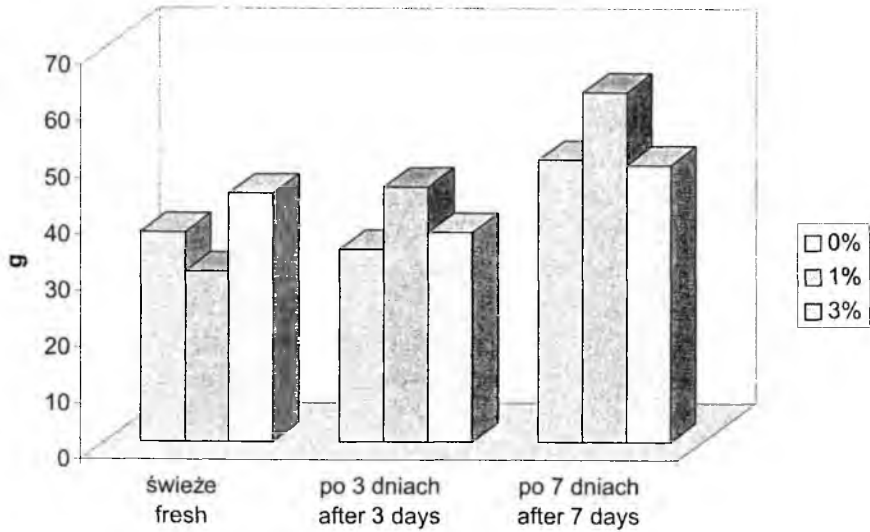
Czas przechowywania (dni) Time of storage (days)	Dodatek inuliny % Additive of inulin	pH	Kwasowość miareczkowa °SH Titrable acidity °SH	Ocena sensoryczna Pkt Sensoric assessment (points)
1	0	4,85 ± 0,18	36,2 ± 0,12	3,3 ± 0,02 <sup>B</sup>
	1	4,81 ± 0,21	36,4 ± 0,07	4,9 ± 0,03 <sup>A</sup>
	3	4,77 ± 0,13	36,8 ± 0,21	3,3 ± 0,11 <sup>B</sup>
3	0	4,79 ± 0,08	38,0 ± 0,13	3,4 ± 0,04 <sup>C</sup>
	1	4,75 ± 0,14	40,0 ± 0,14	4,9 ± 0,02 <sup>A</sup>
	3	4,74 ± 0,06	39,2 ± 0,20	4,1 ± 0,11 <sup>B</sup>
7	0	4,78 ± 0,09	38,2 ± 0,22	4,2 ± 0,09 <sup>b</sup>
	1	4,60 ± 0,08	41,6 ± 0,19	4,5 ± 0,13 <sup>a</sup>
	3	4,67 ± 0,07	41,6 ± 0,25	4,2 ± 0,23 <sup>b</sup>
14	0	4,65 ± 0,07	40,6 ± 0,09	3,6 ± 0,05 <sup>Aa</sup>
	1	4,50 ± 0,08	43,0 ± 0,07	4,0 ± 0,25 <sup>B</sup>
	3	4,55 ± 0,06	42,8 ± 0,13	3,9 ± 0,17

A, B - średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się wysokoistotnie przy  $p \leq 0,01$ ,

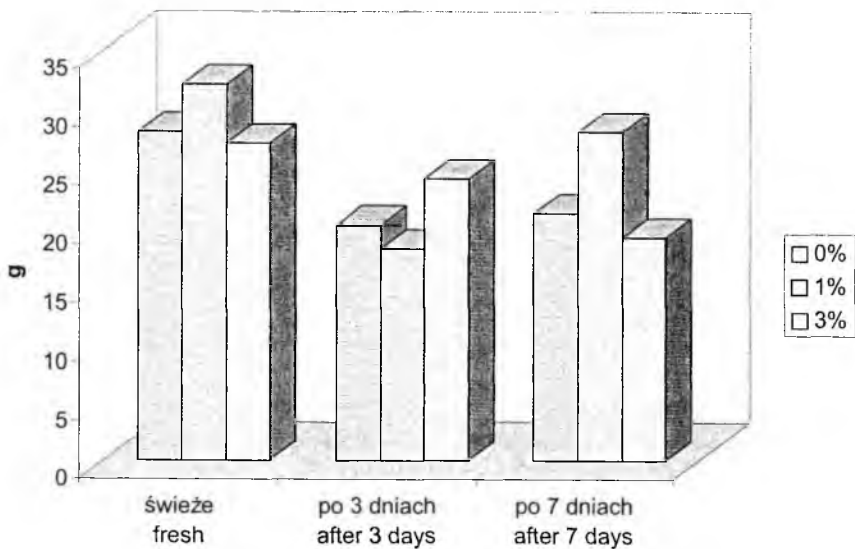
a, b - średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ .

Bardzo wyraźnie zaznaczył się wpływ dodatku inuliny na wyniki oceny sensorycznej i cechy tekstury jogurtów. Najwyższą ocenę sensoryczną uzyskały jogurty z 1% dodatkiem inuliny; ich wygląd, smak i konsystencja były najlepsze. Wyniki te potwierdzają wcześniejsze badania Robinsona [19] o wyjątkowo korzystnym wpływie inuliny na smakowość jogurtów. Twardość (Rys. 1) i gumowatość jogurtów (Rys. 2) zależały istotnie od dodatku inuliny. Twardość jogurtów była wyższa przy mniejszym dodatku inuliny w porównaniu do jogurtów kontrolnych i wzrastała podczas przechowywania.

wywiania. Podobne wyniki uzyskał Robinson [19]. Gumowatość jogurtów była również większa przy niższym dodatku inuliny natomiast malała podczas przechowywania.



Rys. 1. Twardość biojogurtów w zależności od dodatku inuliny.  
Fig. 1. Hardness of bioyoghurt in dependence on addition of inulin.



Rys. 2. Gumowatość jogurtów w zależności od dodatku inuliny.  
Fig. 2. Gumminess of yoghurt in dependence on addition of inulin.

Robinson [19] wpływ inuliny na teksturę jogurtów tłumaczy utrudnionym powstawaniem wiązań pomiędzy micelami kazeiny podczas koagulacji kwasowej przy większych dodatkach inuliny, które w efekcie powodują zmniejszenie zawartości żelu proporcjonalnie do wzrostu zawartości inuliny w mleku przerobowym. Poziom inuliny od którego obserwuje się obniżenie zawartości żelu ma zależeć od udziału kazeiny w jogurcie. Natomiast wzrost zawartości inuliny powoduje wzrost lepkości jogurtu jako rezultat zwiększenia jej koncentracji w wodnej fazie żelu – serwatce.

Liczba paciorkowców termofilnych z gatunku *Str. thermophilus* w jogurtach bez dodatku inuliny wzrastała stopniowo do 7 dnia i zmniejszyła się znacznie po 14 dniach przechowywania (Tab. 2), podobne wyniki uzyskano w badaniach wcześniejszych [24]. W jogurtach z dodatkiem 3% inuliny liczba paciorkowców termofilnych była najwyższa i nieznacznie się zmniejszała podczas przechowywania. Stwierdzono statystyczne różnice pomiędzy jogurtami kontrolnymi i z 3% dodatkiem inuliny, oraz między dodatkiem 1% i 3% (Rys. 3).

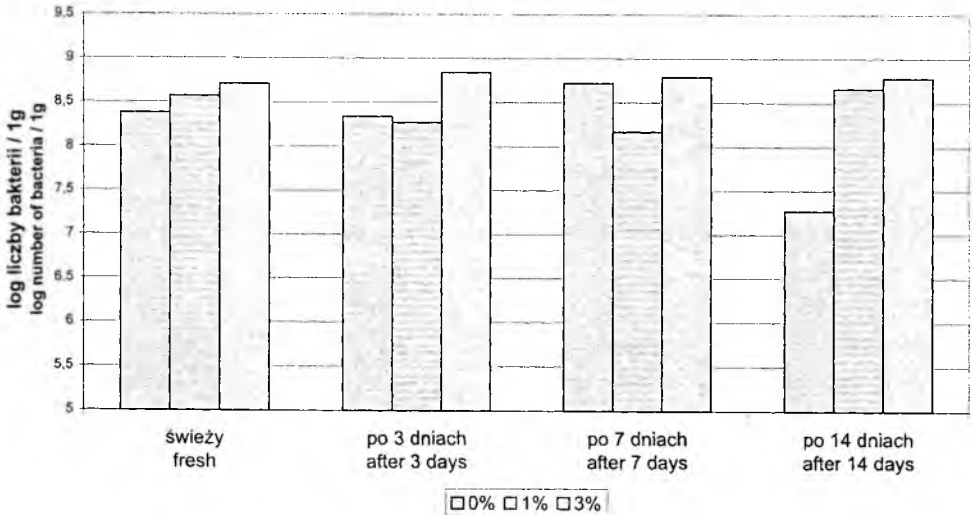
Tabela 2

Zmiany liczebności mikroflory w biojogurtach podczas przechowywania.  
Change of the number of microflora in the yoghurts during the storage.

Czas przechowywania (dni) Time of storage (days)	Dodatek inuliny % Additive of inulin	<i>Str. thermophilus</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
1	0	$2,4 \cdot 10^8 \pm 10,7$	$2,1 \cdot 10^7 \pm 14,2$	$7,8 \cdot 10^8 \pm 9,8$
	1	$3,8 \cdot 10^8 \pm 9,8$	$1,2 \cdot 10^7 \pm 13,8$	$8,7 \cdot 10^8 \pm 12,0$
	3	$5,2 \cdot 10^8 \pm 10,1$	$8,8 \cdot 10^6 \pm 18,7$	$8,0 \cdot 10^6 \pm 11,9$
3	0	$2,2 \cdot 10^8 \pm 21,3$	$5,8 \cdot 10^6 \pm 15,9$	$6,5 \cdot 10^7 \pm 22,4$
	1	$1,9 \cdot 10^8 \pm 18,6$	$7,5 \cdot 10^6 \pm 12,8$	$7,3 \cdot 10^7 \pm 17,5$
	3	$6,9 \cdot 10^8 \pm 19,4$	$2,5 \cdot 10^7 \pm 10,8$	$7,7 \cdot 10^7 \pm 12,6$
7	0	$5,3 \cdot 10^8 \pm 10,4$	$2 \cdot 10^6 \pm 19,1$	$6,5 \cdot 10^6 \pm 14,8$
	1	$1,5 \cdot 10^8 \pm 12,5$	$6,5 \cdot 10^6 \pm 15,8$	$1,1 \cdot 10^6 \pm 25,7$
	3	$6,2 \cdot 10^8 \pm 11,8$	$1,8 \cdot 10^7 \pm 20,0$	$2,2 \cdot 10^6 \pm 48,0$
14	0	$1,7 \cdot 10^8 \pm 14,7$	$1,9 \cdot 10^6 \pm 12,8$	$5,0 \cdot 10^6 \pm 24,8$
	1	$4,5 \cdot 10^8 \pm 12,3$	$2,7 \cdot 10^6 \pm 11,8$	$1,3 \cdot 10^6 \pm 31,9$
	3	$6,0 \cdot 10^8 \pm 21,3$	$4,5 \cdot 10^6 \pm 10,8$	$1,9 \cdot 10^6 \pm 21,3$

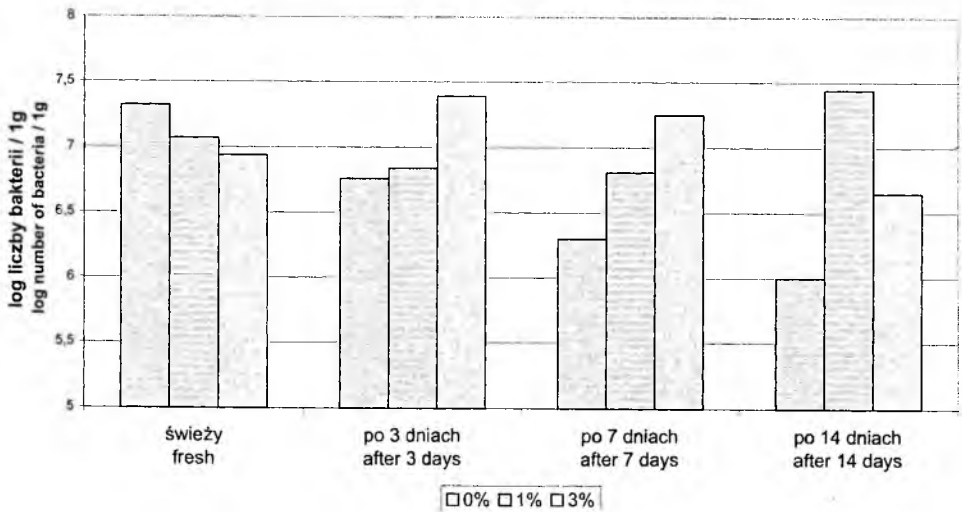
Przeżywalność *L. acidophilus* była wyższa w jogurtach z dodatkiem inuliny, chociaż w jogurtach świeżych najwyższy poziom tego gatunku drobnoustrojów był w jogurcie kontrolnym. Po 14 dniach liczba pałeczek z gatunku *L. acidophilus* obniżyła się z poziomu  $2,1 \cdot 10^7$  jtk/g do poziomu  $1,9 \cdot 10^6$  jtk/g, co jest zbliżone z wynikami uzyskanymi przez Robinsona [18] dla jogurtów z udziałem *L. acidophilus* i innych kultur

jogurtowych. W jogurtach z 1% dodatkiem inuliny ilość ich wzrastała z poziomu  $1,2 \cdot 10^7$  jtk/g do  $2,7 \cdot 10^7$  jtk/g. Dodatek 3% inuliny spowodował początkowy wzrost liczby pałeczek a potem obniżenie do poziomu wyższego po 14 dniach niż w jogurcie kontrolnym, ale niższego niż przy dodatku 1% (Rys. 3).



Rys. 3. Przeżywalność paciorkowców z gatunku *Str. thermophilus*.

Fig. 3. Survival of *Str. thermophilus*.



Rys. 4. Przeżywalność pałeczek z gatunku *Lb. acidophilus*.

Fig. 4. Survival of *Lb. acidophilus*.

Liczebność bifidobakterii w świeżym produkcie była taka sama bez względu na dodatek inuliny, kształtowała się na poziomie  $1 \cdot 10^8$ /g i malała podczas przechowywania. Nie stwierdzono różnic pomiędzy poszczególnymi rodzajami jogurtów, jedynie czas wywarł istotny wpływ na zmniejszanie się liczebności bakterii tego rodzaju (Tab. 2). Według Tamime i wsp. [21] przeżywalność bifidobakterii zależy od rodzaju szczepionki, zwykle ich liczba maleje podczas przechowywania jogurtów. W badanych jogurtach liczba bifidobakterii utrzymywała się w końcowym okresie na zgodnym z zaleceniami FAO poziomie  $1 \cdot 10^6$  jtk/g.

## Wnioski

1. Stosowanie dodatku inuliny przy produkcji jogurtów wpływa korzystnie na ich teksturę i smakowość.
2. Dodatek inuliny przy produkcji jogurtów owocowych może eliminować lub zmniejszać ilość dodawanego cukru obniżając tym samym ich kaloryczność.
3. Dodatek inuliny wpływa na liczebność *L. acidophilus* i *Str. thermophilus* w jogurtach wyprodukowanych przy użyciu koncentratu bakteryjnego ABT 1 firmy Christian Hansen.
4. Mleczne napoje fermentowane, również te wyprodukowane przy użyciu tradycyjnej mikroflory jogurtowej, należą do żywności funkcjonalnej ponieważ zawierają żywe organizmy, których produkty metaboliczne poprawiają stan zdrowia człowieka. Dodatek inuliny do mleka przerobowego przy produkcji jogurtów powoduje włączenie tych produktów do żywności funkcjonalnej o cechach prebiotycznych, natomiast dodatek inuliny do jogurtów wyprodukowanych przy użyciu kultur probiotycznych sprawia, że stają się one synbiotykami – produktami o cechach najbardziej pożądanym przez konsumentów i polecanych przez żywieniowców.

## LITERATURA

- [1] Bull. of the IDF 252.1986. Cultur media for detection and enumeration of bifidobacteria in fermented milk products.
- [2] Coudray C. Bellanger J., Castiglia-Delavaud C., remesy C., Vermorel M., Demingne C.: Effect of soluble and partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. Eur. J. Clin. Nutr., **51**, 1997, 375-380.
- [3] Davidson M.H., Synecki C.M., Maki K.C., Drenman K.B.: Effects of dietary inulin on serum lipids in men and women with hypercholesterolemia. Nutr. Res., **3**, 1998, 503-517.
- [4] Delaquis P. Mazza G.: Vegetables rich in nondegradable oligosaccharides. Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects. Technomic Publishing co., Inc., 1998, 215-220.



