



POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

Nr 4(29)

Kraków 2001

Rok 8

ŻYWNOŚĆ

Organ naukowy PTTŻ – kwartalnik

Nr 4(29) Supl.

Kraków 2001

Rok 8

SPIS TREŚCI

Od Redakcji.....	3
EWA BABICZ-ZIELIŃSKA: Zachowania konsumentów w stosunku do żywności i żywienia.....	5
ANNA BRZozowska: Wzbogacanie żywności i suplementacja diety składnikami odżywczymi – korzyści i zagrożenia	16
JANUSZ CZAPSKI: Owoce i warzywa – szansa czy zagrożenie	29
WŁODZIMIERZ GRAJEK: Żywność modyfikowana genetycznie a bezpieczeństwo konsumenta.....	40
ANNA GRONOWSKA-SENGER: Błędy żywieniowe stanowiące ryzyko dla zdrowia w Polsce.....	50
LUCJAN JĘDRYCHOWSKI: Alergeny pokarmowe jako czynniki ryzyka zdrowotnego.....	62
JACEK KIJOWSKI: Bezpieczeństwo zdrowotne i jakość żywieniowa mięsa drobiowego i jaj	82
DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Żywność probiotyczna w aspekcie bezpieczeństwa zdrowotnego	93
PAWEŁ M. PISULEWSKI: Funkcjonalność produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego uzyskanych na drodze modyfikacji żywieniowej	106
ANTONI RUTKOWSKI: Etyka producenta żywności	126
FRANCISZEK ŚWIDERSKI, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK, MONIKA HOFFMANN: Żywność funkcjonalna – implikacje żywieniowe	133
ZENON ZDUŃCZYK: Przeciwożywcze i/lub prozdrowotne właściwości wtórnych metabolitów roślin	150
Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji PTTŻ	164

Zamieszczone artykuły są recenzowane

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



**POLSKIE TOWARZYSTWO
TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI**

ŻYWNOŚĆ

NAUKA • TECHNOLOGIA • JAKOŚĆ

Suplement

Nr 4(29)

Kraków 2001

Rok 8

REDAKCJA:

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

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 411-91-44 w. 476; e-mail: ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, dr inż. Anna Bala-Piasek, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, dr Teresa Woźniakiewicz

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska (Warszawa), dr Grażyna Morkis (Warszawa), dr inż. Jerzy Pałasiński (Kraków), dr inż. Stanisław Popek (Kraków), 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. Nina Baryłko-Pikielna, prof. dr hab. Janusz Czapski, prof. dr hab. Mirosław Fik, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Henryk Kostyra, prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Helena Oberman, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2001

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 300 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapi”, Kraków

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

e-mail: akapitkrakow@poland.com

OD REDAKCJI

Szanowni Państwo,

przekazujemy Suplement nr 4 (29) kwartalnika „Żywność”, w którym publikujemy pełne teksty referatów głoszonych na 3. Konferencji Naukowej z cyklu „Jakość i bezpieczeństwo żywności” pt.: „Analiza ryzyka zdrowotnego żywności – czynniki żywieniowe” (19–20.11.2001 r., Warszawa).

Tematy referatów dotyczą zagadnień ryzyka zdrowotnego związanego m.in. z błędami żywieniowymi, zachowaniami konsumentów, wzbogacaniem i suplementacją żywności, modyfikacjami żywieniowymi. Przedstawiają również tematykę modyfikacji jakości żywieniowej zarówno surowców, jak i produktów żywnościowych oraz problemy związane z etyką producenta żywności.

Organizatorami Konferencji są Oddział Warszawski PTTŻ i Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW.

Wyrażamy nadzieję, że zamieszczone w tym Suplemencie publikacje spotkają się z Państwa zainteresowaniem.

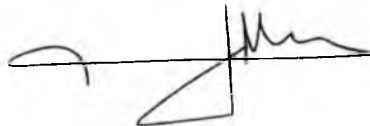
Kraków, listopad 2001 r.

Prezes
Oddziału Warszawskiego PTTŻ



Danuta Kołożyn-Krajewska

Redaktor Naczelny



Tadeusz Sikora

EWA BABICZ-ZIELIŃSKA

ZACHOWANIA KONSUMENTÓW W STOSUNKU DO ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIA

Streszczenie

Przeprowadzono analizę wpływu różnych czynników na zachowania konsumentów w stosunku do żywności i żywienia. Wykazano, iż dla młodych wykształconych ludzi głównymi determinantami wyboru większości produktów były smak, świeżość i jakość produktu. Dla kobiet, ludzi starszych i z wyższym wykształceniem wpływ na zdrowie miał większe znaczenie niż dla innych. Czynniki ekonomiczne odgrywały istotną rolę w grupie rencistów i bezrobotnych. Edukacja żywieniowa mająca na celu propagowanie prozdrowotnego modelu żywienia zwłaszcza wśród ludzi młodych powinna opierać się na cechach jakościowych i sensorycznych samego produktu. Wymaga to ścisłej współpracy między żywieniowcami i producentami żywności.

Wstęp

W gospodarce wolnorynkowej wymogi konsumenta są podstawowym kryterium kształtującym jakość produktów; produkt, który nie spełnia oczekiwań konsumentów, zostaje z rynku wyeliminowany. Konsument oczekuje od żywności, aby była ona wysokiej jakości, a więc bezpieczna dla zdrowia, bez defektów, o odpowiedniej wartości odżywczej oraz wysokiej atrakcyjności sensorycznej [7]. Wobec dużej podaży żywności kryteria, jakimi konsument kieruje się przy jej wyborze, nie zawsze są zgodne z potrzebami organizmu. Postawy konsumentów wobec żywności zależą od wielu czynników, które wpływając w różny sposób na preferencje, prowadzą do akceptacji i wyboru jednych produktów, a odrzucenia innych. Konieczność zmian, nawet jeżeli zostanie dostrzeżona, nie zawsze jest akceptowana; przykładowo, aż 71% populacji Unii Europejskiej sądzi, że jada zdrowo i nie widzi potrzeby wprowadzania korekty w swoim sposobie żywienia [14].

Badania zachowań konsumenckich odgrywają ważną rolę, zwłaszcza w ocenie żywienia dużych populacji jak młodzież szkolna lub akademicka, gdzie łatwo wy-

kształcają się nieprawidłowe nawyki żywieniowe, mogące dać w przyszłości określone skutki zdrowotne [36].

Znajomość preferencji różnych grup produktów, zwłaszcza tych o szczególnym znaczeniu dla zachowania zdrowia i zdolności do pracy, jak też określenie czynników wpływających na te preferencje pozwala na pełną ocenę sposobu żywienia, dostosowanie proponowanego modelu do oczekiwań grupy, a w przypadku wykazania nieprawidłowości – podjęcie takich działań edukacyjnych, które spowodują zmianę niewłaściwych nawyków na bardziej prozdrowotne.

Zachowania konsumenckie wpływają na preferencje oraz wybór i spożycie żywności, a te z kolei oddziałują pośrednio na nasze zachowania poprzez mechanizm fizjologiczny. Zależność między sposobem żywienia a zachowaniem ilustruje rys. 1. [32].



Rys. 1. Współzależność między dietą i zachowaniem [32].

Fig. 1. Interrelationship between diet and behaviour.

W literaturze spotyka się znaczną liczbę modeli charakteryzujących czynniki determinujące zachowania konsumenckie i ich wzajemne zależności. Analiza proponowanych modeli daje podstawy do przypisania wszystkich czynników wyboru do jednej z trzech grup [35]:

- czynniki związane z produktem, odnoszące się do jego właściwości fizykochemicznych, cech sensorycznych (smak, zapach, wygląd, tekstura), cech funkcjonalnych (opakowanie, dostępność, wygoda), wartości odżywczej itp.,
- czynniki związane z konsumentem, do których zaliczyć można cechy osobowe (wiek, płeć, wykształcenie), czynniki psychologiczne (osobowość, doświadczenie, nastroje), czynniki fizjologiczne (stan zdrowia, sytość, głód) itp.,
- czynniki związane ze środowiskiem, obejmujące czynniki ekonomiczne (cena, dochody), kulturowe (wierzenia i przekonania), społeczne (status socjalny, moda, wpływ otoczenia) itp.

Poza wyżej wymienionymi czynnikami znaczną rolę w wyborze żywności odgrywa kontekst, determinowany miejscem, czasem, okolicznościami, zwyczajem, i tym, z kim oraz z czym dany produkt jest spożywany [12]. Zależności między konsumentem, pożywieniem a kontekstem w modelu Gainsa, przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Czynniki wpływające na wybór żywności [12].

Fig. 2. Factors influencing food choice.

Czynniki zależne od produktu

W badaniach wpływu różnych czynników na wybór żywności przeprowadzonych w krajach Unii Europejskiej wykazano, iż najważniejszymi czynnikami były dla 74% respondentów świeżość i jakość, następnie cena (43%), smak (38%), stan zdrowia (32%) i przyzwyczajenie (29%). Kobiety wyżej ceniły świeżość i jakość, cenę i wpływ na zdrowie, mężczyźni – przyzwyczajenie i smak. Dla kobiet, ludzi starszych i o wyższym wykształceniu wpływ na zdrowie miał większe znaczenie, niż dla pozostałych. Bezrobotni i renciści częściej wskazywali cenę jako czynnik determinujący wybór [18]. W innym badaniu przeprowadzonym wśród ludzi starszych stwierdzono, iż o wyborze i spożyciu żywności w znacznej mierze decydowały takie czynniki, jak: jakość, smak, stan zdrowia oraz czynniki ekonomiczne [20]. W badaniach zachowań żywieniowych zaobserwowano, iż większy wpływ na preferencje i zwyczaje żywieniowe miał smak, niż wartość odżywcza lub bezpieczeństwo produktu [30]. W Polsce badania tego rodzaju postaw prowadzono na niewielką skalę. W badaniach Narojek i wsp. [28] stwierdzono, iż czynnikiem decydującym o zakupie pieczywa, mięsa, wędlin, ryb i serów był smak, a tylko w przypadku mleka i tłuszczów – wartość zdrowotna. W badaniach preferencji konsumenckich w zakresie żywności i żywienia przeprowadzonych wśród mieszkańców Warszawy i woj. siedleckiego wykazano, że dla większości respondentów czynnikami decydującymi o zakupie były świeżość i smak oraz wartość odżywcza. Natomiast w hierarchii czynników uznawanych za zagrażające zdrowiu na pierwszych miejscach znalazły się obecność substancji obcych (metale ciężkie, pestycydy) oraz obfite i tłuste jedzenie. Za najmniejsze zagrożenie dla zdrowia

uznano unikanie niektórych produktów takich, jak mleko, ciemne pieczywo, warzywa i owoce [16].

W tab. 1 przedstawiono ważkość czynników wpływających na wybór warzyw, owoców, produktów mleczarskich, tłuszczów do smarowania i pieczenia oraz ryb i owoców morza. Badania zostały przeprowadzone w środowisku studentów [4, 5]. Do czynników zdecydowanie branych pod uwagę przez ogół respondentów, niezależnie od rodzaju produktu, należały świeżość, smak, jakość, a więc czynniki związane z samym produktem. Przy wyborze produktów mleczarskich duże znaczenie miały również trwałość, wpływ na zdrowie oraz dodatki smakowe, a także cena. W przypadku tłuszczów do smażenia wysoki stopień ważkości uzyskały takie czynniki, jak świeżość, wpływ na zdrowie, trwałość oraz rodzaj smażonego produktu. Podobne wyniki uzyskano w badaniach przeprowadzonych wśród kobiet [40], gdzie głównymi czynnikami decydującymi o zakupie tłuszczów były walory sensoryczne, cena oraz zawartość cholesterolu. Ten ostatni czynnik świadczy o prawidłowych zachowaniach konsumenckich.

O wyborze owoców morza oprócz czynników sensorycznych decydowała również cena. Niska preferencja tych produktów wynika nie tylko z ich nieznamości [5], ale także stąd, iż są traktowane jako produkty luksusowe i drogie.

W badaniach preferencji mięsa, ryb, produktów mleczarskich oraz tłuszczów [3, 4], prowadzonych w środowisku studentów, respondentów poproszono o odpowiedź, czy przy wyborze wyżej wymienionych produktów kierują się: a) zmniejszoną zawartością tłuszczu, b) zwiększoną zawartością tłuszczu, czy c) zawartość tłuszczu w produkcie nie jest brana pod uwagę. Około 64% respondentów wybierało produkty o zmniejszonej zawartości tłuszczu, co świadczy o istotnym wpływie zawartości tłuszczu na wybór produktów i z punktu widzenia profilaktyki prozdrowotnej jest postawą pozytywną. Podobna zależność w ocenie i wyborze tłustych produktów została zauważona w badaniu grupy australijskich studentów [13].

Jak wynika z danych przedstawionych w tab. 1., istnieją pewne atrybuty wyboru żywności niezależne od jej rodzaju. Podobny rezultat uzyskano w badaniu młodzieży amerykańskiej w wieku 18–24 lata, w którym w przypadku 30 różnych grup żywności ogólny wygląd i smak były najważniejszymi czynnikami wyboru, zaś zdrowotność i kaloryczność nie wpływały na preferencje i częstotliwość spożycia [37].

Przeprowadzona analiza czynników wpływających na wybór żywności typu fast food w środowisku młodzieży wykazała, iż decydującymi determinantami wyboru tego rodzaju żywienia była wygoda i okazja spędzenia czasu wolnego [29]. Smak potraw i cena miały mniejsze znaczenie. Jednak żywność ta jest spożywana stosunkowo rzadko i postrzegana raczej jako dodatkowa atrakcja, a nie podstawowy składnik diety.

W badaniach zachowań konsumentów w stosunku do diety wegetariańskiej stwierdzono, iż o wyborze potraw wegetariańskich decydują takie czynniki, jak jakość

potraw, ich wartość zdrowotna oraz smak [41]. Uwzględnienie tak ważnego czynnika, jak wpływ na zdrowie świadczy, iż osoby wybierające ten model żywienia kierują się głównie wartością zdrowotną diety.

Tabela 1

Ważkość czynników wpływających na wybór różnych produktów [4, 5].

Significance of choice factors for different food.

Ważkość czynników wyboru Significance of choice factors	Czynniki wyboru grup produktów Factors of food choice		
	warzywa vegetables	owoce fruits	produkty mleczne dairy products
Zdecydowanie brane pod uwagę Taken into account to a great extent	świeżość / freshness smak / taste wpływ na zdrowie / good for health cena / price wygląd / appearance	świeżość / freshness smak / taste wpływ na zdrowie / good for health cena / price wygląd / appearance	świeżość / freshness smak / taste jakość / quality trwałość / durability dodatki smakowe / flavor additives wpływ na zdrowie / good for health cena / price przyzwyczajenie / habit zawartość tłuszczu / fat content wygoda / convenience
Średnio brane pod uwagę Moderately taken into account	dostępność / accessibility znajomość / popular use przyzwyczajenie / habit wygoda / convenience łatwość przechowywania / easy to store	dostępność / accessibility znajomość / popular use przyzwyczajenie / habit wygoda / convenience łatwość przechowywania / easy to store	wygląd / appearance marka / brand łatwość / przechowywania / easy to store opakowanie / packaging
Bez znaczenia dla wyboru produktu Unimportant at food choice	reklama / advertising	reklama / advertising	reklama / advertising
Przedziały ważkości Significance levels	zdecydowanie brane pod uwagę $3 < x \leq 4$ taken into account to a great extent $3 < x \leq 4$ średnio brane pod uwagę $2 < x \leq 3$ moderately taken into account $2 < x \leq 3$ nie brane pod uwagę $1 \leq x \leq 2$ unimportant at food choice $1 \leq x \leq 2$		

Ważkość czynników wyboru Significance of choice factors	Czynniki wyboru grup produktów Factors food choice		
	ryby i owoce morza fish and frutti di mare	tłuszcze do smarowania spread fats	tłuszcze do smażenia i pieczenia frying and baking fats
Zdecydowanie brane pod uwagę Taken into account to a great extent	smak / taste świeżość / freshness wygląd / appearance cena / price wpływ na zdrowie / good for health	świeżość / freshness smak / taste	świeżość / freshness wpływ na zdrowie / good for health trwałość / durability
Średnio brane pod uwagę Moderately taken into account	wartość odżywcza / nutritive value przyzwyczajenie / habit	wpływ na zdrowie / good for health cena / price zawartość tłuszczu / fat content przyzwyczajenie / habit	rodzaj smażonego produktu / sort of fried food stan zdrowia / health status opakowanie / packaging cena / price przyzwyczajenie / habit
Bez znaczenia dla wyboru Unimportant at food choice	reklama / advertising	reklama / advertising	reklama / advertising
Przedziały ważkości Significance levels	zdecydowanie brane pod uwagę $2,4 < x \leq 3$ taken into account to a great extent $2,4 < x \leq 3$ średnio brane pod uwagę $1,7 < x \leq 2,4$ moderately taken into account $1,7 < x \leq 2,4$ nie brane pod uwagę $1 \leq x \leq 1,7$ unimportant at food choice $1 \leq x \leq 1,7$		

Na uwagę zasługuje fakt bardzo niskiej oceny wpływu reklamy i mody na zachowania konsumenckie, stwierdzany w przypadku wszystkich bez wyjątku badanych produktów. Nie jest wykluczone, że ostatnie miejsce reklamy w szeregu ważkości wynikało w pewnym stopniu z niechęci respondentów do przyznania się do niesamodzielnego podejmowania decyzji lub z tego, że być może respondenci nie uświadamiali sobie wpływu reklamy na wybór żywności. W sondażu mającym na celu ocenę reklam telewizyjnych, a cytowanym przez tygodnik „Polityka,” tylko 16,7% respondentów szukało w nich informacji o produkcie, a 14,7% uznało, że reklamy nie mówią prawdy. W rzeczywistości stwierdza się pewien wpływ reklamy na preferencje, o czym świadczy obserwowany wzrost w ostatnich latach spożycia jogurtów [17], czy

margaryny do smarowania i oleju do smażenia [28]. Produkty te są dość szeroko reklamowane w mediach. Tym niemniej wydaje się interesujące, że tak ważny i kosztochłonny proces oddziaływania na decyzje konsumentów, jakim jest reklama, w oczach tych ostatnich oceniany jest tak nisko.

Czynniki zależne od konsumenta

Płeć uważana jest za jeden z ważniejszych czynników różnicujących zachowania konsumenta. Na różnice w spożyciu i preferencjach między kobietami i mężczyznami wpływają takie czynniki jak zwyczaje kulturowe, czy moda. Kobiety zwyczajowo spożywają znacznie mniejsze ilości żywności od mężczyzn, jedzą mniej mięsa [10], częściej ograniczają kaloryczność pożywienia. Kobiety również częściej preferują smak kwaśny i wykazują niechęć w stosunku do wielu rodzajów pożywienia [4, 31]. W badaniach preferencji wśród dzieci hiszpańskich wykazano istotny wpływ płci na preferencje; chłopcy wyżej cenili mięso, mleko i jogurt, dziewczęta ryby i warzywa [22].

Wyniki badań wpływu płci na preferencje różnych produktów wśród studentów wykazały, iż w większości przypadków różnice nie były istotne statystycznie [4], jednak przy wyborze większości produktów kobiety zwracały uwagę na zawartość tłuszczu w produkcie; produkty niskotłuszczowe wybierane były przez 70% kobiet i 56% mężczyzn [3]. Podobne upodobanie studentek do produktów o mniejszej zawartości tłuszczu stwierdzono w USA [34]. Niechęć kobiet do spożywania produktów o dużej zawartości tłuszczu zauważono w badaniach wykonanych w północnej Irlandii [6]. Może to być wynikiem większej dbałości o sylwetkę przez kobiety i obawy przed zwiększeniem masy ciała.

Płeć wywiera dość istotny i ciekawy wpływ na ważkość niektórych czynników wyboru. Wyniki badań przeprowadzonych w środowisku studentów [4] wskazały na istotne różnice w ocenie ważkości niektórych czynników wyboru warzyw i owoców, np. kobiety w większym stopniu niż mężczyźni ceniły dbałość o zdrowie, konieczność racjonalnego żywienia czy wygodę.

Obok płci ważnym czynnikiem charakteryzującym konsumenta jest jego wiek. Wpływ wieku na spożycie i preferencje był przedmiotem kilku badań [27]. Dość dobrze scharakteryzowano preferencje w grupie dzieci. Stwierdzono, że dzieci – nawet już w wieku 18 miesięcy – preferują produkty wysokotłuszczowe [1] i o wysokiej zawartości cukru [11]. Awersje w stosunku do wielu rodzajów pożywienia są częściej spotykane w młodym wieku, potem stopniowo zanikają; dzieci „uczą się” lubienia wielu produktów i potraw [31, 33]. Wykazano, że średni stopień lubienia wielu produktów i potraw jest niższy w grupie ludzi młodych, niż wśród ludzi starszych [39]. W badaniach przeprowadzonych w Danii stwierdzono, że przy wyborze produktu jego zdrowotność miała znaczenie jedynie dla kobiet w starszym wieku [9]. Badania mło-

dzieży francuskiej wykazały, że po okresie pokwitania zanikają awersje pokarmowe i zwiększa się wachlarz produktów bardziej preferowanych oraz chętniej spożywanych [38].

Czynniki zależne od środowiska

Wpływ grupy społecznej był dotychczas rozważany z reguły w badaniach spożycia, rzadziej zaś w badaniach preferencji. Wskazywano, że grupy o wyższych dochodach szybciej dostosowywały się do zaleceń dietetycznych; przykładowo, bardziej ograniczały one spożycie soli, cukru i tłuszczów nasyconych oraz podwyższały spożycie pokarmów bogatych w błonnik, co obserwowano jako wzrost spożycia odtłuszczonego mleka, warzyw i chleba razowego. W wielu krajach Europy spożycie owoców było większe w warstwach społecznych o wyższym statusie ekonomicznym, natomiast w uboższych grupach społecznych oraz wśród ludności wiejskiej notowano spożycie większych ilości tłuszczów zwierzęcych [27]. Podobne trendy obserwowano w Polsce, choć wydaje się, że mają one często związek z rodzajem wykonywanej pracy. Wśród osób o wyższych dochodach odnotowano większe spożycie specjalnych produktów o zredukowanej kaloryczności i produktów „dietetycznych” [21], jak też produktów bezmięśnych [10].

Wpływ środowiska, a więc rodziny, zwyczajów środowiskowych, a także mody i reklamy może być często nie uświadamiany i z tego powodu stawiany na dalszych miejscach. Szereg badań wykonanych w krajach Unii Europejskiej [15, 24] i USA [19, 25, 26] dowiodło jednakże, że wpływ taki istnieje i jest istotny. Chociaż w krajach Unii Europejskiej informacje dotyczące zdrowego odżywiania się pochodzą z wielu źródeł – z telewizji lub radia (29%), z czasopism (27%), od specjalistów w zakresie ochrony zdrowia (26%), z informacji na opakowaniach (22%) oraz od rodziny i znajomych (22%) – we wszystkich tych krajach ich mieszkańcy wierzą przede wszystkim profesjonalistom (91%) i agencjom rządowym (80%), nie zaś środkom masowego przekazu [2]. Stwierdzono, że ponad 80% respondentów deklaruje kierowanie się przy wyborze chęcią zdrowego żywienia, przy czym ma to związek głównie z posiadanym wykształceniem respondenta lub jego rodziny, chociaż wiek i płeć wywierają także pewien wpływ [23]. Do głównych korzyści, jakich oczekują ludzie chcący zmienić sposób odżywiania, należą: chęć pozostania zdrowym, profilaktyka chorób, utrzymanie stałej masy ciała, poprawa jakości życia [42].

W badaniach ważkości czynników wyboru w środowisku studentów cena produktu była często pomijana lub stawiana na dalszych miejscach [4]. Koszt zakupu odgrywa jednak rolę w przypadku ludzi o niskich dochodach, emerytów i rencistów oraz bezrobotnych [18, 28]. Warunki ekonomiczne w dużej mierze wpływają na wybór, zwłaszcza nowych produktów [5, 8].

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wpływu różnych czynników na zachowania konsumentów wykazała, iż głównymi determinantami wyboru większości produktów były czynniki sensoryczne, zwłaszcza smak, świeżość oraz wysoka jakość. Czynniki ekonomiczne, zdrowotne czy kulturowe odgrywały mniejsze znaczenie. Reklama należała do atrybutów nie branych pod uwagę przy podejmowaniu decyzji zakupu.

Edukacja żywieniowa, mająca na celu propagowanie prozdrowotnego modelu żywienia, zwłaszcza w środowisku młodzieży, powinna opierać się głównie na cechach jakościowych samego produktu, mniej zaś na odwoływaniu się do konieczności racjonalnego odżywiania czy wpływu na zdrowie. Wymaga to ścisłej współpracy między żywieniowcami i producentami żywności w celu przełamania wielu zauważonych barier, które mogą uniemożliwiać wprowadzenie zmian. Do barier tych zaliczyć można brak czasu charakterystyczny zwłaszcza dla młodych i lepiej wykształconych ludzi, z drugiej strony zaś przyzwyczajenie i tradycje.

LITERATURA

- [1] Agras S.W., Berkowitz I.R. i wsp.: Relationships between the eating behaviours of parents and their 18-month-old children: a laboratory study. *Intl. J. of Eating Disorders*, 7, 1998, 461.
- [2] Almeida de M.D.V., Graça P. i wsp.: Sources used and trusted by nationally -representative adults in the European Union for information on healthy eating. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 51, 1997, 16.
- [3] Babicz-Zielińska E.: Food preferences among the university students. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 7/48 (1), 1998, 135.
- [4] Babicz-Zielińska E.: Studia nad preferencjami pokarmowymi oraz determinantami wyboru żywności w wybranych grupach konsumenckich, Wyd. WSM, Gdynia 1999.
- [5] Babicz-Zielińska E., Rybowska A.: Preferencje ryb i owoców morza w środowisku studentów. *Żyw. Człow. Metab.* 2001 (w druku).
- [6] Barker M.E., Thompson K.A i wsp.: Attitudinal dimensions of food choice and nutrient intake. *Br. J. Nutr.*, 74, 1995, 649.
- [7] Baryłko-Pikielna N.: Analiza sensoryczna w zapewnieniu jakości żywności. *Przem. Spoż.*, 12, 1998, 25.
- [8] Bonke J.: Economic influences on food choice -non convenience versus convenience food consumption. W: *Food Choice, Aceptance and Consumption*, H.L. Meiselman, H.J.H. Macfie [red.], Chapman and Hall, London 1996.
- [9] Devine C.M., Sandstrom B.: Danish women`s attitudes and beliefs about dietary fat: age group differences. *Scand. J. Nutr.*, 39, 1995, 98.
- [10] Fiddes N.: *Meat: A Natural Symbol*. Rotledge, London 1991.
- [11] Fieldhouse P.: *Food and Nutrition. Customs and Culture*. Chapman and Hall, London 1995.
- [12] Gains N.: The repertory grid approach. W: *Measurement of Food Preferences*, H.L. Meiselman, H.J.H. MacFie [red.], Chapman and Hall, London 1994.
- [13] Jamison J.R.: Dietary food consumption: a descriptive study of young health-aware adults. *J. Nutr. Environ. Med.*, 6, 1996, 149.

- [14] Kearney M., Gibney M.J. i wsp.: Perceived need to alter eating habits among representative samples of adults from all member states of the European Union. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1997, 30.
- [15] Kearney M., Kearney J.M., Gibney M.J.: Methods used to conduct the survey on consumer attitudes to food, nutrition and health on nationally representative samples of adults from each member state of the European Union. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1997, 3.
- [16] Kowrygo B., Górska-Warsewicz H., Ługowska K.: Ocena preferencji konsumenckich w zakresie żywności i żywienia. *Żywność. Technologia. Jakość.* **11** (2), 1997, 51.
- [17] Krajewski K., Górska-Warsewicz H., Świątkowska M.: Zmiany na rynku jogurtów w Polsce. *Przem. Spoż.*, 1998, 11, 16.
- [18] Lennernäs M., Fjellström C. i wsp.: Influences on food choice perceived to be important by nationally-representative samples of adults in the European Union, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1997, 8.
- [19] Levenstein H.A.: *Revolution at the Table: The Transformation of the American Diet.* Oxford Univ. Press, New York 1988.
- [20] Lilley J.: Food choice in later life. *Nutr. Food Sci.*, **2**, 1996, 4.
- [21] Lyman B.: *A Psychology of Food.* Van Nostrand Comp., New York 1989.
- [22] Maldonado R., Villalbi J.R.: Food preferences among students. *Ann. Esp. Ped.*, **39**, 1993, 10.
- [23] Margetts B.M., Martinez J.A. i wsp.: Definitions of "healthy" eating: a pan-EU survey of consumer attitudes to food, nutrition and health. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1997, 23.
- [24] Maskill C., Jones S.: A qualitative study on adolescent food choice and eating patterns. *Proc. Nutr. Soc. New Zealand*, **20**, 1995, 128.
- [25] Meiselman, H.L.: A measurement scheme for developing institutional products. W: *Measurement of Food Preferences*, H.J.H. MacFie, D.M.H. Thomson [red.], Blackie Acad. Prof., London 1994.
- [26] Meiselman H.L., Hedderley D. i wsp.: Effect of effort on meal selection and meal acceptability in a student cafeteria. *Appetite*, **23**, 1994, 43.
- [27] Mennell S., Murcott A., Van Otterloo A.H.: The sociology of food: eating, diet and culture. *Current sociology. J. Inter. Sociol. Assoc.*, **40**, 1992, 2.
- [28] Narojek L., Ostrowska A.: Zachowania żywieniowe rodzin wielkomiejskich w nowej sytuacji społeczno-ekonomicznej. Cz. II. Motywacje towarzyszące zakupom żywności. *Żyw. Człow. Metab.*, **24** (4), 1997, 437.
- [29] Nazarewicz R., Babicz-Zielińska E., Zabrocki R.: Ocena spożycia żywności typu fast food wśród młodzieży szkół średnich i wyższych. W: *Konsument żywności i jego zachowania rynkowe*, K. Gutkowska, I. Ozimek [red.], Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2000.
- [30] Nestle M., Wing R.: Behavioural and social influences on food choice. *Nutr. Rev.*, **56**, 1998, 50.
- [31] Pilgrim F.J.: The components of food acceptance and their measurement. *Am. J. Clin. Nutr.*, **5**, 1957, 171.
- [32] Rogers P.J.: Food choice mood and mental performance, some examples and some mechanism, W: *Food Choice, Acceptance and Consumption*, H.L. Meiselman, H.J.H. MacFie [red.], Chapman and Hall, London 1996, 83.
- [33] Rozin P.: The socio-cultural context of eating and food choice. W: *Food Choice, Acceptance and Consumption*, H.L. Meiselman, H.J.H. MacFie [red.], Chapman and Hall, London 1996.
- [34] Sheng M., Brochetti D. i wsp.: Hedonic ratings of reduced-fat food products: factors affecting ratings from female and male college-age students. *J. Nutr. Recipe Menu Dev.*, **2**, 1996, 31.
- [35] Shepherd R. Factors influencing food preferences and choice. W: *Handbook of the: Psychophysiology of Human Eating*, R. Shepherd [red.], Wiley, Chichester 1989.
- [36] Shepherd R., Dennison C.M.: Influences on adolescent food choice. *Proc. Nutr. Soc.*, **55**, 1996, 345.
- [37] Stewart B., Tinsley A.: Importance of food choice influences for working young adults. *J. Am. Diet. Assoc.*, **95**, 1995, 227.

- [38] Ton Nu C., Macleod P., Barthelemy J.: Effects of age and gender on adolescent's food habits and preferences. *Food Qual. Pref.*, **7**, 1996, 251.
- [39] Turner M., Collison R.: Consumer acceptance of meals and meal components. *Food Qual. Pref.*, **1**, 1988, 21.
- [40] Uramowska-Żyto B., Kozłowska-Wojciechowska M., Jarosz A.: Rola programu edukacyjno-informacyjnego w kształtowaniu zachowań konsumenckich dotyczących wyboru tłuszczów. *Żyw. Człow. Metab.*, **23**, 1996, 128.
- [41] Zabrocki R., Babicz-Zielińska E.: Postawy konsumenckie w stosunku do wegetarianizmu, *Żyw. Człow. Metab.*, 2001 (w druku).
- [41] Zunft H.J.F., Friebe D. i wsp.: Perceived benefits of healthy eating among a nationally-representative sample of adults in the European Union. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **51**, 1997, 41.