- [5] Delzene N., Aertssrns J., Verplaetse H., Roccaro M., Roberfoid M.: Effects of fermentable fructo - oligosaccharides on mineral, nitrogen and energy digestive balance in the rats. *Life Sciences*, **57**, 1995, 1579-1587.
- [6] Fuller R.: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, **66**, 1989, 365-378.
- [7] Gibson G.R., Beatty E.R., Wang X., Cummings J.H.: Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, **108**, 1995, 892-975.
- [8] Gibson G.R., Roberfoid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.*, **125**, 1995, 1401-1412.
- [9] Hasler C.M.: Foreword. *Brit. J. Nutr.*, **80**, Suppl. 2, 1998, 195.
- [10] IDF Standard 117 A.: 1988. Yogurt. Enumeration of characteristics microorganisms.
- [11] Kevin K.: The 1997 Top 100 R&D Survey. *Food Processing*, **58**, 1997, 65-70.
- [12] Klessen B., Sykura B.M., Zunf H.J., Blaut M.: Effects of inulin and lactose on fecal microflora, microbial activity, and bowel habit in elderly constipated person. *Am. J. Clin. Nutrition*, **65**, 1997, 1397-1402.
- [13] Mazza G.: *Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects*. Technomic Publishing co., Inc. 1998.
- [14] Reddy B.S., Hamid R., Rao C.V.: Effect of dietary oligofructose and inulin on colonic preneoplastic aberrant crypt foci inhibition. *Carcinogenesis*, **18**, 1997, 1371-1374.
- [15] Roberfoid M.B. Bornet F., Boulaey C., Cummings J.H.: Colonic microflora: nutrition and health. *Nutr. Rev.*, **53**, 1995, 127-130.
- [16] Roberfoid M.B., Van Loo J.A.E., Gibson G.R.: A review of bifidogenic nature of chiccory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.*, **18**, 1997, 117-143.
- [17] Roberfoid M.B.: Probiotics and synbiotics: concepts and nutritional properties. *Brit. J. Nutr.*, **80**, Suppl. 2, 1998, 197-202.
- [18] Robinson R.K.: Survival of *Lactobacillus acidophilus* in fermented products. *S. Afr. J. Dairy Sci.*, **19**, 1, 1987, 25- 27.
- [19] Robinson R.K.: The potencial of inulin as a functional ingredient. *Br. Food J.*, **97**, 4, 1995, 30-32.
- [20] Rowlands I.R., Rumney C.J., Coutts J.T., Lievens L.C.: Effects of *Bifidobacterium longum* and inulin on gut bacterial metabolism and carcinogen-induced crypt foci in rats. *Carcinogenesis*, **19**, 1998, 281-285.
- [21] Tamime A.Y., Marshall V.M.E., Bobinson R.K.: Microbiological and technological aspects of milks fermented by *Bifidobacteria*. *J. Dairy Res.*, **62**, 1995, 151-187.
- [22] Van Loo J.A.E., Coussement P., De Leenher L., Hoebregs H.M., Smits G.: On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the wesern diet. *CRC Critical Review in Food Sci. Nutr.*, **35**, 1995, 525-552.
- [23] Younnes H., Demigne C., Remesy C.: Acidic fermentation in the ceacum increase absorption of calcium and magnesium in the large intestine of rat. *Brit. J. Nutr.*, **74**, 1996, 301-314.
- [24] Wszolek M., Wachel I.: The influence of ultrafiltration and starter type on the quality of yogurt prepared from goat's milk, *Bull. IDF/FIL 9603 „Production and Utilization of Ewe and Goat milk”*, 1996, 329.

## INFLUENCE OF INULIN ADDITION ON THE QUALITY PARAMETERS OF BIOYOGHURTS

### S u m m a r y

Among functional foods receiving widespread research consumer and marketing interest worldwide at those which exert a favourable effect on the colonic microflora. They include probiotics, prebiotics and synbiotics. By these reason three kinds of yoghurt was produced with ABT 1 starter culture from Christian Hansen Laboratory. One without inulin, second with addition 1%, third with 3% of the inulin. They were examined for their sensory and texture properties as well as for their acidity and number viable microorganisms like: *Str. thermophilus* and probiotics bacteria *L. acidophilus* and *Bifidobacterium*. The additive of inulin influences on sensory and texture evaluation was significant. The influence of inulin addition on survival of yoghurt microorganisms was not significant. ☒

HALINA GAMBUŚ, FRANCISZEK BOROWIEC,  
FLORIAN GAMBUŚ, TADEUSZ ZAJĄC

## ZDROWOTNE ASPEKTY CHLEBA Z DODATKIEM NASION LNU OLEISTEGO

### Streszczenie

W pracy wykazano korzyści zdrowotne i żywieniowe wynikające z konsumpcji chleba pszennego z dodatkiem 10, 12 i 13% zmielonych nasion lnu oleistego. W badanych chlebach oznaczono: zawartość białka ogółem, zawartość tłuszczu surowego, profil kwasów tłuszczowych, zawartość włókna surowego i pokarmowego oraz zawartość niektórych makro- i mikroelementów.

### Wstęp

Stosowanie nasion lnu w lecznictwie znane jest od wieków. Zauważa się jednak brak publikacji na temat stosowania w żywieniu ludzi siemienia lnianego, mimo zawartej w nim dużej koncentracji składników pokarmowych. Siemię lniane zawiera 90% suchej masy, w której:

- około 25% stanowi białko ogółem (stosunkowo łatwo przyswajalne, o strawności od 85–90%);
- około 43% tłuszcz
- ponad 4% składniki mineralne;
- pozostała część to węglowodany, wśród których szczególnie substancje pektynowe oddziałują korzystnie na przewód pokarmowy, tworząc śluz zapobiegający zbijaniu się treści pokarmowej w żołądku [2].

Ponadto, substancje pektynowe,  $\beta$ -glukany i inne gумы, oraz niektóre hemicelulozy wchodzące w skład rozpuszczalnej w wodzie frakcji włókna pokarmowego, w

jelicie tworzą żele, w których mogą wiązać wiele substancji, w tym cholesterol i kwasy żółciowe, zmniejszając w ten sposób ich wchłanianie [5, 12].

Nasiona roślin oleistych, a wśród nich także siemię lniane, są nie tylko źródłem energii i białka, ale zawierają również niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), potrzebne do prawidłowego rozwoju ludzi i zwierząt, a nie syntetyzowane w organizmie człowieka [2, 3]. NNKT są składnikami tkanek, dlatego muszą być dostarczone człowiekowi z pożywieniem. Oprócz roli strukturalnej pełnią one również ważne funkcje w przemianach pośrednich różnych związków, oraz biorą udział w regulacji wielu ważnych czynności organizmu. Są prekursorami prostaglandyn, hormonów o wielorakim działaniu [7, 15]. Obecnie wiadomo także, że kwasy te kontrolują procesy syntezy cholesterolu w wątrobie przez oddziaływanie, jako inhibitory na aktywność reduktazy HMGCoA. Hipocholesteremiczne działanie NNKT jest związane przede wszystkim ze zmniejszeniem stężenia frakcji cholesterolu o małej gęstości (LDL) [3].

Olej z siemienia lnianego zawiera 52–58% zawartości kwasu linolenowego (18 : 3), któremu przypisuje się szczególną rolę w zmniejszaniu stężenia cholesterolu w surowicy krwi [3, 10].

W związku z wyjątkowo interesującym pod względem żywieniowym i profilaktycznym składem chemicznym nasion lnu oleistego, celem podjętych badań było określenie korzyści zdrowotnych i żywieniowych wynikających ze spożywania chleba pszennego z różnym dodatkiem zmielonych nasion lnu oleistego.

## **Material i metody badań**

Materiałem badawczym były nasiona lnu brązowego oleistego odmiany Opal, pochodzące z doświadczeń polowych, prowadzonych w Stacji Doświadczalnej Zakładu Szczegółowej Uprawy Roślin w Prusach koło Krakowa. Badano również chleby pszenne, w których 10, 12 i 13% mąki pszennej zastępowano siemieniem lnianym.

Nasiona lnu przed dodaniem do ciasta zmielono w młynku bijakowym. Wypiek laboratoryjny chlebów o konsystencji ciasta 350 j.B. przeprowadzono metodą bezpośrednią, stosując 2% dodatek soli i 3% dodatek suszonych drożdży piekarskich firmy S. J. Lesaffre. Wszystkie składniki ciasta mieszono w miesiarce laboratoryjnej przez 10 minut, następnie pozostawiano ciasto do fermentacji w naczyniu miesiarki w temperaturze 30°C, a potem formowano kęsy o masie 250 g. Fermentacja ciasta do tzw. pełnej dojrzałości następowała w foremkach, w temperaturze 30°C. Chleby wypiekano w temperaturze 230°C przez 25–30 minut. Z jednej porcji ciasta wypiekano w ten sposób 4 chleby.

Po 1,5 godzinnym chłodzeniu, chleby ważono i wyliczono stratę wypiekową całkowitą oraz wydajność pieczywa [9]. Objętość uzyskanego pieczywa mierzono w materiale sypkim, posługując się nasionami rzepaku. Ocenę sensoryczną chlebów prze-

prowadzano w dniu wypieku według PN-89/A-74108 [13]. Na podstawie ogólnej ilości uzyskanych punktów określano klasę jakości pieczywa.

W nasionach lnu oraz w badanych chlebach oznaczono zawartość tłuszczu surowego metodą ekstrakcji ciągłej z eterem w aparacie Soxhleta, oraz profil kwasów tłuszczowych przy użyciu chromatografu gazowego typu Varian 3400 CX z detektorem FID, gazem nośnym był argon, stosowano kolumnę DB-23, utrzymując jej temperaturę w zakresie 100-205°C, temperaturę dozownika 200°C a detektora 240°C.

W powietrzu suchej masie uzyskanych chlebów oznaczono zawartość:

- białka ogółem – metodą Kjeldahla [9]. Destylację przeprowadzono w automatycznym zestawie Kjeltac Auto firmy Tecator. Zawartość azotu przeliczono na białko stosując przelicznik N x 5,7,
- włókna surowego – metodą ICC – standard No 113 [8],
- włókna pokarmowego – metodą Hellendoorna [14], polegającą na usuwaniu z badanego produktu białek, tłuszczów i węglowodanów przyswajalnych przez trawienie pepsyną, a następnie pankreatyną w obecności detergentu i wagowym oznaczeniu pozostałości,
- niektórych makro- i mikroelementów. Materiał spopieliłono na sucho przez 4 godziny w temperaturze 460°C i popiół rozpuszczono w HNO<sub>3</sub>. Zawartość wapnia, sodu i potasu oznaczono metodą emisji atomowej, a magnez, miedź, żelazo i cynk metodą absorpcji atomowej używając spektrometru absorpcji atomowej PU 9100X firmy Philips. Fosfor oznaczono spektrometrem emisyjnym z indukcyjnie wzbudzoną plazmą JY 238 ULTRACE firmy Jobin Yvon.

## Wyniki i dyskusja

Handlowa mąka pszenna użyta do wypieku chlebów charakteryzowała się dobrą wartością wypiekową. Na tę oceną wpłynęła zarówno korzystna liczba opadania, duża wodochłonność, dobry czas stałości ciasta, a także duża zawartość glutenu o dobrej jakości [6].

Ocena korzyści płynących z częściowego zastąpienia w chlebach mąki pszennej zmielonymi nasionami lnu oleistego ma uzasadnienie tylko wówczas, jeśli taki chleb jest smaczny i akceptowany przez konsumentów.

O jakości uzyskanych chlebów z dodatkiem siemienia lnianego świadczą wyniki badań zamieszczone w tabeli 1. Wszystkie zastosowane dodatki zmniejszyły wprawdzie objętość i wydajność chlebów w porównaniu z chlebem standardowym, ale nie wpłynęły znacząco na jego ocenę sensoryczną. Zastąpienie mąki pszennej siemieniem lnianym w ilości 12 i 13% wpłynęło na niewielkie zmniejszenie wilgotności miękkiszu i na zwiększenie zawartości suchej substancji w skórce badanych chlebów. W porównaniu z chlebem standardowym miękkisz chlebów z dodatkami nasion lnu był bardziej

delikatny, co spowodowane było najprawdopodobniej obecnością w nim oleju lnianego.

Próbowano zwiększyć udział siemienia lnianego w chlebach pszennych do 15%, ale takie chleby zostały zdyskwalifikowane przez oceniających z powodu niechlebowego zapachu, nasilającego się podczas przechowywania [6].

Wartość odżywczą i dietetyczną uzyskanych chlebów, oceniono przez pomiar zawartości w nich: białka ogółem, włókna surowego i pokarmowego, tłuszczu surowego oraz zawartości składników mineralnych. Oznaczono także profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu zawartym w chlebach, czyli określono procentowy udział poszczególnych kwasów w ich sumie.

Nasiona lnu oleistego odmiany Opal zawierały prawie 44% tłuszczu surowego. Wraz ze zwiększaniem udziału zmielonych nasion lnu w chlebach pszennych z 10 do 13% zwiększała się w nich zawartość tłuszczu surowego o 3,0–4,8%, w porównaniu z chlebem standardowym (tab. 2). Ponieważ w profilu kwasów tłuszczowych zawartych w siemieniu lnianym oznaczono aż 51,5% kwasu linolenowego, w chlebach z dodatkiem nasion lnu zaobserwowano postępujący wzrost zawartości tego kwasu, 8–9-krotny w odniesieniu do chleba pszennego.

W doświadczeniach prowadzonych z trzodą chlewną, wprowadzenie pełnych nasion lnu do mieszanek paszowych wywarło korzystny wpływ na zawartość w surowicy krwi cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji o małej gęstości (LDL). U tuczników otrzymujących w paszy 4% dodatek nasion lnu obserwowano tendencję do obniżania się poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi ( $p \leq 0,05$ ), a u zwierząt żywnych paszą z dodatkiem 8% tych nasion, stwierdzono statystycznie wysoce istotnie niższy poziom cholesterolu całkowitego ( $p \leq 0,01$ ) oraz istotnie niższy poziom jego frakcji o małej gęstości ( $p \leq 0,05$ ). Podobne spostrzeżenia poczyniono w doświadczeniach żywieniowych ze szczurami [2, 3].

Obserwowany w surowicy krwi hipocholesteremiczny efekt dodatku nasion lnu do paszy, wiązany jest z większą zawartością w niej nienasyconych kwasów tłuszczowych, szczególnie linolenowego. Opierając się na powyższych doświadczeniach można domniemywać, że spożywanie chleba z 10–13% dodatkiem pełnych nasion lnu może wywrzeć podobnie korzystny efekt zdrowotny na organizm człowieka.

W chlebach ze zwiększającym się udziałem nasion lnu zwiększała się również zawartość białka ogółem, włókna surowego i włókna pokarmowego (tab. 3). Przy 13 procentowym dodatku siemienia lnianego zawartość białka w chlebie zwiększyła się o 1,34% w porównaniu z chlebem standardowym, co przy niewielkiej zawartości białka w produktach zbożowych można uznać za wzrost znaczący. Ponadto, połączenie w jednym produkcie dwu rodzajów białek roślinnych stwarza możliwość pełniejszego ich wykorzystania przez organizm, dzięki wzajemnemu uzupełnianiu się aminokwasów [7].

Tabela 1

Ocena jakości uzyskanych chlebów.  
Evaluation of bread quality.

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa chleba zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość chleba Volume of bread [cm <sup>3</sup> ]	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume from 100 g flour [cm <sup>3</sup> ]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miększu Moisture of crumb [%]	Zawartość suchej substancji w skórce Dry matter content in crust [%]	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
								Suma punktów Scores	Klasa jakości Grade
Standard – Mąka pszenna Wheat flour Typu / type - 650	224	705	486	145,0	10,4	43,9	79,9	39	I
Standard + 10% nasion lnu + 10% flax seeds	218	615	399	141,4	12,8	44,0	76,7	39	I
Standard + 12% nasion lnu + 12% flax seeds	218	620	402	141,3	12,8	43,5	82,8	37	I
Standard + 13% nasion lnu + 13% flax seeds	218	625	405	141,0	13,0	43,3	81,7	39	I

Tabela 2

Zawartość tłuszczu surowego oraz profil kwasów tłuszczowych w nasionach lnu oleistego i w chlebach pszennych z ich dodatkami.  
Raw fat content and fatty acids profile in oil flax seeds and wheat breads with their supplement.

Rodzaj próby	Zawartość tłuszczu surowego Raw fat content [%]	Udział w sumie kwasów / Contribution in total amount of acids [%]						
		Palmitynowy Palmitic acid 16:0	Stearynowy Stearic acid 18:0	Oleinowy Oleic acid 18:1	Linolowy Linoleic acid 18:2	Linolenowy Linolenic acid 18:3	Arachidowy Arachidic acid 20:0	Eikozenowy Eikozic acid 20:1
Nasiona lnu / Flax seeds	43,97	6,32	3,25	22,55	15,95	51,50	0,11	0,20
Standard mąka pszenna typu 650 wheat flour type 650	0,42	20,04	5,17	32,96	26,18	5,04	1,04	1,25
Standard + 10% nasion lnu + 10% flax seeds	3,42	10,22	4,23	20,97	20,49	41,04	0,17	1,70
Standard + 12% nasion lnu + 12% flax seeds	4,47	8,18	3,91	21,81	19,08	44,78	0,12	0,29
Standard + 13% nasion lnu + 13% flax seeds	5,20	8,32	4,17	21,51	19,64	45,54	0,18	0,36



Tabela 3

Wpływ dodatku nasion lnu na zawartość włókna surowego, włókna pokarmowego i białka ogółem w powietrznie suchej masie chleba pszennego.

Influence of flax seeds supplement on raw fibre content, dietary fibre and total protein content in air dry mass of wheat bread.

Rodzaj chleba Kind of bread	Zawartość włókna surowego Raw fibre content [%]	Zawartość włókna pokarmowego Dietary fibre content [%]	Zawartość białka ogółem Total protein content (N5,7) [%]
Standard mąka pszenna typu 650 wheat flour type 650	0,36	0,65	11,1
Standard + 10% nasion lnu + 10% flax seeds	0,74	3,10	12,1
Standard + 12% nasion lnu + 12% flax seeds	0,84	3,35	12,3
Standard + 13% nasion lnu + 13% flax seeds	0,93	3,55	12,5

Tabela 4

Zawartość składników mineralnych w powietrznie suchej masie badanych chlebów.

Mineral elements content in air dry mass of studied breads.