CONSUMER BEHAVIOUR TOWARDS FOOD AND NUTRITION

S u m m a r y

The analysis of influence of different factors on behaviour of consumers in relation to foods and nutrition has been carried out. It was proved, that for young educated people the main determinants in choice of most of products are: taste, freshness and quality of product. The influence of food health had greater meaning for women, for elderly and for consumers with higher education than for the others. The economical factors played essential role in group of pensioners and unemployed. Nutritional education having in view propagating of the healthy model of nutrition, especially among young people, should lean on qualitative and sensory features, and demand the strict cooperation between nutritionists and producers of food. ❖

ANNA BRZozowska

WZBOGACANIE ŻYWNOŚCI I SUPLEMENTACJA DIETY SKŁADNIKAMI ODŻYWCZYMI – KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

Streszczenie

W artykule omówiono zalety wzbogacania żywności i suplementacji diety jako sposobów korygowania niedoborowego spożycia składników odżywczych, złego stanu odżywienia i zapobiegania niektórym chorobom. Wybierając taki sposób interwencji żywieniowej należy brać pod uwagę także ryzyko zdrowotne wynikające głównie z możliwości nadmiernego spożycia niektórych składników odżywczych.

Wprowadzenie

Prawidłowe żywienie to takie, które w pełni pokrywa zapotrzebowanie organizmu na wszystkie składniki odżywcze niezbędne do jego rozwoju i funkcjonowania, a także zachowania zdrowia. W przypadku zdrowych dzieci i osób dorosłych urozmaicona i zbilansowana dieta pozwala uniknąć zarówno niedostatecznego, jak i nadmiernego spożycia poszczególnych składników odżywczych. Jednakże w skali całego świata, co wynika między innymi z niedostatecznej podaży żywności, niedobory białka i innych składników odżywczych występują stanowią duży problem [7].

Natomiast w krajach o stosunkowo dużej podaży żywności, w tym i w Polsce, problemem może być występowanie niedoborów utajonych.

Badania z różnych krajów Europy wskazują, że w niektórych subpopulacjach zbyt niskie w stosunku do norm żywienia jest spożycie: żelaza, witamin B₂, B₆, D i kwasu foliowego [1], a także miedzi, selenu [25] i jodu [6]. Z tego punktu widzenia jako grupy ryzyka wymienia się przede wszystkim kobiety ciężarne, kobiety w wieku rozrodczym, osoby starsze, a także dzieci i młodzież [23, 24]. Ryzyko niedoborów może dotyczyć też osób ograniczających spożycie energii w związku z małą aktywno-

ścią fizyczną, stosujących leki, z zaburzeniami wchłaniania, nadużywających alkoholu itp.

Zwiększenie spożycia deficytowych składników odżywczych można uzyskać poprzez modyfikację sposobu żywienia na drodze systematycznie prowadzonej edukacji żywieniowej w zakresie doboru produktów do racji pokarmowej. Sprzyjają temu działania na większą skalę, takie jak stymulowanie produkcji, importu i polityki cenowej w odniesieniu do produktów będących naturalnym źródłem deficytowego składnika. Jednakże w świetle wyników badań nad rolą niektórych witamin i składników mineralnych w zachowaniu zdrowia wydaje się, że nasza dieta złożona nawet z dobrze dobranych, z żywieniowego punktu widzenia, produktów nie pokrywa zapotrzebowania na niektóre składniki odżywcze wszystkich osób i we wszystkich sytuacjach.

Tak więc, alternatywą modyfikacji sposobu żywienia staje się wzbogacanie żywności i suplementacja racji pokarmowej. Sposoby te wykorzystuje się w różnym zakresie w zależności od przyczyn niedoborów i grup populacyjnych, których dotyczą. Każdy z nich, podobnie jak modyfikacja zachowań żywieniowych, wymaga jednoczesnego prowadzenia edukacji żywieniowej. Wzbogacanie żywności odgrywa większą rolę w prewencji pierwotnej, a więc redukcji ryzyka określonej choroby na skalę populacyjną, natomiast suplementacja częściej stosowana jest w celu indywidualnego zwiększenia spożycia niektórych składników odżywczych.

Wzbogacanie żywności

Wzbogacanie żywności to, zgodnie z definicją ekspertów FAO/WHO z 1994 roku, dodawanie jednego lub kilku składników odżywczych do wybranych produktów bez względu na to, czy występują one w tym produkcie naturalnie czy nie. Celem wzbogacania jest skorygowanie lub zapobieganie niedoborom składnika w całych populacjach lub grupach populacyjnych.

Dzięki zastosowaniu tego zabiegu możliwe jest [7, 21]:

- zapobieganie niedoborom składników odżywczych, których jest zbyt mało w środowisku, a w konsekwencji w wodzie i żywności (jodowanie soli, fluorkowanie wody),
- wyrównywanie strat składników odżywczych, jakie zachodzą w czasie procesów technologicznych (witamina C w sokach owocowych, witaminy z grupy B i niektóre składniki mineralne w produktach zbożowych),
- zbilansowanie profilu odżywczego tj. upodobnienie substytutu do produktu naturalnego pod względem wartości odżywczej (wzbogacanie margaryny w witaminy A i D),
- zwiększenie zawartości składników istotnych dla zdrowia i rozwoju organizmu w produktach specjalnego przeznaczenia (produkty dla niemowląt i dzieci, wspomagające odchudzanie, preparaty dla sportowców).

Produkt wzbogacany powinien być powszechnie spożywany we względnie stałych ilościach. Na rynku krajowym do produktów spożywczych najczęściej wzbogacanych w witaminy i składniki mineralne należą: soki i napoje bezalkoholowe, przetwory zbożowe (w tym produkty śniadaniowe), wyroby cukiernicze, a także tłuszcze oraz mleko i jego przetwory [12].

Do zalet tego sposobu interwencji żywieniowej zalicza się między innymi wysoką efektywność prewencyjną, możliwość długotrwałego oddziaływania, łatwość standaryzacji i kontroli, opłacalność ekonomiczną. Wiele produktów wzbogaconych w witaminy i składniki mineralne odgrywa ważną rolę w poprawie sposobu żywienia i stanu odżywienia. W Niemczech, oceniając z punktu widzenia żywienia młodzieży, wprowadzenie na rynek wzbogaconych produktów śniadaniowych stwierdzono, że w przypadku: spożycia witaminy E i kwasu foliowego przedsięwzięcie to było skuteczne; żelaza raczej niewystarczające, innych składników jak witaminy A, C, B₁, B₂, B₆ i niacyny nawet niepotrzebne. Podkreślano jednak, że wprowadzenie tych produktów spowodowało wzrost spożycia węglowodanów i błonnika, a w badanej grupie dzieci i młodzieży był mniejszy odsetek osób z nadwagą i otyłością [15, 22]. Sugerowano, że może to wynikać z pewnych zachowań związanych ze spożywaniem tych produktów, np. uwzględnianiem w większym stopniu w jadłospisie mleka i jego przetworów oraz owoców.

Wzbogacanie żywności uważane jest za najskuteczniejszy i najbardziej opłacalny sposób zapobiegania niedoborom składników mineralnych i witamin, bardziej bezpieczny od suplementacji [7, 13].

Suplementacja diety witaminami i składnikami mineralnymi

Suplementacja to indywidualne uzupełnianie racji pokarmowej składnikami odżywczymi przyjmowanymi w postaci jedno- lub wieloskładnikowych preparatów. Preparaty takie mogą zawierać witaminy, prowitaminy, składniki mineralne, aminokwasy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe itd. W zależności od dawki składnika odżywczego w jednostce preparatu np. w jednej tabletkie, zalicza się je do dietetycznych środków spożywczych (do 100% zalecanego spożycia z żywnością) lub leków (wyższe dawki).

W praktyce żywieniowej istnieje wiele wskazań do suplementacji diety. Stosowanie suplementów jest zalecane osobom o szczególnie dużym zapotrzebowaniu, w okresie intensywnego wzrostu, ciąży i karmienia, a także np. przy obfitych krwawieniach menstruacyjnych, upośledzonym wchłanianiu składników odżywczych w starszym wieku i z powodu chorób czy stosowania niektórych leków (antybiotyki, leki moczopędne).

Suplementy diety zalecane są także osobom popełniającym w codziennej praktyce błędy żywieniowe wynikające czasami z trudności ekonomicznych i ograniczonej

podażą żywności, ale często z niewłaściwych zwyczajów żywieniowych czy niedostatecznej wiedzy żywieniowej. Także stosowanie diet restrykcyjnych (np. wegetariańskich, odchudzających, bezglutenowych) czy niewłaściwa obróbka kulinarna to potencjalne przyczyny niedoborów składników odżywczych związane z żywieniem. W takiej sytuacji stosowanie suplementów jest łatwym sposobem na stosunkowo szybkie uzupełnienie niedoborów. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że takie postępowanie, aby było skuteczne w dłuższej perspektywie czasowej wymaga równoczesnego korygowania błędów żywieniowych.

Także osoby, których styl życia związany jest z ciągłym stresem, brakiem czasu na posiłki, stosowaniem używek często sięgają po suplementy.

Suplementacja diety jest prostą i wygodną metodą zapobiegania lub likwidacji deficytów składników odżywczych. Koszty składników w tabletkach są stosunkowo małe [3], każda osoba może być traktowana indywidualnie z punktu widzenia zarówno suplementowanych składników odżywczych, jak i ich dawek. Jednakże decyzja odnośnie stosowania suplementacji powinna być podjęta po ocenie stanu odżywienia lub ocenie spożycia poszczególnych składników odżywczych z racją pokarmową.

Chociaż ta strategia zwalczania niedoborów z definicji odnosi się głównie do pojedynczych osób, stosowana jest także do interwencji żywieniowych w grupach zwiększonego ryzyka np. dzieci czy kobiet w ciąży. Przykładowo 6-miesięczna suplementacja siarczanem żelazawym przeprowadzona wśród około 2000 dzieci w wieku 6 miesięcy do 1 roku w Rumunii przyczyniła się do zmniejszenia częstości występowania niedokrwistości w tej grupie populacyjnej [5]. Meta-analiza obejmująca 25 badań interwencyjnych wśród dzieci w wieku do 13 lat wykazała, że suplementacja cynkiem w dawkach od 1,5 do 50 mg/dzień korzystnie wpływała na ich wzrost [2]. Udokumentowano także, że suplementacja kwasem foliowym kobiet w okresie poprzedzającym zajście w ciążę i w ciąży istotnie zmniejsza ryzyko wystąpienia wad cewy nerwowej u potomstwa [26].

Zagrożenia dla zdrowia związane ze wzbogacaniem i suplementacją

Ponieważ wiadomo, że niektóre składniki odżywcze mogą mieć przy nadmiernym spożyciu działanie szkodliwe, w rozważaniach dotyczących wzbogacania żywności i suplementacji racji pokarmowej nie można pominąć kwestii bezpieczeństwa. Sprawa ta, ze względu na coraz większe rozpowszechnienie wzbogacania i suplementacji, jest od kilku lat przedmiotem zainteresowania ekspertów zarówno w Europie [14, 28], jak i w Stanach Zjednoczonych [9, 10]. Obok takiego pojęcia, jak „zalecane dzienne spożycie”, w opracowanych ostatnio przez Institute of Medicine (IOM) w USA normach żywienia (Dietary Reference Intakes, DRI) pojawiło się pojęcie „najwyższy tolerowany poziom spożycia” (Tolerable Upper Intake Level, UL). UL oznacza najwyższe (zwyczajowe) dzienne spożycie składnika odżywczego, które prawdo-

podobnie nie ma niepożądanego wpływu na zdrowie prawie wszystkich osób zaliczanych do określonej grupy populacyjnej. Aby podkreślić, że nie jest to poziom, do którego należy dążyć, użyto określenia „tolerowany”. Jeśli zwyczajowe spożycie jest wyższe od UL wzrasta potencjalne ryzyko szkodliwego działania.

Tolerowane poziomy spożycia składników odżywczych przedstawione przez IOM zostały ustalone na podstawie analizy dostępnych danych, w postępowaniu podobnym do tego, które ma zastosowanie w ocenie ryzyka związanego z ekspozycją na substancje celowo dodawane do żywności i substancje szkodliwe np. pestycydy [10]. Wykorzystano do tego wyniki badań prowadzonych na zwierzętach, dane epidemiologiczne i opisy przypadków występujących przy terapeutycznym zastosowaniu niektórych witamin i składników mineralnych. Jak dotąd nie ma obowiązku badania składników odżywczych pod kątem toksyczności, co powoduje, że w wielu przypadkach eksperci nie dysponują dostateczną liczbą danych [20]. O ile to było możliwe ustalano poziom spożycia danego składnika odżywczego bez obserwowanego działania szkodliwego u ludzi lub u zwierząt laboratoryjnych tzw. NOAEL (No Observed Adverse Effect Level). W przypadku braku takich danych wykorzystywano najniższy poziom spożycia danego składnika, przy którym wystąpiło działanie szkodliwe tj. LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level).

Należy podkreślić, że zarówno NOAEL, jak i LOAEL odnoszą się do dłuższego okresu, czyli tzw. zwyczajowego spożycia. Biorąc pod uwagę niepewność wynikającą z niekompletności danych lub ekstrapolacji wyników badań ze zwierząt na ludzi oraz różnice wrażliwości wśród przedstawicieli populacji ludzkiej, najwyższe tolerowane spożycia wyliczano dzieląc NOAEL lub LOAEL przez odpowiedni współczynnik niepewności (Uncertainty Factor, UF). Taki schemat postępowania przyjęty przez IOM w USA spotyka się z krytyką, ponieważ szczególnie dla składników o wąskim marginesie bezpieczeństwa przyjęcie wysokich współczynników niepewności może prowadzić do ustalenia górnych poziomów spożycia pokrywających się z poziomami zalecanymi przez normy żywienia. Z drugiej strony zastosowanie małych UF nie zawsze ma podstawy naukowe [20].

W odniesieniu do składników odżywczych zamiast typowej w przypadku substancji obcych analizy ryzyka proponuje się analizę zagrożeń i korzyści, a zamiast zdefiniowanego liczbowo górnego poziomu spożycia, porównanie aktualnego spożycia do dawek mogących powodować działanie szkodliwe. Wydaje się jednak, że mimo tych zastrzeżeń opracowane dotychczas górne tolerowane poziomy spożycia dla różnych składników odżywczych mogą być wskazówką do planowania i oceny żywienia.

Dane opracowane przez Instytut of Medicine w USA dotyczące obserwowanego działania szkodliwego przy nadmiernym spożyciu, NOAEL (lub LOAEL), przyjęte współczynniki niepewności i tolerowane najwyższe spożycie witamin i składników mineralnych dla kobiet w wieku 19–50 lat nie będących w ciąży i nie karmiących

podano w tabelach 1–3. Zarówno dawki NOAEL, jak i współczynniki niepewności mogą być różne dla poszczególnych grup populacyjnych. Przykładowo NOAEL witaminy D dla niemowląt wynosi 45 µg/dzień, a dla kobiet ciężarnych 60 µg/dzień, współczynnik niepewności do wyliczenia UL dla fosforu w grupie małych dzieci i osób starszych przyjęto jako 3,3, natomiast w grupie dorosłych 2,5. Przy ustalaniu

Tabela 1

Działanie szkodliwe dużych dawek witamin, tolerowane górne poziomy spożycia i zalecane dzienne spożycie dla kobiet (19-50 lat) [9, 10].

Adverse effect of vitamins, Tolerable Upper Intake Levels and Recommended Daily Intake for women (19-50 y) [9, 10].

Witamina (jednostka) Vitamin (unit)	Działanie szkodliwe Adverse Effect	LOAEL (NOAEL)	Współczynnik niepewności Uncertainty Factor	Tolerowany górny poziom spożycia Tolerable Upper Intake Level (UL)	Zalecane spożycie Recommended Daily Intake (RDA)	RDA UL
Witamina A (µg/g) Vitamin A	działanie teratogenne, uszkodzenie wątroby	(4500)	1,5	3000	700	4,3
Witamin E (mg/d) Witamin E	krwotoki	500 mg/kg mc	35	1000 ²	15	66,6
Witamina D (µg/g) Vitamin D	hyperkalcemia	60 ¹	1,2 ¹	50	5 ³	10
Witamina C (mg/d) Vitamin C	biegunka osmotyczna, zaburzenia przewodzenia pokarmowego	3000	1,5	2000	75	26,7
Niacyna (mg/d) Niacin	rozszerzenie naczyń krwionośnych, derma- tozy, bóle głowy	50	1,5	35 ²	14	2,5
Witamin B ₆ (mg/d) Vitamin B ₆	neuropatie, niezborność ruchów, dermatozy	(200)	2	100	1,3	76,9
Kwas foliowy (µg/g) Folate	nasilenie objawów neurologicznych przy niedoborze wit. B ₁₂	5000	5	1000 ²	400	2,5
Cholina (g/d) Choline	obniżenie ciśnienia krwi, rybi zapach ciała	7,5	2	3,5	0,425 ³	8,2

¹ dla kobiet w ciąży, ² dotyczy tylko związków syntetycznych w suplementach diety i żywności wzbogaconej, ³ nie ustalono zalecanego spożycia w postaci RDA, norma wyrażona jako odpowiednie spożycie,

¹ for pregnant women, ² apply only to synthetic forms obtained from supplements or/and fortified foods,

³ RDA not estimated, references provided as Adequate Intake

Tabela 2

Tolerowane górne poziomy spożycia składników mineralnych w porównaniu z zalecanym dziennym spożyciem dla kobiet (19–50 lat) [9, 10].

Tolerable Upper Intake Levels of minerals in comparison to Recommended Daily Intake for women (19–50 y) [9, 10].

Składnik mineralny (jednostka) Elements (unit)	Działanie szkodliwe Adverse Effect	LOAEL (NOAEL)	Współczynnik niepewności Uncertainty Factor	Tolerowany górny poziom spożycia Tolerable Upper Intake Level (UL)	Zalecane spożycie Recommended Daily Intake (RDA)	RDA UL
Wapń (g/d) Calcium	hyperkalcemia, zespół mleczej alkalizacji	5000	2	2,5	1 ¹	2,5
Fosfor (g/d) Phosphorus	hyperfosfatemia	10,2	2,5	4,0	0,7	5,7
Magnez (mg/d) Magnesium	biegunka	360	1	350 ²	315	-

¹ nie ustalono zalecanego spożycia w postaci RDA, norma wyrażona jako odpowiednie spożycie, ² pobrane tylko z suplementów lub preparatów farmaceutycznych, nie dotyczy spożycia z dietą

¹ RDA not estimated, references provided as Adequate Intake, ² intake from supplements or pharmacological agents only and do not include intake from food and water.

wartości najwyższego tolerowanego poziomu spożycia w przypadku większości składników brano pod uwagę łączne spożycie z żywnością, wodą, suplementami i lekami. Jedynie UL w odniesieniu do: magnezu dotyczy tylko suplementów, a witaminy E, niacyny i kwasu foliowego tylko form syntetycznych zarówno w suplementach, jak i w żywności wzbogaconej.

Ze względu na brak dostatecznej liczby danych dla wielu witamin (witamina K, B₁, B₂, B₁₂, kwas pantotenowy, biotyna, karotenoidy) i kilku składników mineralnych (chrom, krzem, arsen) nie ustalono jeszcze UL, co oczywiście nie oznacza, że nie mogą mieć one szkodliwego działania. Wskazuje to natomiast na konieczność zwrócenia szczególnej uwagi na sytuacje i przypadki, w których spożycie tych składników przekracza zalecenia żywieniowe. Brak danych dotyczy często także grupy niemowląt i małych dzieci. W takiej sytuacji źródłem składnika odżywczego powinny być tylko produkty spożywcze.

Należy podkreślić, że nie ma zależności matematycznej między zalecanym spożyciem a UL. Dla niektórych składników UL jest wielokrotnie większe niż zalecane czy zwyczajowe spożycie (witamina E, B₆). Eksperti z krajów nordyckich nie uwzględniali w swoim opracowaniu, takich składników, przy których stosunek UL i RDA był większy od 10, gdyż praktyczne możliwości przekroczenia tych dawek są

niewielkie [14]. Natomiast odnośnie takich składników, jak: kwas foliowy, witamina PP, witamina A, żelazo czy fluor margines bezpieczeństwa jest znacznie mniejszy.

Tabela 3

Tolerowane górne poziomy spożycia mikroelementów w porównaniu z zalecanym spożyciem dla kobiet (19–50 lat) [9, 10].

Tolerable Upper Intake Level of trace elements in comparison to Recommended Daily Intake for women (19–50 y) [9, 10].

Mikroelement (jednostka) Trace Elements (unit)	Działanie szkodliwe Adverse Effect	LOAEL (NOAEL)	Współczynnik niepewności Uncertainty Factor	Tolerowany górny poziomy spożycia Tolerable Upper Intake Level (UL)	Zalecane spożycie Recom- mended Daily Intake (RDA)	RDA UL
Żelazo (mg/d) Iron	zaburzenia przewo- du pokarmowego	70	1,5	45	18	2,5
Cynk (mg/d) Zinc	antagonizm w stosunku do miedzi	60	1,5	40	8	5,0
Miedź (mg/d) Copper	uszkodzenie wątroby	(10)	1	10	0,9	11,1
Fluor (mg/d) Fluoride	fluoroza zębów i szkieletu	(10)	1	10	3 ¹	3,3
Mangan (mg/d) Manganese	wzrost poziomu we krwi, neurotoksyczność	(11)	1	11	1,8 ¹	6,1
Jod (µg/g) Iodine	wzrost poziomu TSH we krwi	1700	1,5	1100	150	7,3
Selen (µg/g) Selenium	selenoza	(800)	2	400	55	7,3
Molibden (µg/g) Molybdenum	zaburzenia reprodukcji u szczurów	0,9 mg/kg m.c.	30	2000	45	44,4
Bor (mg/d) Boron	zaburzenia repro- dukcji u zwierząt	(9,6 mg/kg m.c.)	30	20	-	-
Wanad (mg/d) Vanadium	uszkodzenie nerek u szczurów	7,7 mg/kg m.c.	300	1,8	-	-
Nikiel (mg/d) Nickel	zmniejszenie przy- rostów u zwierząt	(5 mg/kg m.c.)	300	1,0	-	-

¹ nie ustalono zalecanego spożycia w postaci RDA, norma wyrażona jako odpowiednie spożycie.

¹ RDA not estimated, references provided as Adequate Intake.

Powyższe rozwiązania nasuwają pytanie jak w tym zakresie wygląda sytuacja w naszym kraju i czy istnieje zagrożenie związane z pobieraniem nadmiernych ilości składników odżywczych w wyniku wzbogacania produktów spożywczych i suplementacji diety. Odpowiedź na to pytanie jest trudna ponieważ zagadnienie to, jako stosunkowo nowe, było przedmiotem tylko kilku prac [17, 18, 19].

W Instytucie Żywności i Żywienia dokonano oceny wpływu włączenia do racji pokarmowych kilku typowych produktów wzbogaczanych w witaminy na średni stopień realizacji norm żywienia na te składniki odżywcze [19]. Wykorzystano dane o spożyciu żywności w roku 1999, pochodzące z badań budżetów gospodarstw domowych i deklaracjach producentów o zawartości witamin w produktach. Mając na uwadze najwyższe tolerowane limity spożycia, spośród ocenianych witamin (A, E, C, B₁, B₂, PP, B₆, foliany i B₁₂) należałoby zwrócić uwagę jedynie na witaminę A i niacynę, których najwyższe wyliczone spożycie wynosiło odpowiednio ok. 220% i ok. 130% średnioważonej krajowej normy na poziomie bezpiecznym, przy stosunku RDA do UL 4,3 dla witaminy A i 2,5 dla niacyny.

Jednakże interpretując wyniki takich oszacowań nie można pominąć rozbieżności między deklaracjami producentów i zawartością składników we wzbogaczanych produktach. Wyższe niż podane na etykietach zawartości witamin we wzbogaczanych produktach na początku okresu przydatności do spożycia dotyczą w szczególności witamin tracących aktywność na skutek oddziaływania podwyższonej temperatury, światła czy tlenu [11, cyt. wg 24]. Producenci dodają te witaminy w nadmiarze, aby ich deklaracja dotycząca zawartości była prawdziwa także na końcu tego okresu. Ponieważ przy zakupie produktów spożywczych data przydatności do spożycia jest jednym z ważniejszych kryteriów wyboru, fakt powyższy może przyczynić się do znacznego zwiększenia spożycia niektórych witamin.

Liczba produktów wzbogaconych na rynku, zwłaszcza w krajach o liberalnej polityce w tym zakresie, stale wzrasta. Stwarza to możliwość skierowania uwagi konsumenta tylko na produkty wzbogacone, podczas gdy podstawową zasadą racjonalnego żywienia jest różnorodność produktów włączanych do diety. Jeżeli wprowadzaniu produktu wzbogaconego na rynek nie towarzyszy odpowiednia promocja i zalecenia żywieniowe może to prowadzić do błędów żywieniowych. Przykładowo dzieci, które jadły wzbogacone śniadaniowe płatki zbożowe, miały większe spożycie żelaza, ale mniejsze spożycie witaminy C, a spośród produktów spożywały więcej mięsa, niż grupa kontrolna [8].

Wzbogacanie takich produktów, jak: słodycze, chipsy czy napoje imitujące soki owocowe wprowadza konsumenta w błąd sugerując, że produkty te powinny być jako „zdrowe” istotnym elementem racji pokarmowej. Dodawanie składników odżywczych do wielu produktów z własnej inicjatywy producentów (voluntary fortification), wyni-

kające głównie ze względów marketingowych, może więc doprowadzić do nadmiernego ich spożycia i związanego tym ryzyka.

Innym zagrożeniem związanym ze wzbogacaniem jest możliwość niepożądanych efektów hiperalimentacji nośnikiem i fortyfikantem w populacji niezagrożonej jego niedoborem lub przy niedostatecznym wymieszaniu premiksu z pozostałymi surowcami wchodzącymi w skład produktu [7].

Drugi sposób zwiększania spożycia tj. stosowanie suplementów diety także staje się w naszym kraju coraz bardziej popularne. Badania prowadzone w populacji osób dorosłych w Warszawie wykazały, że odsetek deklarujących stosowanie składników odżywczych w tej formie w ciągu roku poprzedzającego wywiad wzrósł z 59,8% w roku 1994 do 74,7% w 1999 r. [17]. Największe różnice tj. wzrost z 8,8 do 32,9% stwierdzono odnośnie kwasu foliowego. W 1999 roku około 12% przypadków suplementacji dotyczyło okresu dłuższego niż 1 rok i około 20% okresu 6 miesięcznego. Spośród witamin przekroczenia UL dotyczyły: kwasu foliowego, witaminy PP, witaminy A, witaminy D, a spośród składników mineralnych żelaza. Trudno dokładnie podać, jakiej części populacji stosującej suplementy grozi ryzyko związane z pobieraniem dużych dawek, ponieważ pracę wykonano przed opublikowaniem górnych limitów spożycia. Niemniej jednak uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że prawie 48% osób przyjmujących kwas foliowy w postaci suplementów stosowało dawki 380 do 1450 $\mu\text{g}/\text{dzień}$ (UL 1000 μg), 5% osób spośród suplementujących witaminę PP przekraczało dawki 115 mg/dzień (UL 35 mg), 19,7% stosujących witaminę A przekraczało 3700 $\mu\text{g}/\text{dzień}$ (UL 3000 μg), 4,3% stosujących witaminę D – 50 $\mu\text{g}/\text{dzień}$ (UL 50 μg) i prawie 15% stosujących żelazo – 70 mg/dzień (UL 45 mg).

Niewłaściwie stosowana suplementacja może powodować nie tylko wystąpienie objawów przedawkowania danego składnika. Spożywanie jednego składnika w dawkach znacznie przekraczających fizjologiczne zapotrzebowanie organizmu może obniżać wchłanianie i wpływać na metabolizm innych składników odżywczych oraz leków, jak również może wpływać na wyniki niektórych badań diagnostycznych czyniąc je fałszywie dodatnimi lub fałszywie ujemnymi [4].

Obecnie stosowanie suplementów jest bardzo rozpowszechnione, przy czym w większości przypadków decyzja o dawkach, czasie stosowania i rodzaju preparatu należy do konsumenta. Suplementację często stosują osoby charakteryzujące się także innymi zachowaniami prozdrowotnymi, których sposób żywienia jest lepszy od przeciętnego. W badaniach Katedry Żywienia Człowieka SGGW stwierdzono, że w 1994 roku ponad 40% suplementujących dietę postępowało tak w wyniku zlecenia lekarza, natomiast w 1999 roku już tylko 25% badanych [17, 18].

Wadą tego sposobu korygowania spożycia jest to, iż wiele osób nie stosuje się do zaleceń przekazywanych przez dietetyków, farmaceutów czy lekarzy. W Wielkiej Brytanii stwierdzono, że tylko 30% kobiet planujących ciążę, z grupy objętej

programem pierwotnej prewencji wady cewy nerwowej, prawidłowo stosowało suplementację kwasem foliowym [27].

Należy pamiętać, że w sytuacji, gdy zaleca się suplementowanie diety ze względu na niewłaściwy sposób odżywiania istnieje konieczność równoczesnego korygowania błędów żywieniowych. Rezygnując z prawidłowej diety na korzyść tabletek, które zawierają czyste, syntetyzowane lub wyizolowane z produktów składniki odżywcze rezygnuje się ze spożywania wielu substancji występujących naturalnie w produktach spożywczych. Chociaż rola tych substancji nie jest do końca poznana, wiele danych wskazuje, że mogą odgrywać istotną rolę w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym.

5. Podsumowanie

Wzbogacanie produktów spożywczych oraz suplementacja diety powinny skutecznie zapobiegać niedoborom składników odżywczych lub je zwalczać. Aby osiągnąć postawione cele tj. poprawę stanu odżywienia i stanu zdrowia, należy zidentyfikować grupy ryzyka i wybrać adekwatną do określonej sytuacji strategię. Zakres działań powinien być uzasadniony względami żywieniowymi, a w celu zminimalizowania ryzyka oddziaływań niepożądanych powinny być brane pod uwagę także aspekty toksykologiczne. W sytuacji wolnego rynku w celu zapewnienia skuteczności podjętych działań, a także dla ochrony konsumenta przed ewentualnym ryzykiem nadmiarów niektórych witamin czy składników mineralnych konieczne jest także monitorowanie spożycia produktów (a także suplementów) będących nośnikami deficytowego składnika oraz wdrożenie programów edukacyjnych racjonalizujących postawy konsumentów z punktu widzenia ochrony ich zdrowia.

LITERATURA

- [1] Addition of nutrients to food: Nutritional and safety consideration. Summary of ILSI workshop held in Madrid, 1997. ILSI Report Series, 1998.
- [2] Brown K.H., Peerson J.M., Allen L.H.: Effect of zinc supplementation on children's growth: a meta-analysis of intervention trials. Sandstrom B., Walter P. (ed.), *Bibliotheca Nutritio et Dieta*, No.54, Karger, Basel 1998.
- [3] Brzozowska A., Olszewska D.: Porównanie kosztu wybranych składników odżywczych z produktów spożywczych, dietetycznych środków spożywczych i preparatów farmaceutycznych. Materiały konferencji „Konsument żywności i jego zachowania rynkowe” Gutkowska K., Ozimek I. (red.), Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2000.
- [4] Brzozowska A., Pietruszka B.: Suplementacja racji pokarmowej składnikami mineralnymi przez osoby dorosłe: zalecenia i praktyka. *Biul. Magnezol.* **4**, 1999, 462.
- [5] Ciomartan T., Nanu R., Iorgulescu D., Moldavanu F., Popa S., Paliocari G.: Iron supplement trial in Romania. W: *Iron interventions for child survival*. Nestel P. (ed.). OMNI, London 1995.