Rodzaj chleba Kind of bread	%					mg/kg	
	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn
Standard mąka pszenna typu 650 wheat flour type 650	0,134	0,202	0,0091	0,0315	0,532	1,25	11,0
Standard + 10% nasion lnu + 10% flax seeds	0,201	0,280	0,0093	0,0721	0,540	2,32	18,4
Standard + 12% nasion lnu + 12% flax seeds	0,211	0,294	0,0098	0,0787	0,563	2,47	19,1
Standard + 13% nasion lnu + 13% flax seeds	0,219	0,295	0,0099	0,0803	0,553	2,55	19,5

Zwiększenie zawartości włókna surowego (przy 13 procentowym dodatku około 2,5-krotnie) oraz włókna pokarmowego (przy 13 procentowym dodatku około 5-krotnie) zmniejsza wprawdzie strawność składników pokarmowych i przez to obniża ich wartość odżywczą, ale walory dietetyczne i zdrowotne tego składnika są bezsporne [1, 4, 5, 12]. Wydaje się, że szczególne znaczenie dietetyczne w przypadku chleba pszennego mogą mieć pektyny, których zawartość w ziarnie zbóż jest bardzo mała [12], a w nasionach lnu znacznie większa [2].

Dodatek nasion lnu wzbogacił również wypiekane chleby w szereg cennych składników mineralnych. W chlebach z siemieniem lnianym w widoczny sposób zwiększyła się zawartość P, K i Zn, a w szczególności sposób Mg i Cu, ponieważ już 10 procentowy udział siemienia spowodował dwukrotny wzrost zawartości Mg i prawie dwukrotny wzrost zawartości Cu (Tab. 4). Cenny jest zwłaszcza wzrost zawartości magnezu, który obok potasu jest najważniejszym kationem wewnątrzkomórkowym, aktywującym około 300 enzymów [7]. Właściwy poziom tego pierwiastka w organizmie chroni przed zachorowaniem na choroby nowotworowe i cywilizacyjne: miażdżycę, kamicyę szczawianową i cholesterolową oraz zapobiega wcześniactwu niemowląt [11].

Miedź jest aktywatorem wielu enzymów, głównie z grupy oksydaz. W organizmie człowieka uruchamia również rezerwy żelaza potrzebne do syntezy hemoglobiny, ale także bierze udział w syntezie innych hemoprotein. Wchodzi w skład czerwonych krwinek w formie erytrokuperiny. Przypuszcza się, że zaburzenia w tworzeniu elastyny w ścianach naczyń krwionośnych, tkanki łącznej oraz kolagenu są efektem niedoboru miedzi w diecie [15].

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań, zaleca się do upowszechnienia w masowej produkcji, chleb z 13 procentowym udziałem zmielonych nasion lnu oleistego, ponieważ ten dodatek zapewnił największy wzrost zawartości składników odżywczych i dietetycznych w porównaniu z chlebem standardowym, nie pogarszając cech sensorycznych takiego chleba i dodatkowo w największym stopniu hamując proces twardnienia jego mięksiszu [6].

## Wnioski

1. Wszystkie stosowane dodatki zmielonych nasion lnu oleistego do chleba pszennego nie wpłynęły na pogorszenie jego cech sensorycznych, zmniejszając tylko w niewielkim stopniu objętość chlebów w porównaniu z chlebem standardowym.
2. We wszystkich chlebach z udziałem nasion lnu oznaczono wyższą zawartość białka ogółem, przy 13 procentowym dodatku o 1,4%, jak również wyższą zawartość fosforu, potasu i cynku oraz aż dwukrotnie wyższą zawartość magnezu i miedzi.
3. Wraz ze zwiększaniem udziału zmielonych nasion lnu w chlebach od 10–13% wzrastała w nich zawartość tłuszczu surowego o 3–4,8% w porównaniu z chlebem

- standardowym, przy czym w profilu kwasów tłuszczowych dał się zauważyć 8-9 krotny wzrost zawartości kwasu linolenowego (18:3, n-3).
4. W porównaniu z chlebem standardowym wzrosła także wartość dietetyczna chlebów z udziałem siemienia lnianego, dzięki wzbogaceniu ich we włókno surowe i włókno pokarmowe, przy 13 procentowym udziale odpowiednio około trzy i pięciokrotnie.
  5. Duża wartość odżywcza badanych chlebów, przy jednoczesnej ich funkcji profilaktycznej dla organizmu ludzkiego, wynikającej ze zwiększonej zawartości włókna pokarmowego oraz hipocholesteremicznego działania kwasu linolenowego, pozwala zaliczyć te chleby do żywności funkcjonalnej.

## LITERATURA

- [1] Ambroziak Z.: Kierunki rozwoju piekarstwa i uwarunkowania surowcowe. *Przegl. Zboż. Młyn.*, **38**, 1994, 2-6.
- [2] Barowicz T., Brzóska F.: Zastosowanie pełnych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników. *Trzoda chlewna*, **34**, 1996, 40-42.
- [3] Barowicz T., Brzóska F., Pietras M., Gąsior R.: Hipocholesteremiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Medycyna Wet.*, **53**, 1997, 164-167.
- [4] Bartnikowska E., Rakowska M.: Wpływ włókna owsa i jęczmienia na metabolizm lipidów u zwierząt i ludzi. *Biuletyn IHAR*, **199**, 1994, 67-76.
- [5] Bartnikowska E.: Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. *Przemysł Spożywczy*, **51**, 1997, 14-16.
- [6] Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zając T.: Możliwości zastosowania nasion lnu oleistego w piekarstwie. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, (w druku).
- [7] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: *Żywienie człowieka – podstawy nauki o żywieniu*. PWN Warszawa, 1998.
- [8] ICC – Standards. Standard methods of the International Association for Cereal Science and Technology (ICC). Printed by ICC – Vienna, 1995.
- [9] Jakubczyk T., Haber T. (red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Skrypty SGGW-AR, Warszawa, 1993.
- [10] Kulasek G., Bartnikowska E.: Znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu człowieka i zwierząt. *Cz. I. Źródła pokarmowe, metabolizm i zapotrzebowanie*. *Magazyn Wet.*, **3**, 1994, 39-44.
- [11] Opieńska-Blauth J., Stankiewicz Z., Kulesza S.: Magnez w biologii i medycynie. *Post. Hig. i Med.*, **29**, 1975, 665-670.
- [12] Piesiewicz H., Bartnikowska E.: Zboże i jego przetwory – kopalnia składników włókna pokarmowego. *Przegl. Piek. Cuk.*, **45**, 1997, 3-6.
- [13] PN-89/A-74108 – Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa. Wydawnictwa Normalizacyjne, Warszawa.
- [14] Rutkowska U. (red.): *Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności*. PZWL, Warszawa, 1981, 178-179.

- [15] Ziemiański S., Bułhak-Jachymczyk B., Budzyńska-Topolewska J., Panczenko-Kresowska B., Wartanowicz M.: Normy żywienia dla ludności w Polsce (energia, białko, tłuszcze, witaminy, składniki mineralne). Nowa Medycyna, 2, 1995, 1-23.

## **NUTRITIONAL ASPECTS OF BREAD WITH OIL FLAX SEEDS SUPPLEMENT**

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

It was shown which health and nutritional benefits could be potentially provided by consumption of wheat bread with supplement of 10, 12 and 13 % of milled flax seeds. Levels of proteins, raw lipids, raw and dietary fibre as well as of some macro and microelements were checked in the studied breads. In all breads with addition of flax seeds higher total protein content was found (in case of 13% supplement by 1,4%) as well as higher content of P, K, Zn and twice as much Mg and Cu. With percentage of flax seeds in bread rising from 10 to 13% raw fat level was growing by 3,0-4,8% which was accompanied by change in fatty acids profile, where 8-9 fold increase of linolenic acid could be observed as compared to standard bread. Also dietary value of breads with flax seeds was higher due to their enrichment in raw and dietary fibre, which in case of 13% supplement was 3 and 5 times respectively. ☒

ANNA DIOWKSZ, BEATA PĘCZKOWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK,  
MAGDALENA WŁODARCZYK

## WZBOGACONE W SELEN PIECZYWO NA ZAKWASACH

### Streszczenie

Bakterie mlekowe i drożdże wchodzące w skład piekarskiej kultury starterowej oraz kiełkujące nasiona zbóż posiadają zdolność do akumulacji z podłoża nieorganicznych form selenu. Ideą prezentowanej pracy było wykorzystanie tych uzdolnień w celu wzbogacenia pieczywa w ten mikroelement. Badano wpływ zastosowanych dodatków na proces fermentacji, jakość uzyskanego pieczywa i stopień wzbogacenia w selen. Proces fermentacji zakwasów przebiegał bez zakłóceń. Otrzymane pieczywo charakteryzowało się dobrymi parametrami technologicznymi i uzyskiwało wysoką ocenę organoleptyczną. Proponowana metoda suplementacji pozwoliła zwiększyć zawartość selenu o 46% w chlebie mieszanym (pszenno-żytnim) i o 44% w chlebie razowym.

### Wstęp

Fermentacja żywności należy do najskuteczniejszych naturalnych metod zabezpieczających jej trwałość i nadających jej nowe, unikalne właściwości. Produkty fermentowane z udziałem bakterii mlekowych stanowią stały element naszej diety, bowiem cechują się bogatym, pełnym smakiem i aromatem, bezpieczeństwem pod względem higienicznym oraz wysokimi wartościami odżywczymi.

Proces fermentacji zakwasów piekarskich inicjowany przez kultury starterowe stwarza możliwości nie tylko uzyskania produktu o wysokiej zawartości kwasu L(+) mlekowego, ale także eliminacji z chleba składników antyżywnościowych, a tym samym otrzymywania pieczywa o walorach żywności funkcjonalnej [5, 6, 15].

Rosnąca świadomość konsumentów, a co za tym idzie zainteresowanie żywnością funkcjonalną sprawia, że sam powrót do naturalnych metod przetwarzania żywności nie jest już wystarczający. Wychodząc naprzeciw takim zapotrzebowaniom społecznym można wzbogacać produkty fermentowane, w tym pieczywo z natury cechujące

się wysoką wartością odżywczą, w mikroelementy niezbędne dla prawidłowego rozwoju organizmu ludzkiego, a które występują w niewystarczających ilościach w codziennej diecie.

Takim pierwiastkiem śladowym, którego niedobór może powodować liczne stany chorobowe, jest selen. Fizjologiczna funkcja selenu w organizmach żywych jest złożona i jeszcze nie do końca poznana. Wiąże się ona przede wszystkim z procesami oksydacyjno-redukcyjnymi zachodzącymi głównie na poziomie komórkowym. Selen w postaci selenocysteiny tworzy centrum aktywne m.in. peroksydazy glutationowej, odpowiedzialnej za reakcje rozkładu nadtlenków lipidowych do mniej toksycznych alkoholi, a nadtlenku wodoru do wody. Badania epidemiologiczne, a także eksperymenty z guzami przerzutowymi wykazują, że ze stanami niedoboru selenu w organizmie ludzi i zwierząt można wiązać wzrost zachorowań na niektóre nowotwory złośliwe, a także występowanie zmian nekrotycznych w wątrobie, nerkach i w mięśniach. Deficyt tego pierwiastka w organizmie prowadzi do zaburzeń w funkcji tarczycy, występuje także korelacja z częstością występowania chorób układu krążenia i niewydolnością mięśnia sercowego. Podkreślana jest też rola selenu w procesach immunologicznych i jego ochronna, profilaktyczna rola w zapobieganiu tym schorzeniom [9, 11, 13].

Efektywność procesu przyswajania selenu, czyli bioprzyswajalność, zależy w dużym stopniu od indywidualnych cech osobniczych każdego organizmu, ale również i od formy chemicznej, w jakiej ten pierwiastek został wprowadzony. Dostępność organicznych form selenu obecnych w produktach żywnościowych zależy w dużej mierze od strawności białek zawierających ten pierwiastek. Uważa się, że organizm ludzki jest w stanie przyswoić około 70% ogólnego selenu występującego w żywności, ale należy pamiętać, że nie cała pula tego selenu jest fizjologicznie aktywna. Związki organiczne zawierające grupy tiolowe, w których siarka została zastąpiona selenem, głównie aminokwasy selenowe: selenocysteina i selenometionina, są dużo łatwiej przyswajalne niż sole nieorganiczne: seleniny i seleniany [9, 16].

Szereg roślin wykazuje zdolność pobierania i akumulowania nawet znacznych ilości selenu z jego nieorganicznych źródeł występujących w glebie lub w podłożach hodowlanych [12]. Również drobnoustroje, w tym bakterie mlekowe i drożdże, wykazują zdolność pobierania i metabolizowania niektórych związków zawierających selen [2, 8]. Reakcje tego pierwiastka zachodzące w układach biologicznych przebiegają ze zmianą stopnia utlenienia i tworzeniem połączeń seleno-organicznych. Może to prowadzić do zmiany dostępności i stopnia toksyczności tego pierwiastka dla organizmów żywych [16].

Jak wykazały nasze wcześniejsze badania [3, 4] bakterie mlekowe i drożdże wchodzące w skład opracowanej piekarskiej kultury starterowej oraz kiełkujące nasiona wybranych zbóż posiadają zdolność do akumulacji z podłoża nieorganicznych form selenu. Stąd też ideą niniejszej pracy było wykorzystanie tych uzdolnień w procesach

technologicznych, mających na celu kontrolowane wzbogacenie pieczywa w ten mikroelement.

### Material i metody badań

W badaniach wykorzystano szczepy bakterii mlekowych (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus sanfrancisco*) i drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*) pochodzące z Kolekcji Czystych Kultur Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej.

Źródłem selenu były stosowane w procesie fermentacji zakwasów chlebowych dodatki bakteryjno-drożdżowej kultury starterowej lub biomasy kielków roślinnych wzbogacone w selen na drodze biokonwersji.

Wzbogaconą w selen kulturę starterową otrzymywano prowadząc 24-godzinne hodowle skojarzonej populacji w temperaturze 28°C na podłożu MRS [10] z dodatkiem SeO<sub>2</sub> w stężeniu odpowiadającym 5 ~ g Se/cm<sup>3</sup> podłoża. Uzyskaną biomasę oddzielano przez wirowanie stosując czterokrotne przemywanie roztworem buforu fosforanowego o pH=7.4. Kulturę starterową utrwalano na drodze liofilizacji. Uzyskana w ten sposób biomasa drobnoustrojów zawierała 280 ~ g Se/g s.s.

Jako alternatywne źródło selenu wykorzystano również wzbogacone w selen kielki pszenicy, żyta i soi. Nasiona tych roślin, po uprzednim namoczeniu w wodzie zawierającej 10 ~,g Se/cm<sup>3</sup> (SeO<sub>2</sub>), umieszczano w kielkownikach na piętrowo ułożonych tackach i przemywano 3 razy dziennie wodą zawierającą 10 ~ g Se/cm<sup>3</sup> (SeO<sub>2</sub>). Proces kielkowania prowadzono w temperaturze pokojowej w ciągu kolejnych 5 dni w normalnym cyklu zmian dobowych noc-dzień. Otrzymane kielki poddawano suszeniu do stałej masy w temperaturze nie przekraczającej 50°C, a następnie mielono. Zawartość selenu w wysuszonych kielkach mieściła się w granicach 40–60 ~g Se/g s.s.

W próbach technologicznych produkcji pieczywa stosowano jednofazową metodę przygotowywania zakwasów z wykorzystaniem dwóch rodzajów mąki żytniej: z drobnego przemiału (typ 720) i razowej. Inokulum stanowiła 24-godzinna populacja mieszana stosowanych szczepów prowadzona na płynnym podłożu DBH [1]. W żurach z dodatkiem kielków, 3% masy mąki zastępowano uzyskaną biomasą roślinną. W próbach z zastosowaniem biomasy bakteryjno-drożdżowej wzbogacona w selen kultura starterowa zastępowała płynne inokulum. Kulturę starterową dozowano bezpośrednio do mąki, bez wstępnej rehydratacji preparatu. Fermentację prowadzono w temperaturze 30°C przez 22 godziny.

Na bazie dojrzałych zakwasów przygotowywano ciasto na chleb mieszany (pszenno-żytni) i razowy przy założonej wydajności ciasta 154%, z 20% udziałem żurów. Wypiek prowadzono przez 40 minut w temperaturze 180°C.

Oznaczenia parametrów technologicznych pieczywa oraz ocenę sensoryczną wykonywano zgodnie z zaleceniami odnośnych norm i metodyką przyjętą w piekarstwie [7].

Zawartość selenu w chlebie oznaczano metodą fluorymetryczną [14] po uprzedniej mineralizacji metodą mokrą (HN03 + HC104), używając 2,3-diaminonaftalenu (DAN) jako czynnika kompleksującego. Fluorescencję mierzono w spektrofotometrze Hitachi F 2000 (Ex = 377 nm, Em = 516 nm).

Walidację metody prowadzono w oparciu o analizę wzorca Bovine Liver CRM no. 185 (Community Bureau of Reference, Brussels) o deklarowanej zawartości selenu.