- [6] Elmadfa I., Koenig J.S.: Iodine status of Austrian children and adolescents. Sandstrom B., Walter P. (ed.), *Bibliotheca Nutritio et Dieta*, No.54, Karger, Basel 1998.
- [7] Gawęcki J.: Wzbogacanie żywności. W: *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.), Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [8] Gibson S.A.: Iron intake and iron status of preschool children: associations with breakfast cereals, vitamin C and meat. *Public Health Nutr.* **2**, 1999, 521.
- [9] Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Food and Nutrition Board. Washington, DC, National Academy Press, 2001.
- [10] Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes: use in dietary assessment. Food and Nutrition Board. Washington, DC, National Academy Press, 2000.
- [11] Kunachowicz H., Ratkovska B., Przygoda B., Wojtasik A., Nadolna I.: Nutritional information on the label of food products and estimation of vitamins and minerals intake with the diets including enriched food products. *Ann. Nutr. Met.* **45** (suppl. 1), 2001, 171.
- [12] Kunachowicz H.: Co rozumiemy pod pojęciem wartości odżywczej żywności? *Bezpieczna Żywność* **1**, 2001, 10.
- [13] McNulty H.: Towards improving dietary intakes and health: the contribution of fortified foods. *Scand. J. Nutr.* **43**, 1999, 106S.
- [14] Nordiska naringsrekommendationer 1996, Nord Livesmedel, Kopenhamm 1996.
- [15] Ortega R.M., Requejo A.M., Redondo R., Lopez-Sobaler A.M., Andreas P., Ortega A.: Influence of the intake of Fortified breakfast cereals on dietary habits and nutritional status of Spanish school-children. *Ann. Nutr. Metab.* **40**, 1996, 146.
- [16] Pietruszka B., Brzozowska A.: Vitamin and mineral supplement use among adults in Central and Eastern Poland. *Nutr. Res.* **19**, 1999, 817.
- [17] Pietruszka B., Brzozowska A.: Zmiany w stosowaniu suplementów witaminowo-mineralnych wśród osób dorosłych zamieszkałych w Warszawie w latach 1994-1999. Trzecie Warszawskie Forum Żywniowe. Wykłady i doniesienia, Warszawa 2000.
- [18] Pietruszka B.: Changes in magnesium supplements between 1994 and 1999 among adults in Warsaw, Poland. *Biul. Magnezol.*, **6**, 2001, 629.
- [19] Przygoda B., Nadolna I., Kunachowicz H.: Wzbogacanie żywności w witaminy jako czynnik wpływający na wartość odżywczą. *Żyw. Człow. Metab.* **28**, 2001 (Supl.), 756.
- [20] Renwick A.G.: Micronutrients with a narrow safety margin. *Żywn. Żyw. Prawo a Zdrowie*, **9** (supl. 4), 2000, 110.
- [21] Rutkowska U., Mojska H.: Wzbogacanie produktów spożywczych w składniki mineralne. W: *Składniki mineralne w żywieniu człowieka*. Brzozowska A. (red.). Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 1999.
- [22] Serra-Majem L.: Vitamin and mineral intakes in European children. Is food fortification needed? *Pub. Health Nutr.* **4** (1A), 2001, 101.
- [23] Świtoniak T.: Stan odżywienia witaminami i mikroelementami w wybranych subpopulacjach w Polsce. W: *Witaminy i mikroelementy w żywieniu człowieka – biodostępność i stan odżywienia*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1998.
- [24] Van den Berg H.: Responding to consumer needs: risk-benefit analysis of fortification. *Scand. J. Nutr.* **43**, 1999, 112S.
- [25] Van Dokkum W.: Trace element intake in Europe: safe and adequate? W: *Role of trace elements for health promotion and disease prevention*. Sandstrom B., Walter P. (ed.), *Bibliotheca Nutritio et Dieta*, No.54, Karger, Basel 1998.
- [26] Wartanowicz M.: Foliary w żywieniu (przegląd piśmiennictwa). *Żyw. Człow. Metab.* **24**, 1997, 81.

- [27] Wild J., Sutcliffe M., Schorah C.J., Levene M.I.: Prevention of neural-tube defects. *Lancet* **350**, 1997, 30.
- [28] Ziemiański Ś.: Normy żywienia człowieka. Podstawy fizjologiczne. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2001.

FOOD FORTIFICATION AND DIET SUPPLEMENTATION – BENEFITS AND RISK

S u m m a r y

In this paper the correction of marginal nutrient intake or status and prevention of diseases are discussed as potential benefits of food fortification and diet supplementation. Choosing these strategies for nutritional intervention the risk mainly of excessive intake of some nutrients should be considered. ☒

JANUSZ CZAPSKI

OWOCE I WARZYWA – SZANSA CZY ZAGROŻENIE

Streszczenie

Owoce i warzywa zawierają wiele aktywnych biologicznie składników, które wpływają w istotny sposób na stan naszego zdrowia. Należą do nich m.in. związki antyoksydacyjne, jak: kwas askorbinowy, karotenoidy czy polifenole. Związki szkodliwe dla zdrowia, jako naturalnie w nich występujące oraz zanieczyszczenia chemiczne nie stanowią w Polsce poważnego zagrożenia zdrowotnego. Z kolei określenie biodostępności i dopuszczalnego spożycia fitozwiązków musi być zasadą przy uzyskiwaniu nowych odmian owoców i warzyw bezpiecznych dla zdrowia. Dotyczy to również wytwarzania produktów funkcjonalnych z dodatkiem fitozwiązków. Więcej uwagi należy poświęcić interakcjom składników owoców i warzyw z lekami.

Wprowadzenie

Warzywa i owoce stanowią bardzo ważny składnik naszej codziennej diety. Zawierają one witaminy (szczególnie witaminę C i beta-karoten), błonnik pokarmowy, sole mineralne oraz inne, nieodżywcze związki biologicznie czynne, głównie związki polifenolowe. 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 liczbie kalorii.

Dużo uwagi przywiązuje się obecnie do związków działających przeciwutleniająco, zmniejszających ryzyko zachorowania na choroby nowotworowe oraz niektóre choroby układu krążenia. Wskazuje się tu głównie na polifenole, ale wymienia się również związki o innym charakterze, np. terpeny, izotiocyjaniany, ftalidy, kumaryny.

Od wielu lat w USA trwa kampania na rzecz zwiększenia spożycia owoców i warzyw, pod hasłem: „spożywaj owoce i warzywa 5 razy dziennie”. Badania wykazały, że w ciągu doby Amerykanie spożywają średnio warzywa 3,6 razy, a owoce 1,6 razy dziennie. Najczęściej spożywane są: sałata, pomidory, frytki ziemniaczane, banany i

sok pomarańczowy, stanowiąc około 30% spożywanych owoców i warzyw. Największą część porcji stanowiły ziemniaki – 1,1, frytki ziemniaczane 0,4, przetwory pomidorowe 0,5, warzywa liściowe 0,2, a cytrusy, jagodowe i melony 0,8 porcji. Amerykanie spożywają coraz więcej owoców i warzyw, ale spożycie warzyw liściowych i krzyżowych jest w dalszym ciągu niskie [10].

Przy ocenie możliwości wykorzystania owoców i warzyw jako elementu diety należy mieć na uwadze również preferencje konsumentów uwarunkowane różnymi czynnikami. Wykazano, że kobiety o małej akceptacji smaku gorzkiego spożywają mało warzyw krzyżowych, zawierających składniki przeciwnowotworowe, co zmniejsza możliwość zastosowania takiej diety [5].

Warzywa i owoce jako źródło związków biologicznie aktywnych

Dowody na pozytywne efekty spożywania owoców i warzyw gromadzone są na podstawie różnych badań: klinicznych, na zwierzętach, *in vitro* oraz studiów epidemiologicznych. Świeże owoce i warzywa są najprostszą formą żywności funkcjonalnej.

Jako przykłady pozytywnego oddziaływania owoców i warzyw można wymienić m.in.: obniżenie ryzyka rozwoju raka prostaty u mężczyzn spożywających przetwory pomidorowe częściej niż 10 razy tygodniowo [7], ujemną korelację między ilością spożytych warzyw krzyżowych a nowotworami [15]. Wiele badań wskazuje na działanie przeciwnowotworowe również owoców cytrusowych, żurawiny, czosnku, cebuli, winogron. Wykazano związek między spożywaniem owoców i warzyw a zmniejszeniem zachorowań na choroby serca i naczyń. Znany jest powszechnie tzw. „francuski paradoks”, śmiertelność wśród Francuzów na choroby związane z układem krążenia jest niższa niż w innych krajach o porównywalnym standardzie życia. Przyczyną tego jest duże spożycie czerwonego wina, bogatego we flawonoidy.

Z najważniejszych grup związków obecnych w owocach i warzywach, a odpowiedzialnych za pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka, wymienia się: karotenoidy (zwłaszcza likopen), ksantofile, kwasy fenolowe, flawonoidy, allicynę, glukozinolany, limonoidy.

Należy jednak pamiętać, że w pewnych warunkach pozytywnie działające składniki żywności mogą działać negatywnie na organizm człowieka. Przy podwyższonych dawkach beta-karotenu i tokoferoli następował wzrost kancerogenezy w przypadku palaczy. Wskazuje się również na prooksydacyjne działanie kwasu askorbinowego przy dużych jego stężeniach.

Związki szkodliwe dla zdrowia w owocach i warzywach

W owocach i warzywach, obok składników odżywczych występują również związki szkodliwe dla zdrowia. Można je podzielić na:

- celowo dodane do żywności,

- zanieczyszczenia mechaniczne i skażenia chemiczne,
- naturalnie występujące w surowcu,
- powstające w czasie przetwarzania i przechowywania z naturalnie występujących.

Związkami celowo dodawanymi do żywności są dodatki do żywności. Należy tu założyć, że przy ich stosowaniu w dopuszczonych ilościach nie są one szkodliwe dla zdrowia. Wytyczne w krajach UE nie dopuszczają stosowania dodatków do świeżych oraz mrożonych owoców i warzyw. Należy oczywiście liczyć się z dodatkiem substancji niedozwolonych, w tym często szkodliwych dla zdrowia. Znane są przypadki fałszowania suszonej papryki tlenkiem ołowiu czy dodatek glikolu do wina. W Polsce, niektórzy producenci kiszzonej kapusty przerywają fermentację mlekową przez dodanie kwasu mrówkowego, co zapobiega nadymaniu się opakowań foliowych. Przed tego rodzaju praktykami konsumenta może ochronić tylko wzrost etyki producenta i odpowiedni nadzór ze strony organów kontrolnych.

Skażenia chemiczne mogą przechodzić do owoców i warzyw głównie ze środowiska w fazie produkcji surowca. Mogą to być m.in. metale szkodliwe dla zdrowia, pestycydy, azotany i azotyny, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, polichlorowane bifenyle, pierwiastki radioaktywne. Skażenia owoców i warzyw metalami szkodliwymi dla zdrowia nie stanowią w Polsce poważnego zagrożenia, z wyjątkiem niektórych rejonów o dużym zanieczyszczeniu. Wynika to m.in. ze względnie małego skażenia środowiska oraz z ograniczonego w ostatnich latach stosowania nawozów sztucznych i pestycydów.

Poważnym problemem jest natomiast wysoka zawartość azotanów(V) w warzywach korzeniowych i niektórych liściowych. Wynika to z nieprawidłowego stosowania nawozów azotowych w rolnictwie oraz skłonności do ich kumulowania przez niektóre gatunki warzyw. Największe zagrożenie stanowią warzywa z upraw szklarniowych, co jest spowodowane stosowaniem dużych dawek nawozów oraz małym naświetleniem. Warzywa są źródłem 70–90% azotanów(V) pobieranych z diety [11]. Zawartość azotanów(V) w warzywach może dochodzić nawet do 10000 mg/kg [[16]]. Wg badań monitoringowych w Polsce, około 20% badanych warzyw przekraczało dopuszczalne zawartości określone przez resort zdrowia. Poziom azotanów(III), które stanowią bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia, jest w warzywach bardzo niski. Możliwości ich powstawania przy nieprawidłowym przechowywaniu surowca lub przetwarzaniu, np. szpinaku, w przemyśle są obecnie praktycznie wyeliminowane. Azotany(V) mogą jednak ulegać redukcji do azotanów(III) w organizmie człowieka. Dopuszczalne dzienne pobranie (ADI) azotanów(V) wynosi 0–3,65 mg/kg masy ciała. Możliwe jest więc znaczne przekroczenie azotanów(V) przy spożywaniu dużej ilości warzyw korzeniowych i liściowych, zwłaszcza z upraw szklarniowych. Szczególnie jest to niebezpieczne w przypadku małych dzieci spożywających duże ilości soku marchwiowego. Należy jednak zwrócić uwagę, że w ostatnich latach podkreśla się, że azotany (III)

mogą regulować mikroflorę patogenną w przewodzie pokarmowym, hamując m.in. bakterie z rodzaju *Yersinia* czy *Salmonella* [12].

Wymagania dotyczące zanieczyszczeń chemicznych warzyw i owoców, jak wynika z badań prowadzonych w kraju, są możliwe do spełnienia. Konieczna jest jednak stała kontrola oraz prawidłowy sposób uprawy i przechowywania surowca.

W owocach i warzywach występują również inne związki o właściwościach toksycznych lub antyżywniowych. Należą do nich m.in.: solanina, glikozydy cyjanogenne, aminy biogenne, kwas fitynowy, kwas szczawiowy. Ze związków szkodliwych powstających w czasie przetwarzania należy wymienić aminy biogenne i karbaminiany powstające w czasie fermentacji. Związki te występują w niewielkich ilościach i przy urozmaiconej diecie nie stanowią zagrożenia dla zdrowia.

Zagrożenie alergenami ze strony owoców i warzyw jest niewielkie. Alergeny owoców i warzyw są podobne do obecnych w pyłkach. Reakcje uczuleniowe pod względem zasięgu są ograniczone, zwykle obejmują tylko jamę ustną. Wiele alergenów z owoców jest inaktywowanych przez ogrzewanie, a więc większość przetworów jest bezpieczna dla osób uczulonych.

Czynniki wpływające na zawartość związków bioaktywnych w owocach i warzywach

Zawartość składników w określonym gatunku owoców i warzyw zależy od wielu czynników genetycznych i środowiskowych: odmiany, warunków klimatycznych, warunków agrotechnicznych, stopnia rozwoju lub dojrzałości, warunków przechowywania. Zmienność występowania poszczególnych składników biologicznie aktywnych jest bardzo duża. Zaskakujące jest, że aktywność przeciwoksydacyjna pomidorów oraz zawartość likopenu jest większa w owocach dojrzewających po zerwaniu niż w owocach dojrzałych na krzaku [6]. Warunki i metoda przetwarzania i utrwalania są dodatkowym czynnikiem wpływającym na skład gotowego produktu.

Jedną z możliwości zmiany zawartości fitozwiązków jest otrzymywanie nowych odmian. Nowe odmiany do przetwórstwa lub do bezpośredniej konsumpcji są produkowane w celu uzyskania surowca o określonych cechach jakościowych, np.: rozmiarów, kształtu, zabarwienia, smaku, zapachu, tekstury, odporności na patogeny, zawartości określonych składników, wyrównania jakości, a w mniejszym stopniu o zwiększonym plonowaniu. Współczesna inżynieria genetyczna oraz klasyczne metody hodowli umożliwiają otrzymanie surowca o właściwościach znacznie różniącym się od roślin wyjściowych, w tym o określonym składzie.

Najpoważniejszym problemem przy kształtowaniu nowych odmian jest określenie przez żywieniowców wymagań co do składu warzyw czy owoców. Ważny jest w tym przypadku stosunek zawartości poszczególnych składników – wyższość owoców i warzyw jako źródła związków bioaktywnych w porównaniu z tabletkami polega m.in.

na synergicznym działaniu poszczególnych substancji. Otrzymywanie nowych odmian o zwiększonej odporności na choroby może być zrealizowane m.in. przez zwiększenie zawartości wtórnych metabolitów roślinnych, jak np. polifenoli, które odgrywają istotną rolę w mechanizmie obronnym roślin. Hodowcy muszą znać dokładnie cel jaki mają osiągnąć. Otrzymano np. odmiany selera, które dzięki wysokiej zawartości furoanokumaryny były bardzo odporne na choroby i miały intensywny smak i zapach, ale stanowiły zagrożenie dla zdrowia konsumenta. Należy również liczyć się z przyzwyczajeniami konsumenta – nie wiadomo jak zareagują oni na ostatnio wyhodowane kalafiora o pomarańczowej barwie, którą zawdzięczają wysokiej zawartości karotenoidów. Dzikie rośliny jadalne często zawierają znacznie większe ilości fitozwiązków, np. antyoksydantów, niż uważane za najlepsze ich źródła gatunki uprawne [2].

Przy modyfikacji składu owoców i warzyw na drodze genetycznej należy zachować dużą ostrożność – jak dotąd nie znamy do końca działania poszczególnych składników żywności, interakcji między nimi oraz bezpiecznej ich dawki dla człowieka. Badania prowadzone *in vitro*, np. przez oznaczanie ogólnej zdolności przeciwoksydacyjnej, nie są wystarczające. Przy ocenie wpływu poszczególnych związków należy uwzględnić ich przyswajalność i szybkość ich metabolizmu. Polifenole są gorzej absorbowane z przewodu pokarmowego niż kwas askorbinowy, w związku z tym kwas askorbinowy jest uważany za jeden z najważniejszych rozpuszczalnych w wodzie antyoksydantów w komórce [8].

Przykładem przewartościowania znaczenia składników żywności mogą być flawonoidy:

- flawonoidy są składnikami bez wartości żywieniowej;
- 1936 r. – Szent-Györgyi i Rusznyák stwierdzili, że m.in. kwercetyna zmniejsza przepuszczalność ścian naczyń i zaproponowali aby flawonoidy nazwać witaminą P;
- lata 70. – kwercetyna jest mutagenna;
- lata 90. – kwercetyna ma właściwości przeciwnowotworowe.

W dalszym ciągu biologiczne działanie flawonoidów budzi wiele kontrowersji [4].

Interakcje między składnikami owoców i warzyw a lekami

Między wieloma lekami i produktami żywnościowymi mogą zachodzić różnego rodzaju interakcje prowadzące do:

- zaburzenia wchłaniania i wydalania leków;
- zaburzenia metabolizmu leków;
- synergicznego działania leków i żywności.

Wiedza konsumenta, jak również lekarzy, o takim działaniu niektórych produktów żywnościowych jest niewielka. W tab. 1 zestawiono udokumentowane interakcje pomiędzy produktami owocowo-warzywnymi a lekami.

Wybrane interakcje pomiędzy produktami owocowo-warzywnymi a lekami (wg [9]).
Interactions between fruit and vegetable products and some drugs.

Substancja czynna Active substance	Główne wskazania do stosowania Indication for use	Produkt żywnościowy Food product	Skutek interakcji Effect of interaction	Mechanizm interakcji Action of interaction	Konsekwencje kliniczne Clinical symptoms
Benzylpenicylina	zakażenia paciorkowcami; profilaktyka choroby reumatycznej i zapalenia wsierdza u chorych z wadami serca;	soki cytrusowe	zmniejszenie stężenia leku we krwi	zmniejszenie wchłaniania leku z przewodu pokarmowego, prawdopodobnie w wyniku połączenia z kwasem cytrynowym	osłabienie lub brak działania terapeutycznego
Erytromycyna	zakażenia układu pokarmowego; w zakażeniach paciorkowcami, listeriozie, kile, rzeżączce – u pacjentów uczulonych na penicyliny; zakażenie <i>Helicobacter pylori</i>	soki cytrusowe	zmniejszenie stężenia leku we krwi	zmniejszenie wchłaniania leku z przewodu pokarmowego, prawdopodobnie w wyniku połączenia z kwasem cytrynowym	osłabienie lub brak działania terapeutycznego
Leki alkaliczujące, zawierające sole głinu	choroba refluksowa żołądkowo- przełykowa; dyspepsja czynnościowa	sok pomarańczowy napoje z kwasem cytrynowym	5-10 krotny wzrost stężenia glinu we krwi i w moczu dobowym	wzrost wchłaniania glinu z przewodu pokarmowe- go i jego wydalania przez nerki	hipoteza: istnieje ryzyko rozwoju otępienia móz- gowego
Teofilina	astma oskrzelowa	czerwona papryka oraz sosy i przecięry z papryki	zwiększenie stężenia leku we krwi	wzrost wchłaniania leku z przewodu pokarmowe- go	tachykardia; zaburzenia rytmu serca (skurcze dodatkowe); zaburzenia snu; niepokój; ból głowy; skurcze mięśni

Wafaryna (antagonista wit. K)	zapobieganie chorobie zakrzepowo-zatorowej	warzywa kapusne	wzrost stężenia wit. K we krwi	zwiększone wchłanianie wit. K z przewodu pokarmowego spowodowane zwiększoną jej podażą	wzrost ryzyka powstania zakrzepów i ich powikłań: zator tętnicy płucnej, udar mózgu, zawał serca
Benzodwiazepiny, triazolam	bezsennosc	sok grejfrutowy	wzrost stężenia leku we krwi	prawdopodobnie hamowanie reakcji oksydacji leku w jelicie cienkim (układ enzymatyczny CYP3A4) przez flawonoidy	ryzyko depresji oddechowo-kraężeniowej
Blokery kanału wapniowego (felodypina, nifedypina, nimodypina i inne)	nadciśnienie tętnicze; choroba niedokrwienna serca	sok grejfrutowy	3-krotny wzrost stężenia leku we krwi	zmniejszenie metabolizmu leków w wątrobie i w jelicie cienkim	hipotonia ortostaticzna; zacerwienie twarzy; ból głowy
Cyklosporyna	immunosupresja po przeszczepie organów; choroba Crohna; stwardnienie rozsiane; toczeń trzewny;	sok grejfrutowy	3-krotny wzrost stężenia leku we krwi	j.w.	wzrost stężenia kreatyniny w surowicy krwi; drżenie kończyn; bóle głowy; zaburzenia miesiączkowania.

Szczególną uwagę należy zwrócić na interakcje składników soku grejpfrutowego. Szklanka tego soku jest często składnikiem standardowego śniadania, a bardzo mała liczba konsumentów zażywających leki jest świadoma możliwych tego skutków.

Interakcja między sokiem grejpfrutowym a lekami została wykryta przypadkowo przy badaniu interakcji alkoholu z lekami. Zastosowano wówczas sok grejpfrutowy jako składnik maskujący smak alkoholu. Okazało się, że to nie alkohol był przyczyną zmian przyswajalności leków, a jak przypuszcza się obecnie, flawonoidy soku. Zmieniają one aktywność enzymów (CYP3A4 i CYP1A2), które wpływają na wnikanie niektórych leków do krwi, a więc również na aktywność i ewentualną toksyczność zażywanych leków.

Niektóre z leków, z którymi sok grejpfrutowy wchodzi w interakcje, mają bardzo dużą specyficzność terapeutyczną. Oznacza to, że zwykle ilość potrzebna do wywołania efektu terapeutycznego jest niewiele niższa niż dawka toksyczna. W takim przypadku nawet niewielki wzrost stężenia leku we krwi może być szkodliwy dla organizmu. Z leków nie wymienionych w tabeli można jeszcze wymienić substancje czynne (nazwy międzynarodowe): astemizol, ketokenazol, itrakonazol, mibefradil. Po spożyciu leków zawierających astemizol lub terfenadynę obserwowano przypadki arytmii, a nawet zgony, co łączy się ze spożyciem soku grejpfrutowego.

Można spotkać zalecenia, aby pić sok grejpfrutowy 2 godziny przed lub 5 godzin po zażyciu leków, z którymi może nastąpić interakcja. Bezpieczniej jest zastąpić sok grejpfrutowy sokiem pomarańczowym, który tego typu interakcji z lekami nie wykazuje, a jest również dobrym źródłem witaminy C. Niektóre napoje są produkowane z dodatkiem soku grejpfrutowego, co nie znajduje odzwierciedlenia w ich nazwie. O ignorancji odnośnie interakcji leków z żywnością można się przekonać czytając reklamy lub ulotki dotyczące Citroseptu®, zawierającego dużo flawonoidów z grejpfruta. Nie ma w nich żadnej informacji co do jednoczesnego zażywania innych leków. Jak wynika z tab. 1 za niektóre interakcje z lekami odpowiedzialny jest kwas cytrynowy, obecny w dużych ilościach w wielu owocach, sokach i napojach, w mniejszych zaś w warzywach (z wyjątkiem pomidorów).

Uświadomienie sobie faktu, że w dużym stopniu przypadek zdecydował o zwróceniu uwagi na sok grejpfrutowy jako przyczynę interakcji z lekami, nakazuje ostrożne podejście do zaleceń żywieniowych produktów zawierających substancje biologicznie aktywne.

Wpływ przetwarzania na zawartość związków bioaktywnych

Właściwości funkcjonalne składników żywności mogą ulegać znacznym zmianom w czasie procesu technologicznego. Zwykle negatywny wpływ procesu technologicznego kojarzy się ze stratami związków biologicznie aktywnych, np. degradacją kwasu askorbinowego. Wiedza o zmianach składników funkcjonalnych żywności w

czasie procesu technologicznego jest w dalszym ciągu ograniczona. Poznanie tych zmian, wymagające wiedzy z różnych nauk, umożliwi dopiero uzyskanie produktu o odpowiednich właściwościach funkcjonalnych.

Przy przetwarzaniu owoców i warzyw zdolność antyoksydacyjna ulegać może znacznym zmianom wskutek różnokierunkowych procesów [14]:

- ubytki naturalnych antyoksydantów;
- wzrost zdolności antyoksydacyjnej naturalnych antyoksydantów;
- powstawanie nowych związków o aktywności antyoksydacyjnej;
- powstawanie nowych związków o aktywności prooksydacyjnej;
- interakcje między różnymi składnikami żywności.

Przy ogrzewaniu soku pomidorowego obserwuje się najpierw spadek zdolności antyoksydacyjnej, a przy przedłużaniu czasu jej wzrost. Tłumaczy się to degradacją naturalnych przeciwutleniaczy na początku ogrzewania, a przy dłuższym czasie ogrzewania powstawaniem związków melanoidynowych wskutek reakcji Maillarda [1]. Należy jednak uwzględnić fakt, że poszczególne związki mają różny charakter i różną przyswajalność, a więc wzrost aktywności antyoksydacyjnej nie musi być wcale zmianą pozytywną.

Zmiany aktywności przeciwutleniającej w czasie procesu technologicznego zależą m.in. od zawartości właściwości poszczególnych składników. W sokach z różnych gatunków udział np. kwasu askorbinowego i związków fenolowych jest bardzo zróżnicowany (tab. 2).

Tabela 2

Udział składników w aktywności przeciwoksydacyjnej soków z różnych gatunków owoców [13].
Contribution of constituents to the total antioxidant activity of different juices.

Sok Juice	Udział związku w aktywności przeciwoksydacyjnej [%] Contribution of juice constituent to total antioxidant activity [%]		
	polifenole polyphenols	kwas askorbinowy ascorbic acid	inne others
Jabłkowy Apple	81	6	13
Pomarańczowy Orange	8	87	5
Z czarnej porzeczki Blackcurrant	3	73	24

Niestety, oprócz nieuniknionych strat w czasie procesu technologicznego mamy niejednokrotnie do czynienia ze stratami wskutek opracowywania nowych technologii, w których wprowadza się zabiegi usuwające składniki bioaktywne. Przykładem może

być produkcją klarownego soku jabłkowego. Do sklarowania soku konieczne jest rozłożenie pektyn, a więc tracimy błonnik pokarmowy. W celu uzyskania jak najjaśniejszej barwy proponuje się usunięcie związków fenolowych, m.in. przez ich enzymatyczne utlenienie, a następnie mechaniczne usunięcie barwnych polimerów lub absorpcję polifenoli na żywicach. Prowadzi to do otrzymania soku prawie całkowicie pozbawionego aktywności przeciwoksydacyjnej.

W ostatnich latach zwiększa się wytwarzanie produktów funkcjonalnych w oparciu o owoce i warzywa. Najbardziej dynamiczną jest branża soków i napojów, do których wprowadza się szereg związków w postaci czystej lub wyciągów. Składniki w postaci czystej izoluje się z różnych surowców, otrzymuje na drodze biosyntezy lub syntezy chemicznej. Wyciągi otrzymuje się z różnych części roślin, coraz częściej z surowców leczniczych, np. z: korzenia żeń-szenia, liści jeżówki, miłorzębu. W USA dużą popularnością cieszą się m.in. napoje z dodatkiem wyciągów dziurawca jako składnika tonizującego. Zwraca się jednak uwagę, że m.in. nie znamy skutków interakcji między składnikami dziurawca a innymi lekami tonizującymi czy uspokajającymi. Przy wytwarzaniu produktów tego typu trzeba pamiętać o bardzo wieku ograniczeniach wynikających z naszego stanu wiedzy [3]. Wydaje się, że bezpieczną pod względem żywieniowym metodą otrzymywania produktów funkcjonalnych jest dodawanie niektórych produktów ubocznych przerobu owoców i warzyw. Mogą to być np. wyłoki, bogate w związki nierozpuszczalne: błonnik, polifenole, karotenoidy. Niewątpliwie każdy produkt o charakterze funkcjonalnym powinien być oceniony na podstawie badań naukowych przed wprowadzeniem na rynek.

Podsumowanie

Żywieniowcy zalecają obecnie spożywanie owoców i warzyw co najmniej 5 razy dziennie. Jest to związane głównie z zawartością w nich substancji przeciwutleniających, które winny być systematycznie dostarczane organizmowi aby uzyskać antyoksydacyjną homeostazę organizmu.

Nie ma „złego” lub „dobrego” produktu – jest dobra lub nieodpowiednia dieta. Dotyczy to również owoców i warzyw. Zagrożenia zdrowotne ze strony owoców i warzyw są znacznie mniejsze niż korzyści związane z ich spożywaniem. Z dużą ostrożnością należy podchodzić do produktów o podwyższonej zawartości związków aktywnych biologicznie, zarówno nowych odmian, jak i produktów otrzymanych przez dodanie różnych składników funkcjonalnych.

LITERATURA

- [1] Anese M., Manzocco L., Nicoli M.C., Leric C.R.: Antioxidant properties of tomato juice as affected by heating. *J Sci. Food Agric.*, **79**, 1999, 750.

- [2] Cook J.A., VanderJagt D.J., Dasgupta A., Mounkaila G., Glew R.S., Blackwell W., Glew R.H.: Use of the Trolox assay to estimate the antioxidant content of seventeen edible wild plants of Niger. *Life Sci.*, **63** (2), 1998, 1006.
- [3] Czapski J.: Wykorzystanie owoców i warzyw w produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość.*, **4** (21), 1999, 90.
- [4] Czeczot H.: Biological activities of flavonoids – a review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **9/50**, 4, 2000, 3.
- [5] Drewnowski A., Henderson S.A., Hann C.S., Berg W., Ruffin M.T.: Genetic taste markers and preferences for vegetables and fruit of female breast care patients. *J. Am. Diet. Assoc.* **100**, 2000, 191.
- [6] Giovanelli G., Lavelli V., Peri C., Nobili S.: Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. *J. Sci. Food Agric.*, **79**, 1999, 1588.
- [7] Giovannucci E., Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Colditz G.A., Willett W.C.: Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, **87**, 1995, 1767.
- [8] Halliwell B.: Vitamin C: antioxidant or pro-oxidant in vivo? *Free Radical Res.*, **25**, 1996, 439.
- [9] Jarosz M., Dzieniszewski J.: Interakcje pomiędzy lekami, a żywnością. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2000.
- [10] Johnston C.S., Taylor C.A., Hampl J.S.: More Americans are eating "5 a day" but intakes of dark green and cruciferous vegetables remain low source. *J. Nutr.* **130**, 2000, 3063.
- [11] Markowska A., Kotkowska A., Furmanek W., Gackowska L., Siwek B., Kacprzak-Strzałkowska E., Błońska A.: Ocena zawartości azotanów i azotynów w warzywach pochodzących z terenu województwa łódzkiego. *Roczniki PZH*, **44**, 1995, 341.
- [12] McKnight G.M., Duncan C.W., Leifert C., Golden M.H.: Dietary nitrate in man: friend or foe? *Br. J. Nutr.*, **B**, 1999, 349.
- [13] Miller N.J., Rice-Evans C.A.: The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chem.*, **60**, 1997, 331.
- [14] 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.
- [15] Verhoeven D.T.H., Goldbohm R.A., van Poppel G., Verhagen H., van der Brandt P.A.: Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, **5**, 1996, 733.
- [16] Walkowiak-Tomczak D., Grajek W., Nowak A., Czapski J.: Akumulacja azotanów w warzywach i metody ich usuwania. *Przem. Ferm. i Owoc.-Warz.*, **40**, 1, 1996, 25.

FRUITS AND VEGETABLES – BENEFIT OR HAZARD

S u m m a r y

Fruits and vegetables contain a number of biologically active plant chemicals, which are helpful for our health and well-being. The antioxidants are a group of such compounds, as for example ascorbic acid, carotenoids and polyphenols. Naturally occurring food toxicants and chemical contaminants founded in fruits and vegetables are not a serious healthy hazards. The identification of the bioavailability and acceptable intake of phytochemicals must be defined as the base of developing new safe varieties. It also applies to functional products with added phytochemicals. Much more attention must be paid to interactions of drugs and fruit and vegetable products. ❖

WŁODZIMIERZ GRAJEK

ŻYWNOŚĆ MODYFIKOWANA GENETYCZNIE A BEZPIECZEŃSTWO KONSUMENTA

Streszczenie

W pracy przedstawiono zagadnienia związane z wprowadzaniem żywności modyfikowanej genetycznie na rynek w aspekcie bezpieczeństwa konsumentów. Omówiono status żywności transgenicznej w świetle obowiązujących w Polsce ustaw oraz przedsięwzięcia zmierzające do ochrony konsumenta przed ryzykiem na etapie konstrukcji organizmów modyfikowanych genetycznie oraz metody wykrywania obcych genów i ich produktów w żywności.

Ostatnie lata przynoszą lawinowy wzrost prac nad roślinami transgenicznymi. Wynika to między innymi z faktu, że rośliny są głównym źródłem składników pokarmowych człowieka, a ich produkcja jest znacznie tańsza niż innych surowców spożywczych. Czynnikiem ten jest jedną z głównych przyczyn zainteresowania genetyków w ulepszaniu genetycznym roślin. W początkowym okresie głównym motorem badań nad roślinami transgenicznymi były wielkie firmy chemiczne produkujące środki ochrony roślin, a szczególnie firmy produkujące herbicydy. Większość z nich to firmy amerykańskie i europejskie, dysponujące zaawansowaną technologią i ogromnym budżetem na badania naukowe. Wśród nich należy wymienić: Monsanto, Zeneca, AgrEvo, Calgene, Asgrow i AVEBE. W ostatnim dziesięcioleciu widoczne jest jednak wyraźne przesunięcie kierunków modyfikacji roślin transgenicznych z typowo rolniczych (ochrona przez herbicydami, patogenami, chorobami, zasoleniem, wymarzaniem itp.) na rzecz produkcji ulepszonych surowców dla przemysłu spożywczego oraz produkcji leków [1, 2]. W pracach genetycznych prowadzonych w celu uzyskania żywności transgenicznej dominują trzy kierunki:

- 1) wzbogacanie żywności w składniki podnoszące ich wartość żywieniową,
- 2) usuwanie substancji szkodliwych i niepożądanych,
- 3) poprawa cech funkcjonalnych związanych z procesami przetwórczymi.

Zakłada się, że wprowadzenie powyższych modyfikacji genetycznych powinno doprowadzić do znacznego polepszenia jakości surowców roślinnych i wytworzenia żywności zdrowszej i bezpieczniejszej dla konsumenta.

O dynamice wprowadzania roślin transgenicznych do upraw polowych świadczy gwałtowny wzrost obszaru uprawowego. W zasadzie szybszy wzrost areału obsiewanego roślinami transgenicznymi był ograniczony wyłącznie brakiem materiału siewnego. Zdecydowana większość upraw ma miejsce w Ameryce. W Polsce po raz pierwszy dopuszczono do doświadczeń polowych z roślinami transgenicznymi dopiero w 1997 r.

Pojawienie się na rynku pierwszych transgenicznych roślin spowodowało wiele dyskusji i kontrowersji. W pierwszym rządzie wyrażano obawy o bezpieczeństwo konsumentów i środowiska naturalnego, poruszano także zagadnienia etyczne i prawne związane ze spożywaniem żywności transgenicznej, wreszcie pojawiły się w dyskusjach wątki ekonomiczne i polityczne. Doprowadziło to do uchwalenia przez Unię Europejską aktów prawnych regulujących obecność żywności transgenicznej na rynku europejskim. Regulacja Parlamentu Europejskiego EC Nr 258/97 z dnia 27.01.1997 r włącza żywność transgeniczną do kategorii tzw. nowej żywności (novel food). Pojęcie to obejmuje następujące grupy żywności zmodyfikowanej genetycznie (WHO 1996):

- żywność zawierająca genetycznie zmodyfikowane składniki lub będąca organizmem modyfikowanym genetycznie (GMO),
- żywność i jej składniki produkowane przez GMO, lecz nie zawierające GMO,
- żywność i jej składniki zawierające nową lub celowo zmodyfikowaną podstawową strukturę molekularną,
- żywność i jej składniki składające się lub izolowane z roślin i zwierząt hodowlanych i rozmnażanych nietradycyjnymi metodami, a jednocześnie nie posiadające własnej historii ich bezpiecznego stosowania dla celów spożywczych.

Na marginesie należy dodać, że pod pojęciem „novel food” kryją się także inne kategorie żywności, nie mające związku z GMO.

Aktualnie największe znaczenie mają dwie pierwsze grupy żywności transgenicznej. Do pierwszej z nich zalicza się całe produkty spożywcze lub ich składniki produkowane w oparciu o surowce transgeniczne lub spożywane bezpośrednio, np. modyfikowane pomidory, przetwory z modyfikowanych pomidorów, modyfikowane truskawki czy lody truskawkowe zawierające transgeniczne owoce, itp.

Przykładem drugiej grupy produktów może być olej rzepakowy uzyskany z rzepaku odpornego na herbicydy i produkty w skład których taki olej wchodzi, np. majonezy, czy cukier wyprodukowany z transgenicznych buraków cukrowych i produkty spożywcze zawierające taki cukier. Choć regulacja EC wyklucza z pojęcia nowej żywności dodatki do żywności, należy też wspomnieć, że od wielu lat w produkcji żywności stosuje się szereg substancji wytwarzanych przez GMO, np. enzymy.

Do trzeciej grupy produktów można zaliczyć pszenicę wzbogaconą w deficytowe, egzogenne aminokwasy, natomiast przedstawicielem czwartej grupy mogą być klonowane zwierzęta.

Z punktu ochrony interesów konsumenta żywność genetycznie modyfikowana nie może stanowić żadnego zagrożenia dla zdrowia konsumenta, wprowadzać w błąd konsumenta oraz nie powinna różnić się, co do swoich skutków żywieniowych od tradycyjnej żywności i jej składników, które zastępuje.

Ocena bezpieczeństwa żywności powinna uwzględniać bezpośrednie konsekwencje wynikające z obecności w żywności nowych genów, tzn. konsekwencje żywieniowe, toksykologiczne i alergiczne. Obecność samych obcych genów nie stanowi zagrożenia, gdyż są one szybko trawione w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt (wszak w każdej komórce roślinnej czy zwierzęcej jest wiele genów i z naszą dietą spożywamy je każdego dnia). Problem może natomiast stanowić istotna zmiana dotychczasowego poziomu składników spożywczych w nowym produkcie, czy pojawienie się toksyn lub substancji alergicznych. Kwestie te wymagają szczegółowych badań przy każdym nowym produkcie spożywczym mającym związek z GMO.

Szczególną uwagę przywiązuje się do stosowania odpowiedniego źródła genów, które są następnie wprowadzane do nowych roślin lub zwierząt. Dawca genów powinien bezwzględnie należeć do organizmów bezpiecznych dla zdrowia człowieka i o długim zastosowaniu do celów spożywczych. W przypadku roślin powinna ona należeć do roślin uprawnych o długiej historii stosowania jej do celów spożywczych. W przypadku drobnoustrojów muszą one należeć do tzw. grupy GRAS, tj. uznanych powszechnie jako bezpieczne, jak bakterie mlekowe, czy drożdże *Saccharomyces cerevisiae*. Pod uwagę brane jest pochodzenie źródła genu, klasyfikacja taksonomiczna organizmu, sposób jego identyfikacji (szczególnie metodami molekularnymi), relacja organizmu-dawcy do innych organizmów z uwzględnieniem możliwości przeniesienia informacji genetycznej do innych organizmów, historia stosowania dawcy jako żywności, infekcyjność wobec roślin, zwierząt i ludzi, obecność czynników antyżywniowych, toksyn i alergenów oraz skład chemiczny, szczególnie udział ważniejszych składników chemicznych.

Przy procedurze dopuszczenia GMO do obrotu bierze się także pod uwagę metody i materiały używane do modyfikacji genetycznej, w tym rodzaj użytego wektora/konstruktu, rodzaj insertu, częstość jego mobilizacji i zdolności przenoszenia się, precyzję wycięcia genu z rodzicielskiego genomu, czystość insertu, identyczność funkcjonalną przenoszonego genu, umiejscowienie insertu w komórce, metodę transformacji, aktywność promotora w odniesieniu do innych organizmów, rodzaj terminatorów, sekwencji sygnałnych, sekwencji wzmacniających oraz markerów genetycznych. Te ostatnie są pod szczególną uwagą, gdyż stosowane dotąd markery antybioty-

kowe spotkały się z druzgocącą krytyką i są obecnie wycofywane i zastępowane przez geny kodujące „świecące produkty”.

Dokładnej analizie poddaje się także uzyskany GMO. Obejmuje ona opis jego cech genetycznych, cechy fenotypowe, liczbę kopii wprowadzonego genu, stabilność nowej cechy i całego genomu GMO, charakterystykę ekspresji nowego genu, określenie funkcji wyprodukowanego białka i jego aktywność biologiczną, możliwości wykrywania produktów ekspresji oraz aspekty zdrowotne nowego GMO. Wśród nich można wymienić właściwości toksyczne i alergiczne, zdolność do kolonizacji, patogenność, zakaźność, stabilność biologiczną, oporność na antybiotyki i inne.

Najlepszym sposobem oceny bezpieczeństwa nowego produktu spożywczego jest jego porównanie z odpowiadającym mu konwencjonalnym produktem, uważanym od dawna za bezpieczny. Jako standardy, do porównań, stosowane są tradycyjne produkty spożywane przez dane społeczeństwo na danym obszarze geograficznym. Porównanie obejmuje dwie grupy cech: charakterystykę fenotypową oraz porównanie składu chemicznego.

Ocena identyczności lub podobieństwa fenotypów roślin transgenicznych z roślinami tradycyjnymi uwzględnia morfologię rośliny, wzrost, plonowanie, odporność na choroby i inne ważne cechy. W przypadku zwierząt pod uwagę są brane budowa zwierzęcia, jego wzrost, fizjologia, produktywność, zdrowotność i przyrosty masy ciała. Ocena mikroorganizmów obejmuje charakterystykę taksonomiczną, potencjał do kolonizacji, infekcyjność, patogenność, obecność plazmidów, podatność na atak wirusowy, oporność na antybiotyki, produkcję toksyn i inne. Istotne zmiany w fenotypie GMO są sygnałem poważnych zakłóceń w genomie spowodowanych wprowadzeniem obcego DNA.

Powszechnie przyjętą koncepcją oceny bezpieczeństwa nowych produktów biotechnologicznych jest koncepcja równoważności składnikowej (ang. substantial equivalence). Oznacza to, że jeżeli nowy produkt spożywczy jest chemicznie równoważny z produktem dotychczas istniejącym, to powinien być oceniany pod względem bezpieczeństwa zdrowotnego według tych samych procedur co produkt konwencjonalny. Takie porównanie może być proste lub może obejmować bardziej skomplikowane procedury, uwzględniające niekiedy badania toksykologiczne, testy alergiczne oraz studia metaboliczne i żywieniowe. Bezpieczeństwo i akceptacja nowej żywności opiera się głównie na doświadczeniu, zaś opieranie się na koncepcji równoważności składnikowej nie jest samo w sobie metodą oznaczania bezpieczeństwa, lecz stanowi dynamiczne podejście do oceny bezpieczeństwa nowych produktów. Tego typu badania są przeprowadzane na koszt producenta żywności i zabezpieczają go prawnie w zakresie odpowiedzialności za produkt wprowadzony na rynek.

Pełna ocena bezpieczeństwa żywności produkowanej z surowców transgenicznych powinna uwzględniać następujące elementy:

- bezpośrednie konsekwencje dla konsumenta wynikające z obecności w żywności nowych genów (żywnościowe, toksykologiczne i alergiczne),
- konsekwencje żywieniowe wynikające ze zmiany poziomu niektórych składników w nowym produkcie spożywczym spowodowane zmianami genetycznymi,
- pośredni wpływ nowych produktów genów (RNA i białek) na metabolizm transgenicznych organizmów, prowadzących do powstania nowych, dodatkowych składników lub zmiany poziomu istniejących dotąd składników,
- możliwość zajścia mutacji w czasie przeprowadzania modyfikacji genetycznej, takich jak przerwanie sekwencji kodujących lub kontrolnych lub aktywacja uśpionych genów, prowadzące do powstania nowych lub zmiany zawartości istniejących składników,
- możliwość transferu genów do mikroflory jelitowej z GMO lub żywności zawierającej GMO,
- nabycie właściwości chorobotwórczych przez mikroorganizmy modyfikowane genetycznie.

Wiele z wymienionych zagrożeń jest trudne do wykrycia. Dotyczy to przede wszystkim możliwości negatywnego wpływu wprowadzonych sekwencji DNA oraz wytworzonych na ich bazie białek na funkcjonowanie genów istniejących w modyfikowanym organizmie. Stąd ocena bezpieczeństwa GMO musi być niekiedy oparta na skomplikowanych i wielokierunkowych procedurach analitycznych z użyciem metod analizy molekularnej.

Podstawowe zagrożenie stanowi możliwość pojawienia się w żywności alergenów i toksyn. Większość białek wprowadzanych do żywności jest podatna na trawienie i ulega denaturacji w czasie obróbki termicznej. Stwierdzenie, że heterologiczne białko nie ulega trawieniu i jest odporne na obróbkę technologiczną jest wyraźnym sygnałem, że białko to może być alergenem. Dotyczy to szczególnie białek glikozylowanych. Aktualnie znanych jest ponad 200 rodzajów żywności, które wywołują u ludzi objawy alergii pokarmowej. Wiele alergenów zostało dokładnie scharakteryzowanych, szczególnie pod kątem niebezpiecznych sekwencji aminokwasowych. Poznano sekwencję ponad 180 alergenów, a informacje na ten temat można uzyskać z publicznie dostępnych baz danych: FASTA, GenBank, PIR, EMBL i SwissProt. Szczegółowa analiza sekwencji aminokwasowych w nowych białkach prowadzi zwykle do wykrycia potencjalnych epitopów alergenów. Brak niebezpiecznych sekwencji aminokwasowych oraz dokładne określenie struktury i funkcji nowego białka wyklucza niebezpieczeństwo dla konsumenta. Badania takie powinny być uzupełnione o reakcje immunologiczne u ludzi po spożyciu GMO (przeciwciała IgE). Badania tego typu wykorzystują zwykle testy *in vitro* z użyciem radiosorbenta (RAST), oznaczanie inhibicji RAST oraz analiza w oparciu o metodę ELISA. Przeprowadzane są także testy serologiczne z użyciem 14 lub 5 surowic.

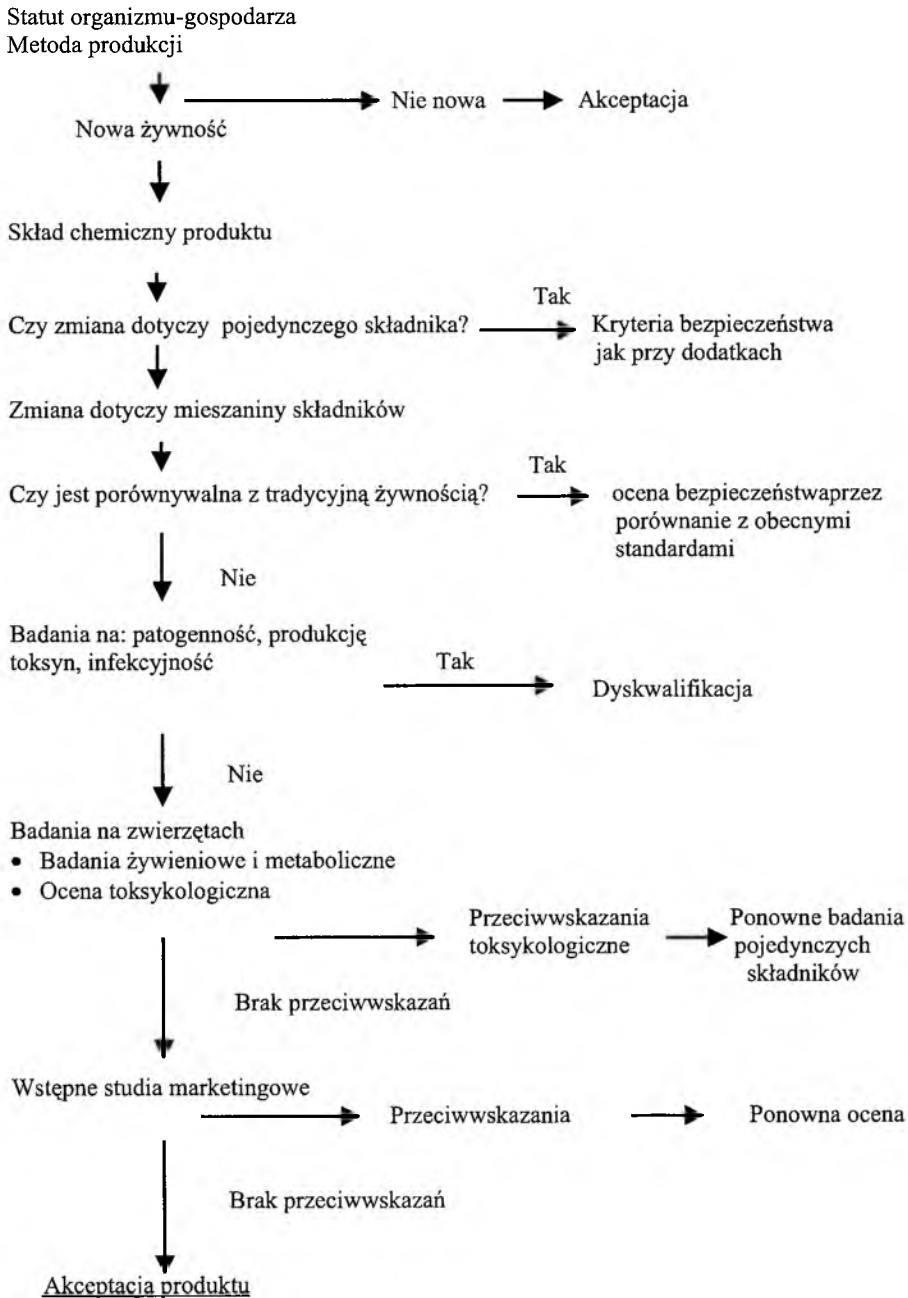
Wiadomo, że aż ponad 90 % alergii jest związane z zaledwie ośmioma grupami produktów spożywczych (jaja, ryby, skorupiaki, mleko, orzeszki ziemne, soja, orzechy i pszenica). Stąd też przy pobieraniu genów z takich źródeł konieczna jest szczególna ostrożność. Duże zagrożenie stanowią też składniki pochodzące od roślin „egzotycznych” w sensie braku wcześniejszego kontaktu konsumentów z takimi produktami.

Badania GMO obejmują także analizę toksykologiczną obejmującą efekty żywieniowe i fizjologiczne. Są one oparte na długotrwałych badaniach żywieniowych. Warto jednak zaznaczyć, że wiele modyfikacji dotyczy niejadalnych części roślin i w takim przypadku zagrożenia dla konsumenta są o wiele mniejsze. Typowy schemat procedury związanej z oceną bezpieczeństwa żywności zmodyfikowanej genetycznie przedstawiono na rys. 1.

W USA i krajach zachodnio-europejskich odpowiedzialność za skutki spożycia produktu spożywczego spadają na producentów. Dotyczy to także żywności transgenicznej, stąd wszystkie firmy stosujące tego typu surowce prowadzą bardzo szczegółowe badania mające na celu wykrycie wszelkich ujemnych oddziaływań takiej żywności na zdrowie człowieka. Należy z całą mocą podkreślić, że jak dotąd nie jest znany żaden przypadek, aby spożycie żywności transgenicznej spowodowało uszczerbek na zdrowiu konsumentów.

Pierwszym krajem, który uregulował zasady znakowania żywności transgenicznej była Kanada (1994 r.). Od samego początku pojawiły się zasadnicze różnice w podejściu do tego zagadnienia przez państwa Unii Europejskiej oraz przez Stany Zjednoczone. Te ostatnie wykazały znacznie liberalniejsze podejście do wprowadzenia do obrotu GMO niż państwa europejskie. W USA obowiązuje zasada, że znakowaniu powinna podlegać tylko ta żywność transgeniczna, której skład chemiczny różni się istotnie od składu chemicznego odpowiadającej żywności konwencjonalnej. W tym rozumieniu olej rzepakowy uzyskany z rośliny transgenicznej nie wymaga znakowania, gdyż niczym nie różni się od oleju z rzepaku tradycyjnego. Wprowadzone do rośliny zmiany genetyczne nie miały, w tym przypadku żadnego wpływu na przebieg syntezy oleju i jest on identyczny z olejem otrzymanym ze starych odmian rzepaku.

Podejście Unii Europejskiej jest dużo ostrożniejsze i wymagane jest znakowanie wszystkich produktów spożywczych, które zostały uzyskane drogami niekonwencjonalnymi, w tym za pomocą metod inżynierii genetycznej. Oznakowanie powinno obejmować szereg elementów, w tym informację, że dana żywność zawiera GMO, charakterystykę chemiczną nowego produktu, a szczególnie wskazanie na różnice między nowym produktem a produktem konwencjonalnym, informację o obecności składników, które mogą wpływać na zdrowie konsumenta, np. alergeny oraz wskazanie na obecność niekonwencjonalnych składników, które mogą być kontrowersyjne w sensie etycznym. W tym ostatnim przypadku chodzi głównie o kwestie religijne, jak obecność białek pochodzenia zwierzęcego w surowcach roślinnych.



Rys. 1. Procedura oceny bezpieczeństwa nowej żywności.

Fig. 1. Procedure of novel food safety evaluation.

Polska ustawa o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z 11 maja 2001 r. nakłada na producenta obowiązek znakowania żywności zmodyfikowanej genetycznie (ŻGM), jeżeli zawartość GMO w produkcie przekracza 1% [5]. Oznakowanie powinno zawierać: nazwę GMO i określenie ”produkt genetycznie zmodyfikowany”, przewidywany obszar stosowania produktu GMO, zastosowanie produktu GMO i dokładne warunki użytkowania, wymagania odnośnie magazynowania i transportu oraz informację o różnicy wartości użytkowej między produktem GMO a jego tradycyjnym odpowiednikiem. Wprowadzenie żywności zmodyfikowanej genetycznie do produkcji i obrotu poprzedza postępowanie Głównego Inspektora Sanitarnego mające na celu stwierdzenie, że nie zagraża ona konsumentowi i środowisku. Z wnioskiem o takie postępowanie występuje producent lub importer. Sprawy obrotu żywnością transgeniczną są w pewnych aspektach objęte ustawą o organizmach genetycznie modyfikowanych [5, 6].

U podstaw regulacji prawnych związanych ze stosowaniem żywności transgenicznej leży troska o bezpieczeństwo konsumentów rozumiana jako gwarancja, że spożywany produkt nie będzie szkodliwy dla zdrowia konsumenta ani przy bezpośrednim spożyciu w stanie nieprzetworzonym lub przetworzonym, ani w czasie jego przyrządzania.

Liberalne podejście Stanów Zjednoczonych do wprowadzania żywności transgenicznej na rynek oraz ogromna przewaga technologiczna tego kraju doprowadziły do powstania ogromnego dystansu w stosunku do Europy. Konsekwencją tego stało się protekcyjniczne podejście Unii Europejskiej do własnej produkcji rolniczej i próba utrzymania dotychczasowej pozycji na rynku przez politykę restrykcyjną wobec żywności transgenicznej. Wydaje się jednak, że taka polityka jest nie do utrzymania i bez zdecydowanego postępu naukowo-technicznego w zakresie nowoczesnej biotechnologii opóźnienie się pogłębi.

Zasadnicze znaczenie dla ochrony konsumenta ma możliwość skutecznego wykrywania GMO w produktach spożywczych przez odpowiednie służby kontrolne. Aktualnie stosowane metody polegają na wykrywaniu:

- zmodyfikowanego materiału genetycznego – DNA,
- produktów genów, tj. RNA i obcych białek.

Wykrywanie obcego DNA w żywności ogranicza się na ogół do poszukiwania sekwencji DNA znanych białek, stanowiących przedmiot deklarowanej modyfikacji, oraz elementów stosowanych konstruktów:

- promotorów obcego pochodzenia (np. wirusa kalafiora 35S CaMV),
- terminatorów obcego pochodzenia (np. *nos* z bakterii *Agrobacterium tumefaciens*),
- genów markerowych stosowanych do selekcji transformowanych organizmów (np. genów oporności antybiotykowej lub „świecących” białek).

Wykrywanie obcych sekwencji DNA wymaga specjalistycznej aparatury i doświadczenia w zakresie metod nowoczesnej biologii molekularnej. Dodatkowe utrudnienie stanowi właściwa interpretacja wyników. Wykrycie tylko promotora CaMV lub terminatora *nos*, które występują naturalnie w roślinach wskutek infekcji bakteryjnych lub wirusowych, jeszcze nie jest ostatecznym dowodem na przeprowadzone modyfikacje genetyczne, jednak wykrycie obu tych sekwencji naraz w jednej roślinie jest poważnym dowodem.

Aktualnie podstawowym typem analizy stosowanym do kontroli ilościowej obcego DNA są dwie metody: współzawodnicza PCR, która jest metodą tańszą, ale bardzo pracochłonną, oraz RT-PCR (real-time PCR).

Ważną wskazówką przy wykrywaniu GMO jest analiza białek produkowanych przez obce geny. Są to złożone i wielokierunkowe badania oparte na następujących metodach analitycznych:

- chromatografia gazowa połączona ze spektrometrią masową (GC-MS),
- wysokociśnieniowa chromatografia cieczowa (HPLC),
- elektroforeza kapilarna (CE),
- metody immunologiczne, w tym Western blot i ELISA (łatwa do automatyzacji).

Ogromnym utrudnieniem w wykrywaniu obcych białek jest ich niskie stężenie w produkcie żywnościowym. Zwykle wydajność ekspresji obcych genów jest bardzo mała, rzędu kilku setnych procenta masy jadalnych części rośliny. Najczęściej stężenie obcych białek jest poniżej poziomu ppm, a niekiedy tylko ppb lub ppt. Należy także pamiętać, że wiele heterologicznych białek jest wytwarzanych w innych niejadalnych częściach roślin i w ten sposób niewykrywalne w żywności, mimo że roślina była poddawana modyfikacjom genetycznym. Przykładem może być toksyna *Bacillus thuringensis*, produkowana w liściach. Oznacza to, że prawidłowa ocena powinna obejmować całą roślinę i powinna być przeprowadzana w różnych fazach jej wzrostu. Tego typu podejście wymaga współpracy między producentem żywności i instytucjami kontrolującymi i musi być oparte na uczciwości producenta.

W dyskusjach nad żywnością transgeniczną nie porusza się faktu, że możliwe jest przeprowadzenie zmiany genetycznej w taki sposób, że jest ona bardzo trudna do wykrycia. Wystarczy użyć sekwencji regulatorowych lub genów strukturalnych nie stosowanych w dotychczasowych procedurach inżynierii genetycznej. Aktualna praktyka analityczna jest ukierunkowana przede wszystkim na wykrywanie znanych fragmentów DNA (promotorów, terminatorów, genów strukturalnych, genów markerowych), stosowanych i zdeklarowanych dotychczas przez głównych producentów żywności transgenicznej. Szukanie „po omacku” obcych genów jest syzyfową pracą i w zasadzie nie jest stosowana w rutynowych analizach. Jest oczywiste, że w takim przypadku szczególnego znaczenia nabiera analiza porównawcza białek.


Analiza stosunku polskiego społeczeństwa do żywności transgenicznej wskazuje na dużą ostrożność konsumentów i ich poważne obawy odnośnie bezpieczeństwa spożywania takiej żywności [3, 4]. Stan ten jest dobrze znany producentom żywności i aktualnie wszystkie renomowane firmy żywnościowe nie stosują ani surowców transgenicznych, ani składników pochodzących od GMO. Wydaje się jednak, że dokładna kontrola w skali kraju, prowadzona przez wyspecjalizowane i niezależne laboratoria, jest absolutnie potrzebna i w dalszej perspektywie może się przyczynić do uspokojenia opinii społecznej w zakresie bezpieczeństwa związanego z żywnością transgeniczną.

LITERATURA

- [1] Grajek W.: Transgeniczne surowce roślinne a bezpieczeństwo konsumentów. *Przem. Ferm. i Warz.-Owoc.*, **8**, 1999, 14-16 i **9**: 7-11.
- [2] Grajek W.: Biotechnologiczne metody kształtowania jakości żywności - produkcja dodatków do żywności oraz rośliny transgeniczne. W: *Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności*. Red.: Czapski J., Grajek W., Pospiech E., Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, Poznań 1999, 299-341.
- [3] Pozorski P., Pozorska A., Twardowski T.: Nowa żywność - perspektywy i aspekty prawne. *Przemysł Spoż.*, **1**, 1999, 7-9.
- [4] Twardowska-Pozorska A., Grajek W., Twardowski T.: Biotechnologia w polskiej opinii społecznej: dynamika zmian w latach 1998-2000. *Biotechnologia* **1 (52)** 2001, 87-100.
- [5] Ustawa o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia z dnia 11 maja 2001, Dz. U. Nr 63, poz. 634.
- [6] Ustawa o organizmach genetycznie zmodyfikowanych z dnia 22 czerwca 2001 Dz. U., Nr 76, poz. 811.

GENETICALLY MODIFIED FOOD AND CONSUMER SAFETY

Summary

This paper presents a critical review on the introduction of genetically modified foods on the Polish market taking into account different aspects of consumer safety. Legal statute of transgenic food in Poland as well as all precautions related to the genetical transformation of organisms are discussed. In this review are also presented modern methods for heterologic genes and protein detection. 

ANNA GRONOWSKA-SENGER

BŁĘDY ŻYWIENIOWE STANOWIĄCE RYZYKO DLA ZDROWIA W POLSCE

Streszczenie

Omówiono rozwój zasad prawidłowego żywienia na tle rozwoju nauki o żywieniu. Przedstawiono uwarunkowania sposobu żywienia Polaków oraz główne zagrożenia zdrowotne spowodowane wadliwym żywniem i jego przyczyny. Wskazano działania zmierzające do poprawy sytuacji w tym zakresie.

Od zarania dziejów ludzkości pierwszym i podstawowym zajęciem warunkującym jej egzystencję było zdobywanie pożywienia. W miarę upływu wieków wskutek migracji, wojen oraz handlu, pojawiały się coraz to nowe rodzaje żywności oraz sposoby jej przyrządzania. Rozwój przemysłu, postęp cywilizacyjny, światowy import żywności wpłynęły na zmianę stylu życia i zwyczajów żywieniowych człowieka XXI wieku. Rosnące tempo życia, praca zawodowa kobiet, wyższy status ekonomiczny spowodowały, że potrzeby żywieniowe coraz częściej realizowane są poza domem, niejednokrotnie w sposób odbiegający od tego, co rozumie się pod pojęciem racjonalnego żywienia, tj. takiego, które stanowi kompromis między ochroną zdrowia, statusem ekonomicznym i nawykami żywieniowymi (rys. 1). Jego głównym celem jest zapewnienie prawidłowego żywienia, czyli warunkującego normalny rozwój i funkcjonowanie organizmu stosownie do wieku, płci, warunków bytowania, wysiłku fizycznego. Zasady prawidłowego żywienia powstawały stopniowo w miarę rozwoju nauki o żywności i żywieniu człowieka. W pierwszej kolejności poznano choroby wynikłe z niedoboru składników pokarmowych, jak np. gnilec, beri-beri, pelagra, kseroftalmia czy choroby głodowe, stąd początkowo podstawową jego zasadą było pokrycie zapotrzebowania na energię i poznane składniki odżywcze. Nie doceniano niebezpiecznych dla zdrowia skutków nadmiernego ich spożycia, jak i niewłaściwych proporcji między nimi. Dopiero później, w wyniku nagromadzenia dowodów epidemiolo-

gicznych, klinicznych oraz doświadczalnych wykazano, że nie tylko niedożywienie ale również przekarmienie stanowi ryzyko dla zdrowia, co ilustruje schemat 1. Wprowadzie żywienie nie jest jedynym czynnikiem odpowiedzialnym za powstawanie chorób na tym tle, nie mniej jednak ważącym.



Rys. 1. Składowe racjonalnego żywienia.

Fig. 1. Proper nutrition elements.



Schemat 1. Powiązanie między niektórymi chorobami a żywnością

Scheme 1. Relations between selected health disorders and nutrition

Badania ostatnich lat [1, 2, 13, 22, 25] wykazały, że ryzyko powstawania chorób wskutek nieprawidłowego żywienia uzależnione jest też od predyspozycji genetycznych człowieka, skutkiem czego może on różnie reagować na zawarte w pożywieniu składniki. Żywność, poza składnikami odżywczymi, zawiera także substancje nie mające takiego charakteru, jak np.: konserwanty, przeciwutleniacze, emulgatory, stabilizatory, koloranty, metale ciężkie, azotyny, azotany i inne, mogące stanowić pewne ryzyko dla zdrowia. Świadczą o tym coraz częściej pojawiające się reakcje alergiczne po ich spożyciu powodujące, że alergię pokarmową stały się współcześnie poważnym problemem zdrowotnym, który prawdopodobnie będzie się nasilał w miarę wprowadzania nowych technologii oraz rodzajów żywności, jak: modyfikowana genetycznie czy funkcjonalna. Dlatego, między innymi, w świetle dostępnych danych [3, 5, 6, 8, 11, 17, 20, 21, 23, 24, 32, 33, 37], zaleca się rozpatrywanie ryzyka występowania chorób na tle nieprawidłowego żywienia w kontekście spożycia określonych grup produktów, a nie pojedynczych składników.

W Polsce w ostatnich latach nastąpiły zasadnicze zmiany w sposobie żywienia społeczeństwa, podyktowane głównie, chociaż nie tylko, nowymi warunkami ekonomicznymi, które to spowodowały znaczne zróżnicowanie warunków bytowych ludności, potęgując niekorzystne tendencje w sferze żywienia. Przyczyną takiego stanu rzeczy poza wyżej wymienionymi jest też niski poziom oświaty żywieniowej w naszym społeczeństwie oraz niedocenianie roli prawidłowego żywienia w zachowaniu zdrowia [14, 15, 16, 30]. Do najczęściej popełnianych przez ogół społeczeństwa błędów w żywieniu należą:

- nieregularność spożywania posiłków,
- zbyt długie przerwy między nimi,
- opuszczanie I i II śniadań,
- pojadanie między posiłkami,
- monotonia żywieniowa,
- nieprawidłowa struktura ilościowa i jakościowa racji pokarmowej.