## Wyniki i dyskusja

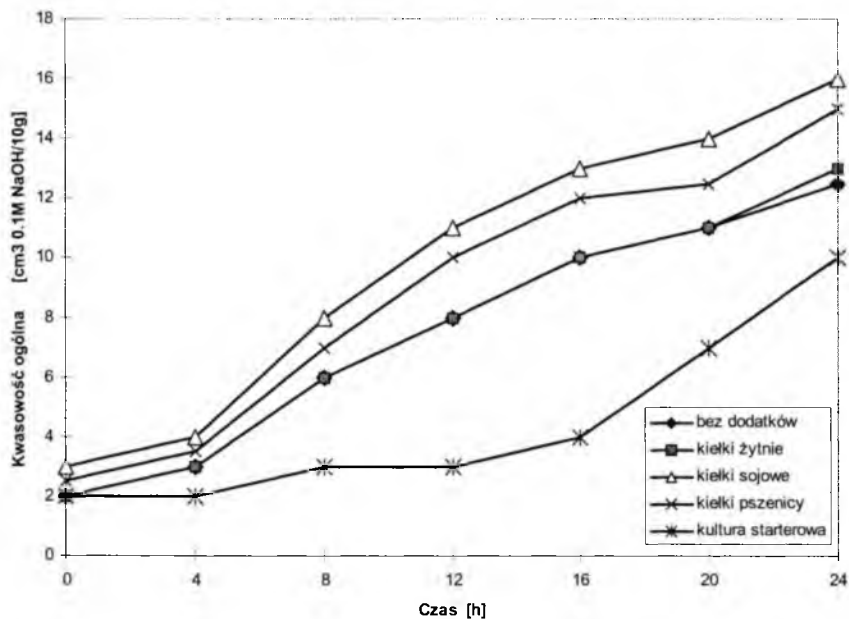
Zasadniczym etapem pracy było sprawdzenie wpływu wzbogacenia zakwasu w selen na przebieg fermentacji. Sprawdzano przy tym dwa warianty suplementacji. Pierwszy – poprzez dodatek do żuru kielków roślinnych wzbogaconych w selen i drugi – poprzez zastąpienie płynnego inokulum kulturą starterową wzbogaconą w selen. Wyniki badań oceniano w stosunku do kontrolnych fermentacji zakwasów prowadzonych bez dodatku biomasy wzbogaconej w selen.

Dodatek kielków żytnich, pszennych i sojowych wpływał stymulująco na plon bakterii mlekowych, a jednocześnie nie obserwowano zakłóceń w rozwoju drożdży. Przebieg krzywych wzrostu obu grup fizjologicznych w środowisku żurów kontrolnych i suplementowanych dodatkiem kielków, był zbliżony. Jedynie w przypadku zakwasów sporządzonych z udziałem bakteryjno-drożdżowej kultury starterowej wzbogaconej w selen, osiągany plon bakterii mlekowych i drożdży był nieco niższy, co wynikało z różnic w poziomie początkowej inokulacji i wydłużenia fazy adaptacyjnej.

Przebieg zmian kwasowości ogólnej badanych żurów zachodził równolegle z krzywą wzrostu bakterii mlekowych. Pozwoliło to na uzyskanie dojrzałych, dobrze ukwaszonych żurów już po 22–24 godzinach fermentacji (Rys. 1, 2). Najlepsze efekty obserwowano w przypadku stosowania kielków sojowych. Żur przeznaczony na pieczywo mieszane (pszenno-żytnię) i żur razowy miały po 24 godzinach kwasowość ogólną odpowiednio 16,0 i 23,2 cm<sup>3</sup> 0,1 M NaOH/10 g. Najniższą kwasowość (10,1 i 14,3 cm<sup>3</sup> 0,1 M NaOH/10 g) uzyskano w przypadku stosowania kultury starterowej wzbogaconej w selen.

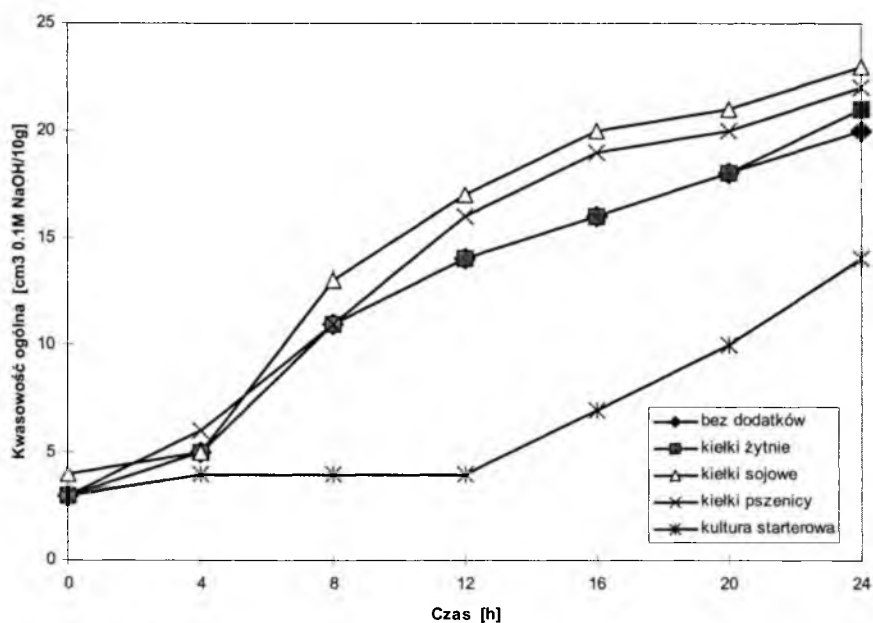
Dojrzałe zakwasy posłużyły do przeprowadzenia prób wypiekowych. Otrzymane pieczywo charakteryzowało się dobrymi parametrami technologicznymi (Tab. 1, 2). Wydajność pieczywa, zarówno mieszanego jak i razowego, osiągała zbliżone wartości we wszystkich wariantach. Jedynie w przypadku użycia kultury starterowej wzbogaconej w selen w pieczywie razowym osiągnięto znaczące polepszenie tego parametru.





Rys. 1. Dynamika ukwaszania żurów żytnich z dodatkiem biomasy wzbogaconej w selen.

Fig. 1. Dynamics of acidification of rye sour dough with Se-enriched biomass supplement.



Rys. 2. Dynamika ukwaszania żurów razowych z dodatkiem biomasy wzbogaconej w selen.

Fig. 2. Dynamics of acidification of whole-meal sour dough with Se-enriched biomass supplement.

Tabela 1

Ocena jakości pieczywa mieszanego (pszenno-żytniego).

Evaluation of mixed (wheat-rye) bread quality.

Badany parametr Parameter tested	Dodatek biomasy wzbogaconej w selen Supplement of Se-enriched biomass				
	Bez dodatków No supplement	Kiełki pszenne Wheat sprouts	Kiełki żytnie Rye sprouts	Kiełki sojowe Soya sprouts	Kultura starterowa Starter culture
Zawartość Se [ $\mu\text{g Se}/250\text{g}^*$ ] Se content [ $\mu\text{g Se}/250\text{g}^*$ ]	23,9	27,5	32,0	28,6	34,9
Wydajność pieczywa [%] Bread yield [%]	140,6	139,0	141,5	140,0	138,6
Objętość chleba [ $\text{cm}^3/100\text{g}^*$ ] Bread volume [ $\text{cm}^3/100\text{g}^*$ ]	257	273	264	282	259
Porowatość miękiszu [%] Crumb porosity [%]	69,8	70,1	71,2	73,4	68,0
Wilgotność miękiszu [%] Water content [%]	43,4	42,7	41,0	44,5	39,6
Smak i zapach Taste and aroma	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good

\* w odniesieniu do powietrznie suchej masy chleba,

\* in reference to air-dried mass of bread.

Także dodatek kiełków żytnich powodował nieznaczną poprawę wydajności pieczywa. Objętość pieczywa, będąca ważnym wskaźnikiem pozwalającym na ocenę prawidłowości przebiegu procesu technologicznego, w przypadku pieczywa mieszanego po zastosowaniu suplementów selenowych wyraźnie się zwiększyła, natomiast w odniesieniu do pieczywa razowego wskaźnik ten uległ pogorszeniu, przy jednoczesnym zmniejszeniu się porowatości miękiszu. Wilgotność miękiszu wszystkich typów chleba pozostawała w zgodzie z wymogami normy. W ocenie sensorycznej wszystkie rodzaje pieczywa uzyskały bardzo wysokie noty. Cechowały się one bardzo atrakcyjnym smakiem i aromatem charakterystycznym dla danego typu chleba. Użyte suplementy selenowe nie powodowały zauważalnych zmian wrażeń smakowo-zapachowych ocenianego pieczywa.

Kontrola zawartości selenu wykazała, że w przypadku chleba mieszanego dodatek kiełków soi i pszenicy w stopniu nieznacznym wpłynął na zwiększenie poziomu selenu, natomiast zdecydowanie (o 34%) poziom tego mikroelementu zwiększył się po zastosowaniu kiełków żyta. W pieczywie razowym stwierdzono niewielki wpływ dodatku biomasy roślinnej wzbogaconej w selen na ogólny poziom selenu. Po użyciu

Tabela 2

Ocena jakości pieczywa razowego.

Evaluation of whole-meal bread quality.

Badany parametr Parameter tested	Dodatek biomasy wzbogaconej w selen Supplement of Se-enriched biomass				
	Bez dodatków No supplement	Kiełki pszenne Wheat sprouts	Kiełki żytnie Rye sprouts	Kiełki sojowe Soya sprouts	Kultura starterowa Starter culture
Zawartość Se [ $\mu\text{g Se}/250\text{g}^*$ ] Se content [ $\mu\text{g Se}/250\text{g}^*$ ]	37,2	44,1	36,0	35,4	53,5
Wydajność pieczywa [%] Bread yield [%]	143,4	142,6	145,2	143,5	148,0
Objętość chleba [ $\text{cm}^3/100\text{g}^*$ ] Bread volume [ $\text{cm}^3/100\text{g}^*$ ]	240	220	226	216	209
Porowatość miększu [%] Crumb porosity [%]	63,7	53,6	56,1	51,2	50,7
Wilgotność miększu [%] Water content [%]	43,6	44,1	44,7	46,5	49,8
Smak i zapach Taste and aroma	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good	b. dobry Very good

\*<sup>1</sup> w odniesieniu do powietrznie suchej masy chleba,\*<sup>1</sup> in reference to air-dried mass of bread.

kiełków żyta i soi poziom selenu był porównywalny z próbą kontrolną. W przypadku kiełków pszenicy podniósł się on jedynie o około 20%. Zarówno w przypadku pieczywa pszenno-żytniego, jak i razowego najskuteczniejsza była suplementacja z wykorzystaniem kultury starterowej wzbogaconej w selen. Zapewniła ona zwiększenie zawartości tego pierwiastka o 46% w chlebie mieszanym i o 44% w chlebie razowym.

Próby bilansu selenu podczas cyklu technologicznego wyraźnie wykazały, że podczas wypieku następują znaczne ubytki tego pierwiastka. Sugeruje to możliwość występowania strat w wyniku ulatniania się lotnych związków selenu w wysokiej temperaturze. Można przypuszczać, że w procesie fermentacji zakwasów może występować zjawisko wtórnej biokonwersji selenu, szczególnie w przypadku biomasy roślinnej wzbogaconej w selen. Wielkość tych strat bowiem uzależniona jest od źródła pochodzenia selenu. W przypadku zastosowania biomasy bakteryjno-drożdżowej wzbogaconej w selen, notowano znacznie mniejsze straty niż miało to miejsce w przypadku użycia kiełków roślinnych. Nie można również wykluczyć możliwości, że w przypadku biomasy roślinnej część akumulowanego selenu występuje w postaci związków lot-

nych lub związków ulegających konwersji w wysokich temperaturach. Będzie to celem dalszych badań. Uwzględnienie strat selenu powstałych podczas wypieku pozwala precyzyjnie dobrać wielkość dawki suplementu.

## Podsumowanie

Wyniki badań wskazują na przydatność stosowanej metody suplementacji selenu do wzbogacania fermentowanych produktów żywnościowych, szczególnie w przypadku potrzeby uzupełniania diety niedoborowej w selen. Chleb będący podstawowym składnikiem codziennych posiłków wydaje się być doskonałym nośnikiem biopierwiastków występujących w produktach spożywczych w niewystarczających ilościach. Zaletą proponowanej metody suplementacji jest jej prostota, niskie koszty, ścisła kontrola ilościowa wprowadzanego mikroelementu oraz wykorzystanie naturalnych procesów i surowców stosowanych w produkcji żywności.

## LITERATURA

- [1] Burbianka M., Pliszka A.: Mikrobiologia żywności, PZWL, 1983.
- [2] Calomme M.R., Van den Branden K., Vanden Berghe D.A.: Selenium and *Lactobacillus* species. J. Appl. Bacteriol., **79**, 1995, 331.
- [3] Diowksz A., Pakowski P., Ambroziak W., Włodarczyk M.: Se-enriched plant and bacteria-yeast biomass as the potential source of selenium supplementation in food processing. Materiały Konferencji "Bioavailability'97", Wageningen (Holandia), 1997.
- [4] Diowksz A., Ambroziak W., Włodarczyk M.: Investigation of the ability of selenium accumulation by lactic acid bacteria of *Lactobacillus* species and yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Pol. J. Food Nutr., **8** (49), 1999, 17.
- [5] Fretzdorff B., Brummer J.-M.: Reduction of phytic acid during breadmaking of whole-meal breads. Cer. Chem., **3** (69), 1992, 266.
- [6] Hammes W.P., Tichaczek P.S.: The potential of lactic acid bacteria for the production of safe and wholesome food. Z. Lebensm. Unters.-Forsch., **198**, 1994, 193.
- [7] Horubałowa A., Haber T.: Analiza techniczna w piekarstwie. WSiP, 1985.
- [8] Korhola M., Vainio A., Edelmann K.: Selenium yeast. Ann. Clin. Res., **18**, 1986, 65.
- [9] Litov R.E., Combs G.F.: Selenium in pediatric nutrition. Pediatrics, **3** (87), 1991, 339.
- [10] Man de J.C., Rogosa M., Sharpe M.E.: A medium for cultivation of lactobacilli. J. Appl. Bact., **23**, 1960, 130.
- [11] Neve J., Physiological and nutritional importance of selenium. Experimentia, **47**, 1991, 187.
- [12] Seńczuk W.: Toksykologia. PZWL, 1990.
- [13] Stadtman T.C.: Selenium biochemistry. Annu. Rev. Biochem., **59**, 1990, 111.
- [14] Watkinson J.H.: Fluorometric determination of selenium in biological material with 2,3-diaminonaphthalene. Anal. Chem., **38**, 1966, 92.
- [15] Wood B.J.B.: The lactic acid bacteria, vol.1. The lactic acid bacteria in health and disease. Elsevier Applied Science, 1992.

- [16] Young V.R., Nahapetian A., Janghorbani M.: Selenium bioavailability with reference to human nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 1982, 1076.

## **SOUR DOUGH BREAD ENRICHED WITH SELENIUM**

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

Lactic acid bacteria and yeast associated into a bakery starter culture and germinated grain seeds have proved to be able to accumulate inorganic selenium from the culture medium. The aim of the study was to evaluate the possibility of using selenium-enriched biomass in fermented bread production. An influence of Se-enriched supplements on fermentation process, bread quality and effectiveness of supplementation were examined. No influence of selenium supplements on fermentation process was noted. Technological parameters of Se-enriched bread were good and in sensory analysis all notes were very high. The proposed method of supplementation enabled to elevate the selenium content by 46% in mixed wheat-rye bread and by 44% in whole-meal rye bread. ✕

PIOTR J. BYKOWSKI, WIKTOR KOŁODZIEJSKI, IRENA NADOLNA,  
BOGUSŁAW PAWLIKOWSKI, BEATA PRZYGODA

## TECHNOLOGICZNE MOŻLIWOŚCI PRODUKCJI KONSERW RYBNYCH O CECHACH ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

### Streszczenie

W celu uzyskania konserw rybnych o cechach żywności funkcjonalnej zmodyfikowano technologie ich wytwarzania przez eliminację z klasycznego procesu technologicznego wstępnego solankowania i wstępnej obróbki cieplnej surowców rybnych. W badaniach modelowych wykazano, że przy odpowiednim doborze surowców rybnych i roślinnych można produkować różne asortymenty nowego typu konserw rybnych o zakładanych zawartościach substancji odżywczych. Konserwy wytworzone z makreli atlantyckiej (*Scomber scombrus*) wykazują cechy żywności funkcjonalnej, ze względu na dobre zbilansowanie podstawowych składników odżywczych, a szczególnie ze względu na zawartość ponad 3g n-3 WNKT/100g.

### Wstęp

Powszechnie uznaje się, że ryby - jako surowce żywnościowe - charakteryzują się szczególnie dobrymi, prozdrowotnymi właściwościami. Mięso ryb jest źródłem pełnowartościowego białka, tłuszczu, makro- i mikroelementów oraz witamin.

Cechą wyróżniającą pozytywnie ryby spośród wszystkich surowców żywnościowych jest obecność w ich tłuszczu n-3 wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (n-3 WNKT), a zwłaszcza duży udział, zaliczanych do niezbędnych składników diety, kwasu ikozapentaenowego (EPA, C 20:5 n-3) i kwasu dokozaheksaenowego (DHA, C 22:6 n-3).

Wiele badań epidemiologicznych, klinicznych i biochemicznych prowadzonych już w latach 50. wskazuje, że obecność w diecie ludzi n-3 WNKT, zwłaszcza kwasów EPA i DHA, występujących prawie wyłącznie w tłuszczu ryb, jest korzystne dla zdro-

wia ludzi, gdyż obniża poziom cholesterolu oraz triacylogliceroli we krwi i zmniejsza ryzyko występowania choroby wieńcowej serca [1, 2, 3, 5].

Spożycie ryb w Polsce w latach 80. kształtowało się na poziomie 13÷14 kg/osobę rocznie, w przeliczeniu na surowce rybne. Natomiast w latach 90. spożycie ryb spadło do poziomu 9÷11 kg/osobę rocznie, czyli około 30g/osobę dziennie. Dla porównania, statystyczne roczne spożycie ryb na osobę w innych krajach wynosi: w Japonii – ok. 70 kg, w USA – ok. 22 kg, w Kanadzie – ok. 23 kg, w Szwecji – ok. 27 kg, w Danii – ok. 20 kg [ 4 ].

Można postawić tezę, że znaczny, nawet 2÷3-krotny wzrost spożycia ryb w Polsce byłby korzystny ze względów zdrowotnych. Duże rezerwy i możliwości w tym zakresie stwarza racjonalizacja i modyfikacja krajowego przetwórstwa ryb, w tym technologii produkcji konserw rybnych.

Celem badań było określenie technologicznych możliwości oraz zasad wytwarzania konserw rybnych o właściwościach żywności funkcjonalnej i zakładanej, zdefiniowanej zawartości substancji odżywczych, w tym zwłaszcza n - 3 WNKKT.

### Założenia pracy

Produkowane obecnie w Polsce konserwy rybne można podzielić na następujące grupy asortymentowe:

- konserwy w zalewie olejowej,
- konserwy w sosach pomidorowych i innych,
- konserwy rybne wieloskładnikowe, jak sałatki, paprykarze, pasztety.

Aktualnie produkowane konserwy rybne charakteryzują się na ogół intensywnym smakiem, zapachem oraz są wyraźnie słone, z powodu znacznej (1,5÷2,5%) zawartości chlorku sodu. Dodatkowo, obecność takich składników, jak: koncentrat pomidorowy, przyprawy i środki aromatyzujące wzmacnia ich intensywną, często bardzo pikantną smakowitość. Konserwy rybne o tak zdecydowanej charakterystyce smakowej są preferowane lub akceptowane przez znaczną część konsumentów. Istnieją jednak grupy konsumentów, dla których konserwy rybne o takich właściwościach smakowych nie są żywnościowo odpowiednie. Są to ludzie w podeszłym wieku oraz ludzie cierpiący na choroby układu pokarmowego, naczyniowego i nadciśnienie, a także dzieci.

Surowce rybne doskonale nadają się do wytwarzania żywności lekko strawnej, łatwo przyswajalnej, o łagodnej charakterystyce smakowej, pod warunkiem zastosowania odpowiednich receptur i procesów przetwórczych. Technologia produkcji konserw, przy zastosowaniu niezbędnych modyfikacji, w zasadzie jako jedyna umożliwia przemysłowe wytwarzanie przetworów rybnych, stanowiących odpowiednik dietetycznych potraw z ryb gotowanych. Zaletą konserw rybnych, jako żywności funkcjonalnej,

jest ich długi okres trwałości, wygoda w przechowywaniu, transporcie i obrocie handlowym oraz powszechna dostępność na rynku.

Przyjęta w pracy koncepcja racjonalizacji produkcji konserw rybnych wychodzi z założenia, że technologia produkcji funkcjonalnych konserw rybnych powinna zapewniać całkowite wykorzystanie substancji odżywczych surowców rybnych i zachowanie ich w produkcie w jak najmniej zmienionym stanie. Skład recepturowy i technologia produkcji funkcjonalnych konserw rybnych powinny być tak dobrane, aby wytwarzane produkty miały zakładaną, zdefiniowaną wartość energetyczną i odżywczą, dostosowaną do potrzeb żywieniowych i zdrowotnych określonych grup konsumentów.

Założenia, dotyczące składu surowcowego i właściwości odżywczych funkcjonalnych konserw rybnych, opracowane przy współpracy z żywieniowcami z Instytutu Żywności i Żywienia, były następujące:

1. Główną cechą konserw, decydującą o ich funkcjonalnym charakterze, powinna być gwarantowana zawartość n-3 WNKT na poziomie odpowiadającym ok. 30% tygodniowego zapotrzebowania człowieka na te kwasy tłuszczowe, czyli ok. 3g WNKT w 100g. Spożywanie dwa razy w tygodniu porcji wyrobu o takiej zawartości n-3 WNKT dostarczałoby ponad 50% tygodniowej dawki tych kwasów, zalecanej dla dorosłego człowieka.
2. W celu dostosowania właściwości odżywczych i cech sensorycznych konserw rybnych do zróżnicowanych potrzeb żywieniowych i upodobań smakowych potencjalnych konsumentów, należy opracować receptury i technologię produkcji następujących typów konserw:
  - typ I: konserwy zawierające mięso ryb w sosie własnym, w których jedynym składnikiem surowcowym, stanowiącym około 80% zawartości konserwy, jest mięso ryb, a niezbędną ze względów technologicznych zalewą jest solanka o fizjologicznym stężeniu chlorku sodu,
  - typ II: konserwy rybno-warzywne o obniżonej wartości energetycznej (poniżej 180 kcal/100g) oraz o dietetycznym charakterze i o łagodnych cechach smakowych, w których mięso ryb stanowi 50÷60% zawartości, a 25÷35% odpowiednio dobrane surowce roślinne,
  - typ III: konserwy rybno-warzywne o podwyższonej wartości energetycznej (powyżej 300 kcal/100g), w których mięso ryb stanowi 50÷60%, a jako składniki podnoszące wartość energetyczną wykorzystuje się surowce roślinne, np. fasolę, soję oraz oleje roślinne.

Zakładany skład surowcowy oraz charakterystykę podstawowych typów funkcjonalnych konserw rybnych przedstawiono w tabeli 1.



Tabela 1

Zakładany skład surowcowy podstawowych typów funkcjonalnych konserw rybnych.  
Presupposed composition of the basic types of functional canned fish products.

Składniki Components	Typ I Type I	Typ II Type II	Typ III Type III
	Naturalne mięso ryb w zalewie Natural fish meat in brine	Rybno-warzywne ni- skoenergetyczne Fish-vegetables low energy	Rybno-warzywne wy- sokoenergetyczne Fish-vegetables high energy
Mięso ryb (%) Fish meat	80	50 - 60	50 - 60
Warzywa (%) Vegetables	-	25 - 35	-
Soja (%) Soya beans	-	-	25 - 35
Zalewa solankowa (%) Brine	20	15	-
Olej roślinny (%) Vegetable oil	-	-	15
Wartość energetyczna (kcal/100g) Energy value	200	<200	>300

### Metodyka badań analitycznych

Zawartość białka określano oznaczając azot ogólny metodą Kjeldahla, stosując aparaturę firmy „Tecator”; Kjeltec System 1026 oraz przelicznik azotu na białko równy 6,25.

Zawartość tłuszczu oznaczano na drodze ekstrakcji eterem etylowym metodą Soxhleta.

Skład kwasów tłuszczowych określano metodą chromatografii gazowej ich estrów metylowych, uzyskanych w wyniku transestryfikacji lipidów wyekstrahowanych z prób metodą Bligh-Dyer'a. Rozdział chromatograficzny estrów metylowych kwasów tłuszczowych prowadzono w chromatografii gazowej Hewlett-Packard typ HP6890 z detektorem MSD, stosując kolumnę 100m x 0,25 mm z fazą stacjonarną CPSiL o grubości filmu 0,20 µm [8, 9, 10].

Zawartość błonnika pokarmowego oznaczano metodą enzymatyczno-wagową, zalecaną przez AOAC [12].

Tiaminę oznaczano metodą tiochromową z alkoholem izobutylovym [6], ryboflawinę i niacynę oznaczano metodami mikrobiologicznymi [6], a witaminę C metodą kolorymetryczną [6].

Witaminy A i E oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) na chromatografie „Waters”, po uprzednim zmydleniu tłuszczu i wyekstrahowaniu form aktywnych [7].

Zawartość sodu, potasu, magnezu, miedzi, cynku i manganu oznaczano metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA) [7].

Zawartość żelaza i fosforu oznaczano metodą kolorymetryczną [7].

## Wykonanie i wyniki pracy

### *Dobór surowca rybnego*

Przy założeniu, że główną cechą funkcjonalnych konserw rybnych ma być dostarczenie określonej ilości n-3 WNKT, jako jedno z podstawowych kryteriów wyboru surowca rybnego do produkcji tych konserw przyjęto zawartość n-3 WNKT w mięsie ryb.

Tabela 2

Udziały różnych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu ryb niektórych gatunków wykorzystywanych do produkcji konserw (%)

Participation of different groups of fatty acids in the fat of selected fish used for canning

Grupy kwasów tłuszczowych Groups of fatty acids	Makrela atlantycka <sup>1/</sup> Atlantic mackerel			Sledź Herring		Szprot Sprat	
	1	2	3	atlantycki <sup>2/</sup>	bałtycki <sup>1/</sup>	atlantycki <sup>2/</sup>	bałtycki <sup>1/</sup>
Tłuszcz, ogółem Fat, total	11,9	15,0	25,5	14,0	7,8	17,6	11,7
Kwasy tłuszczowe nasycone Saturated fatty acids	29,3	23,3	27,0	22,1	35,5	26,7	36,5
Kwasy tłuszczowe jednonienasycone Monounsaturated fatty acids	38,6	45,7	45,0	45,4	41,7	41,5	33,4
Kwasy tłuszczowe wielonienasycone, w tym: Polyunsaturated fatty acids,	30,9	27,5	27,6	25,8	21,0	25,0	28,6
C 18:2 n-6	1,3	1,7	1,2	1,2	1,4	1,2	1,7
C 20:5 n-3	8,8	5,7	5,9	9,4	5,0	6,1	8,0
C 22:6 n-3	16,0	13,9	11,7	9,9	12,2	12,9	15,0
n-3 WNKT n-3 PUFA	3,4	3,8	5,9	3,4	1,5	4,1	3,1

1/ - wyniki badań własnych.

2/ - Anon. 1993. Facts about Fish [ed.] Norwegian Seafood Export Council, Tromsø.

Przy wyborze rodzaju surowca rybnego uwzględniono także inne czynniki, ważne z punktu widzenia możliwości wykorzystania danego surowca rybnego do produkcji konserw na skalę przemysłową, takie jak: dostępność na rynku, cenę, przydatność technologiczną i cechy organoleptyczne.

Na podstawie danych literaturowych i badań składu chemicznego mięsa gatunków ryb tradycyjnie wykorzystywanych do produkcji konserw, takich jak: makreła, śledź, szprot, sardynka, do modelowych badań nad technologią wytwarzania funkcjonalnych konserw rybnych wybrano makrełę atlantycką, o zawartości tłuszczu 25,5% w mięsie.

Tabela 3

Zawartość składników odżywczych w niektórych rybach stosowanych do produkcji konserw (%).  
Content of nutrients in selected fish used for canning.

Składniki Nutrients	Makreła atlantycka Atlantic mackerel		Śledź Herring		Szprot Sprat	
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	atlantycki atlantic <sup>2</sup>	bałtycki baltic <sup>1</sup>	atlantycki atlantic <sup>2</sup>	bałtycki baltic <sup>1</sup>
(%)						
Białko Protein	15,7	18,1	15,2	16,3	12,4	12,4
Tłuszcz Fat	25,5	11,9	14,0	7,8	17,6	11,7
Składniki mineralne Minerals (mg/100g)						
Na	109	222	118	375	279	375
K	408	266	463	309	209	309
Ca	18,7	5,3	38	229	47	-
Mg	35,0	44	38	31	16	-
P	316	240	290	312	120	-
Witaminy Vitamins (µg/100g)						
A	50,6	46,8	6,0	9,0	-	12,8
D	7,0	6,0	11,5	5,0	18,7	9,3
(mg/100g)						
E	0,7	0,6	0,6	3,5	1,2	1,9
Niacyna	6,2	9,4	4,0	-	4,7	-
B <sub>1</sub>	0,13	0,11	0,04	-	0,1	-
B <sub>2</sub>	-	0,4	0,3	-	0,15	-
B <sub>6</sub>	-	0,8	0,5	-	0,2	-

1/ - wyniki badań własnych.

2/ - Anon. 1993. Facts about Fish [ed.] Norwegian Seafood Export Council, Tromsø.

Udziały różnych grup kwasów tłuszczowych w tłuszczu niektórych gatunków ryb przedstawiono w tabeli 2, natomiast zawartość ważniejszych składników odżywczych w mięsie tych ryb przedstawiono w tabeli 3.

### *Proces technologiczny*

Zgodnie z koncepcją produkcji funkcjonalnych konserw, w celu zapewnienia całkowitego wykorzystania substancji odżywczych występujących w wyjściowym surowcu rybnym, została zmodyfikowana technologia produkcji tych wyrobów.

Modyfikacje polegały na wyeliminowaniu z procesu produkcji konserw obróbki chemicznej (solankowania) oraz obróbki cieplnej (parowania) surowca rybnego, czyli operacji które na skutek ekstrakcji i wycieku termicznego powodują znaczne ubytki masy surowca oraz straty cennych składników odżywczych.

Opracowana technologia produkcji konserw umożliwia:

- całkowite wykorzystanie mięsa ryb i zawartych w nich substancji odżywczych,
- celowe i świadome kształtowanie wartości odżywczych oraz cech sensorycznych konserw przez odpowiedni dobór oraz kompozycję surowca rybnego, warzyw oraz zalewy,
- znaczne ograniczenie ilości uciążliwych dla środowiska naturalnego ścieków i odpadów produkcyjnych,
- zmniejszenie energochłonności i pracochłonności procesu produkcyjnego,
- wyeliminowanie z linii produkcyjnej takich urządzeń jak solankownice, wytwornice solanki i parowniki,
- zwiększenie o około 25% wydajności wyrobu gotowego z jednostki masy surowca rybnego, w porównaniu z wydajnością wyrobów gotowych, uzyskiwaną przy stosowaniu tradycyjnej technologii produkcji.

### *Skład i wartość odżywcza modelowych, funkcjonalnych konserw rybnych*

Uwzględniając zróżnicowane potrzeby żywieniowe i upodobania potencjalnych konsumentów, w ramach trzech głównych typów konserw funkcjonalnych opracowano kilka wariantów asortymentowych, różniących się rodzajem oraz kompozycją zastosowanych składników roślinnych, postacią fizyczną zawartości konserwy (np. stopniem rozdrobnienia mięsa) oraz cechami smakowymi.

Wybrane modelowe wyroby, reprezentatywne dla trzech głównych typów konserw, wyprodukowano w warunkach przemysłowych z makreli atlantyckiej o zawartości 25,5% tłuszczu w mięsie.

Zgodnie z przyjętymi założeniami, konserwy ryбно-warzywne z makreli charakteryzowały się łagodnymi i pożądanymi cechami smakowymi.

Zawartości substancji odżywczych w wyprodukowanych modelowych konserwach rybnych zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4

Skład i wartość odżywcza modelowych typów funkcjonalnych konserw rybnych z makreli o zawartości 25,5% tłuszczu w mięsie, w przeliczeniu na 100 g zawartości konserwy.

Composition and nutrition value of model types of functional canned fish products produced from Atlantic mackerel containing 25,5% fat, calculated per 100 g of cans content.

Składniki Components	Typ I Type I	Typ II Type II		Typ III Type III
		II <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	
Wartość energetyczna (kcal/100g) Energy value	244	172	174	296
Białko (g) Protein	15,1	8,6	9,9	18,8
Tłuszcz (g) Fat	20,4	14,6	14,4	22,9
n-3 WNKT (g) n-3 PUFA	5,3	3,5	3,5	3,6
Węglowodany, ogółem (g) Carbohydrates, total	-	3,2	3,2	6,7
Błonnik pokarmowy(g) Dietary fibre	-	1,6	1,6	3,1
Substancje mineralne (mg): Minerals				
Na	396	384	361	265
K	331	340	333	450
Ca	120	39	38	42
Mg	27	21	22	43
P	228	151	151	196
Fe	0,8	1,2	1,1	1,4
Zn	0,8	0,9	0,9	1,0
Witaminy (mg): Vitamins				
E	0,9	0,9	0,9	5,2
B <sub>1</sub>	0,2	0,1	0,1	0,1
B <sub>2</sub>	0,2	0,2	0,2	0,3
PP	7,5	4,5	5,0	4,3
C	-	16,3	16,6	3,0
A (µg)	87	447	114	56

Modelowe konserwy pod względem składu chemicznego spełniają założenia przyjęte dla trzech głównych typów funkcjonalnych konserw rybnych. Zawartość n-3 WNKT w modelowych konserwach wyniosła ponad 3 g w 100 g. Konserwy z nadmia-

rem pokrywają zalecane dzienne spożycie tłuszczu rybiego oraz pochodzących z ryb n-3 WNKT.

Poszczególne typy konserw różnią się wyraźnie pod względem wartości energetycznej, zawartości białka i tłuszczu, a także niektórych pierwiastków i witamin. Dwa warianty asortymentowe konserw rybno-warzywnych typu „II” różnią się jedynie zawartością witaminy A, której w konserwie II<sub>1</sub> (z dodatkiem marchwi) jest 4-krotnie więcej niż w konserwie II<sub>2</sub> (bez dodatku marchwi). Udział warzyw w składzie badanych konserw wpłynął korzystnie na zawartość witaminy C (konserwy typu II).

Istotny wpływ na wartość energetyczną konserw miało zastosowanie jako składnika roślinnego nasion soi. Dodatek soi oraz oleju roślinnego spowodował znaczne podwyższenie wartości energetycznej, zwiększenie ilości białka i tłuszczu, a także wzbogacił zawartości konserw w potas, magnez, fosfor i witaminę E (konserwy typu III).

Korzystną, ze względów zdrowotnych, cechą modelowych wyrobów jest stosunkowo niska zawartość sodu, nie przekraczająca 400 mg sodu /100 g, dzięki zastosowaniu do ich produkcji, zamiast soli kuchennej, soli „Salvita”, stanowiącej mieszaninę soli warzonej (70%) i chlorku potasowego (30%).