Błędy te dotyczą również żywienia dzieci i młodzieży, a ich następstwem jest występowanie u około 15% dzieci w wieku 1–14 lat niedoboru masy ciała, a u 11% nadwagi i otyłości (tab. 1). Nie lepiej odsetki te wyglądają dla młodzieży (tab. 2) [4, 9, 41].

Efektom popełnianych błędów jest wadliwe żywienie przeważającej części ogółu ludności Polski, o czym świadczy liczba osób z zaburzeniami zdrowia z tego powodu (tab. 3). Wadliwe żywienie dotyczy zarówno niedokarmienia jak i przekarmienia (rys. 2), stwarzając ryzyko występowania chorób na tym tle. Wprawdzie epidemiologia wielu z tych chorób, jak i odchylenia w stanie zdrowia Polaków znane są w większości z badań fragmentarycznych, nie w pełni reprezentatywnych dla ogółu ludności, nie mniej wskazują na określone zależności między żywieniem a zdrowiem. Ostatnio co-

raz więcej uwagi zwraca się na skutki zdrowotne niedokarmiania, tj. osteoporozę, wole endemiczne, niedokrwistość, próchnicę, opóźnienie wzrastania i dojrzewania, wady cewy nerwowej. Wszystkie one związane są z niedostatecznym spożyciem przez ogół naszego społeczeństwa określonych składników pokarmowych (rys. 3), powodując wzrost ryzyka zachorowalności. Wskazują też na konieczność podejmowania na szeroką skalę działań profilaktycznych o różnym charakterze, celem poprawy zdrowia naszego społeczeństwa.

Tabela 1

Wskaźnik masy ciała (BMI) dzieci w wieku 1–14 lat (%).
Body mass index (BMI) of children at age 1–14 years (%).

Wiek (lata)	Niedobór masy ciała	Nadwaga i otyłość
chłopcy		
1-4	35,0	13,3
5-9	15,0	14,5
10-14	4,4	11,1
Ogółem	15,2	12,8
dziewczęta		
1-4	31,6	12,9
5-9	13,3	11,7
10-14	4,2	6,6
Ogółem	14,0	9,9

Źródło: A. Oblacińska 2000.

Tabela 2

Wskaźnik masy ciała (BMI) młodzieży w wieku 15-19 lat (%).
Body mass index (BMI) of youth at age 15-19 years (%).

Płeć	Niedobór masy ciała	Nadwaga	Otyłość
Chłopcy	7,1	6,0	2,8
Dziewczęta	14,3	2,7	1,7

Źródło: A. Oblacińska 2000.

Szczególnie niepokojące są błędy żywieniowe popełniane przez kobiety ciężarne, stanowiąc jedną z przyczyn niskiej masy urodzeniowej noworodków (około 7–8%), co stawia Polskę w czołówce państw europejskich [2, 19, 28]. Błędy te powielane w późniejszym wieku skutkują gorszymi postępami w nauce oraz niezadowolającymi wskaźnikami rozwoju fizycznego [10, 19, 29, 34, 41].

Tabela 3

Liczba osób z zaburzeniami zdrowia na tle wadliwego żywienia.

Number of people with health disorders as a result of unproper nutrition.

Jednostki chorobowe	Liczebność/rok
Choroba niedokrwienna serca	~ 1 000 000
Zawał mięśnia serca	~ 100 000
Populacja osób z nadciśnieniem bądź zagrożonych tą chorobą	~ 3 000 000
Udary	~ 70 000
Populacja osób z cukrzycą bądź zagrożonych tą chorobą	1 000 000 – 3 000 000
Kamica żółciowa	400 000 – 600 000
Niedokrwistość z niedoboru	~ 1 000 000 Kobiety w okresie rozrodczym, część dzieci z trudnych warunków społeczno-bytowych oraz część osób w wieku podeszłym
Populacja osób z osteoporozą bądź zagrożonych tą chorobą	~ 2 000 000 (powyżej 45 r. ż.)
Niedobór jodu (na podstawie wydalania jodu w moczu)	~ 2 500 000 (6-13 r. ż.)
Wole endemiczne	~ 500 000 (6-13 r. ż.)
Niedobory wysokości i masy ciała	~600 000
Otyłość	M ~1 500 000 K ~ 2 100 000
Nowotwory: żołądka, jelita grubego, trzustki, piersi u kobiet, gruczołu krokowego u mężczyzn	~26 000
Zatrucia i zakażenia pokarmowe	~ 30 000

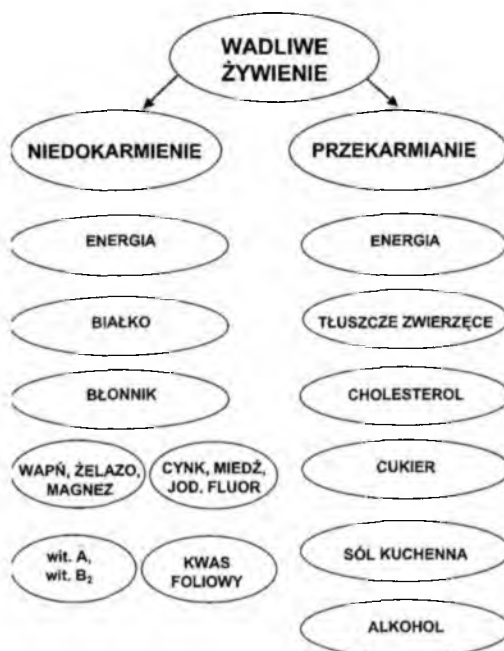
Źródło: Dane szacunkowe IŻŻ, 1997.

Osobną kwestią wartą zastanowienia jest sztuczne karmienie niemowląt w pierwszych sześciu miesiącach życia. W świetle obecnej wiedzy [2, 19, 29], wszędzie tam, gdzie nie ma przeciwwskazań powinno stosować się karmienie naturalne.

Równie niebezpieczne dla zdrowia, jak niedokarmianie, jest przekarmianie, w wyniku którego pojawiły się choroby cywilizacyjne: miażdżyca, nadciśnienie, otyłość, cukrzyca, nowotwory. Są one skutkiem nadmiernego spożycia energii, tłuszczu zwierzęcego, cukru, soli kuchennej oraz alkoholu [3, 5, 7, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 26]. Choroby te, a zwłaszcza otyłość, nadciśnienie i nowotwory stanowią nasilający się problem zdrowotny w Polsce [28], dotycząc nie tylko osoby dorosłe, ale również dzieci i młodzież [4, 9, 25, 26, 32].



Rys. 2. Skutki wadliwego żywienia w Polsce.
 Fig. 2. The effects of unproper nutrition in Poland.



Rys. 3. Elementy wadliwego żywienia w Polsce.
 Fig. 3. The elements of unproper nutrition in Poland.

Przeprowadzone w kraju badania [4, 15, 18, 26] wskazują na dość wysoki odsetek osób dorosłych z otyłością (tab. 4), stanowiącą ryzyko rozwoju chorób układu krążenia i podwyższonej śmiertelności. W badaniach tych ustalono także, iż do składników pokarmowych odgrywających zasadniczą rolę w tej chorobie należą węglowodany. Szczególnie niekorzystne są mono- i disacharydy, natomiast korzystnie wpływa błonnik pokarmowy. Przeciętna racja pokarmowa w Polsce charakteryzuje się stosunkowo niską zawartością błonnika pokarmowego (około 17 g) i zbyt niskim udziałem energii z węglowodanów, a za wysokim z sacharozy i tłuszczu (tab. 5).

Tabela 4

Wskaźnik masy ciała (BMI) w populacji polskiej.
Body mass index (BMI) of Polish population.

BMI	< 25	25-30	> 30
Mężczyźni	30%	50%	20%
Kobiety	32%	38%	30%

Źródło: S. Rywik, Czynniki ryzyka, 1997.

Tabela 5

Udział podstawowych składników odżywczych w ogólnej wartości energetycznej spożycia w gospodarstwach domowych ogółem w 1999 roku w Polsce.

The share of basic nutrients in total energy intake at Polish households in 1999.

Wyszczególnienie	% energii
Białko	11,8
Tłuszcze	35,2
Węglowodany	52,6
w tym: sacharoza	12,6

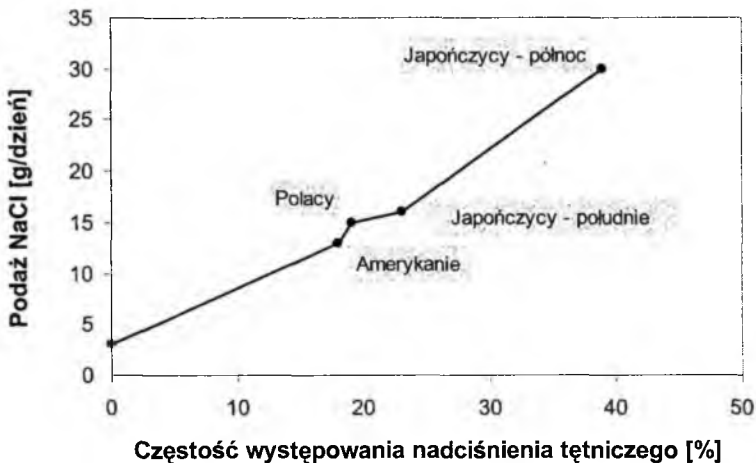
Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych GUS 2001.

W skali społecznej istotny problem stanowi też nadciśnienie, którego główną przyczyną jest nadmierne spożycie soli (rys. 4). Przeciętna racja pokarmowa w kraju dostarcza 16–18 g chlorku sodu, przekraczając 3-krotnie zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia. W efekcie nadciśnienie tętnicze stwierdza się u 30–40% dorosłej populacji Polaków [4].

Obserwowane zjawiska są wynikiem nie tyle przekarmiania jednym składnikiem, co przede wszystkim nieadekwatnym w stosunku do zaleceń spożyciem określonych grup produktów spożywczych (tab. 6). Dotyczy to zwłaszcza zbyt niskiego i o niewłaściwej strukturze spożycia przetworów zbożowych, mleka i jego przetworów, warzyw i owoców, natomiast zbyt wysokiego tłustych mięs, tłuszczów zwierzęcych oraz cukru

i słodyczy [3, 5, 6, 11, 20, 30, 32, 33, 36]. Wskutek tego dieta przeciętnego Polaka ma charakter atherogenny, niosący ryzyko zagrożenia zdrowia wymienionymi poprzednio chorobami. Dlatego dla ułatwienia realizacji prawidłowego żywienia opracowano szereg wskazówek oraz zaleceń żywieniowych [39, 40], które mówią, że w dziennej racji pokarmowej winny występować w następujących ilościach:

mięso i alternatywy	1-2 porcje
mleko i pochodne	2-3 porcje
owoce	co najmniej 3 porcje
warzywa	4 porcje
produkty zbożowe	5 porcji



Rys. 4. Zależność między częstością nadciśnienia a zawartością chlorku sodowego w diecie.

Fig. 4. The intake of sodium chloride and frequency of hypertension.

Równie istotny jak prawidłowa racja pokarmowa wpływ na zachowanie zdrowia ma odpowiedni dzienny rozkład posiłków. Jako optymalne dla zdrowia zaleca się rozłożenie całej racji pokarmowej na 4–5 posiłków. Spożywanie dużych objętościowo posiłków w 1 lub 3 porcjach dziennie sprzyja otyłości. Prawidłowy sposób żywienia poza wyżej wymienionymi to także:

- jedzenie bez pośpiechu,
- niedojadanie między posiłkami,
- regularne spożywanie posiłków,
- urozmaicenie w zakresie doboru produktów,
- jedzenie tylko w celu zaspokajania głodu.

Spełnienie tych wymogów nie jest łatwe z uwagi na rosnące tempo życia i wynikający z niego niejednokrotnie nieprawidłowy styl życia. Nie mniej, to od nas zależy utrzymanie dobrego stanu zdrowia. Jeśli chcemy te cele osiągnąć, musimy zmienić złe

nawyki żywieniowe, aby przyszłe pokolenia Polaków stały się bardziej długowieczne i zdrowsze niż obecnie (tab. 7).

Tabela 6

Spżycie żywności w gospodarstwach domowych ogółem w Polsce w latach 1990, 1995, 1999 [kg/osobę/rok].

Food intake at Polish households in the years of 1990, 1995, 1999.

Produkty	1990	1995	1999	Tendencja
Przetwory zbożowe	94,8	93,6	94,0	~
Ziemniaki	115,8	104,8	93,2	↓
Warzywa i przetwory	70,9	70,6	66,9	↓
w tym strączkowe	1,2	1,0	1,2	~
Owoce i przetwory	38,0	44,5	54,3	↑
Mięso i przetwory	64,5	61,3	66,7	↑
Ryby i przetwory	4,5	5,3	4,4*	~
Tłuszcze ogółem	20,8	19,1	18,9	↓
w tym: zwierzęce	5,3	3,7	3,0	↓
roślinne	6,6	12,0	11,7	↑
masło	8,9	3,4	4,2	↓
Mleko i napoje (l)	157,8	130,3	112,9	↓
Sery	11,7	10,7	10,3	↓
Jaja (szt.)	200,7	181,3	182,0	↓
Cukier i przetwory	31,7	28,1	27,7	↓

*bez ryb solonych, marynat, przetworów ze zwierząt morskich i słodkowodnych, wyrobów garmażeryjnych i panierowanych

Źródło: GUS (wyniki badań budżetów gospodarstw domowych) oraz obliczenia własne.

Tabela 7

Przeciętna długość życia wybranych populacji.

The average longevity of selected populations.

Wyróżnik	Japonia	Polska
Mężczyźni	76,2 lat	68,4 lat
Kobiety	82,5 lat	76,9 lat

Źródło: Rocznik Demograficzny 2000.

Wymaga to powszechnej edukacji żywieniowej naszego społeczeństwa, stworzenia programów pomocy żywieniowej dla grup żyjących w sferze ubóstwa oraz kreowanie właściwej polityki społeczno-socjalnej.

LITERATURA

- [1] Albanes D., Hartman T.J.: Antioxidants and cancer. Evidence from human observational studies and intervention trials. In: Antioxidant Status, Diet, Nutrition and Health. Papas A.M. ed, CRC Press, Boca Raton, 1998, 497.
- [2] Brzeziński Z., Mazur J., Szamotulska K.: Noworodki, niemowlęta, dzieci, młodzież – podstawowe mierniki zdrowotne, Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 1998.
- [3] Czaczelewski J., Huk-Wieliczuk E., Michalska A., Raczyńska B., Raczyński G.: Ocena sposobu żywienia dzieci ze środowiska wiejskiego i miejskiego z terenu Południowego Podlasia. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 537.
- [4] Duda G.: Żywieniowa profilaktyka miażdżycy. PTTŻ, Poznań 2000.
- [5] Gacek M.: Ocena sposobu żywienia studentów Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie w latach 1999-2000. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 556.
- [6] Grela E., Klebaniuk R.: Ocena żywienia rodzin studentów uczelni lubelskiej. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 508.
- [7] Graczyk A., Długaszek M.: Wpływ diety na choroby nowotworowe. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 621.
- [8] Gajda J., Rokicka B., Andrzejewska E., Karłowski K., Jarecka J., Kuźma K.: Zawartość azotanów i azotynów w całodziennych racjach pokarmowych dzieci z Domu Małego Dziecka. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 308.
- [9] Gronowska-Senger A., Drywień M., Hamułka J.: Analiza stanu żywienia dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym w oparciu o istniejące piśmiennictwo z lat 1980-1995. *Roczn. PZH*, **49**, 1998, 383.
- [10] Hamułka J.: Studia na powiązaniem oceny żywienia z wynikami w nauce dzieci w wieku szkolnym z regionu Polski południowo-wschodniej (w latach 1996-1998). Praca doktorska, SGGW, Warszawa 1999.
- [11] Hamułka J., Wawrzyniak A., Gronowska-Senger A., Kowalczyk J.: Ocena spożycia mleka i przetworów jako źródła wapnia i ryboflawiny przez dzieci w wieku szkolnym. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 403.
- [12] Hennekens C.H., Buring J.E., Manson J.E., Stampfer M., Rosner B., Cook N.R. et al.: Lack of effect of long-term supplementation with beta-carotene on the incidence of malignant neoplasms and cardiovascular disease. *N. Eng. J. Med.*, **334**, 1996, 1145.
- [13] Juszek-Piekut M., Moździerz A., Olczyk D., Stojko J.: Ryzyko zachorowania na raka płuca populacji mężczyzn w zależności od inhalacji dymu tytoniowego i diety pokarmowej. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 298.
- [14] Kołtajtis-Dołowy A., Gułaj M.: Ocena elementarnej wiedzy żywieniowej badanej grupy żołnierzy zasadniczej służby wojskowej. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 353.
- [15] Kandfer K., Narojek L.: Uwarunkowania poziomu wiedzy na temat diety kobiet chorych na cukrzycę typu drugiego. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 639.
- [16] Kobos Z., Bednarski W., Macander M., Bertrandt J.: Problemy zachowań zdrowotnych i żywieniowych personelu lotnictwa. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 644.
- [17] Litwa W., Hamułka J., Gronowska-Senger A.: Ocena żywienia w wybranej jednostce wojskowej. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 532.
- [18] Mędreła-Kuder E., Kostkiewicz E.: Wybrane nawyki żywieniowe w populacji osób otyłych. *Żywnie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 649.

- [19] Oblacińska A.: Rozwój fizyczny dzieci i młodzieży. W: *Zdrowie naszych dzieci*. Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 2000.
- [20] Olędzka R., Wiśniewska J., Rogalska-Niedźwiedz M., Bobrowska B., Stawarska A.: Ocena sposobu żywienia studentów Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Warszawie w roku akademickim 1999/2000. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 514.
- [21] Ostrowska L., Czapska D., Karczewski J.: Wartość odżywcza żywności, a stan zdrowia kohorty studentów AM w Białymstoku (badania wstępne). *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 707.
- [22] Omenn G.S., Goodman G.E., Thornquist M.D. et al.: Effects of the combination of beta-carotene and vitamin A on lung cancer incidence, total mortality, and cardiovascular mortality in smokers and asbestos-exposed workers. *N. Eng. J. Med.*, **334**, 1996, 1150.
- [23] Przysławski J., Duda G., Bolesławska I.: Poziom spożycia składników podstawowych i energii a wybrane wskaźniki antropometryczne grupy mężczyzn z Regionu Wielkopolski. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 102.
- [24] Przysławski J., Schlegel-Zawadzka M.: Ocena poziomu spożycia energii oraz wybranych składników mineralnych występujących w racjach pokarmowych ludzi zdrowych oraz z zadeklarowaną depresją. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 424.
- [25] Rapacka E., Szpotan J., Kudzin J., Zbrzeźna B., Kaczmarek J.: Ocena sposobu żywienia w okresie niemowlęcym dzieci otyłych w wieku 6-14 lat oraz rodzinne występowanie otyłości. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 391.
- [26] Rapacka E., Błaszczyk J., Kędzióra J., Kowalski J., Kaczmarek J., Zbrzeźna B.: Wpływ diety na profil lipidowy osocza i peroksydację lipidów u młodzieży z czynnikami ryzyka miażdżycy tętnic. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 696.
- [27] Stone W.L., Papas A.M.: Tocopherols and the etiology of colon cancer. *J. Natl. Cancer Inst.*, **89**, 1997, 1006.
- [28] Stan zdrowia ludności Polski w 1996 roku. GUS, Warszawa 1997.
- [29] Szymborski J., Wojtyniak B., Chańska M.: Nierówności w zdrowiu dzieci i młodzieży w Polsce. PZH, Warszawa 1996.
- [30] Słowińska M., Wądołowska L., Wałuś A.: Zwyczaje żywieniowe a stan odżywienia osób starszych z województwa Warmińsko-Mazurskiego. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 84.
- [31] Słowiński M., Sekuła W., Kulesza W.: Assessment of salt intake in certain Polish populations in the Pol-Monica Programme. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, **17**, 1, 1990, 30.
- [32] Stopnicka B., Szamrej K.: Ocena jakości indywidualnego żywienia dzieci, młodzieży szkół ponadpodstawowych i młodzieży akademickiej woj. podlaskiego na przestrzeni lat 1996-2000. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 562.
- [33] Trafalska E., Grzybowski A.: Realizacja zaleceń żywieniowych przez studentów Łódzkiej Akademii Mędyycznej. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 418.
- [34] Woynarowska B. (red.): *Zdrowie młodzieży szkolnej w Polsce i innych krajach*. Instytut Matki i Dziecka. Warszawa 1996.
- [35] Wawrzyniak A., Hamułka J.: Wpływ sposobu żywienia na stan odżywienia żelazem młodzieży akademickiej. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 107.
- [36] Weker H., Barańska M., Marcinkowska M., Gozdalik E.: Analiza zachowań żywieniowych dzieci w wieku przedszkolnym. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 397.
- [37] Witkowska A., Borawska M., Kuryliszyn-Moskal A., Markiewicz R.: Wpływ nawyków żywieniowych na zawartość selenu w surowicy kobiet chorych na reumatoidalne zapalenie stawów. *Żywienie Człowieka i Metabolizm*, t. 1, Suplement, 2001, 633.

- [38] Waškiewicz A., Sygnowska E., Pardo B.: Ocena zmian czynników żywieniowych sprzyjających występowaniu nadciśnienia tętniczego w populacji Pol-Monica Warszawa w okresie 10-letniej obserwacji. *Czynniki Ryzyka*, 1-2, 1997, 55.
- [39] Zalecenia żywieniowe. Komitet Żywienia Człowieka PAN, IŻŻ, PTNŻ, Wyd. IŻŻ, Warszawa 1998.
- [40] Ziemiański Ś., Panczenko-Kresowska B.: Podstawowe zalecenia żywieniowe. Wyd. IŻŻ, Warszawa 1998.
- [41] Zdrowie naszych dzieci. Red. Szymborski J. Instytut Matki i Dziecka, Warszawa 2000.

DIETARY FAULTS AS A RISK FACTORS FOR HEALTH IN POLAND

S u m m a r y

The development of rules for proper nutrition in the context of nutrition science progress is discussed. The relation between unproper dietary intake and health risk factors was analysed. The solutions of the recently existing problems are presented. ❏

LUCJAN JĘDRYCHOWSKI

ALERGENY POKARMOWE JAKO CZYNNIKI RYZYKA ZDROWOTNEGO

Streszczenie

W pracy dokonano oceny zagrożeń wynikających z obecności alergenów w żywności. Zwrócono szczególną uwagę na czynniki sprzyjające występowaniu alergii pokarmowych, oraz na zagrożenia w tym zakresie spowodowane występowaniem reakcji krzyżowych, a także wynikających z wprowadzania żywności głęboko przetworzonej i genetycznie modyfikowanej. Wskazano na konieczność wprowadzenia na opakowaniach żywności informacji dotyczącej zagrożenia alergennego celem zapobieżenia przypadkom występowania reakcji anafilaktycznych.

Wstęp

Odżywianie było i jest nieodłącznie związane z funkcją życiową organizmu i to na każdym z etapów jego rozwoju. Prawidłowe – może przyczyniać się do utrzymania dobrej kondycji fizycznej, poczucia dobrostanu; nieprawidłowe natomiast może być przyczyną wielu schorzeń. Wzajemne relacje pomiędzy stanem zdrowia organizmu a odżywianiem są niezaprzeczalne.

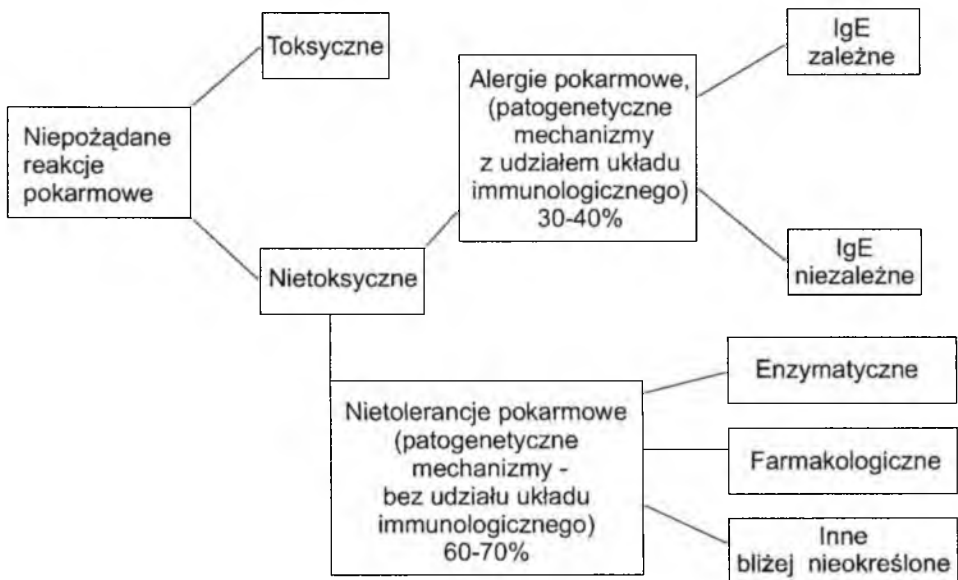
Na prawidłowe funkcjonowanie organizmu mają wpływ: zdrowie (prawidłowa budowa anatomiczna, poprawne reakcje fizjologiczne), odżywianie, warunki środowiskowe i wzajemne relacje pomiędzy nimi. W przypadkach, gdy zostanie naruszony jeden z wymienionych elementów zawiodą zazwyczaj również pozostałe. Szczególnie istotnymi wydają się relacje pomiędzy tolerancją pokarmową a funkcjami obronnymi organizmu, w które głównie zaangażowany jest układ immunologiczny.

Składniki pokarmowe mogą być w wyniku specyficznego mechanizmu – tolerancji pokarmowej – tolerowane, bądź też mogą stać się przyczyną występowania reakcji odbiegających od normy fizjologicznej.

Klasyfikacja nieprawidłowych reakcji organizmu występujących pod wpływem spożywanej żywności (szczególnie w odniesieniu do alergii pokarmowych i nietolerancji pokarmowych) długo pozostawała niejednoznaczna. W 1995 roku Europejska Akademia Alergologii i Immunologii Klinicznej (EAACI) wprowadziła jednolitą klasyfikację niepożądanych reakcji pokarmowych [24] (rys. 1). Według wymienionej Akademii za niepożądane reakcje o charakterze toksycznym (równoważne pojęciu zatrucia pokarmowego) uważa się przewidywalne objawy występujące u wszystkich osób spożywających daną żywność, przy czym obserwuje się zależność proporcjonalną pomiędzy ilością spożytego pokarmu a nasileniem symptomów chorobowych. Niepożądane reakcje nietoksyczne są niezależne od ilości spożytego pokarmu (czasami wystarczają nawet śladowe ilości wybranego składnika) i występują zazwyczaj u osób z predyspozycją (często uwarunkowaną genetycznie) do opacznej reakcji. Wśród niepożądanych reakcji nietoksycznych wyróżnić można:

reakcje alergenne definiowane jako niepożądane reakcje (między innymi na spożywane pokarmy), w których wskutek potogenetycznych mechanizmów immunologicznych występują różne i w zróżnicowanym czasie (natychmiastowe lub z opóźnieniem nawet tygodniowym), uwarunkowane osobniczo, objawy;

nietolerancje pokarmowe (pseudoalergie pokarmowe), w których o występowaniu objawów chorobowych decydują wrodzone lub nabyte potogenetyczne mechanizmy o charakterze nieimmunologicznym (metaboliczno-biochemiczne, farmakologiczne, psychiczne – np. wstręt do pokarmu, natury obyczajowej lub religijnej i inne).



Rys. 1. Klasyfikacja niepożądanych reakcji organizmu na pokarm.

Fig. 1. Classification of adverse reactions to food.

Charakterystyka czynników anatomiczno-fizjologicznych mających duże znaczenie w powstawaniu reakcji alergicznej w stosunku do pokarmu

Poprawna odpowiedź układu immunologicznego na antygeny pokarmowe polega na tolerancji pokarmowej (nie rozpoznawaniu tych antygenów jako obcych gatunkowo). Mechanizm tolerancji pokarmowej polega na spowodowaniu tolerancji ogólnosystemowej przez antygen podany *per os*. Przebieg tej reakcji jest dwuetapowy. Najpierw w lokalnej odpowiedzi immunologicznej następuje wzmożona synteza wydzielniczej immunoglobuliny klasy A (sIgA), która następnie uruchamia reakcje supresyjne w stosunku do reakcji nadwrażliwości na antygeny obce gatunkowo (tj. ograniczanie odpowiedzi IgE – zależnej i komórkowej). W końcu zapobiega to występowaniu ogólnoustrojowej odpowiedzi immunologicznej na antygeny pokarmowe mogące przeniknąć barierę jelitową [15].

Czynniki warunkujące poprawną reakcję organizmu tj. tolerancję pokarmową przedstawiono w tab. 1. i tab. 2. Mechanizm tolerancji pokarmowej nie jest jeszcze w pełni poznany niemniej pewne elementy tego mechanizmu są prezentowane jako wiarygodne [3, 13, 20, 32, 37]. Za utrzymanie tolerancji pokarmowej odpowiedzialne są prawdopodobnie takie procesy jak anergia, delecja klonalna, supresja komórek CD 8 (tab. 2). Zaburzenie jednego z wymienionych procesów może prowadzić do wystąpienia alergii pokarmowej.

Tabela 1

Czynniki anatomiczne i fizjologiczne związane z jelitową barierą ochronną odpowiedzialne za występowanie alergii pokarmowych.

Anatomical and physiological properties of protection barrier of intestine predisposing to occurrence of food allergy.

Rodzaj czynnika anatomicznego jelitowej bariery ochronnej	Rodzaj czynnika fizjologicznego jelitowej bariery ochronnej
Prawidłowa budowa anatomiczna przewodu pokarmowego.	Obecność śluzu z obecnością sIgA.
Obecność prawidłowo wykształconych kosmków jelitowych.	Prawidłowa aktywność enzymatyczna enterocytarna.
Sprawność regeneracji kosmków jelitowych.	Obecność i skład jelitowej flory bakteryjnej.
Szczelność nabłonka jelitowego.	Stan śluzówkowej bariery żołądka i śluzowej bariery jelitowej
Prawidłowy układ morfologiczny mikrokosmków.	Niska kwasota soku żołądkowego.
	Prawidłowa aktywność enzymatyczna narządów współuczestniczących w procesach trawienia (np. żołądka, trzustki).
	Motoryka przewodu pokarmowego.

W przypadku alergii pokarmowych tj. w przypadkach nadwrażliwości układu immunologicznego organizmu obserwuje się odmienne, nietypowe reakcje systemu odpornościowego. W zależności od czynnika wywołującego reakcję uczuleniową oraz

od mechanizmu jej przebiegu wyróżnia się zazwyczaj cztery główne typy reakcji alergicznych:

- Reakcja bezpośrednia, natychmiastowa (typu I), określana często jako reakcja IgE zależna;
- Reakcja cytotoksyczna (typu II);
- Reakcja z udziałem kompleksów immunologicznych (typu III) i
- Reakcja typu późnego (typu IV).

Tabela 2

Czynniki warunkujące tolerancję pokarmową.
Factors that may influence food tolerance.

Rodzaj czynnika lub mechanizmu		Efekt działania
Rodzaj czynnika	Wiek	Okres niemowlęcy sprzyja złej tolerancji
	Uwarunkowania genetyczne (zwiększony obwód głowy, uwarunkowany genetycznie rozszczep kręgosłupa)	Oslabienie funkcjonowania układu immunologicznego
	Rodzaj (charakter) antygeny	Rozpuszczalne są bardziej tolerogenne aniżeli w formie stałej (nierozpuszczalnej)
	Dawka antygeny	Wysokie dawki ukierunkowują procesy anergii i delecji (patrz niżej) Niskie dawki sprzyjają regulacji komórkowej
Rodzaj mechanizmu regulacyjnego	Anergia (klonalna)	Działania, w wyniku których żywy limfocyt mimo optymalnej stymulacji nie może poprawnie spełniać swoich funkcji
	Delecja (klonalna)	Proces prowadzący do eliminacji niektórych klonów limfocytów T i B i tym samym eliminacji spełnianych przez nie funkcji
	Supresja komórek CD 8	Proces prowadzący do zmiany stężeń wytwarzanych przez nie cytokin (IL-4 i INF- γ)- tym samym do zmiany stosunku ilościowego limfocytów Th1/Th2

Sugeruje się, że między wczesną i późną fazą reakcji alergicznej istnieje wzajemna zależność, w której mechanizmie istotną rolę odgrywają limfocyty i komórki prezentujące antygen (ang. *Antigen presenting cells* - APC) [27].