## Podsumowanie

Pod względem technologicznym możliwe jest wytwarzanie konserw rybnych i rybno-warzywnych o cechach żywności funkcjonalnej. W celu wykorzystywania w konserwach wszystkich składników odżywczych mięsa ryb i uzyskiwania konserw o zakładanej, zdefiniowanej zawartości substancji odżywczych oraz o prozdrowotnych właściwościach żywności funkcjonalnej, szczególnie ze względu na zawartość n-3 WNKT, opracowano zmodyfikowaną technologię produkcji konserw rybnych. Technologia ta polega na wyeliminowaniu z klasycznego procesu produkcji konserw wstępnego solankowania i wstępnej obróbki cieplnej (parowania) surowców rybnych.

Wartość energetyczną konserw oraz zawartość w nich składników odżywczych można celowo kształtować w szerokim zakresie przez dobór surowców rybnych i odpowiednią, z punktu widzenia zasad prawidłowego żywienia, kompozycję składu recepturowego konserw, np. przez dodatek różnych warzyw oraz olejów roślinnych o korzystnym składzie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych.

W badaniach modelowych wykazano, że z makreli atlantyckiej o zawartości 25,5% tłuszczu można uzyskać nowego typu funkcjonalne konserwy rybne i rybno-warzywne, o zakładanych zawartościach substancji odżywczych w zakresach: białko – 8,6÷18,8%, węglowodany – 0÷6,7%, tłuszcz – 12÷23%, w tym n-3 WNKT – 3,5÷5,3%, Na – 265÷400 mg/100g, K – 330÷450 mg/100 g oraz o wartości energetycznej – 180÷300 kcal/100 g.

## LITERATURA

- [1] Ackmann R.G.: Nutritional evaluation of long-chain fatty acids in fish. ed. S.M. Barlow and M. Stansby, pp. 25-88. Academic Press, New York, 1982.
- [2] Hearn T.L. et al.: Polyunsaturated fatty acids and fat in fish flesh for selecting species for health benefits. *J. Food Science*, **52** (5), 1987, 1209-11.
- [3] Kinsella J.E.: Food lipids and fatty acids importance in food quality, nutrition and health. *Food Technology*, **42** (10), 1988, 124-45.
- [4] Sekuła W., i wsp.: Wyżywienie w Polsce na tle innych krajów. *Prace IŻŻ*, **86**, Warszawa, 1997.
- [5] Stansby M.E.: Fish or fish oil in the diet and heart attacks. *Mar. Fish.Rev.*, **42** (2), 1984, 60-63.
- [6] Rutkowska U. (red.): Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa, 1981.
- [7] Kunachowicz H. (red.): Wybrane metody analityczne oceny wartości odżywczej żywności, *Prace IŻŻ* **83**, Warszawa, 1997.
- [8] Daniewski M., Jacórzyński B., Mielniczuk E., i in.: Oznaczanie składu izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych C18:1 i C18:2 w rynkowych produktach spożywczych. *Żyw. Czł. Metab.*, **24**, 2, 1997, 3.
- [9] Daniewski M., Mielniczuk E. Jacórzyński B., i wsp.: Skład kwasów tłuszczowych a w szczególności izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych w produktach spożywczych. *Żyw. Czł. Metab.*, **25**, 2, 1998, 133.
- [10] Precht D., Molckentin J.: Trans fatty acids: implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake. *Die Nahrung*, **39**, 5/6, 1995, 343.
- [11] Karpiński R., Cieślak B., Cozel A., i wsp.: Oxidation of cholesterol and presence of oxysterols in food. *Roczn. Przem. Mięś. Tuszcz.*, **32**, 1997, 100.
- [12] AOAC – Official Methods of Analysis, 15 th Ed. 1990.

**TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF PRODUCTION OF CANNED FISH PRODUCTS  
HAVING THE FUNCTIONAL FOOD PROPERTIES**

S u m m a r y

The modified technology for processing of canned fish products having the functional food properties has been worked out. The technological modification excludes presalting and precooking operation of fish raw material out of the standard production process. It has been shown, on the basis of experimentally produced canned fish products, that there are technological possibilities to produce various assortments of such functional food with presupposed composition and nutritional value. Canned products produced from Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) could be recognized as functional food, due to well balanced content of basic nutrients, and especially due to high content (above 3g/100g) of n-3 PUFA. ✖

BOGUSŁAW KRÓL, ROBERT KLEWICKI

## CHARAKTERYSTYKA SKŁADU WYBRANYCH KONCENTRATÓW OLIGOSACHARYDÓW O WŁAŚCIWOŚCIACH FUNKCJONALNYCH

### Streszczenie

$\beta$ -oligosacharydy (OLS):  $\beta$ -galaktozylo- i  $\beta$ -fruktozylooligosacharydy należą do prebiotyków, tj. substancji, które stymulują wzrost pożądaney flory bakteryjnej (probiotyków) i dzięki temu korzystnie wpływają na zdrowie człowieka.

W pracy przedstawiono charakterystykę składu następujących mieszanin oligosacharydów: koncentrat galakto-OLS pierwszej generacji (mieszanina bezpośrednio po transformacji laktozy), OLS drugiej generacji (po usunięciu monosacharydów), koncentrat laktulozy i koncentrat inuliny. Analizę wykonano metodą HPLC z użyciem dwóch kolumn (Aminex HPX 87 C, Lichrospher 100/NH<sub>2</sub>) i trzech układów rozdziału. Przedstawiono profile HPLC badanych koncentratów oraz zawartość odpowiednich mono-, di- i oligosacharydów.

### Wstęp

Inulina,  $\beta$ -oligosacharydy (OLS):  $\beta$ -galaktozylo- lub  $\beta$ -fruktozylooligosacharydy oraz laktuloza (4-O- $\beta$ -galaktopyranosylo-D-fruktoza) należą do prebiotyków, tj. substancji, które stymulują wzrost pożądaney flory bakteryjnej (probiotyków) w przewodzie pokarmowym i dzięki temu korzystnie wpływają na zdrowie człowieka. Zwiększenie liczebności bifidobakterii oraz bakterii kwasu mlekowego przyczynia się do hamowania wzrostu bakterii gnilnych, a w konsekwencji ograniczenia ilości wytwarzanych przez nie substancji toksycznych [1, 2, 3]. Inulina wykazuje ponadto działanie podobne do błonnika pokarmowego [4]. Inulina jest naturalnym polifruktanem występującym w roślinach z rodziny *Liliaceae* i *Compositae* w ilości 10–20% [5]. Inulinę z surowców roślinnych wyodrębnia się w postaci krystalicznej lub w postaci oczyszczonych i zagęszczonych preparatów.



OLS otrzymuje się w wyniku hydrolizy polisacharydów lub katalitycznej syntezy względnie izomeryzacji odpowiednich sacharydów [6].

Jedną z metod otrzymywania  $\beta$ -galaktooligosacharydów jest hydroliza laktozy z użyciem  $\beta$ -galaktozydazy. W stężonych roztworach laktozy  $\beta$ -galaktozydaza ujawnia właściwości transglikozylacyjne; tzn. dołącza do zawartych w roztworze sacharydów resztę galaktozy tworząc oligosacharydy [7, 8].

Oligosacharydy o różnym składzie ilościowym i jakościowym wytwarzane są w skali przemysłowej w kilku krajach (głównie w Japonii i Holandii). Łączna ich ilość szacowana jest na około 30 tys. ton rocznie [3].

Laktuloza jest disacharydem otrzymywanym z laktozy w wyniku samoistnej izomeryzacji w środowisku zasadowym. Izomeryzacja polega na zamianie reszty glukozy w cząsteczce laktozy na resztę fruktozy. Z niewielką wydajnością laktuloza powstaje w procesie transglikozylacji zachodzącej w roztworze zawierającym laktozę, fruktozę i  $\beta$ -galaktozydazę [6]. Laktuloza jest obecnie stosowana głównie jako farmaceutyk w leczeniu zaburzeń neurologicznych (encefalopatii) oraz zapobieganiu i leczeniu chorób przewodu pokarmowego, zwłaszcza zaparcia [9].

Obecnie światowa produkcja laktulozy do celów farmaceutycznych szacowana jest na 16 tys. ton rocznie. W Polsce badania nad otrzymywaniem laktulozy zostały rozpoczęte w 1968 roku [10], a w 1982 roku uruchomiono produkcję laktulozy farmaceutycznej w skali 20 ton rocznie [11]. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości laktuloza stanie się dominującym oligosacharydem w zastosowaniu do produkcji żywności funkcjonalnej.

Sacharydowe preparaty prebiotyczne stanowią zwykle mieszaniny wielu składników o różnej masie cząsteczkowej, i z tego względu do ich oznaczania konieczne jest stosowanie odpowiednich metod analitycznych, do których można zaliczyć HPLC.

Celem pracy jest przedstawienie składu cukrów czterech koncentratów OLS, które otrzymano na podstawie metod opracowanych w Instytucie Chemicznej Technologii Żywności Politechniki Łódzkiej.

## Material i metody

Syntezę galaktooligosacharydów prowadzono z wykorzystaniem  $\beta$ -galaktozydazy z *Kluyveromyces fragilis* zawartej w preparacie enzymatycznym Lactozym 3000, używając 50% roztworu laktozy. Mieszanina cukrów po hydrolizie stanowi koncentrat OLS I-ej generacji. Koncentrat OLS II-ej generacji uzyskano usuwając z hydrolizatu monosacharydy na drodze niskociśnieniowej chromatografii. Prowadziło to do zwiększenia udziału oligosacharydów w suchej masie roztworu, który następnie zateżano do poziomu 55°Bx.

Laktulozę w postaci syropu zawierającego minimum 50 g/100 ml substancji czynnej otrzymano w wyniku izomeryzacji laktozy i wielostopniowej krystalizacji i rafinacji, zgodnie z opracowaną wcześniej technologią [11].

Koncentrat inuliny o zawartości 50 % s.s. otrzymano w wyniku ekstrakcji korzeni cykorii odpowiednim medium, po czym ekstrakt poddano odbiałczaniu, demineralizacji, rafinacji i zateżaniu. Badania nad optymalizacją warunków otrzymywania inuliny i jej pochodnych są w toku.

Analizie HPLC poddano następujące próbki koncentratów: koncentrat  $\beta$ -OLS I-ej generacji (55°Bx), koncentrat  $\beta$ -OLS II-ej generacji (55°Bx), koncentrat laktulozy (67g/100 ml), koncentrat inuliny (55% s.s.).

Warunki metody wysokosprawnej chromatografii ciekowej (HPLC):

1. Kolumna Aminex HPX 87 C, faza ruchoma: woda, temperatura 85°C,
2. przepływ 0.4-0.5 ml/min
3. Kolumna Lichrospher 100/NH<sub>2</sub>, faza ruchoma: acetonitryl-woda 80:20 lub 70:30, temperatura 20°C, przepływ 1.0-1.5 ml/min
4. Detektor RI
5. System integrujący Eurochrom 2000
6. Metody analityczne z użyciem w/w kolumn zostały poddane walidacji zgodnie ze sposobem postępowania opisanym w Farmakopei Amerykańskiej USP 23. Wyznaczony standardowy błąd względny dla trzech kolejno wykonanych pomiarów nie przekraczał 2%, a współczynnik rozdzielczości w przypadku laktozy i laktulozy wynosił 1,1.

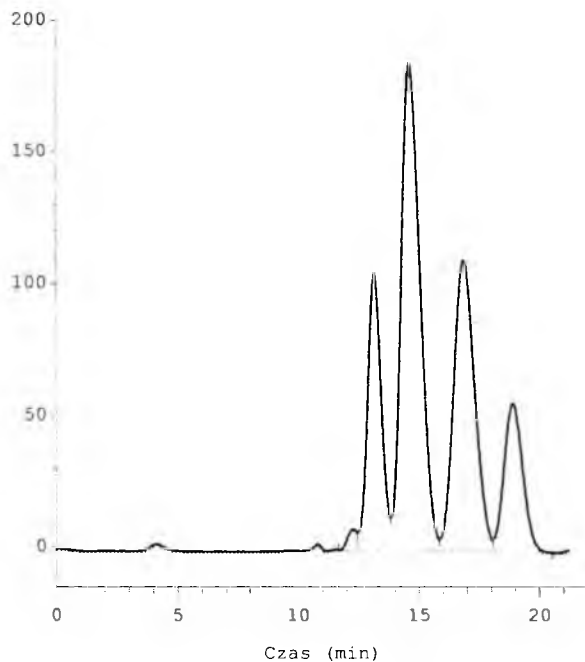
Wyniki pomiarów stanowią średnią z trzech oznaczeń.

## Wyniki i dyskusja

$\beta$ -galaktozydaza zawarta w preparacie enzymatycznym Lactozym 3000, katalizowała powstawanie głównie tri- i tetra- oligosacharydów w procesie hydrolizy prowadzonej z wykorzystaniem 50% roztworu laktozy (Rys. 1). Poddanie uzyskanej mieszaniny cukrów procesowi usuwania glukozy i galaktozy poprzez zastosowanie chromatografii preparatywnej, prowadzi do wzrostu zawartości trisacharydów w suchej substancji preparatu do 41%, zaś wszystkich aktywnych OLS do 67 % (Rys. 2).

Analiza chromatograficzna uzyskanych w powyższy sposób koncentratów wymaga zastosowania przynajmniej dwóch układów rozdzielania. Zastosowanie kolumny wapniowej Aminex HPX 87 C i wody jako fazy ruchomej umożliwia rozdział mieszaniny na glukozę i galaktozę, di-, tri-, tetra- i wyższe oligosacharydy (Rys. 1). W tych warunkach niemożliwe jest jednak rozdzielanie nie zhydrolizowanej laktozy od disacharydu galaktobiozy, która powstaje poprzez łączenie się dwóch cząsteczek galakto-

zy. Obydwa disacharydy dają na chromatogramie jeden pik (czas retencji w warunkach analizy ok. 15 minut).



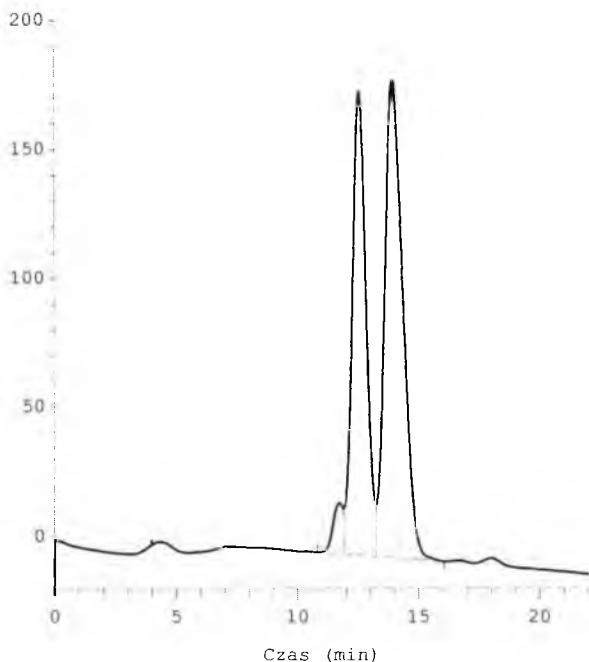
Rys. 1. Profil chromatograficzny koncentratu  $\beta$ -OLS 50%;  
Czas retencji [min]: **12.2** tetraoligosacharydy i wyższe OLS, **13.1** trioligosacharydy, **14.5** laktoza i galaktobioza, **16.7** glukoza, **18.8** galaktoza.

Fig. 1. HPLC chromatogram of the  $\beta$ -OLS 50 % concentrate;  
Retention time [min]: **12.2** tetraoligosaccharides and higher OLS, **13.1** trioligosaccharides, **14.5** lactose and galactobiose, **16.7** glucose, **18.7** galactose.

Rozdział laktozy od galaktobiozy możliwy jest w układzie z 70% acetonitrylem jako fazą ruchomą i kolumną aminową np. Lichrospher 100/ $\text{NH}_2$  (Rys. 3). W przedstawionym przypadku najniższy czas retencji posiadają monosacharydy, następnie opuszcza kolumnę laktoza i zaraz za nią galaktobioza. W dalszej kolejności wymywane są oligosacharydy, tym wolniej im wyższą posiadają masę cząsteczkową.

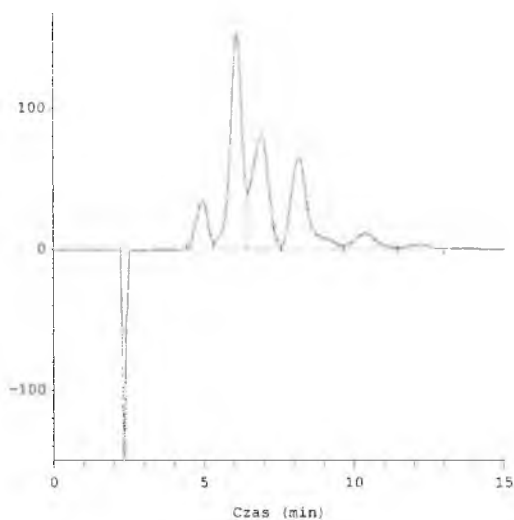
Profil HPLC koncentratu laktulozy (Rys. 4) i wyniki zawarte w Tab. 1 wykazują, że proces samoistnej izomeryzacji laktozy w środowisku zasadowym przebiega z utworzeniem produktów ubocznych, zwłaszcza galaktozy i epilaktozy (4-O- $\beta$ -galaktopiranozylo-D-mannozy). Udział galaktozy nie przekracza 15% w przeliczeniu na laktulozę, zaś udział epilaktozy wynosi 2,5% w przeliczeniu na laktulozę. Udziały w/w cukrów towarzyszących są znacznie mniejsze niż wymagania farmakopealne (USP XXIII). Można sądzić, że w zastosowaniu do celów żywieniowych wymagania

stawiane koncentratom laktulozy mogą być podobne, lecz w odniesieniu do udziału laktozy mogą być łagodniejsze tj. dopuszczać więcej niż 12% laktozy w przeliczeniu na laktulozę.