Bliższą charakterystykę poszczególnych typów reakcji alergicznej oraz alergenów je wywołujących przedstawiono we wcześniej opublikowanych pracach [30, 45].

Charakterystyka czynników sprzyjających występowaniu alergii pokarmowych

Występowaniu chorób alergicznych sprzyja wiele czynników [1, 40]. Można je podzielić na czynniki genetyczne (wewnątrzustrojowe), środowiskowe (zewnątrzustrojowe)

jowe) oraz wynikające z ich współdziałania (tab. 3). Do najistotniejszych czynników wewnątrz ustrojowych zaliczyć należy uwarunkowania genetyczne (sprzyjające np. niedokrwieniu grasicy odpowiedzialnej za produkcję limfocytów T supresorowych) – tab. 2. i tab. 3. oraz uwarunkowania anatomiczne (decydujące o przepuszczalności układu pokarmowego dla antygenów pokarmowych) – tab. 1.

Tabela 3

Czynniki wpływające na występowanie i rozwój alergii pokarmowej.

Factors effecting occurrence and development of food allergy.

Genetyczne (wewnątrz ustrojowe)	Środowiskowe (zewnątrzustrojowe – ekspozycja organizmu na alergen pokarmowy)	Współdziałające (anatomiczno-fizjologiczne)
Konstytucja atopowa Defekty immunologiczne Większy aniżeli 35 cm obwód głowy dziecka (większe ukrwienie mózgu odbywa się kosztem ukrwienia grasicy)	Pokarmowe: Dieta niemowlęcia Stosowane mieszanki mleczne w okresie niemowlęctwa Zbyt wczesne wprowadzenie stałych produktów pokarmowych Rodzaj żywienia kobiety w czasie ciąży i laktacji Niedobór witaminy D Dieta bogata w sól i inne	Niedojrzałość przewodu pokarmowego Choroby przewodu pokarmowego Wady wrodzone przewodu pokarmowego
	Środowiskowe: Zanieczyszczone środowisko Ciasne, zakurzone pomieszczenia Ekspozycja na pokarmowe alergeny wziewne i Brak słońca	
	Inne: Częste zakażenia Antybiotykoterapia	

Ostatnio sugeruje się też możliwość znacznie częstszego występowania ryzyka alergii natychmiastowej na lateks (tym samym na niektóre alergeny pokarmowe) u osób z rozszczepem kręgosłupa, co należałoby łączyć z uwarunkowaniami genetycznymi organizmu [34].

Natomiast takie czynniki zewnętrzne, jak> rodzaj diety (np. nawyki żywieniowe, sposób odżywiania się matki w okresie ciąży i laktacji, brak lub zbyt krótki okres karmienia piersią, wczesne wprowadzanie stałych produktów, dieta bogata w sól, niedobór witaminy D), czystość środowiska (stopień zakurzenia, zapylenia, narażenie na dym tytoniowy), częsta antybiotykoterapia przyczyniają się do wzrostu ilościowego występowania chorób alergicznych [13, 34]. Podkreślić należy, że odpowiedź alergiczna na dany czynnik jest wybitnie indywidualną odpowiedzią organizmu i na jej

przebieg mogą mieć wpływ zróżnicowane czynniki dodatkowe np. klimatyczne, stopień zmęczenia, występowanie promieniowania UV itp.

Dosyć istotną rolę wśród czynników potencjalnego ryzyka rozwoju alergii przypisuje się alergenom pokarmowym. Akcentuje się przy tym właściwości alergenne białek pokarmowych (ilość epitopów, charakter białek – glikoproteiny, lipoproteiny, pochodzenie – białka mleka krowiego, soi, jaja, ziarna arachidowego, ryb), czas i okres ekspozycji na alergen (szczególnie ważny jest okres prenatalny i wczesny okres niemowlęcy), stopień narażenia na alergen (wielkość ekspozycji uzależniona od właściwości alergennych, ilości alergenu i indywidualnych predyspozycji). Akcentuje się też wyraźnie możliwość wystąpienia i rozwoju alergii pokarmowych pod wpływem alergenów ukrytych (ukryta ekspozycja na alergeny np. inne niż pokarmowe – zwierne, kontaktowe, alergeny zamaskowane lub wynikające ze stosowania dodatków pokarmowych, reakcje krzyżowe) (tab. 3).

Alergie pokarmowe dotyczą ludzi w różnym wieku, jednakże, najliczniejsze przypadki (z uwagi na właściwości anatomiczne przewodu pokarmowego) i najważniejsze skutki tego typu schorzenia (gdyż rzutują na dalszy rozwój) dotyczą dzieci. Alergia jest obecnie chorobą zajmującą 4 miejsce na liście częstotliwości występowania wśród populacji ludzkiej po chorobach układu krążenia, nowotworach i zespole obniżonej odporności układu immunologicznego (AIDS). W Polsce zjawisko występowania alergii pokarmowych, podobnie jak w świecie, wyraźnie się nasila. Aktualnie przyjmuje się, że około 10–35% populacji ludzi cierpi na schorzenia alergiczne, w tym 0,5–7% wywoływane przez spożywane pokarmy [31].

Charakterystyka podstawowych symptomów chorobowych w przypadkach alergii pokarmowych

Reakcje alergiczne są indywidualną, nietypową odpowiedzią immunologiczną. W niektórych przypadkach symptomy chorobowe nie są silne i nie stanowią dużego problemu, jakkolwiek dla wielu ludzi mogą być irytujące, kłopotliwe, stwarzające dyskomfort. W zaawansowanej fazie występowania alergii symptomy chorobowe mogą być bardziej groźne. Do najbardziej popularnych objawów alergicznych na pokarmy zalicza się objawy skórne (zmiany na skórze, suchość skóry, zaczerwienienie, napadowy rumień skóry, zapalenie czerwieni wargowej, obrzęk Quinckiego, występowanie pokrzywki, wyprysków, lokalnych ognisk zapalnych), objawy ze strony przewodu pokarmowego (ból brzucha, zaburzenia motoryki, biegunka, wymioty, kolka jelitowa, oraz wynikające z zaistniałych na skutek alergii stanów zapalnych jelit – jelitowe straty białka, krwawienia utajone tzn. zaburzenia wydzielania i przepuszczalności), objawy ze strony układu nerwowego (ból głowy, drgawki, zaburzenia zachowania), układu oddechowego (nieżyt nosa, zwiększony wysięk w układzie oddechowym, przewlekły kaszel, zadyszka, zapalenie oskrzeli, wysięk płucny, astma, syndrom Heintera) i

inne (anafilaksja, zaburzenia wzrostu, niedokrwistość, nadpobudliwość, zaburzenia w oddawaniu moczu, bezdech dziecięcy, białkomocz). Objawy chorobowe mogą dotyczyć określonych miejsc na skórze lub obejmować równocześnie kilka organów. Niepokojącym przy tym zjawiskiem jest rozszerzanie się symptomów chorobowych (od charakterystycznych w początkowym okresie zmian na skórze, bądź problemów w obrębie przewodu pokarmowego po zmiany w śluzówkach górnych dróg oddechowych i astmę w stanie zaawansowanym schorzenia). Najgroźniejszymi powikłaniami grożą tzw. reakcje anafilaktyczne dotyczące reakcji całego organizmu. Wymagają one natychmiastowej interwencji lekarskiej (wprowadzenie preparatów adrenalinowych) gdyż mogą prowadzić nawet do śmierci.

Śmiertelne lub zagrażające życiu reakcje anafilaktyczne w przypadkach alergii pokarmowych

Reakcje anafilaktyczne zachodzące z udziałem IgE mogą być wywołane przez substancje terapeutyczne, antybiotyki, hormony, kortykosteroidy, szczepionki, a także przez produkty żywnościowe, głównie orzeszki ziemne, kraby, ryby itp. [29].

Reakcje anafilaktyczne zachodzą również przy udziale kompleksów immunologicznych, metabolitów kwasu arachidonowego oraz pod wpływem produktów- mediatorów uwalnianych w wyniku degranulacji mastocytów [29].

Reakcje alergiczne na pokarmy są bardzo groźnym zjawiskiem. W przypadkach reakcji anafilaktycznych tzn. reakcji ogólnej organizmu, są zagrożeniem życia.

Wüthrich donosi o wielu przypadkach śmiertelnych spowodowanych reakcją alergiczną na pokarmy wskazując na szczególne zagrożenie ze strony tzw. alergenów ukrytych [47]. Kaczmarek charakteryzuje dokładniej zjawisko anafilaksji wyróżniając następujące jej rodzaje:

- anafilaksję wywołaną nadwrażliwością na pokarm połączoną z wysiłkiem fizycznym,
- rodzaj anafilaksji zwanej zespołem Anlot-Lessofta,
- zespół nagłej śmierci niemowląt [17].

Według Pumphreya [47], na przykładzie badań dotyczących ludności Anglii, żywność przyczyną reakcji anafilaktycznej jest najczęściej żywność (60% w stosunku do reakcji anafilaktycznych wywołanych przez inne czynniki takie, jak: jad owadów, lekarstwa, lateks). Za najgroźniejsze produkty w wymienionych badaniach uznano (w kolejności zagrożenia) orzeszki ziemne, inne orzechy, jaja, mleko, ziarna sezamu, soję, soczewicę, banany, żelatynę, ryby i skorupiaki [47]. Podobne wyniki uzyskano w Szwecji z tym, że kolejność zagrożenia poszczególnymi produktami była inna (orzechy, orzeszki ziemne, jaja, seler, pszenica, mleko, ryż, mak, słonecznik). We Francji natomiast zagrożenie reakcją anafilaktyczną z powodu spożycia produktów spożywczych było największe po spożyciu jaj a następnie skorupiaków, ryb, mleka, nasion

roślin strączkowych, orzeszków ziemnych i selera [47]. W Szwajcarii za najgroźniejsze, z uwagi na wywoływanie największej liczby przypadków reakcji anafilaktycznej, uznano selery, a następnie orzechy, mięczaki, banany, owoce papai, kasztany jadalne, orzeszki ziemne, ziarna sezamu, oliwki, miód [47]. Z przytoczonych przykładów wynika, że wiele produktów spożywczych i to przy śladowym ich spożyciu, może stanowić zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia osób uczulonych.

Ogólna charakterystyka głównych alergenów pokarmowych i ryzyka zdrowotnego z ich strony

Alergeny pokarmowe zostały dosyć dobrze w ostatnich latach scharakteryzowane w literaturze dotyczącej wymienionego zagadnienia [17, 19]. Z analizy dostępnej literatury daje się zauważyć zróżnicowanie skali występowania alergii pokarmowych w poszczególnych krajach. Zróżnicowanie to dotyczy też wieku osób, jak również rodzaju alergenów wywołujących najczęściej objawy chorobowe na danym obszarze. Niebagatelne znaczenie mają przy tym nawyki kulturowe w zakresie spożywania pokarmów. W krajach skandynawskich wśród osób uczulonych (głównie dzieci) dominują ilościowo reakcje alergiczne na ryby (39% dzieci), w USA na mleko (65%), czekoladę i colę (45%), orzechy arachidowe (33%), ziarna zbóż (30%), warzywa (26%), białko jaja (26%), owoce cytrusowe (25%), orzechy włoskie i laskowe (22,7%), w Izraelu owoce i warzywa (brzoskwinie – 75%, migdały – 39%, ziarno słonecznikowe – 35%, orzeszki arachidowe – 31%, we Francji – białko jaja (46,3%), orzeszki arachidowe (40%), musztarda (20%), mleko krowie (7,5%) [17]. W Danii 2,2% ogólnej populacji dzieci jest uczulone na mleko krowie.

W Holandii wśród osób uczulonych 28% reakcji alergicznych było wywoływanych przez mleko, 23% przez bób, 22% przez kawę, 18% przez pomidory, 16% przez białko jaja, 14% przez czekoladę, 13% przez ryby i 11% przez pomarańcze.

Z przedstawionych danych wynika, że alergię pokarmową u osób uczulonych mogą być wywoływane wieloma alergenami produktów spożywczych jednocześnie.

W Polsce stwierdzono, że najczęściej objawy alergiczne wywoływane są przez pomidory, mięso drobiu, ziemniaki, białka jaja, mleko, białka pszenicy i ryby.

Poważnym problemem i zagrożeniem dla zdrowia osób uczulonych jest występowanie tzw. alergenów ukrytych, występujących w żywności wskutek dodatku pewnych substancji np. celem uzyskania odpowiednich cech funkcjonalnych produktu lub przedłużenia trwałości. W tym kontekście, celem ochrony konsumenta, konieczne jest odpowiednie znakowanie produktów spożywczych i rozwiązania tego problemu w skali światowej [38].

Bardzo wiele substancji stosowanych jako dodatki do żywności wykazuje potencjalne lub potwierdzone zdolności wywoływania reakcji alergicznych u osób uczulonych (E102, E104, E110, E122, E124, E128, E129, E 129, E151, E154, E155, E180,

E210, E211, E212, E213, E214, E215, E216, E218, E219, E220, E231 itd.) [35]. Nie znajduje to jednak odbicia w dodatkowym oznakowaniu zagrożenia wynikającego z użycia danej substancji. Występowanie objawów alergii po spożyciu pokarmów zawierających wymienione wyżej dodatki (konserwanty lub barwniki) może być związane z możliwością uwalniania histaminy endogennej – reakcja pseudoalergiczna (podobnie jak po spożyciu truskawek, pomidorów) lub z alergicznym oddziaływaniem powstających metabolitów. Diagnostyczne różnicowanie alergii i pseudoalergii jest bardzo trudne.

Znaczącą grupę uczuleń na pokarmy stanowią alergie na białka nasion roślin strączkowych, a wśród nich ważną pozycję (być może z uwagi na wielkość i dostępność spożycia) zajmują nasiona soi [11]. Z 34 białek o właściwościach antygenowych występujących w mące sojowej dwa wykazują znaczne podobieństwo strukturalne i występują w większości innych nasion roślin strączkowych przyczyniając się do występowania krzyżowych reakcji alergicznych w obrębie wymienionej grupy rodzajowej. Stwierdzono np., że osoby uczulone na białka soi często reagują alergicznie także na białka łubinu słodkiego. Podobne zagrożenie występuje ze strony produktów spożywczych, w których zastosowano dodatki mąki lub białek nasion roślin strączkowych [6]. Zagrożenie wystąpieniem krzyżowych reakcji alergicznych u osób uczulonych na białka soi może odnosić się również do innych produktów np. mleka krowiego, co wydaje się być szczególnie istotnym w przypadkach wykorzystywania białek soi do produkcji hypoalergicznych odżywek dla dzieci stosowanych w przypadkach alergii na białka mleka krowiego.

Główne alergeny soi to: glicynina (legumina o masie cząsteczkowej 320–360 kDa), globuliny 2S (mieszanina niskocząsteczkowych białek zawierająca inhibitory tripsyny) i alergen o masie cząsteczkowej 32 kDa.

Podobnie w nasionach grochu najsilniejszymi właściwościami alergennymi charakteryzują się białka frakcji albuminowej oraz legumina, natomiast wicilina nie wykazuje takich właściwości.

Duże zagrożenie wśród alergenów pokarmowych stwarzają białka orzeszków ziemnych. Powodem tego jest występowanie silnych reakcji natychmiastowych, łącznie z szokiem anafilaktycznym po spożyciu zarówno samych orzeszków, jak i produktów pochodnych [5, 17, 47]. W skrajnych przypadkach nawet śladowa ilość białka orzeszków ziemnych dodana do innej żywności może spowodować śmierć u osób szczególnie wrażliwych [21, 47]. Najbardziej alergenne z białek orzeszków ziemnych są stabilne w czasie obróbki termicznej białka – alergeny: Ara h1 (wicilina o ciężarze molekularnym 65 kD), Ara h2 (konglutynina o ciężarze 17 kD) i Ara h3 (proglicynina, białko o ciężarze 60 kD) [5, 21].

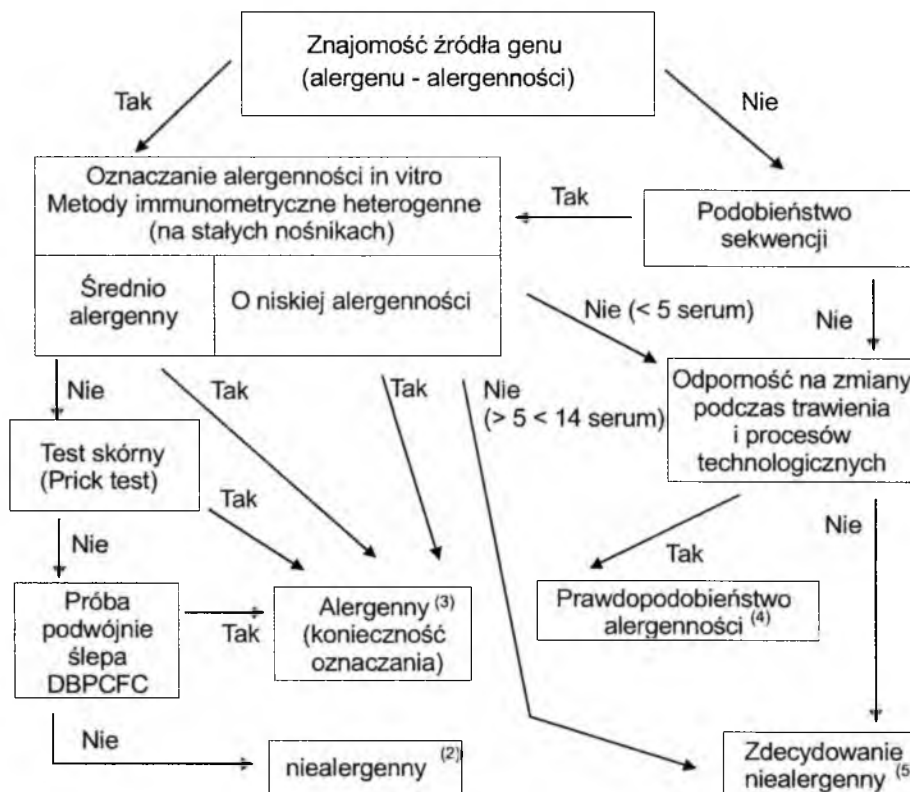
Poważnym problemem są alergie na białka mleka. Utrudnieniem w tym zakresie jest duża zawartość składnika i jego biochemiczne zróżnicowanie. Ogólnie przyjmuje

się, że najważniejszymi alergennymi białkami mleka są α_s -kazeina, α -laktoalbumina i β -laktoglobulina. Stwierdzone w badaniach własnych duże podobieństwo immunologiczne białek mleka krowiego i koziego zdaje się wykluczać zastępcze stosowanie mleka koziego w przypadkach alergii na mleko krowie (z wyjątkiem specyficznych uczuleń na frakcję α_s -kazeiny mleka krowiego) [42, 43].

Duże zagrożenie w zakresie alergii pokarmowych stwarzają szeroko rozpowszechnione, ale jeszcze słabo poznane pod względem właściwości immunologicznych białka zwierzęce tzw. lipokaliny [39]. Jest to bardzo liczna grupa białek produkowanych w wątrobie i gruczołach wydzielniczych, a służących jako nośniki witamin, steroidów, lipidów i feromonów. Podobnie duże zagrożenie alergologiczne (jako czynniki alergizujące) wynikające z szerokiego występowania stanowią inne białka organizmów eukariotycznych – profiliny [17]. Występują one zarówno w lateksie oraz pyłkach i owocach niektórych traw, ziół, drzew, krzewów, jak też w wielu produktach spożywczych np. w selerach, bananach, jabłkach. Szerokie rozpowszechnienie wymienionych białek według niektórych autorów może być przyczyną polisensybilizacji tzn. przyczyną uczuleń na wiele produktów a także może tłumaczyć występowanie niektórych reakcji krzyżowych np. między lateksem a selerami i bananami [17]. Do szeroko rozpowszechnionych alergenów, ze względu na uniwersalność występowania, należą również białka roślinne tzw. magazynowe (2S) i odpowiedzialne za transport lipidów (ang. *lipid transfer proteins* – LTP_s) [25]. Stwierdzono ich występowanie w brzoskwiinach, morelach, śliwkach i jabłkach. Udokumentowano też duże podobieństwo strukturalne między tymi białkami wymienionych owoców a odpowiednimi białkami kukurydzy [25].

Kaczmarek donosi o reakcjach alergicznych występujących pod wpływem oleozyn – białek spełniających wraz z fosfolipidami funkcje magazynowe dla tłuszczu, a występujących w marchwi i nasionach roślin oleistych (soi, rzepaku, słonecznika) [17].

Odrębną grupę stwarzającą duże zagrożenie jako alergeny stanowią tzw. białka związane ze zjawiskami patogennymi (ang. *pathogenesis-related proteins* – PR). Wydzielono aż 14 grup tych białek i 7 z nich zawiera białka o właściwościach alergicznych, a 6 grup zawiera alergeny pokarmowe [7]. Są one szeroko rozpowszechnione i występują w bananach i lateksie (białko typu PR-2), w owocach awokado, kasztanach i bananach (białko typu PR-3), w rzepie i jagodach czarnego bzu (białko typu PR-4), w papryce (taumatyna – białko typu PR-5) oraz w jabłkach, czereśniach, morelach, gruszkach, selerze i marchwi (białko typu PR-10 – charakterystyczne też dla pyłków brzozy) [7].



Rys. 2. Schemat postępowania przy określaniu potencjalnej alergenicności żywności uzyskanej z surowców roślinnych genetycznie modyfikowanych (1).

(1) Schemat opracowano na podstawie ustaleń Międzynarodowej Rady Biotechnologii Żywności oraz Instytutu Alergii i Immunologii (Międzynarodowego Instytutu Nauk Biologicznych).

(2) Łańcuch negatywnych wyników testów (dotyczących alergicznych pacjentów oraz surowicy ich krwi) zapewniający niealergenicność produktu modyfikowanego genetycznie, na wysokim poziomie zaufania.

(3) Jakikolwiek pozytywny wynik uzyskany w testach dotyczących alergicznych pacjentów i surowicy ich krwi wskazuje na potencjalnie alergenny charakter zmodyfikowanej żywności. Produkt wymaga specjalnego oznakowania celem ochrony osób uczulonych.

(4) Nowe białko, które nie posiada podobnej sekwencji do znanych alergenów lub pochodzi ze źródła alergennego mniej powszechnego oraz nie wiąże się z IgE z surowicy alergicznych pacjentów (tzn. wiązanie obserwowane u mniej niż 5 pacjentów), jest odporne na trawienie i zmiany podczas technologicznego przetwarzania - powinno być uważane za możliwy alergen. Wymagane jest przeprowadzenie dodatkowych indywidualnych testów.

(5) Nowe białko nie wykazujące podobieństwa sekwencyjnego do znanych alergenów i nieodporne na trawienie i warunki przetwarzania technologicznego powinno być uznane za niealergenne. Podobnie, nowe białko kodowane przez gen odpowiadający białku ze źródła alergennego mniej powszechnego, które nie wykazuje właściwości wiązania się z IgE surowicy małej grupy alergicznych pacjentów (>5 ale <14) powinno być uznane za niealergenne przy niskim poziomie zaufania. Wskazane jest uwzględnienie innych kryteriów, takich jak np. poziom ekspresji nowego białka.

Fig. 2. Framework for establishing of potential allergenicity of GMO food products of plant origin.

Podobnie powszechnie występującym alergenem (panalergenem) są profiliny – białka o dużym podobieństwie strukturalnym i konformacyjnym, charakterystyczne dla komórek eukariotycznych. Wymienionym białkom przypisuje się duże znaczenie w rozszerzaniu zakresu występowania alergii pod wpływem alergenów zarówno pokarmowych (profiliny selera, jabłek i bananów), jak też wziewnych (profiliny pyłków roślinnych) i kontaktowych (profiliny lateksu) [17, 46].

Ostatnie osiągnięcia w zakresie zastosowań metod biotechnologicznych i genetycznych do otrzymywania organizmów genetycznie modyfikowanych stworzyły dodatkowe zagrożenia w zakresie alergii pokarmowych. Żywność otrzymywana z organizmów genetycznie modyfikowanych może być źródłem dodatkowych alergenów, których w warunkach naturalnej żywności można by się nie spodziewać. Przykładem klasycznym w tym zakresie jest przeniesienie metodą inżynierii genetycznej frakcji albuminy 2S z orzeszków brazylijskich do transgenicznej soi przy próbie wzbogacania tej ostatniej w aminokwasy siarkowe [23]. W związku z zasygnalizowaną możliwością zaproponowano odpowiedni sposób postępowania analitycznego przy określaniu potencjalnej alergenicności żywności uzyskiwanej z surowców roślinnych genetycznie modyfikowanych (rys. 2) [8].

Reakcje krzyżowe jako ryzyko zdrowotne w przypadkach alergii pokarmowych

Wymienione w poprzednim podrozdziale alergeny, szczególnie szeroko rozpowszechnione w przyrodzie z powodu funkcji jakie spełniają, w znacznej części zdają się wyjaśniać zjawisko występowania w znacznej skali reakcji krzyżowych. Duże podobieństwo homologiczne niektórych z nich powoduje, że zagrożenie reakcją alergeną na pokarm staje się bardzo duże. Niektóre z powszechnie występujących alergenów określa się mianem panalergenów (LTP, PR, profiliny).

Ponadto powyższą sytuację komplikuje i powoduje, że zagrożenie staje się jeszcze większe, podobieństw pomiędzy alergenami różnych grup tzn. między alergenami kontaktowymi, wziewnymi i pokarmowymi [17, 46]. Przykładem tego jest fakt wystąpienia reakcji anafilaktycznej na białka soi u osób uprzednio uczulanych (eksponowanych na działanie) alergenami wziewnymi pochodzącymi z przetwórstwa soi [41]. Podobnie alergię kontaktową w stosunku do lateksu mogą uwidaczniać się przy spożywaniu przez osoby uczulone bananów, awokado, orzechów laskowych, kiwi, papai [17], selera i jabłek [46].

Możliwości leczenia alergii i wpływ poszczególnych składników pożywienia na układ immunologiczny

Stan układu immunologicznego, z uwagi na jego połączenia z innymi układami, (pokarmowym, krwionośnym, limfatycznym, nerwowym itd.) jest jednym z podstawowych, decydujących o poprawnych, homeostatycznych reakcjach organizmu na bodźce zewnętrzne. Dlatego dużą rolę w rozszerzaniu występowania alergii u ludzi i zwierząt przypisuje się elementom środowiskowym (czystość środowiska, występowanie stresów, rodzaj diety) (tab. 3).

Podstawową zasadą leczenia alergii pokarmowych jest eliminacja, na podstawie bardzo szczegółowego wywiadu oraz dogłębnej diagnostyki *in vivo* i *in vitro*, alergizujących składników pokarmowych i produktów wykazujących reakcje krzyżowe ze zdefiniowanym alergenem. Wymienione postępowanie lub wprowadzenie odpowiednich odżywek jest swego rodzaju leczeniem dietetycznym. Ponadto w leczeniu mogą być stosowane preparaty farmakologiczne antyanafilaktyczne (Ketotifen, Tilade, Intal, czy inne leki nowej generacji), preparaty przeciwhistaminowe, przeciw leukotrienom lub innym mediatorom, a także preparaty hormonalne (rozszerzające oskrzela). Zanotowany ostatnio postęp w wyjaśnieniu mechanizmów sensybilizacji i desensybilizacji (uczulania i odczulania), jak też mechanizmów swoistej immunoterapii może mieć ogromny wpływ na rozwój metod terapii ukierunkowanych na indukcję tolerancji pokarmowej oraz na wspomaganie układu immunologicznego [42]. Co prawda na razie immunoterapia swoista okazała się najbardziej efektywną metodą desensybilizacji w odniesieniu do alergenów typu pyłków roślin, roztocza i jadu owadów, ale dużą rolę przypisuje się w tym zakresie także czynnikom dietetycznym mogącym modyfikować układ immunologiczny poprzez intensyfikowanie wytwarzania odpowiednich cytokin (wpływ mikroflory przewodu pokarmowego i bakterii probiotycznych) bądź przez odpowiednią modyfikację antygenów i składników pokarmowych [2, 16].

Rola mleka kobiecego w okresie niemowlęcym jako czynnika zapobiegającego występowaniu alergii pokarmowych

Stosunek lekarzy i żywieniowców do karmienia piersią w okresie niemowlęcym zmieniał się w czasie. Ostatnie badania zdecydowanie zdają się potwierdzać ogromne znaczenie tego etapu żywienia na ogólny rozwój dziecka i przede wszystkim na możliwość zapobiegania występowaniu uczuleń [18]. Zdecydowanie przyczyniło się do tego poznanie i wyjaśnienie mechanizmów i zjawisk odpowiedzialnych za inicjowanie i występowanie uczuleń, a także odgrywających dużą rolę w wykształcaniu się mechanizmów odporności immunologicznej i tolerancji pokarmowej. Dużą rolę w poznaniu mechanizmów występowania atopii odegrało poznanie funkcji poszczególnych komórek układu immunologicznego i ich metabolitów (przeciwciał, cytokin). Obecnie wia-

domo, że wzrost koncentracji interleukiny 4 i immunoglobulin klasy E (IgE) wskazuje na występowanie atopii. Znajomość tego faktu znajduje odbicie w praktyce klinicznej do diagnozowania występowania alergii.

Mleko kobiece oprócz ogólnie znanych walorów odżywczych zawiera wiele bioaktywnych składników, w tym składników modyfikujących reakcje immunologiczne. Wyższa zawartość, sięgająca 90% ogólnej ilości immunoglobulin, w mleku kobiecym immunoglobulin wydzielniczych klasy A (sIgA) sprzyja ekskluzji antygenów pokarmowych i tym samym wspomaga niewykształcone jeszcze mechanizmy w zakresie wytwarzania wydzielniczej IgA. Ponadto w mleku kobiecym występuje wiele innych składników biologicznie czynnych wspomagających funkcje obronne układu immunologicznego takich, jak kompleksy węglowodanów i wielocukrów, związków przeciwutleniających, kwasów tłuszczowych, kwasu glutaminowego, laktoferyny, hormonów, cytokin, czynników wzrostowych.

Siara i mleko krowie z wczesnego okresu po wycieleniu są cennym źródłem składników immunomodulujących i wykorzystywane są przez firmy farmaceutyczne do produkcji preparatów leczniczych.

Wpływ innych czynników żywieniowych na możliwość ograniczenia potencjalnego ryzyka wystąpienia i rozwoju alergii poprzez modyfikację elementów układu immunologicznego

Dane literaturowe potwierdzają korzystny wpływ wielu składników żywnościowych na różne elementy układu odpornościowego. Ograniczeniu występowania i rozwoju alergii sprzyja eliminacja wielu elementów związanych z dietą (tab. 3). Znaczny wpływ na funkcjonowanie układu immunologicznego wywierają białka, niektóre tłuszcze, witaminy (A, B₆, E, kwas foliowy), makro- i mikroelementy (cynk, żelazo, selen, miedź) i niektóre bakterie probiotyczne. Uzasadnieniem tego faktu wydaje się być poruszony już wcześniej wpływ mleka kobiecego na kształtowanie się układu odpornościowego niemowlęcia. Wpływ białek wydaje się być niezaprzeczalny z uwagi na to, że białka są głównym źródłem elementów budulcowych, strukturalnych układu immunologicznego (immunoglobulin, składników dopełniacza).

Również kwasy tłuszczowe, będące efektywnym, skumulowanym źródłem energii wykazujące lepszą przyswajalność niż węglowodany, oprócz wielu funkcji fizjologicznych, odgrywają znaczącą rolę w rozwoju zjawisk odpornościowych. Ich niedobór prowadzi do zmniejszenia lub znacznego upośledzenia odpowiedzi humoralnej i komórkowej. Duże znaczenie przypisuje się przy tym kwasowi arachidonowemu, z którego przy udziale lipooksygenaz komórek układu immunologicznego w wyniku przemian biochemicznych powstają leukotrieny, związki – mediatory odgrywające dużą rolę w funkcjonowaniu układu odpornościowego.

Podobnie udowodniono korzystny wpływ witamin, makro- i mikroelementów na funkcjonowanie układu immunologicznego. Niedobór tych składników pokarmowych może wywoływać osłabienie nie tylko odpowiedzi humoralnej i komórkowej, ale także w wielu przypadkach niespecyficznego układu immunologicznego. Spośród witamin szczególne oddziaływanie na układ odpornościowy przypisuje się witaminom: A, B₆, C, D i E [4, 9, 10, 12, 22, 26, 36, 48].

W ostatnich latach podkreśla się również duży udział selenu w prawidłowym funkcjonowaniu mechanizmów odpornościowych. Selen wchodzi w skład selenoprotein, niezbędnych do funkcjonowania odporności typu komórkowego. W sytuacji niedoboru selenu zmniejsza się ilość limfocytów T we krwi krążącej oraz spada aktywność komórek NK [36].

Zagadnienie wpływu składników diety na funkcjonowanie układu immunologicznego w ostatnim okresie nabrało na tyle znaczenia, że znajduje odbicie w rozwiązaniach przemysłowych dotyczących wytwarzania produktów parafarmaceutycznych na bazie produktów żywnościowych (np. ProDiet F 200 – hydrolizat białek mleka z zawartością bioaktywnych peptydów, preparaty mikrokapsułkowanych bakterii probiotycznych) [33].

Możliwości zmniejszenia ryzyka uczulenia na alergeny pokarmowe i ograniczenia alergii pokarmowych w wyniku zastosowanie metod modyfikacji składników pokarmowych

Zmniejszeniu ryzyka wystąpienia alergii pokarmowych sprzyja zachowanie warunków eliminujących, na ile to możliwe, czynniki wymienione w tab. 3., sprzyjające powstaniu tego schorzenia.

Dosyć efektywne jest również w tym zakresie postępowanie zmierzające do znacznej modyfikacji składników pokarmowych a szczególnie składników alergennych lub ich epitopów. Świadoma ukierunkowana modyfikacja może sprzyjać eliminacji lub ograniczeniu właściwości alergennych produktów spożywczych, ale może także sprzyjać wystąpieniu reakcji alergicznych, lub nasileniu reakcji i objawów. Zmodyfikowane peptydy wykorzystywane są często w postępowaniu desensybilizacyjnym. Przykładem możliwości osłabienia właściwości alergennych białek było stwierdzenie, że alergizujące właściwości białek mleka i soi można częściowo zredukować w trakcie procesu obróbki cieplnej [6, 28]. Białka roślinne okazały się przy tym bardziej termopornymi, mniej podatnymi na denaturację, aniżeli zwierzęce. Zmiany denaturacyjne w obrębie epitopów białek roślinnych były mniejsze (alergenność wyższa). Malley i wsp. [6] stwierdzili brak zmian właściwości alergennych frakcji albuminy przy ogrzewaniu jej w temperaturze 60°C przez 30 min i gotowaniu w temp. 100°C przez 5 min. Dopiero parametry termiczne sterylizacji (120°C/15 min) powodowały znaczną redukcję alergenicności tych białek.

Wyniki badań własnych w zakresie modyfikacji właściwości immunoreaktywnych białek mleka

W badaniach własnych stwierdzono możliwości eliminacji lub wydatnego obniżenia właściwości immunoreaktywnych białek serwatkowych mleka krowiego, a mianowicie α -laktoalbuminy (α -la) i β -laktoglobuliny (β -lg), poprzez poddanie mleka różnym zabiegom fizycznym (termicznym, przy wykorzystaniu ultradźwięków, oddziaływania mikrofal), chemicznym (poprzez procesy sukcylnacji, acetylacji i wiązania białek mleka z polietylenem glikolu), enzymatycznym oraz procesom biotechnologicznym (przy wykorzystaniu ok. 400 mezofilnych i termofilnych szczepów i szczepionek (tab. 4 i 5) [14, 43, 44].

Tabela 4

Zmiany immunoreaktywnych właściwości białek mleka pod wpływem wybranych modyfikacji.

Rodzaj modyfikacji Modification method	Pozostała immunoreaktywność w stosunku do mleka surowego (%) Residual immunoreactivity calculated as % of raw milk immunoreactivity	
	α -laktoalbuminy α -lactalbumin	β -laktoglobuliny β -lactoglobulin
Pasteryzacja 90°C/15 min Pasteurisation (90°C/15 min)	12,72	18,74
Ultradźwięki 52°C/60 min Ultrasonic treatment	0,88	6,42
Mikrofałe (98°C/2 min) Microvalves (98°C/2 min.)	1,37	12,86
Hydrolyza przy udziale pepsyny Hydrolysisation upon pepsin after 24 h	10,25	4,78
Hydrolyza przy udziale alkalazy Hydrolysisation upon alcalase after 24 h	0,62	>100
Hydrolyza przy udziale podpuszczki (24 godz.) Hydrolysisation upon rennin preparation after 24 h	1,09	25,11
Acetylacja / Acetylation	0,01	0,65
Sukcynylacja / Succinylation	0,02	0,22
Koniugacja z PEG ¹ / Conjugation with PEG ¹	0,08	0,05
Koniugacja z BSA ² / Conjugation with BSA ²	1,42	2,48

1 – Polietylen glikolu (8000)

2 – Albumina surowicy krwi wołowej (bovine serum albumin)

Za najkorzystniejszą metodę modyfikacji immunoreaktywnych właściwości białek mleka uznano zastosowanie łącznie wstępnego procesu termicznego, a następnie

fermentacji mlekowej. W większości przeprowadzonych modyfikacji zanotowano znaczne obniżenie immunoreaktywności, sięgające w wielu przypadkach 99,9% jednego z alergenów w stosunku do mleka surowego.

Jednakże, mimo że stopień eliminacji immunoreaktywnych białek oznaczanych metodą ELISA *in vitro* był bardzo wysoki, to obniżenie alergennych właściwości było nieznaczne, co udokumentowano w badaniach klinicznych przy użyciu prowokacyjnego testu skórniego.

Tabela 5

Zmiany immunoreaktywnych właściwości białek mleka pod wpływem procesu fermentacyjnego z udziałem wybranych kultur bakteryjnych.

The effect of fermentation by selective bacterial species on changes in immunoreactive properties of milk proteins.

Rodzaj drobnoustroju (rodzaj kultur bakteryjnych) Species and strain	Pozostała immunoreaktywność w stosunku do mleka surowego (%) Residual immunoreactivity calculated as % of raw milk immunoreactivity	
	α -laktoalbuminy α -lactalbumin	β -laktoglobuliny β -lactoglobulin
Mesophilic culture 2957 SMADL	0,06	8,95
Mesophilic culture 14D	0,99	0,67
<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i> biovar. (<i>diacetylactis</i>) 23	0,01	0,74
<i>Lactococcus lactis</i> ssp <i>lactis</i> w 83	0,18	1,37
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> 3z67	0,06	0,79
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>cremoris</i> 32	0,01	0,70
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 67Ł	0,09	1,46
<i>Lactobacillus helveticus</i> 5V	0,29	0,37

Podsumowanie

Najistotniejszymi spostrzeżeniami wynikającymi z analizy pokarmowego zagrożenia alergennego są następujące fakty:

- reakcja alergenna w stosunku do pokarmów jest reakcją wybitnie indywidualną,
- bardzo duże znaczenie w zaistnieniu takiej reakcji mają czynniki wewnątrz- i zewnątrzustrojowe, w tym także dietetyczne,
- ogromne i trudne do przewidzenia zagrożenie stwarzają tzw. reakcje krzyżowe poszczególnych produktów żywnościowych i nakładające się reakcje krzyżowe innych czynników alergizujących (alergeny wziewne, kontaktowe).

LITERATURA

- [1] Barej W.: Procesy trawienne a alergię pokarmowe u zwierząt. *Medycyna Wet.*, **52**, 1996, 485.
- [2] Bindels J.G., Hoijer M.: Allergens: Latest Developments, Newest Techniques. Safety in Dairy Products. *Bulletin of the IDF* 351.
- [3] Brandtzaeg P.: Nature and function of gastrointestinal antigen-presenting cells. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2001, 16.
- [4] Brock J.H.: Iron and immunity. *J. Nutr. Biochem.*, **2**, 1996, 47.
- [5] Burks W., Bannon G.A., Sicherer S., Sampson H.A.: Peanut-Induced Anaphylactic Reaction, *Int. Arch. Allergy Immunol.*, **119**, 1999, 165.
- [6] Crawford L.V., Roane J., Triplett F., Hanissian A.S.: Immunologic studies on the legume family food, *Ann. Allergy*, **23**, 1965, 303.
- [7] Ebner Ch., Hoffmann-Sommergruber K., Breitender H.: Plant food allergens homologous to pathogenesis-related proteins. *Allergy*, **56** (suppl. 56), 2001, 43.
- [8] Evaluation of Allergenicity of Genetically Modified Foods. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Allergenicity of Foods Derived from Biotechnology, 22-25 January 2001.
- [9] Failla M.L., Hopkins R.G.: Is low copper status immunosuppressive?. *Nutr. Rev.*, **56**, 1998, S59.
- [10] Fraker P., King L.: Changes in regulation of lymphopoiesis and myelopoiesis in the zinc-deficient mouse. *Nutr. Rev.*, **65**, 1998, 65.
- [11] Fries J.H.: Studies on the allergenicity of soy bean, *Ann. Allergy*, **29**, 1971, 1.
- [12] Hughes D.A.: Effects of carotenoids on human immune function. *Proc. Nutr. Soc.*, **58**, 1999, 713.
- [13] Ignyś I., Cichy W.: Etiopatogeneza alergii pokarmowej u dzieci. *Materiały III Konferencji Szkoleń i Naukowej „Postępy w Pediatrii”*, Lublin'98, 1998.
- [14] Jędrychowski L., Wróblewska B.: Reduction of the Antigenicity of Whey Protein by Lactic Acid Fermentation. *Food Agricult. Immunol.*, **11**, 1999, 91.
- [15] Jędrychowski L.: Immunomodulatory oddziaływanie żywności. *Materiały na VIII Konferencję Naukowo-Promocyjną UWM, Biul. Nauk. UWM*, **13**, 2001, 9.
- [16] Jutel M., Małolepszy J.: Mechanizmy immunoterapii swoistej. *Alergia, Astma Immunologia*, **6**, 2001, 7.
- [17] Kaczmarek M.: Alergia pokarmowa u dzieci. W: *Postępy w alergologii-II*. Pusa T. (red.), Medpress, Warszawa 1997.
- [18] Kirjavainen P.V., Apostolou E., Salminen S.J., Isolauri E.: Nowe aspekty stosowania probiotyków w leczeniu alergii pokarmowej. *Alergia, Astma, Immunologia*, **6**, 2001, 1.
- [19] Kurek M.: Alergia pokarmowa i objawy ja naśladowe. W: *Postępy w alergologii-II*. Pusa T. (red.), Medpress, Warszawa 1997.
- [20] Mayer L., Sperber K., Chan L., Child J., Toy L.: Oral tolerance to protein antigens. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2001, 12.
- [21] Mills E.N.C., Potts A., Plumb G.W., Lambert N., Morgan M.R.A.: Development of a Rapid Dipstick Immunoassay for the Detection of Peanut Contamination of Food. *Food Agricult. Immunol.*, **9**, 1997, 37.
- [22] Mukhopadhyay S., Singh M., Chatterjee M.: Vitamin D₃ as a modulator of cellular antioxidant defence in murine lymphoma. *Nutr. Res.*, **20**, 2000, 91.
- [23] Nordlee J.A., Taylor S.L., Townsend J.A., Thomas L.A., Bush R.K.: Identification of a Brazil-Nut, Allergen in Transgenic Soybeans, *N. Engl. J. Med.*, **334**, 1996, 688.
- [24] Ortolani C., Spano M., Scibilia J., Pastorello E.A.: Introducing chemists to food allergy. *Allergy*, **56** (suppl.67), 2001, 5.

- [25] Pastorello E.A., Pompei C., Pravettoni V., Brenna O., Farioli L., Trambaioli C., Conti A.: Lipid transfer proteins and 2S albumins as allergens. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2001, 45.
- [26] Pfahl M., Chytil F.: Regulation of metabolism of retinoic acid and its nuclear receptors. *Ann. Rev. Nutr.*, **16**, 1996, 257.
- [27] Płusa T.: *Postępy w alergologii – II*. Medpress, Warszawa 1997.
- [28] Ratner B., Untracht S., Crawford L.V., Malone H.J., Retsina M.: Allergenicity of modified and processed foodstuffs. *Am. J. Dis. Child*, 89:189 - cytowane za Crawford L.V., Roane J., Triplett F., Hanissian A.S.: Immunologic studies on the legume family food, *Ann. Allergy*, **23**, 1965, 303.
- [29] Reissmann H.: *Handbook delle Emergenze da shock*. Guida Pratica. By Mediserve s.r.l., 1996.
- [30] Romański B.: *Alergia i choroby alergiczne*. PZWL, Warszawa 1991.
- [31] Romański B.: Choroby atopowe na przełomie wieków- epidemiologia, profilaktyka, leczenie. *Alergia, Immunologia*, **3**, 1998, 12.
- [32] Rothenberg M. E.: Gastrointestinal eosinophils. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2000, 21.
- [33] Rowman C.: Fighting through the Functional Maze. *Food Engineering & Ingredients*. Oct. 2001, 15.
- [34] Stelmach I., Walusiak J., Jerzyńska J., Górski P.: Latex allergy in children with spina bifida-conditionings, symptomatology, diagnostics. *Int. Rev. Allergol. Clin. Immunol.*, **6**, 2000, 21.
- [35] *Substancje dodatkowe do żywności. Suplement do „Konsumenckiego przewodnika po dodatkach”*, Federacja Konsumentów. Warszawa 1999.
- [36] Szponar L., Respondek W.: *Żywnienie a aktywność układu immunologicznego. Materiały Konferencji naukowej „Poprawa stanu zdrowia ludności w Polsce poprzez podnoszenie jakości zdrowotnej żywności i racjonalizację sposobu żywienia”*. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 1998.
- [37] Sliwińska-Gołębiowska H.: Immunologiczne podstawy tolerancji pokarmowej. *Materiały Sympozjum: Alergia i nietolerancja pokarmowa. Stanowisko Polskiej Grupy Ekspertów*. 1997.
- [38] Taylor S.L., Hefle S.L.: Ingredient and labeling issues associated with allergenic foods. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2001, 16.
- [39] Virtanen T.: Lipocalin allergens. *Allergy*, **56** (suppl. 67), 2001, 48.
- [40] Wartanowicz M., Ziemiański Ś.: Stres oksydacyjny oraz mechanizmy obronne. *Żyw. Człow. Metab.*, **26**, 1999, 67.
- [41] Wergeland H.: Three fatal cases of probable familial allergy to human milk, *Acta Paediat.* 35:321, 48 - cytowane za Crawford L.V., Roane J., Triplett F., Hanissian A.S., Immunologic studies on the legume family food, *Ann. Allergy*, **23**, 1965, 303.
- [42] Wróblewska B., Jędrychowski L.: Alergenność mleka koziego. *Przegląd Mleczarski*, 1996, 47.
- [43] Wróblewska B., Jędrychowski L., Bielecka M.: The effect of selected microorganisms on the presence of immunoreactive fractions in cow and goat milks. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **4/45**, 1995, 21.
- [44] Wróblewska B., Jędrychowski L.: Effect of conjugation of cow milk whey protein with polyethylene glycol on changes in their immunoreactivity and allergic properties. *Food Agricult. Immunol.* (w druku)
- [45] Wróblewska B., Jędrychowski L.: Żywność a alergia. *Żywność. Technologia. Jakość*, **2 (15)**, 1998, 5.
- [46] Wróblewska B.: Reakcje krzyżowe alergenów. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, **2 (19)**, 1998, 5.
- [47] Wüthrich B.: Lethal or life-threatening allergic reactions to food. *Invest. Allergol. Clin. Immunol.*, **10**, 2000, 59.
- [48] Zhao Z., Murasko D.M., Ross A.C.: The role of vitamin A in natural killer cell cytotoxicity, number and activation in the rat. *Nat. Immun.*, **13**, 1994, 29.

FOOD ALLERGENS AS HEALTH RISK FACTORS**S u m m a r y**

In the paper the risks resulting from the presence of allergens in food were evaluated. Special attention was paid to factors enhancing occurrence of food allergies including risks caused by cross reactions as well as risks resulting from introduction of highly processed and genetically modified food. There was indicated a need of introducing onto food packaging information concerning possible allergenic hazard in order to avoid incidence of anaphylactic reactions. ❖

JACEK KIJOWSKI

BEZPIECZEŃSTWO ZDROWOTNE I JAKOŚĆ ŻYWIENIOWA MIĘSA DROBIOWEGO I JAJ

Streszczenie

Najistotniejsze zagrożenia zdrowotne w produkcji drobiarskiej związane są z zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi (*S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *C. jejuni*), pozostałościami zanieczyszczeń chemicznych i leków oraz zanieczyszczeń fizycznych. Podjęte w kraju programy zwalczania salmonellozy wywołują pozytywne zmiany. Nastąpił również wzrost popularności drobiu i jaj z ekologicznego chowu. Drób produkowany w systemie certyfikowanym typu „Label Rouge” odpowiada potrzebom klienta, z równoczesnym zagwarantowaniem iż specyficzne jego cechy są efektem proceduralnych metod ich uzyskiwania oraz urzędowego nadzoru. Regulacja jakości żywieniowej mięsa drobiu i jaj polega na wzroście udziału w lipidach tkankowych oraz w żółtkach jaj polienowych kwasów tłuszczowych $\omega(n)$ -3, w wyniku stosowania diety zawierającej nasiona lnu oraz tłuszcze rybne oraz dodatkowo witaminę E. W wyniku selekcji genetycznej, strategii żywieniowej oraz użycia środków farmakologicznych można zredukować cholesterol żółtka do 30%. Przeprowadzone w ostatnich latach liczne badania żywieniowe nie potwierdzają zależności pomiędzy wzrostem poziomu tej substancji w krwi a spożyciem kilku jaj dziennie.

Pojęcie jakości produktów drobiarskich obejmuje ich zdrowotność, atrakcyjność sensoryczną, wartość żywieniową, dyspozycyjność w obrocie i w użyciu przez konsumenta [1].

Zagrożenia zdrowotne

Jakość zdrowotna produktów drobiarskich w znacznym stopniu zależy od zanieczyszczeń surowca. Można wymienić m.in.: zanieczyszczenia chemiczne, w tym obecność metali ciężkich, pestycydów, detergentów, środków dezynfekujących, pozostałości antybiotyków, kokcydiostatyków, zanieczyszczenia fizyczne, jak: szkło, kawałki metalu, piasek, kamienie itp., a przede wszystkim zanieczyszczenia biologiczne, w tym obecność: *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* czy *Clostridium perfringens*.

Głównym zagrożeniem zdrowia publicznego związanym z produkcją żywności pochodzenia zwierzęcego, w tym drobiu jest możliwość jej zanieczyszczenia drobnoustrojami chorobotwórczymi dla człowieka lub ich toksynami. Szczególnie znaczącym zagrożeniem produktów drobiarskich są bakterie *Salmonella* oraz *Campylobacter*. Badania krajowe wskazują, że wśród kurcząt rzeźnych występuje wysoki stopień nosicielstwa tych ostatnich bakterii. Kampylobakterioza jest szczególnie niebezpieczna w przypadku niemowląt i osób w wieku podeszłym [16]. W kraju nie są prowadzone urzędowe lub inne systematyczne działania ograniczające możliwości występowania kolibakteriozy. Służby sanitarne innych krajów, w tym USA zwracają też uwagę na istotne zagrożenie enterokrwotoczną pałeczką okrężnicy *E.coli* 0157:H7, w mniejszym stopniu mięsa drobiu, a w większym produktów z mięsa świń i bydła.

W krajach UE wprowadzono kompleksowe programy administracyjnego zwalczania salmoneloz oparte na nowej strategii. Również w kraju został wdrożony system ujednoliconego postępowania służb weterynaryjnych w odniesieniu do chorób zakaźnych podlegających obowiązkowemu zwalczaniu. Najważniejszym problemem epizootycznym w kraju są zakażenia wywołane przez pałeczki *Salmonella*. Kliniczne przypadki tych chorób u drobiu na ogół są rzadkie. Z tego względu ptaki, które są nosicielami *Salmonelli* nie są wykrywane w czasie badań sanitarno-weterynaryjnych. Ptaki cały czas mogą być siewcami zarazka. W przewodzie pokarmowym ptaka może nastąpić jego wielokrotne namnożenie i środowisko zewnętrzne może być zanieczyszczone dużą liczbą bakterii przez ptaki uznane za zdrowe, tzw. nosiceli bezobjawowych. Szczególnie trudne do wykrycia są przypadki „ukrytych nosicieli”. W takim przypadku pałeczki *Salmonella* lokalizują się w woreczku żółciowym, a w badaniach bakteriologicznych wymazów z odbytu drobiu nie stwierdza się ich obecności. W sytuacji stresogennej ptaki mogą stać się siewcami bakterii. Stąd stan nosicielstwa ukrytego może być istotny z epidemiologicznego punktu widzenia [5]. Zasadnicze znaczenie mają infekcje salmonelozowe mięsa oraz wyrobów z mięsa drobiu. Badania prowadzone nad toksykoinfekcjami powodowanymi przez pałeczki *Salmonella* wykazały, że ich występowanie u ludzi ma ścisły i częsty związek z zanieczyszczeniami drobiu rzeźnego i niosek. Główną ich przyczyną, w ostatnim dziesięcioleciu jest *Salmonella enteritidis*, a bardzo często typ fagowy 4 (PT4).

Z badań krajowych wynika, że stale wzrasta liczba ognisk i zachorowań spowodowanych przez pałeczki *Salmonella*. Jak dotychczas dokładnie nie wiadomo dlaczego i w jaki sposób doszło do wzrostu zjadliwości *S. enteritidis* zarówno dla ludzi, jak i drobiu [15].

Ponad 94% notowanych przypadków zbiorowych zatruc i zakażeń pokarmowych wywołanych jest przez *Salmonella*. Średnio rocznie rejestruje się urzędowo ok. 30 000 przypadków zachorowań na salmonelozę pokarmową. Dodatkowo znaczna część zachorowań nie trafia do urzędowych rejestrów [5]. Ma to ogromne znaczenie ekono-

miczne zarówno dla budżetu państwa, jak też z punktu widzenia poszczególnych producentów, stąd obecność salmoneloz na liście chorób zwalczanych z urzędu.

W kraju opracowany został nowy program zwalczania salmoneloz drobiu, a jego wdrażanie rozpoczęło się z chwilą wejścia w życie instrukcji Głównego Lekarza Weterynarii, tj. od 1999 roku. Instrukcje w sprawie zwalczania salmoneloz dotyczyły reprodukcyjnych stad drobiu, drobiu rzeźnego oraz stad towarowych [5]. Słabość krajowego programu zwalczania salmoneloz wynika z braku finansów na konsekwentną realizację, co powoduje, że spora część wskazań zawartych w instrukcjach ma charakter zaleceń, a większość kosztów zwalczania ponosi sam producent.

Istotne znaczenie dla skutecznej walki z rozpowszechnionym zakażeniem pałeczkami *Salmonella* w całym łańcuchu produkcji drobiarskiej powinno mieć jak najszybsze objęcie go systemem HACCP oraz potraktowanie tej bakterii jako najważniejszego zagrożenia zdrowotnego człowieka, objętego możliwie najszerszą profilaktyką zapobiegania salmonelozom.

Analiza wyników urzędowego badania drobiu po uboju (1173 mln. sztuk) przeprowadzonego w latach 1996-99 przez Inspekcję Weterynaryjną wykazała, że przyczyną dyskwalifikacji drobiu są: zmiany chorobowe, ale w większym stopniu (70% przypadków) odchylenia jakościowe takie, jak: wychudzenie, złe wykrwawienie, rozkład gnilny, przeparczenie drobiu, posocznica i ropnica [8].

Opłacalna produkcja i sprzedaż żywności staje się możliwa wówczas, gdy konsumenci mają do niej zaufanie wynikające ze zrozumienia znaczenia bezpieczeństwa. W celu ujednoczenia pojęcia „bezpiecznego” jaja spożywczego wprowadzono szereg standardów. Podstawowymi kryteriami świadczącymi o jaju jako bezpiecznym produkcie żywnościowym, jest poziom zanieczyszczenia mikroorganizmami, względnie składnikami chemicznymi (metale ciężkie, pestycydy, leki weterynaryjne, dodatki paszowe). W Europie Zachodniej, stopień zanieczyszczenia pałeczkami *Salmonella* kontroluje się zgodnie z Dyrektywą 92/117. Kontrolę przeprowadza się na podstawie mikrobiologicznego badania próbek odchodów kur niosek lub na podstawie sprawdzania obecności przeciwciał przeciw *Salmonella* w żółtku jaja lub w surowicy krwi kur niosek.

Powszechne staje się wprowadzanie odpowiedniego znakowania jaj, świadczącego o ich jakości. W 1993 r. Brytyjska Rada Producentów Jaj zaczęła oznaczać jaja kodem „lwa” (Lion) gwarantującym, że tak oznaczone jaja mają najwyższy na świecie standard bezpiecznej żywności. Realizowany program umożliwia także pełne prześledzenie „historii” każdego jaja, począwszy od stada rodzicielskiego, a następnie towarowego, datę zniesienia i oznaczenia jaja kodem, poprzez centrum sortowania i pakowania – do punktu sprzedaży detalicznej. Na początku 2000 r. w Irlandii wprowadzono Program Zapewnienia Jakości, zgodnie z którym każde jajo winno mieć na skorupie logo oraz klasę jakości, kod fermi i datę zniesienia. W Kanadzie jakość i świeżość jaj

klasy A, rozpoznaje się przez oznaczenie kartonu z takimi jajami – liściem klonu oraz datą zniesienia [18].

Wprowadzenie w UE od 2004 roku nowych przepisów prawnych w zakresie obowiązkowego oznakowania produktów żywnościowych oznacza, że na skorupie każdego jaja przeznaczonego do handlu, będzie nanoszony numer fermy, system utrzymania kur oraz data zniesienia. Jaja przestaną mieć charakter anonimowego produktu o nieznanym pochodzeniu [19].

W produkcji drobiarskiej stosuje się w szerokiej skali antybiotyki, a także inne substancje chemiczne, mające działanie bakteriostatyczne, a w przypadku antybiotyków również stymulujące wzrost masy ciała. Zaobserwowano wzrost odporności niektórych szczepów bakterii na antybiotyki, co zaczyna być znaczącym problemem w leczeniu ludzi. Stanowi to może potencjalne zagrożenie dla człowieka, który spożywa coraz więcej drobiu i przetworów drobiowych. W krajach UE zakazano stosowania tych samych antybiotyków w żywieniu zwierząt i w leczeniu. W UE stworzono też system prawny, który ściśle reguluje wielkość i rodzaj stosowanych antybiotyków w paszach [4]. W prawodawstwie polskim nie ma uregulowań prawnych określających pozostałość leków w żywności pochodzenia zwierzęcego. W odniesieniu do antybiotyków stosowana jest tzw. „opcja zerowa” [22]. Pojęcie najwyższych dopuszczalnych pozostałości antybiotyków (MRL) na podobieństwo ustaleń w UE nie istnieje w Polsce. To powoduje utrudnienia w międzynarodowym obrocie tą żywnością. Sensowne byłoby przyjęcie rozwiązań UE.

Z tego też względu coraz częściej w żywieniu drobiu stosuje się probiotyki oraz inne środki jak: kultury drożdżowe, zioła, kwasy organiczne, pożyteczne bakterie, immunoglobuliny, witaminy, wszystkie bezpieczne dla zwierząt, konsumentów i przyjazne dla środowiska. Ważne miejsce zajmuje czosnek, który wykazuje silne właściwości bakteriobójcze, antywirusowe, grzybobójcze, przeciwrakotwórcze, przeciwzapalne i odkażające.

Escherichia coli jest bakterią powodującą ogromne straty w produkcji drobiarskiej. Jest to specyficzna bakteria, ponieważ *E.coli* znajduje się w treści jelit zdrowych ptaków i pełni tam bardzo pożyteczną rolę, syntetyzując enzym laktazę i witaminę K. Jednak, gdy następuje zachwianie równowagi bakteryjnej jelit, ich alkalizacja powoduje, że dochodzi do samozakażenia – *E.coli* namnaża się, tworzy i wydziela enzym hialuronidazę, wywołując zmiany w jelitach i masowe padnięcia ptaków. Czosnek zapobiega temu, gdyż reguluje procesy fermentacyjne w jelitach, nie dopuszczając do ich alkalizacji. Ponadto usuwa wzdęcia i kolki, jest skuteczny w ostrych i chronicznych biegunkach. Profilaktyczne podawanie ptakom czosnku powoduje, że zawarte w nim lotne związki siarki, seleniu i wiele innych, przy wdychaniu wywołują swoistą inhalację dróg oddechowych i mogą skutecznie zapobiegać namnażaniu się *E.coli* w układzie oddechowym [7].

Z kolei w celu ograniczania zanieczyszczeń mikrobiologicznych tuszek i elementów tuszek drobiowych stosowany może być też inny naturalny środek, który jest enzymem, występującym w białku jaja, wykazującym działanie bakteriobójcze tj. lizozym. Traktowanie roztworem lizozymu elementów tuszek kurcząt, które następnie przechowywano przez 6 dni w temperaturze 4°C, spowodowało istotne ograniczenie dynamiki wzrostu ich mikroflory w porównaniu z próbami kontrolnymi. W mięsie, na które działano roztworem lizozymu nie stwierdzono obecności enterokoków, gronkowców chorobotwórczych i beztlenowych laseczek przetrwalnikujących, a zanieczyszczenie pałeczkami z grupy okrężnicy zostało wyraźnie zredukowane [9].

Wysoka jakość oraz odpowiednia czystość toksykologiczna i mikrobiologiczna produktów pochodzenia zwierzęcego stanowi element decydujący o zaliczeniu ich, lub nie, – do grupy, tzw. zdrowej żywności. Warunkiem produkcji mięsa i jaj o zminimalizowanej zawartości szkodliwych metali ciężkich i innych pierwiastków oraz pestycydów, mikotoksyn, dioksyn i in., jest zestawienie receptur mieszanek paszowych w oparciu o komponenty odpowiadające obowiązującym normom czystości pasz, które muszą być także wolne od skażeń patogennymi mikroorganizmami z rodzaju *Salmonella*, *Clostridium* i in.

Surowce drobiarskie można również nominować do grupy żywności prozdrowotnej, do której zalicza się produkty wzbogacone w korzystne dla konsumenta składniki, lub pozbawione składników naturalnych o szkodliwym wpływie na organizm.

Wyobrażenia konsumentów dotyczące zagrożeń związanych ze spożywaniem mięsa drobiowego lub jaj, sprowadzają się zazwyczaj do obawy przed salmonellozą oraz nadmiernym spożyciem cholesterolu. Do kryzysu zaufania konsumentów doprowadziły: rozprzestrzenianie się BSE, skażenie paszy dla drobiu dioksyną, podawanie zwierzętom niedozwolonych stymulatorów wzrostu, włączanie do pasz osadów z oczyszczalni ścieków zawierających metale ciężkie, środki chemiczne i bakterie chorobotwórcze [10].

Jakość a ekologia

Wraz z odchodzeniem od przemysłowych metod uprawy roślin i chowu zwierząt pojawiło się rolnictwo ekologiczne oraz ekologiczny chów zwierząt. Polska wykorzystuje tylko ok. 0,2% areału ziem uprawnych pod tę produkcję co jest wielo- lub wielodziesięciokrotnie mniej niż w państwach UE i ościennych krajach z południa i zachodu. Na skutek presji opinii publicznej poszukuje się rozwiązań uwzględniających ochronę środowiska i dobrobyt ptaków (welfare). Pod tym ostatnim pojęciem rozumie się: "Stan dobrego fizycznego i psychicznego samopoczucia zwierząt (ptaków) w pełnej harmonii z otaczającym je środowiskiem".

Obserwowany jest wzrost popytu na „ekodród” i „ekojaja”. Wzrasta popyt na kurczęta z chowu wolnowybiegowego, ze względu na ich: mniejsze odtuszczenie, żół-

tawą barwę skóry, walory smakowo-zapachowe. Wspólną cechą alternatywnych systemów utrzymania kur nieśnych jest odejście od „więzienia” udomowionych ptaków jak to ma miejsce w przypadku systemu klatkowego. Lecz koszty robocizny są wyższe i większe jest też zużycie paszy. Drób mający dostęp do wolnego wybiegu ma silniej zabarwione grzebienie, dzioby, skoki, cięższy przewód pokarmowy, większą masę mięśni tzw. prawdziwych mięśni, a mięso sprawia wrażenie bardziej zbitego, gęstsze, mniej wodniste [13]. Mięso takie jest mniej odfuszczone ma intensywniejszy smak i nadaje się doskonale do gotowania rosołu.

Żółtko jaj z gospodarstw ekologicznych jest pomarańczowe, a ich smak, zdaniem wielu, jest nieporównywalnie lepszy z jajami z intensywnej przemysłowej produkcji. Problemem jest istotnie wyższy koszt produkcji takiego mięsa i jaj. Skarmianie drobiu tylko paszami zbożowymi ma też znaczenie dla rozwoju produkcji i zbytu roślin.

Jakość drobiu z systemu certyfikowanego

Oryginalny system produkcji i przygotowania drobiu, spełniający życzenia konsumentów proponuje przemysł drobiarski Francji. Już od 1965 r. farmerzy tego kraju wytwarzają produkty o specyficznych cechach określanych terminem i znakiem „Label Rouge”. Około 15% ubijanego drobiu we Francji pochodzi z tego systemu. Celem tej specyficznej działalności jest oferowanie konsumentowi produktu o gwarantowanej jakości, spełniającego jego życzenia i zapotrzebowania. Cały ciąg produkcji od jaja wylęgowego i pisklęcia do dystrybucji gotowego produktu jest ściśle scharakteryzowany, zdefiniowany i opisany w formie urzędowych procedur zatwierdzanych przez komisję składającą się z przedstawicieli nauki, federacji konsumentów, fachowców produkcji drobiu i urzędników Ministerstwa Rolnictwa. Smakowitość i ogólna jakość tego mięsa jest oceniana wyżej przez konsumentów niż typowo uzyskiwanego brojlera.