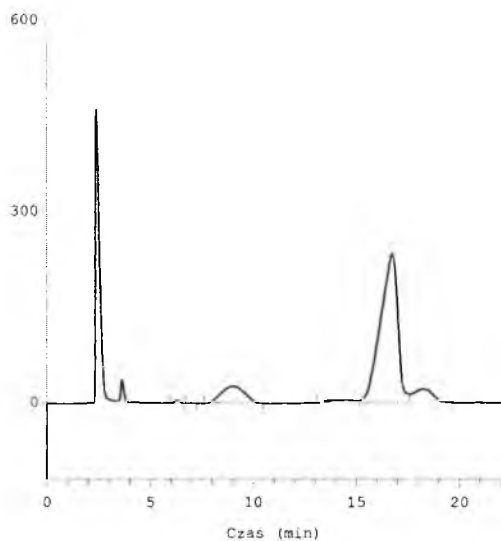
- Rys. 2. Profil chromatograficzny koncentratu  $\beta$ -OLS 55%;  
Czas retencji [min]: **11.7** tetraoligosacharydy, **12.5** trioligosacharydy, **13.9** laktoza i galaktobioza.
- Fig. 2. HPLC chromatogram of the  $\beta$ -OLS 55% concentrate;  
Retention time [min]: **11.7** tetraoligosaccharides and higher OLS, **12.5** trioligosaccharides, **13.9** lactose and galactobiose.

Profil HPLC prezentowany na rys. 5 oraz wyniki zawarte w Tab. 1 wskazują, że na drodze względnie prostego postępowania technologicznego możliwe jest uzyskanie koncentratu inuliny zawierającego w suchej masie ponad 85% inuliny, około 9%  $\beta$ -fruktozylooligosacharydów i 3% fruktozy. Koncentrat ma postać gęstego żelu i w przypadku zapewnienia odpowiednich warunków mikrobiologicznych może stanowić tani i dogodny półprodukt do wytwarzania żywności funkcjonalnej w postaci płynnej.



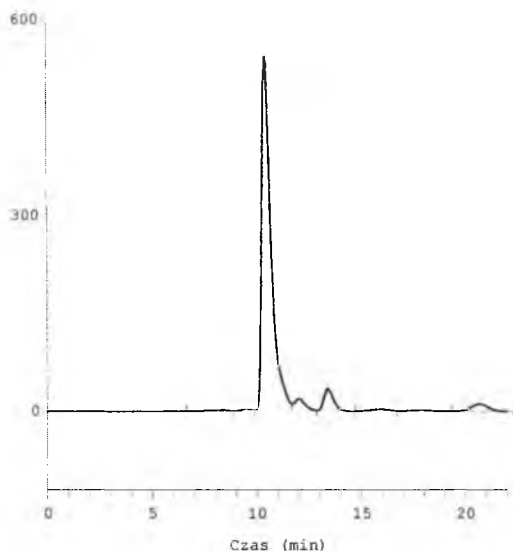
Rys. 3. Profil chromatograficzny hydrolizatu laktozy w układzie z 70 % acetonitrylem jako fazą ruchomą; Czas retencji [min]: **5.0** monosacharydy, **6.1** laktoza, **6.9** galaktobioza, **8.2** trisacharydy, **10.4** tetrasacharydy, **12.2** wyższe OLS.

Fig. 3. HPLC chromatogram of the lactose hydrolysate; mobile phase: acetonitrile-water 70:30; Retention time [min]: **5.0** monosaccharides, **6.1** lactose, **6.9** galactobiose, **8.2** trisaccharides, **10.4** tetraoligosaccharides, **12.2** higher OLS.



Rys. 4. Profil chromatograficzny koncentratu laktulozy; Czas retencji [min]: **6.3** tagatoza, **7.0** fruktoza, **9.0** galaktoza, **14.5** epilaktoza, **16.8** laktuloza, **18.3** laktoza.

Fig. 4. HPLC chromatogram of the lactulose concentrate; Retention time [min]: **6.3** tagatose, **7.0** fructose, **9.0** galactose, **14.5** epilactose, **16.8** lactulose, **18.3** lactose.



Rys. 5. Profil chromatograficzny koncentratu inuliny; Czas retencji [min]: 8.4 inulina frakcja 1, 9.5 inulina frakcja 2, 10.4 inulina frakcja 3, 12.0 OLS 1, 13.4 OLS 2, 15.9 glukoza, 20.7 fruktoza.

Fig. 5. HPLC chromatogram of the inulin concentrate; Retention time [min]: 8.4 inulin fraction 1, 9.5 inulin fraction 2, 10.4 inulin fraction 3, 12.0 OLS 1, 13.4 OLS 2, 15.9 glucose, 20.7 fructose.

Tabela 1

Zawartość sacharydów w otrzymanych koncentratów oligosacharydów, oznaczona metodą HPLC.

The amounts of saccharides in obtained concentrates, measured by HPLC.

Rodzaj koncentratu/Type of concentrate	Wymiar/Units	Składniki/Components	
Koncentrat $\beta$ -OLS 50	[% s.s.]	Laktotetraoza i	
		Wyższe OLS	1.1
		Laktotrioza	18.0
		Galaktobioza	14.2
		Laktoza	26.5
		Glukoza	27.6
Koncentrat $\beta$ -OLS 55%	[% s.s.]	Galaktoza	12.6
		Laktotetraoza i	
		Wyższe OLS	3.1
		Laktotrioza	41.1
		Galaktobioza	23.4
Koncentrat laktulozy 67%	[g/100 ml]	Laktoza	32.4
		Tagatoza	0.3
		Fruktoza	0.03
		Galaktoza	9.4
		Epilaktoza	1.6
		Laktuloza	63.4
		Laktoza	6.0
Koncentrat inuliny 50%	[% s.s.]	Inulina	85.8
		$\beta$ -fruktozylo-OLS	9.0
		Glukoza	0.8
		Fruktoza	3.3

## Podsumowanie

Do ustalenia składu oligosacharydowych preparatów prebiotycznych celowe, a nawet konieczne, jest stosowanie wysokosprawnej chromatografii cieczowej w odpowiednich warunkach rozdziału.

Do oznaczania składu  $\beta$ -galaktooligosacharydów konieczne jest użycie dwóch układów chromatograficznych o odmiennych mechanizmach rozdziału.

Skład jakościowy i ilościowy otrzymanych i analizowanych koncentratów oligosacharydów jest podobny do składu preparatów wytwarzanych już w skali przemysłowej, w krajach, które w tej dziedzinie mają przewagę wynikającą z wieloletnich doświadczeń. Należy dążyć do wykorzystania możliwości wytwarzania w kraju preparatów prebiotycznych na bazie oligosacharydów.

## LITERATURA

- [1] Tomomatsu H.: Health Effects of Oligosaccharides, *Food Technol.*, **48**, 1994, 61.
- [2] Bouhnik Y., Flourie B., D'Agay-Abensour L., Pochart P., Gramet G., Durand M., Rambaud J.-C.: Administration of Transgalacto-Oligosaccharides Increases Fecal Bifidobacteria and Modifies Colonic Fermentation Metabolism in Healthy Humans, *J. Nutr.*, **127**, 1997, 444.
- [3] Van Zundert M., Hoffmann R.: Lactose derivatization, *Carbohydrates in Europe*, **25**, 1999, 28.
- [4] Berghofer E., Reiter E.: Production and Functional Properties of Jerusalem Artichoke Powder in Carbohydrates as Organic Raw Materials IV, ed. Praznik W. and Huber A., WUV-Universitätsverlag, Vienna/ Austria, 1997, 153.
- [5] Raaijmakers H.W.C., Kuzee H.C., Bolkenbaas M.E.B.: Physicochemical Modifications of Inulin: Properties and Applications in Carbohydrates as Organic Raw Materials IV, ed. Praznik W. and Huber A., WUV-Universitätsverlag, Vienna/ Austria, 1997, 139.
- [6] Crittenden R.G., Playne M.J.: Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides, *Trends Food Sci. Technol.*, **7**, 1996, 353.
- [7] Smart J.B.: Transferase Reactions of  $\beta$ -galactosidase – New Product Opportunities, *Bull. Int. Dairy Fed.*, **289**, 1993, 16.
- [8] Kołodziejczyk K., Król B., Klewicki R.: The Preparation of the  $\beta$ -galactosyl Oligosaccharides Concentrates (OLS) from Lactose, poster, Carbohydrate Bioengineering Meeting, Elsinore, Denmark, 1995.
- [9] Vendemiale G., Palasciano G., Cirelli F., Altamura M., De Vincentiis A., Altomare E.: Crystalline Lactulose in the Therapy of Hepatic Cirrhosis, *Arzneim.-Forsch./Drug Res.*, **42**, 1992, 969.
- [10] Zagrodzki S., Król B.W.: O niektórych warunkach izomeryzacji laktozy. *Rocznik Technologii i Chemii Żywności*, **15**, 1969, 190.
- [11] Król B.: Wdrożenie technologii produkcji laktulozy w Łowickich Zakładach Farmaceutycznych „Polfa” w Łyszkowicach, 1981-1982, praca nie publikowana.

## COMPOSITION OF SOME DIGOSACCHARIDE CONCENTRATES AND THEIR FUNCTIONAL PROPERTIES

### S u m m a r y

$\beta$ -oligosaccharides (OLS):  $\beta$ -galacto- and  $\beta$ -fructooligosaccharides are prebiotics. These substances stimulate the growth of beneficial to human health bacteria.

In this article the characteristics of following oligosaccharides concentrates are presented: I-generation galacto-OLS (mixture after transformation of lactose), II-generation galacto-OLS (mixture after removing monosaccharides), lactulose concentrate and inulin concentrate. Analysis was done by use of two HPLC columns (Aminex HPX 87 C, Lichrospher 100/NH<sub>2</sub>) and under three different separation conditions.

The HPLC profiles of analysed concentrates and the amounts of mono-, di- and oligosaccharides occurring in the concentrates are presented. ☒



## ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA I NAUKA O ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ – PODSUMOWANIE DYSKUSJI PANELOWEJ

**Żywność funkcjonalną** określa się w literaturze światowej jako pożywienie, które przedłuża nasze życie i oddala czas nadejścia starości, a my przez to, że je spożywamy wyglądamy i czujemy się młodo. Jednocześnie trzeba zaznaczyć, że jest to żywność szczególnie dla tych wszystkich, którzy interesują się problematyką żywienia i jego wpływem na organizm człowieka i dzięki swojej wiedzy mogą wybrać tego typu żywność spośród innej.

Motto tej konferencji w sposób poetycki i piękny wyraża nasze oczekiwania związane z żywnością funkcjonalną: jest to marzenie człowieka o cudownym środku zapewniającym wieczną młodość, mit Fausta, który gdzieś w przyszłości ma się spełnić. Ale „Żywność XXI wieku”, pod którym to wspólnym hasłem odbywa się konferencja, choć brzmi futurystycznie, oznacza w istocie nie mit przyszłości, ale rzeczywistość stojącą za progiem, rzeczywistość w którą właśnie wchodzimy.

Dlatego problematykę żywności funkcjonalnej należy rozpatrywać w kategoriach realistycznych, konkretnie i krytycznie oceniając jej stan obecny oraz perspektywy i kierunki rozwoju.

Konferencja w zaprezentowanych referatach oraz posterach dała szeroki przegląd różnych aspektów i szczegółowych zagadnień związanych z żywnością funkcjonalną: od charakterystyki surowców różnego pochodzenia i ich składników o „funkcjonalnych” właściwościach poprzez ich fizjologiczne i psychologiczne oddziaływanie, problematykę wartości odżywczej i jakości mikrobiologicznej – aż po perspektywy rozwoju rynku żywności funkcjonalnej, możliwości i kierunki jej produkcji i praktycznej

implementacji w żywieniu ludzi. Spróbujmy je podsumować. Zaczniemy od próby sprecyzowania, co w istocie oznacza określenie „żywność funkcjonalna”? Etymologicznie jest to żywność, która spełnia określone funkcje. Ale przecież każda żywność ze swej istoty spełnia funkcje dostarczania człowiekowi energii i składników, niezbędnych do jego rozwoju i utrzymania homeostazy. Nie bez znaczenia jest także funkcja atrakcyjności sensorycznej, która skłania do spożycia określonej żywności, odgrywa rolę w procesach przyswajania jej składników, a także jest źródłem psychologicznej satysfakcji człowieka, związanej z żywieniem, ważnej dla jego ogólnego dobrostanu.

Żywność funkcjonalna (ŻF) ma jednak oferować coś więcej ponad wymienione funkcje. Choć brak dotychczas międzynarodowo i oficjalnie uzgodnionej definicji ŻF i istnieją różnice pomiędzy definicjami przyjętymi w różnych krajach, to istnieje zgoda co do tego, że żywność funkcjonalna to taka, która oferuje określone dodatkowe korzyści zdrowotne, profilaktyczne i/lub terapeutyczne oprócz podstawowych funkcji wymienionych wcześniej (dostarczanie energii i składników odżywczych).

Tak więc gwoździ ścisłości należałoby nazywać ją raczej „żywnością prozdrowotną” (health promoting food). Jednakże w zakresie terminologii istnieje aktualnie znaczna dowolność. Używanych jest wiele innych terminów bliskoznacznych lub równoznacznych z ŻF, również grupy produktów, które mogą występować pod wspólnym mianem ŻF nie są sprecyzowane. Ogólnie biorąc ŻYWNOSĆ FUNKCJONALNA jest aktualnie „nośnym” określeniem, chętnie stosowanym zarówno przez jej producentów jak i w literaturze fachowej (choć nie zawsze precyzyjnie).

Zaznaczyć należy, że koncepcja ŻF nie jest nowa, ale podana obecnie w „nowym opakowaniu”. W istocie z prekursorami ŻF mieliśmy do czynienia już znacznie wcześniej, choć sam termin jeszcze nie istniał. Produkty o obniżonej zawartości tłuszczu, cukru lub soli, o podwyższonej zawartości błonnika, witamin lub składników mineralnych i inne podobne, należą niewątpliwie do kategorii żywności funkcjonalnej.

Ciekawe jest przeanalizowanie, jakie przyczyny spowodowały obserwowane obecnie narastające zainteresowanie ŻF i rozwój jej koncepcji oraz ekspansji na rynku. Jak się wydaje, można je skupić w trzech grupach:

- 1) wzrastająca systematycznie wśród konsumentów świadomość związku pomiędzy żywieniem i stanem zdrowia;
- 2) dynamiczny rozwój wiedzy dotyczącej biologicznie aktywnych nieodżywczych składników żywności i ich fizjologicznego oddziaływania na organizm człowieka;
- 3) sytuacja przemysłu żywnościowego w rozwiniętych krajach świata: wobec braku globalnego rozwoju, obserwowanego w poprzednich dekadach, przemysł szuka i stara się lansować nowe typy żywności, które mogłyby się przyczynić do zwiększenia liczby i wolumenu produktów żywnościowych na rynku, przyczyniając się do zwiększenia dochodów przemysłu.

Wpływ żywienia na stan zdrowia człowieka stał się w ostatniej dekadzie nie tylko przedmiotem wielopłaszczyznowych akcji oświaty żywieniowej i zdrowotnej prowadzonej przez profesjonalistów, ale także tematem szeroko (choć nie zawsze fachowo) i konsekwentnie popularyzowanym przez media. Wpłynęło to niewątpliwie na zwiększenie świadomości związku pomiędzy żywnością, żywieniem i zdrowiem u przeciętnego konsumenta na ogół jednak nie podniosło jego wiedzy w tym zakresie.

Stan wiedzy na temat biologicznie aktywnych nieodżywczych składników żywności w ostatnich dwóch dekadach znacznie się rozszerzył, a dynamiczny rozwój badań trwa nadal. Obserwujemy w literaturze fachowej istną „eksplozję” wszelkiego typu badań w tym zakresie: *in vitro*, *in vivo* (na organizmach pierwotnych i zwierzętach laboratoryjnych), a także badań klinicznych i epidemiologicznych w różnej skali.

Wiele z tych badań stało się możliwe dzięki postępom w analityce, umożliwiającym oznaczenie pojedynczych aktywnych biologicznie związków, a także w biochemii preparatywnej, co pozwoliło na uzyskanie tych związków w ilościach niezbędnych do przeprowadzenia badań nad ich fizjologicznym i metabolicznym działaniem. Systematyczny przegląd tych związków, w zależności od typu ich oddziaływania, został przedstawiony w referatach konferencyjnych.

Pomimo dynamicznego rozwoju i dużej liczby badań aktualny stan wiedzy o „funkcjonalnych” składnikach żywności i ich oddziaływaniu ocenia się jako daleki od pełnego rozeznania. Systematyczny przegląd tych badań i uzyskanych wyników, dokonany przez grupy ekspertów wykazał, jak wiele jeszcze pozostało do zrobienia.

1. W wielu przypadkach wyniki badań nie są jednoznaczne. Wskazywane przyczyny to: a) niestandardowość badanego materiału (gdy stosowane są surowce i produkty zawierające czynne związki, a nie one same), b) brak pełnej kontroli zmiennych w eksperymencie (np. zmienności innych składników diety doświadczalnej, doboru i kontroli grup w badaniach interwencyjnych lub epidemiologicznych lub itp).
2. Najczęściej przedmiotem badań jest oddziaływanie pojedynczych związków biologicznie czynnych; prawie zupełnie brak jest badań dotyczących efektów ich współdziałania, względnie antagonizmów w stosunku do innych składników pożywienia – a przecież dieta człowieka jest zawsze złożona, kompleksowa (z wyjątkiem warunków ekstremalnych, np. skrajnego niedożywienia).
3. Stopień poznania mechanizmu oddziaływania substancji biologicznie aktywnych jest różny: od udowodnionego jego rozpoznania, poprzez hipotezy prawdopodobnego oddziaływania, aż do stwierdzenia zaobserwowanego efektu przy zupełnie nieznanym jego mechanizmie.
4. Badania nad związkami aktywnymi biologicznie mają w przeważającej części charakter jakościowy. Tylko w nielicznych przypadkach zdołano ustalić ich wartości progowe (najniższe zawartości w diecie przy których uchwytany jest ich efekt biologiczny). Niewiele jest także ilościowych danych określających przedziały w któ-

rych ujawnia się pozytywny efekt poszczególnych związków (jest to bardzo istotny aspekt, ponieważ dla wielu z nich dawka optymalna i dawka toksyczna nie są od siebie odległe). Te wartości muszą być oczywiście określone nie tylko w surowcu lub produkcie, w którym dany związek aktywny występuje, ale również odniesione do przeciętnej dla danego kraju diety.

5. Biologiczne oddziaływanie aktywnych składników żywności jest głównie badane w powiązaniu z profilaktyką chorób układu krążenia i chorób nowotworowych. Znacznie mniej rozpoznany jest ich wpływ na ewentualne zapobieganie innym schorzeniom (jak osteoporoza, choroby reumatyczne, psychiczne i inne), stanowiącym obecnie poważne problemy epidemiologiczne, jak również na ogólny dobrostan człowieka.
6. Bardzo niewiele jest także danych, jak na zawartość i aktywność omawianych związków wpływa zróżnicowanie surowca roślinnego, w którym one występują (odmiana, warunki glebowe, czynniki klimatyczne, stan dojrzałości rośliny w momencie zbioru), traktowanie surowca po zbiorze (czas i warunki przechowywania), a także procesy technologiczne. Wszystkie te czynniki w oczywisty sposób będą wpływać na to, czy spożywanie zawierającej je żywności przyniesie spodziewany pozytywny efekt dla zdrowia konsumenta.

Rzetelny i możliwie kompletny stan wiedzy w przedstawionym wyżej zakresie określany obecnie jako „nauka o żywności funkcjonalnej” (functional food science) jest niezbędną podstawą do dalszego rozwoju ŻF, opracowania przez jej producentów – żywności, która może oferować zdrowiu człowieka znacznie więcej, niż tylko określoną ilość energii i „tradycyjnych” składników odżywczych.

Jest on również fundamentem do prawnych uregulowań dotyczących rynkowych produktów żywnościowych należących do grupy ŻF (jak dotąd takie całościowe prawne uregulowania istnieją tylko w Japonii).

Zaznaczyć należy, że nawet najbardziej kompetentna wiedza naukowców i najbardziej wyrafinowane produkty funkcjonalne na rynku nie poprawią stanu zdrowia ludności, jeśli dane o nich nie będą systematycznie przekazywane konsumentom w sposób jasny i zrozumiały, rzetelny (oparty o udowodnione fakty i zależności) oraz spójny (bez sprzeczności przekazów płynących z różnych „kompetentnych” gremiów, a dotyczących tych samych zagadnień). Trzeba także pamiętać, że proces edukacji konsumenta jest procesem długotrwałym, a ponadto nie przekłada się on automatycznie na jego zachowania w wyborze żywności.

Patrząc na ŻF z perspektywy konsumenta należy uwzględnić także, że musi być ona atrakcyjna sensorycznie – inaczej nie ma szans szerszego rozpowszechnienia, a tym samym wpływu na zdrowie.

Ogólną konkluzją jaką można podsumować referaty i dyskusję konferencji „Żywność funkcjonalna” jest stwierdzenie, że w świetle obecnego stanu wiedzy żywność

rozumiana jako zbiór „funkcjonalnych” surowców i produktów ułożony w racjonalną, prozdrowotną dietę może stanowić w przyszłości poważny czynnik ochrony i wspomagania zdrowia człowieka oraz element jego ogólnego dobrostanu.

Na tę dietę powinny się składać zarówno specjalne produkty z kategorii „żywność funkcjonalna”, jak i przede wszystkim surowce i produkty tradycyjne o znanej zawartości korzystnych dla zdrowia biologicznie aktywnych związków, oferowanych nam przez naturę. Wymaga to dalszych intensywnych badań we wskazanych kierunkach oraz współdziałania naukowców, producentów surowców i żywności oraz popularyzatorów rzetelnej i aktualnej wiedzy o żywności i jej potencjale profilaktyczno-zdrowotnym.

*Nina Baryłko-Pikielna*



**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji  
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

<b>PREZES/ODDZIAŁ</b>	<b>ADRES</b>
Prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna Zarząd Główny	Polskie Towarzystwo Technologów Żywności ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel/Fax (+22) 646 68 72
Prof. dr hab. Piotr Bykowski Oddział Gdański	ul. Kołłątaja 1 (MIR), 81-332 GDYNIA Tel.: (+58) 620 5211; Fax.: (+58) 620 28 31
Prof. dr hab. Zdzisław Targoński Oddział Lubelski	ul. Skromna 8 (AR), 20-704 LUBLIN Tel.: (+81) 52 54 770; Fax.: (+81) 533 57 33
Prof. dr hab. Jadwiga Wilska-Jeszka Oddział Łódzki	ul. Stefanowskiego 9/10 (PŁ) 90-942 ŁÓDŹ Tel.: (+42) 313 433/313 435; Fax. (+42) 313 402
Prof. dr hab. Tadeusz Sikora Oddział Małopolski	ul. Rakowicka 27 (AE), 31-510 KRAKÓW Tel./Fax: (+12) 421 38 34
Dr hab. Andrzej Kuncewicz Oddział Olsztyński	Plac Cieszyński 1 (ART.), 10-957 OLSZTYN Tel.: (+89) 523 37 03; Tel./Fax (+89) 523 35 54
Prof. dr Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	ul. Kazimierza Królewicza 3 (AR), 71-550 SZCZECIN Tel.: (+01) 423 10 61
Dr hab. Danuta Kołożyn - Krajewska Oddział Warszawski	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel.: (+22) 843 90 41 w. 1200
Prof. dr hab. Edward Pospiech Oddział Wielkopolski	ul. Wojska Polskiego 31 (AR), 60-624 POZNAŃ Tel.: (+61) 848 72 60, Fax.: (+61) 848 71 46
Prof. dr hab. Teresa Smolińska Oddział Wrocławski	ul. Norwida 25/27 (AR), 50-375 WROCŁAW Tel.: (+71) 205 284; Fax.: (+71) 205 273
<b>SEKCJE</b>	
Prof. dr hab. Barbara Szteke Analizy i Oceny Żywności	ul. Rakowiecka 36 (IBiPR-S), 02-532 WARSZAWA Tel. (+22) 499 167
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel.: (+22) 843 90 41
Dr hab. Włodzimierz Dolata Technologii Mięsa	ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: (+61) 848 72 52; Fax: (+61) 848 71 45
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Technologii Tuszczów	ul. Grochowska 272 (SGGW), 03-849 WARSZAWA Tel.: (+22) 810 18 42; e-mail: <a href="mailto:tyktznoiks@alfa.aggw.waw.pl">tyktznoiks@alfa.aggw.waw.pl</a>
Mgr Ewa Mrówka Młodej Kadry	ul. Rakowiecka 36 (Instytut Biotechnologii Przem. Rolnego i Spoż.), 02-532 WARSZAWA Tel.: (+22) 606 38 18

## Informacja dla Autorów

Pragniemy przekazać Państwu podstawowe informacje, które powinny ułatwić pracę redakcji i ujednolicić wymagania wobec nadsyłanych materiałów.

1. Będziemy na naszych łamach zamieszczać zarówno oryginalne prace naukowe, jak i artykuły przeglądowe, które będą miały ścisły związek z problematyką żywności.
2. Planujemy również zamieszczać recenzje podręczników i monografii naukowych, omówienia z naukowych czasopism zagranicznych, sprawozdania z konferencji naukowych itp.
3. Prace prosimy nadsyłać na dyskietce wraz z wydrukowanymi 2 egzemplarzami (format A4, maksymalnie 30 wierszy na stronie, 60 znaków w wierszu).
4. Objętość prac oryginalnych, łącznie z tabelami, rysunkami i wykazem piśmiennictwa nie powinna przekraczać 12 stron.
5. Na pierwszej stronie nadanej pracy (1/3 od góry pierwszej strony należy zostawić wolną, co jest potrzebne na uwagi wydawniczo-techniczne) należy podać: pełne imię i nazwisko Autora(ów), tytuł pracy, nazwę i adres instytucji zatrudniającej Autora(ów), tytuł naukowy.
6. Publikacja winna stanowić zwięzłą, dobrze zdefiniowaną pracę badawczą, a wyniki należy przedstawić w sposób możliwie syntetyczny (dotyczy oryginalnych prac naukowych).
7. Do pracy należy dołączyć streszczenia w języku polskim i w języku angielskim. Streszczenia powinny zawierać: imię i nazwisko Autora(ów), tytuł pracy i treść – maksymalnie 10 wierszy.
8. Nadsyłane oryginalne prace naukowe powinny zawierać następujące rozdziały: Wstęp, Materiał i metody, Wyniki i dyskusja, Wnioski (Podsumowanie), Literatura.
9. Literatura powinna być cytowana ze źródeł oryginalnych. Spis literatury winien być ułożony w porządku alfabetycznym nazwisk autorów. Każda pozycja powinna zawierać kolejno: liczbę porządkową, nazwisko i pierwszą literę imienia autora(ów), tytuł pracy, tytuł czasopisma, tom, rok, strona początkowa. Pozycje książkowe powinny zawierać: nazwisko i pierwszą literę imienia autora(ów), miejsce i rok wydania, tom. Informacje zamieszczone w alfabecie niełacińskim należy podawać w transliteracji polskiej. Spis literatury nie powinien zawierać więcej niż 30 najważniejszych pozycji.
10. Tabele i rysunki winny być umieszczone na oddzielnych stronach. Rysunki powinny być wykonane na kalce tuszem lub wydrukowane na drukarce laserowej. Każdy rysunek powinien być numerowany kolejno na odwrocie ołówkiem, należy również podawać nazwisko Autora i tytuł pracy, w celu łatwiejszej identyfikacji. **Podpisy rysunków i tytuły tabel oraz objaśnienia w tabelach i rysunkach należy podać w językach polskim i angielskim.** Rysunki wykonane za pomocą komputera prosimy dołączyć na dyskietce w formacie TIF lub WMF.
11. Materiałem ilustracyjnym mogą być również fotografie, wyłącznie czarno-białe.
12. Korektę prac wykonuje na ogół redakcja na podstawie maszynopisu pracy zakwalifikowanej do druku, uwzględniając uwagi recenzenta i wymagania redakcji. W przypadku daleko idących zmian, prace będą przesyłane Autorom.
13. Za prace ogłoszone w naszym kwartalniku Autorzy nie otrzymują honorarium, natomiast otrzymują egzemplarz autorski.
14. Materiały przesłane do redakcji nie będą zwracane Autorom.



## CONTENTS

From the Editor .....	5
Antoni Rutkowski	
<i>FUNCTIONAL FOOD - FOOD ADDITIVES AND BUSINESS</i> .....	7
Nina Baryłko-Pikielna, Małgorzata Jawor-Kulesza	
<i>FUNCTION OF FOOD AND FOOD COMPONENTS IN PSYCHOLOGICAL PROCESSES</i> .....	20
Andrzej Janicki	
<i>NUTRITIONAL VALUE OF THE FUNCTIONAL FOODS</i> .....	33
Danuta Kołożyn-Krajewska, Zdzisława Libudzisz	
<i>HEALTH ASPECTS RELATED TO MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FUNCTIONAL FOOD</i> .....	40
Józef Fornal, Zenon Zduńczyk	
<i>GENETICALLY MODIFIED FOOD – NEW KIND OF FUNCTIONAL FOOD</i> .....	53
Halina Kozłowska, Agnieszka Troszyńska	
<i>THE ROLE OF NATURAL NON-NUTRITIVE SUBSTANCES OF PLANT ORIGIN AS COMPONENTS OF FUNCTIONAL FOOD</i> .....	63
Zenon Zduńczyk	
<i>THE IMPORTANCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE NON-NUTRITIVE COMPOUNDS OF DIETS IN THE PREVENTION OF CIVILIZATION DISEASES</i> .....	75
Janusz Czapski	
<i>THE USE OF FRUITS AND VEGETABLES IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD</i> .....	90
Krzysztof Krygier	
<i>FUNCTIONAL FOOD MADE WITH OILSEEDS AND OILS</i> .....	102
Ryszard Macura	
<i>VITAMIN CONCENTRATES IN PRESENT-DAY</i> .....	113
Grażyna Jaworska	
<i>CHARACTERISTIC OF FOODS FOR ETHNIC RELIGIONS AND SOCIAL GROUPS</i> .....	125
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Stanisław Zalewski</span>	
<i>HEALTHY EATING HERE SYSTEM FOR CATERING ENTERPRISES</i> .....	135

Karol Krajewski	
<i>REASONS, DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND SEGMENTATION OF FUNCTIONAL FOOD MARKET AGAINST A BACKGROUND OF WORLD EXPERIENCES</i> .....	150
Elżbieta Klewicka, Zdzisława Libudzisz, Danuta Czajka, Karina Kuc	
<i>ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS-LACTIC ACID BACTERIUM</i> .....	168
Monika Wszolek	
<i>INFLUENCE OF INULIN ADDITION ON THE QUALITY OF BIOYOGHURTS</i> .....	176
Halina Gambuś, Franciszek Borowiec, Florian Gambuś, Tadeusz Zajac	
<i>NUTRITIONAL ASPECTS OF BREAD WITH OIL FLAX SEEDS SUPPLEMENT</i> .....	185
Anna Diowks, Beata Pęczkowska, Wojciech Ambroziak, Magdalena Włodarczyk	
<i>SOUR DOUGH BREAD ENRICHED WITH SELENIUM</i> .....	195
Piotr J. Bykowski, Wiktor Kołodziejcki, Irena Nadolna, Bogusław Pawlikowski, Beata Przygoda	
<i>TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF PRODUCTION OF CANNED FISH PRODUCTS HAVING THE FUNCTIONAL FOOD PROPERTIES</i> .....	204
Bogusław Król, Robert Klewicki	
<i>COMPOSITION OF SOME DIGOSACCHARIDE CONCENTRATES AND THEIR FUNCTIONAL PROPERTIES</i> .....	214
Nina Baryłko-Pikielna	
<i>FUNCTIONAL FOOD AND FUNCTIONAL FOOD SCIENCE – THE SUMMARISING OF PANEL DISCUSSION</i> .....	223
Addresses of Main Board, brands and sections of PTTŻ.....	229
Instruction to authors .....	230

# FOOD

A scientific quarterly

---

No 4(21) Suppl.

Kraków 1999

Vol. 6

---

---

*Only reviewed papers are published*

---

*Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS*

ISSN 1425-6959

Wydanie czasopisma dofinansowane jest ze składek członków wspierających Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności: **Agros Holding SA** Warszawa; **Akwawit** Leszno; **Alima-Gerber SA** Rzeszów; **Animex SA** Warszawa; **Bielmar** Bielsko-Biała, **Biolacta Texel-Rhodia** Olsztyn, **Celiko SA** Poznań; **Chio Lilly Snak Foods Sp. z o.o.**; **Coca-Cola Poland Services Ltd** Warszawa; **Hortimex Sp. z o.o.** Konin; **Kaliskie Zakłady Koncentratów Spożywczych WINIARY SA**; **Krajowe Stowarzyszenie Mleczarzy** Warszawa, **Nadodrzańskie Zakłady Przemysłu Tłuszczowego** Brzeg; **OVITA NUTRICIA Sp. z o.o.**; **Pekpol SA** Warszawa; **Piast Browary** Wrocław; **Pozmeat SA** Poznań; **Regis Sp. z o.o.** Wieliczka; **Rolimpex SA** Warszawa; **PHU SIC** Gościnnó, **Sławski Zakład Przetwórstwa Mięsa i Drobiu s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”**; **Spółdzielnia Produkcji Piekarskiej i Ciastkarskiej** Kraków; **Tchibo** Warszawa; **Technex GmbH** Szczecin; **Van den Bergh-Foods Polska SA** Szopienice; **Zakłady Przemysłu Tłuszczowego** Warszawa; **Zakłady Tłuszczowe „KRUSZWICA” SA**.

### Warunki prenumeraty

Szanowni Państwo,

uprzejmie informujemy, że przyjmujemy zamówienia na prenumeratę naszego kwartalnika, zarówno Czytelników indywidualnych, jak i od instytucji, co powinno Państwu zapewnić bieżące otrzymywanie kolejnych wydawanych przez nas numerów.

Cena jednego egzemplarza wynosi 10 zł.

Zamówienia na prenumeratę, jak i na poszczególne numery prosimy kierować na adres Redakcji:

Redakcja Kwartalnika

**ŻYWNÓŚĆ**

31-425 Kraków, Al. 29 Listopada 46

Nr konta: PKO I O/Kraków 10202892-164353-270-1-111