System „label” oferuje konsumentowi młody drób, blisko jego dojrzałości płciowej z regularnym umięśnieniem, nisko odfuszczonym, z cienką skórą. Od momentu, gdy system pracy organizacji certyfikujących „Label Rouge” został uznany za zgodny z europejskim standardem EN/45011 zaczyna się rozpowszechniać poza Francją. Niemcy mają gotowe propozycje produkcji drobiu znakowanego uwzględniające jeszcze bardziej szczegółową listę wymagań obejmujących 5 etapów produkcji, tj. hodowlę i wylęg, produkcję fermową, ubój i obróbkę poubojową, dzielenie drobiu, transport, dystrybucję produktu i jego jakość [1]. W Polsce obserwuje się początki takiej formy produkcji podjętej przez kilku producentów. Zaawansowane są działania firm produkujących ekojaja czy też biojaja.

Niemieckie organizacje drobiarskie zainicjowały działania zmierzające do poprawy jakości żywca wszystkich gatunków drobiu, a w konsekwencji do uzyskania bezpiecznego pod względem zdrowotnym mięsa drobiowego. Coraz bardziej kupują-

cych interesuje, czy oferowane im do sprzedaży tuszki kurcząt są rodzimego pochodzenia. Ponad 77% konsumentów w Niemczech uważa, że najlepsze tuszki pochodzą z Niemiec i dlatego żądają, by rodzime produkty drobiowe, były oznaczone kodem D/D/D, który oznacza, że ptak był wylęzony z niemieckich jaj, w niemieckim zakładzie wylęgowym i odchowany w niemieckiej fermie przy żywieniu niemieckimi paszami [20].

Jakość żywieniowa

Mięso drobiowe cenione jest głównie jako źródło białka pochodzenia zwierzęcego o dużej wartości odżywczej, dzięki zawartości doborowego składu aminokwasowego. Oprócz białka mięso dostarcza lipidów, soli mineralnych, pierwiastków śladowych oraz witamin. Wartość odżywcza białek mięsa drobiowego jest nieco wyższa niż białek mięsa dużych zwierząt rzeźnych, gdyż mięso drobiowe ma więcej białka, a więc i więcej poszczególnych aminokwasów. Mięso drobiowe charakteryzuje się korzystnym stosunkiem kwasów tłuszczowych nienasyconych do nasyconych, w porównaniu z mięsem dużych zwierząt rzeźnych. Dzięki większej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych temperatura topnienia tłuszczów drobiowych jest niższa w porównaniu z tłuszczami wołowym lub wieprzowym, co ułatwia ich przyswajalność.

Mięso drobiowe jest liczącym się źródłem uzupełniającym witamin z grupy B, kwasu pantotenowego, witaminy C. Tłuszcze drobiowe zawierają na ogół więcej witaminy A i karotenów, a także witaminy E niż tój wołowy lub smalec wieprzowy. Mięso młodego drobiu ma delikatną strukturę włókienek mięśniowych i zawiera mniej kolagenu niż mięso osobników starszych, co powoduje, że jest bardziej kruche w ocenie sensorycznej. Dlatego łatwe do przeżuwania i trawienia mięso drobiowe ma uzasadnioną opinię mięsa lekko strawnego, dietetycznego. Mięso drobiu grzebiącego, które dostarcza dużo białka o pożądanym składzie aminokwasowym, jest mało energetyczne i ma walory dietetyczne, a więc może być traktowane jako szczególnie poszukiwane i zalecane jako źródło białka dla niemowląt i młodszych dzieci, dla rekonwalescentów, osób starszych i prowadzących mało ruchliwy tryb życia oraz przeprowadzających kuracje odchudzające.

Walory odżywcze, dietetyczne i smakowe mięsa drobiowego zadecydowały, że jest ono cennym produktem w codziennej diecie nowoczesnych społeczeństw. Nastawienie konsumentów do spożywania mięsa chudego powoduje dążność do zmniejszenia odtuszczenia kurcząt brojlerów. Na udział tłuszczu w masie ciała brojlera wpływa wiele czynników: genotyp, płeć, wiek, warunki wychowu, żywienie. W doświadczeniach hodowlanych wykazano, że selekcja kurcząt rzeźnych na małe lub duże odkładanie tłuszczu w ciele, dała efekty już w pierwszej generacji. Selekcji kurcząt brojlerów na mały udział tłuszczu w masie ciała nie można rozpatrywać w oderwaniu od

żywienia, bowiem linie ptaków selekcjonowane przez 12 generacji na małe otłuszczenie, po zmianie żywienia na wysokoenergetyczne zatraciły po pewnym czasie tę cechę.

Badania wykazały, że żywienie przerywane ptaków (zamiast „do woli”), może być sposobem ograniczenia ptakom paszy, co prowadzi do mniejszych jej strat, a ponadto przyczynia się do lepszego wykorzystania białka i do odkładania tłuszczu w tuszce. Przerywany sposób żywienia pozwala zaoszczędzić 7–8% paszy, stwarza optymalne warunki biosyntezy białka i lipidów w tuskach ptaków oraz wpływa na podniesienie odporności kurcząt [14].

Jaja kurze należą do grupy produktów spożywczych, charakteryzujących się znaczną zawartością, pożądanymi proporcjami oraz wysoką strawnością i przyswajalnością składników odżywczych. Ponadto, jaja nie należą do produktów wysokokalorycznych. W składzie lipidów jaja kurzego (żółtka) zwraca uwagę wysoka zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowego C18:1, ω -6) oraz wielonienasyconego niezbędnego kwasu linolowego (C18:2, ω -6). Jaja są cennym źródłem witamin rozpuszczalnych w wodzie (m. in. wit. B₂) i tłuszczach (m. in. wit. A i D) oraz składników mineralnych (m. in. fosforu), łącznie z pierwiastkami śladowymi (m.in. żelazem).

Reagując na wezwania współczesnej naukowej wiedzy, przemysł drobiarski może spełnić oczekiwania współczesnego konsumenta, kształtując surowce drobiarskie w taki sposób by charakteryzowała je nie tylko niska zawartość tłuszczu, lecz także zmniejszony udział nasyconych kwasów tłuszczowych. Jako tzw. żywność prozdrowotna preferowane są produkty o zwiększonej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, produkty wzbogacone w witaminy, składniki mineralne itp. Wzrostowi konsumpcji nienasyconych kwasów tłuszczowych ω (n)-3 przypisuje się zmniejszenie zapadalności na schorzenia układu naczyniowo-sercowego.

Badania na drobiu wykazały, że obok czynników genetycznych, możliwość polepszenia jakości oraz modyfikowania składu mięsa i jaj istnieje także w wyniku stosowania odpowiednich zabiegów żywieniowych. Na udział mięsa i tłuszczu w ciele kurcząt można wpływać stosując odpowiednie dodatki paszowe w diecie ptaków. Obniżenie stopnia otłuszczenia tuszki i zwiększenie udziału mięsa uzyskuje się przede wszystkim w wyniku uzupełnienia mieszanki paszowej dodatkiem krystalicznych aminokwasów, substancji wykazujących właściwości zaoszczędzania aminokwasów oraz poprzez ograniczenie zawartości składników pokarmowych w mieszance paszowej przeznaczonej na początkowy okres żywienia brojlerów.

Rodzaj tłuszczu zawartego w paszy dla drobiu ma istotny wpływ na skład kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mięsa i jaj. Oleje roślinne są zasobne w kwas linolowy (C 18:2, ω -6), a niekiedy (olej lniany, rzepakowy niskoerukowy) także w kwas α -linolenowy (C 18:3, ω -3). W wyniku wzbogacania paszy niosek nasionami lnu uzyskuje się jaja o zwiększonej zawartości NNKT szeregu ω -3. Bogatym źródłem kwasów

ω -3 o dłuższym łańcuchu (C 20:5 (iko-)eikozapentaenowy EPA; C 22:5 dokoza-pentaenowy DPA oraz C 22:6 dokozaheksaenowy DHA) jest tłuszcz ryb morskich z wód zimnych. Zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych uzyskana we wzbogaconym jajku kurzy odpowiada w 50% zapotrzebowaniu człowieka na NNKT oraz pokrywa prawie w 100% potrzeby w zakresie EPA, DPA i DHA. Możliwość zwiększenia udziału NNKT na drodze żywieniowej istnieje także w mięsie drobiu, np. w wyniku wprowadzenia do paszy tłuszczu rybnego (mączek rybnych). Czynnikiem ograniczającym zastosowanie tłuszczu i mączek rybnych, ze względu na obecność w nich substancji o charakterystycznym zapachu, w mieszankach paszowych dla drobiu jest pogorszenie smaku mięsa drobiowego. Duże znaczenie ma sama jakość mączki i tłuszczu rybnego [3].

Wyniki wielu doświadczeń wskazują, że wzbogacanie pasz w NNKT jest stosunkowo efektywne, bowiem znaczna część tych kwasów (35–50%) trafia z paszy do produktów drobiowych. Dotyczy to zarówno jaj, jak i mięsa drobiowego [21]. Z zagadnieniem efektywności wzbogacania żywności w wielonienasycone kwasy tłuszczowe, wiąże się ściśle wysoka podatność tych związków na zmiany autooksydacyjne, obniżająca w efekcie trwałość tak zmodyfikowanych produktów [2]. Wykazano, że witamina E będąca wraz olejem lnianym i olejem rybnym składnikiem dawek pokarmowych niosek, jest również łatwo wbudowywana w skład lipidów żółtka jaja. Przedstawiona metoda pozwala więc na równoczesne wzbogacenie składu jaja kurzego w NNKT i niezbędny w tym przypadku czynnik antyoksydacyjny – wit. E [12].

Cholesterol w jajku

Żółtko jaja zawiera ok. 200–250 mg cholesterolu, a wysoki poziom tego składnika kojarzony jest z podwyższaniem jego poziomu we krwi człowieka i skłonności do schorzeń układu krążenia. Próby obniżania zawartości cholesterolu w jajku na drodze genetycznej, żywieniowej i farmakologicznej wykazały, że jest to składnik trudny do manipulacji.

Jedyną ze znanych metod redukcji zawartości cholesterolu jest selekcja kur niosek na niską zawartość tego składnika. Droga tą udało się zredukować cholesterol w jednym żółtku z ok. 270 mg w latach 70. do 210 mg obecnie.

Sz szczególnie interesujące są obserwacje naszej rodzimej rasy kury Zielononóżki Kuropatwianej, w jajach której stwierdzono tylko ok. 150 mg cholesterolu. Kura ta przystosowana do bytowania w warunkach naturalnych znakomicie nadaje się do produkcji jaj ekologicznych. W porównaniu z wcześniejszymi zaleceniami, wskazującymi dopuszczalne dzienne spożycia aterogennego cholesterolu na poziomie poniżej 300 mg/dobę, współczesne poglądy są mniej rygorystyczne. Nie ma bowiem jednoznacznych i istotnych zależności pomiędzy poziomem spożycia cholesterolu u osób o normalnym poziomie tej substancji we krwi, a jego poziomem we krwi [6, 11, 17]. Brak

też jest zależność pomiędzy dziennym spożyciem dwóch czy nawet czterech jaj, a efektem hipercholesterolemicznym u osób normolipidemicznych tj.z normalnym poziomem lipidów we krwi [6, 11]. Lipidowy skład żółtka z dużą proporcją mono- i polienowych kwasów tłuszczowych ma tutaj również znaczenie. Po okresie fobii cholesterolowej jaja odzyskują swą wagą i w pełni uzasadniona pozycje w żywieniu człowieka.

Żywnienie zwierząt stało się w ostatnim czasie szeroko dyskutowanym zagadnieniem, z powodu rozprzestrzeniania się wśród bydła gąbczastego zwyrodnienia mózgu (BSE). Jednak problematyka jakości produktów żywnościowych jest znacznie szersza niż BSE. Konsumenci, świadomi zarówno zagrożenia, jak i swoich praw, coraz bardziej interesują się jakością żywności, warunkami, w jakich zwierzę wzrasta oraz w jakich poddane jest ubojowi, przygotowane do sprzedaży lub przerobione, ponieważ tylko zdrowe, prawidłowo karmione i odpowiednio utrzymywane zwierzę może dostarczyć wartościowego, zdrowego produktu. Obecna sytuacja na rynku mięsnym – kryzys wywołany BSE, sprzyja producentom drobiu, ponieważ według aktualnego stanu wiedzy, drób nie jest zagrożony BSE. Ze względu na krótki cykl produkcji można szybko wyprodukować i dostarczyć na rynek ptaki karmione paszą pozbawioną dodatków, których nie życzy sobie konsument [10]. Na takie wymagania rynku odpowiedziały już niektóre zakłady drobiarskie, np. rzeźnia drobiu „Konspol-bis” w Słupcy, które prowadzą ubój i przetwórstwo drobiu karmionego wyłącznie paszami roślinnymi, bez jakiegokolwiek dodatku mączek zwierzęcych. Tuszki kurcząt utrzymywanych w ten sposób noszą handlową nazwę „kurczak wegetarianin”.

LITERATURA

- [1] Kijowski J.: Systemowe zapewnienie jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktów drobiarskich, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (1), 2001, 37-41.
- [2] Kolanowski W., Świdorski F., Hoffmann M.: Możliwości wzbogacania wybranych produktów spożywczych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA), stosując olej rybny. *Żyw. Człow. Met.*, **24**, 1997, 13-26.
- [3] Koreleski J.: Żywnienie a jakość jaj i mięsa drobiowego, *Polskie Drobiarstwo*, **9** (5), 2000, 3-6.
- [4] Krawczyk J., Wężyk S.: Koszty rezygnacji z antybiotyków w żywieniu kurcząt brojlerów *Polskie Drobiarstwo*, **9** (7), 2000, 3-4.
- [5] Kwiatek K.: Warunki sanitarno-weterynaryjne wymagane w programie eliminacji pałeczek *Salmonella* w produkcji drobiarskiej w świetle przepisów krajowych i Unii Europejskiej. Krajowe Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich, Oddział w Poznaniu, 2000.
- [6] McNamara D.J.: Eggs, dietary cholesterol and heart disease risk: An international perspective. In: *Egg Nutrition and Biotechnology*, ed by J.S. Sim, S. Nakai and W. Guenter. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2000, 55-63.
- [7] Majewska T.: Czosnek w produkcji drobiarskiej – gwarantem zdrowia ptaków i wysokiej jakości ich mięsa, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (7), 2001, 41-43.

- [8] Malicki A.: Jakość produktów drobiarskich – wybrane aspekty higieniczne, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (4), 2001, 35-38.
- [9] Marciszewska C.: Zastosowanie lizozymu jako czynnika ograniczającego rozwój bakterii charakterystycznych dla tuszek kurcząt przechowywanych w warunkach chłodniczych, Praca doktorska, promotor Prof. J. Kijowski, AR w Poznaniu, 2000.
- [10] Pawlak M.: Szansa w...kryzysie. *Polskie Drobiarstwo*, **10** (7), 2001, 16-18.
- [11] Pisulewski P.: Żywnościowe metody modyfikowania składu kwasów tłuszczowych żywności pochodzenia zwierzecego. *Przem. Spoż.*, **54** (10), 2000, 6-8.
- [12] Pisulewski P.: Wartość odżywcza jaj kurzych oraz współczesne metody jej kształtowania. W: „Jajczarstwo”, pr. zbiorowa pod red. T. Trziszki, AR, Wrocław 2001, 189-217.
- [13] Rachwał A.: Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania ekologicznej produkcji spożywczych jaj i mięsa drobiowego. *Polskie Drobiarstwo*, **9** (5), 2000, 36-38.
- [14] Rachwał A.: Możliwość zwiększania efektywności produkcji kurcząt brojlerów – cz. I. Othuszczenie tuszek kurcząt rzeźnych, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (7), 2001, 21-23.
- [15] Szeleszczuk P.: Przepisy regulujące zwalczanie salmonelloz w stadach drobiu rzeźnego. *Polskie Drobiarstwo*, **9** (2), 2000, 9-14.
- [16] Szeleszczuk P.: Aktualne problemy zdrowotne drobiu w Polsce. Materiały Konferencji Drobiarskiej KRD-IG, Józefów, 27-28.09.2001.
- [17] Trziszka T.: Historyczne, kulturowe oraz współczesne znaczenie gospodarcze jaj. W: „Jajczarstwo” pod red. T. Trziszki, Wydawnictwo AR, Wrocław 2000, 7-19.
- [18] Wężyk S.: Znaczone jaja, *Polskie Drobiarstwo*, **9** (10), 2000, 4-6.
- [19] Wężyk S.: Niemcy bronią swój drób, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (1), 2001, 22-23.
- [20] Wężyk S.: Drakońskie prawodawstwo Unii Europejskiej a przyszłość światowego handlu jajami. *Polskie Drobiarstwo*, **10** (9), 2001, 24-26.
- [21] Zduńczyk Z.: Modyfikacja składu jaja kurzego – możliwości i mankamenty, *Polskie Drobiarstwo*, **10** (7), 2001, 38-40.
- [22] Żmudzki J.: Zanieczyszczenia w żywności. W: *Prawo Żywnościowe Unii Europejskiej*, red. E. Nitecka i M. Obiedziński, FAPA, Warszawa 2000.

HEALTH SAFETY AND NUTRITIONAL QUALITY OF CHICKEN MEAT AND EGGS

S u m m a r y

The most essential health risk of poultry products is associated with microbial contamination (*S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *C. jejuni*), residue of veterinary drugs and chemical pollutions and also with physical contaminants. The programme of salmonellosis eradication undertaken in our country result in positive changes. The increase of demands of poultry and eggs from ecological farming has been observed. Production of poultry in certified system of "Label Rouge" meet customer needs, with simultaneous guarantee that its specific features are an effect of procedural methods of obtaining them and of official supervision. The regulation of nutritional quality of poultry meat and of eggs bases on increase of ω (n)-3 polyunsaturated fatty acids in lipid tissue and in egg yolk, as a result of application of diet containing seeds of flax, fish fats and additionally vitamin E. It is possible to reduce amount of cholesterol in egg yolk up to 30% by the genetic selection, proper nutritional strategy and usage of pharmacological specifics. The numerous nutritional research conducted in the last years do not confirm the dependence between increase of cholesterol level in blood and consumption of few eggs a day. ❖

DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA

ŻYWNOSĆ PROBIOTYCZNA W ASPEKCIE BEZPIECZEŃSTWA ZDROWOTNEGO

Streszczenie

W publikacji omówiono definicje probiotyków, prebiotyków, synbiotyków i żywności probiotycznej. Przedstawiono także charakterystykę mikroflory jelitowej człowieka i bakterii probiotycznych. Omówiono korzyści płynące z obecności bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym człowieka oraz konieczność zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności probiotycznej.

Wprowadzenie

Żywność – to bardzo specyficzny produkt – produkt, który jest potrzebny wszystkim ludziom, a nawet więcej – jest on wszystkim niezbędny. Żywność oznacza życie, a od jej rodzaju, kompozycji, ilości i jakości zależy zdrowie i dobrostan człowieka. Nie jest więc dziwnym, że we wszystkich kulturach otaczano żywność szacunkiem, a nawet czcią. To właśnie produkty żywnościowe składano na ofiarę bogom, przepisy dotyczące tego co można, a czego nie można spożywać znajdujemy i w Biblii i w Koranie, i w Talmudzie. „Chleba naszego powszedniego daj nam dzisiaj” – modlą się chrześcijanie w najpiękniejszej modlitwie „Ojcze nasz”.

Podstawową troską człowieka, od zarania dziejów po czasy współczesne, był problem zdobycia żywności, dopiero potem zabiegano o jej jakość. W społeczeństwach, w których zdobycie żywności nie stanowi problemu, pojawia się dążenie do posiadania takich produktów, które spełniają wyrafinowane potrzeby konsumentów. Żywność ma być smaczna, bezwzględnie bezpieczna zdrowotnie, o odpowiedniej jakości, a także może powinna spełniać jeszcze inne funkcje? W tym właśnie kierunku podążają naukowcy, technolodzy, żywieniowcy – czy można wytworzyć produkty,

które obok funkcji żywieniowych będą spełniały także inne, przede wszystkim zdrowotne zadania. W ten sposób narodziło się pojęcie i powstają produkty, które zaliczane są do grupy o nazwie żywność funkcjonalna.

Zgodnie z porozumieniem zawartym w krajach Unii Europejskiej: „**Żywność może być uznana za funkcjonalną**, jeśli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, który to wpływ polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi przypominać postacią żywność konwencjonalną i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą normalnie spożywane z dietą – nie są to tabletki ani kapsułki, ale część składowa prawidłowej diety” [13].

Podwyższona jakość zdrowotna żywności funkcjonalnej wynika głównie z obecności w jej składzie substancji bioaktywnych, stymulujących pożądaną przebieg przemian metabolicznych oraz z optymalnej fizjologicznie proporcji poszczególnych składników. Korzystne oddziaływanie zdrowotne tej żywności powinno być udokumentowane badaniami klinicznymi prowadzonymi na ludziach, do diety których włączono badany produkt żywnościowy. Badania te powinny być prowadzone przez niezależne ośrodki naukowe, obejmować odpowiednio dużą grupę osób i trwać wystarczająco długo, by zapewnić obiektywne i stabilne rezultaty.

Do produkcji żywności funkcjonalnej stosowane są bioaktywne składniki żywności o rozpoznanych korzystnych właściwościach zdrowotnych: błonnik pokarmowy, oligosacharydy, poliole – alkohole wielowodorotlenowe, aminokwasy, peptydy, białka, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, witaminy, składniki mineralne, cholina i lecytyna, bakterie fermentacji mlekowej, substancje fitochemiczne. Ze względu na specyficzny skład można więc podzielić żywność funkcjonalną na następujące grupy [14]:

- wzbogacona,
- niskoenergetyczna,
- wysokobłonnikowa,
- probiotyczna,
- obniżonej zawartości sodu,
- obniżonej zawartości cholesterolu,
- energetyzująca.

Pojęcie żywności probiotycznej

Określenie **probiotyku** jest zastrzeżone w stosunku do 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 dro-

gach oddechowych (stosowane w postaci aerozoli) lub w przewodzie moczowopłciowym (preparaty miejscowe) [8].

Według Fullera probiotyki to żywe mikrobiologiczne dodatki żywieniowe korzystnie działające na organizm gospodarza poprzez poprawę równowagi mikroflory jelitowej [3].

Koncepcja probiotyków wg Delzenne i Roberfroid'a [2] polega na tym, że w wybranych składnikach diety (zazwyczaj produktach mlecznych) wprowadza się żywe bakterie w takiej formie i takiej ilości, aby przetrwały w górnym odcinku przewodu pokarmowego (głównie kwaśnym środowisku żołądka i w obecności żółci w dwunastnicy), a następnie zasiedliły się i były aktywne w jelicie grubym, zwłaszcza w okrężnicy. Takie rozumienie i zastosowanie probiotyków stało się możliwe dzięki postępowi naukowemu w wielu obszarach, m.in. głębszemu poznaniu fizjologii trawienia i metabolizmu składników diety, czynników wpływających na liczebność i skład mikroflory przewodu pokarmowego oraz molekularnych technik umożliwiających identyfikację i selekcję wybranych szczepów bakterii.

W 1995 roku Gibson i Roberfroid [5] zaproponowali użycie określenia prebiotyk w odniesieniu do grupy składników żywności, które: nie ulegają strawieniu w przewodzie pokarmowym człowieka, korzystnie wpływają 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.

Mikroflora jelitowa człowieka

Mikroflora jelitowa stanowi najbardziej istotny i złożony ekosystem, w skład której wchodzi do około 500 różnych gatunków mikroorganizmów. Mikroorganizmy te zasiedlają blisko 400 m² powierzchni nabłonka jelitowego i łącznie stanowią około 10¹⁴ komórek [8].

Przewód pokarmowy noworodka jeszcze 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 ten 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 matczynego i wprowadzenia stałych posiłków. Od tego momentu zwiększa się liczba i różnorodność beztlenowców aż do osiągnięcia stanu typowego dla dorosłego człowieka. W drugim roku życia flora jelitowa składa się już ze wszystkich podstawowych grup, jedynie różnorodność bakterii beztlenowych może się zwiększać [8].

Najmniejsza liczba drobnoustrojów występuje w żołądku, zależnie od poziomu pH od ok. 10³ do 10⁴ komórek. U człowieka mikroflorę tę stanowią głównie gram do-

datnie względnie beztlenowe bakterie, np. streptokoki. W górnym odcinku przewodu pokarmowego znajduje się pewna populacja mikroorganizmów. Bakterie z jamy ustnej są soplukiwane przez ślinę do żołądka, gdzie większość zostaje zainaktywowana przez sok żołądkowy. Występują tam głównie względnie beztlenowce gram dodatnie (*Lactobacillus*, *Streptococcus*) [4, 8].

W odcinku dwunastnicy zwiększa się zarówno liczba, jak i różnorodność drobnoustrojów. 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* [8].

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 [8].

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 patogenne przenoszone drogą pokarmową (*Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Campylobacter*, enterpatogenne 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.

Bakterie probiotyczne

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 trawiennych i stanów chorobowych przewodu pokarmowego [8].

Bifidobakterie zostały po raz pierwszy wyizolowane i opisane w latach 1899–1900 przez Tissiera. Opisał on pałeczkowate, nie produkujące gazu, beztlenowe mikroorganizmy obecne w jelitach karmionych piersią niemowląt. Nazwał je *Bacillus bifidus*. Bifidobakterie są ogólnie charakteryzowane jako gram dodatnie, nie przetrwalnikujące, katalazo-negatywne beztlenowce. Kształt komórek przypomina literę V lub Y. Obecnie w rodzaju *Bifidobacterium* znajduje się 39 gatunków, z czego 19 pochodzi z organizmu człowieka, 17 z przewodu pokarmowego zwierząt, 2 ze ścieków i 1 z mleka fermentowanego. Prowadzą heterofermentację z wytworzeniem kwasu mlekowego i octowego bez wytwarzania CO₂. Poza glukozą, wszystkie bakterie pochodzenia ludzkiego, mogą wykorzystywać galaktozę, laktozę i zwykle fruktozę [1].

W roku 1990 Moro po raz pierwszy wyizolował fakultatywnie beztlenowe pałeczki ze stolca niemowląt karmionych piersią. Zaliczył je do *Bacillus acidophilus*, jako *Lactobacillus* jelitowe. *Lactobacillus* są generalnie charakteryzowane jako gram dodatnie, nie przetrwalnikujące pałeczki lub laseczki. Są one anaerobami lub tlenowotolerancyjne i fermentacyjne. Mogą być homo- lub heterofermentacyjne. Obecnie znanych jest 56 gatunków rodzaju *Lactobacillus*. Spośród nich z dietetycznego punktu widzenia największe znaczenie ma *Lactobacillus acidophilus* [7].

Lactobacillus acidophilus jest gram dodatnią pałeczką z zaokrąglonym końcem. Występuje jako pojedyncze komórki, ale mogą też być dwójki lub krótkie łańcuszki. Wzrost *Lactobacillus acidophilus* występuje w temperaturze optymalnej 35–40°C, ale jest możliwy do 45°C [7].

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 [11, 12].

Cechy uwzględniane przy poszukiwaniu optymalnych szczepów probiotycznych [16]:

- wymagania ogólne, jak: pochodzenie, bezpieczeństwo, odporność na pH, kwasy żółciowe i soki trawienne,

- wymagania technologiczne, jak przeżywalność i aktywność w produkcji i procesach technologicznych,
- aspekty funkcjonalne, jak adherencja do komórek śluzówki jelita, antagonizm wobec patogenów, aktywność antymikrobiologiczna, stymulacja reakcji immunologicznej i wpływ na metabolizm gospodarza.

Kryteria, które powinny spełniać szczepy probiotyczne, stanowiące o skuteczności ich działania [8]:

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.

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.

Korzystne funkcje bakterii probiotycznych w organizmie człowieka

Podawanie preparatów probiotycznych czy spożywanie produktów fermentowanych przez bakterie probiotyczne, może być korzystne w leczeniu biegunek czynnościowych oraz może skrócić czas nosicielstwa pałeczek z rodzaju *Salmonella*, a także przyspiesza leczenie ostrych biegunek. Ponadto po kuracji antybiotykowej pozwala na przywrócenie równowagi naturalnej mikroflory jelitowej człowieka [8].

Stwierdzono, że podawanie żywych (w produktach fermentowanych) lub liofilizowanych preparatów bakterii *Lactobacillus acidophilus* i z rodzaju *Bifidobacterium*, w liczbie 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 [15].

Właściwości przeciwnowotworowe bakterii probiotycznych mogą być wynikiem [1, 6, 8]:

- 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 odpowiedzialnych za przekształcenie prokancerogenów do kancerogenów,
- stymulacji systemu immunologicznego człowieka.

Zdolność asymilowania cholesterolu, wykazana w warunkach 'in vitro', jest również bardzo istotną cechą niektórych bakterii mlekowych. Może to mieć istotne znaczenie w zapobieganiu miażdżycy i chorobie wieńcowej serca. Znaczenie fizjologiczne dla człowieka tych uzdolnień bakterii nie jest jeszcze w pełni udokumentowane i podlega intensywnym badaniom [8].

Minimalną liczbą żywych bakterii niezbędnych do uzyskania efektu probiotycznego jest 10^6 – 10^9 żywych bakterii komórek dziennie wg Lee i Salminen i 10^9 – 10^{11} wg Sanders'a. Zmiany wielu biologicznych wskaźników (np. liczebności populacji bakterii w treści pokarmowej okrężnicy, mogą występować przy mniejszym spożyciu probiotycznych bakterii (10^8 na dzień), ale nie jest jasne, czy wywołuje to oczekiwany efekt zdrowotny. Probiotyczne znaczenie mają tylko te komórki bakterii, które dotrą do miejsca oczekiwanego ich działania tj. do okrężnicy [16].

Bakterie probiotyczne, które przeżywają niską kwasowość żołądka

Przykłady bakterii probiotycznych:

- *Lactobacillus reuteri* – różne szczepy,
- *Lactobacillus gasseri* szczep ADH,
- *Lactobacillus acidophilus*,
- *Lactobacillus casei rhamnosus* szczep GC,
- *Lactobacillus casei* – różne szczepy,
- *Lactobacillus plantarum* 299,
- *Bifidobacterium*,
- *Saccharomyces boulardii*.

W kontroli układu mikroflory jelitowej człowieka ogromną rolę odgrywają metabolity bakterii mlekowych o aktywności antagonistycznej. Wśród związków hamujących rozwój mikroflory patogennej za najistotniejsze uważa się: kwasy organiczne, w tym szczególnie aktywny kwas octowy, aldehyd octowy, nadtlenuk wodoru, substancje antybiotykopodobne czyli bakteriocyyny [8].

Bakteriocyyny stanowią dużą, heterogenną grupę substancji chemicznych, różniących się zarówno ciężarem cząsteczkowym, budową chemiczną, właściwościami bio-

chemicznymi, jak i zakresem aktywności i sposobem działania na drobnoustroje. Jednym, z głównych producentów bakteriocyn są szczepy należące do gatunku *Lactobacillus acidophilus*, syntetyzujące bakteriocyny o dość szerokim spektrum aktywności, hamujące między innymi bakterie chorobotwórcze z gatunków *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa* czy *Mycobacterium* spp.

Wartość odżywcza produktów probiotycznych

W przypadku stosowania bakterii o uzdolnieniach probiotycznych i prebiotyków w produkcji żywności fermentowanej można również oczekiwać wzrostu wartości odżywczej produktu. Związana jest ona z:

- wzrostem gęstości odżywczej,
- wzrostem zawartości lub pojawieniem się (w wyniku fermentacji) nowych substancji o znaczeniu żywieniowym,
- lepszym zbilansowaniem składników odżywczych,
- lepszą biodostępnością i przyswajalnością (wstępne nadtrawienie) poszczególnych składników,
- eliminowaniem składników niekorzystnych (np. antyodżywczych, niekorzystnych zdrowotnie - cholesterol, alergizujących czy toksycznych),
- poprawą cech sensorycznych produktu w wyniku rozkładu występujących w nich związków o nieprzyjemnym zapachu,
- wzbogaceniem produktów w związki prebiotyczne np. nie trawione oligosacharydy.

Wyższa wartość odżywcza produktów probiotycznych może wynikać także ze stosowania dodatków tzw. prebiotyków – najczęściej są to węglowodany. Niestrawne węglowodany np. inulina stymulują wzrost i aktywność bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym lecz odgrywają także dużą rolę w zapobieganiu rozwojowi patogenów w jelitach przez utrudnienie ich zasiedlania się na powierzchni błon śluzowych jelit.

PROBDEMO – europejski projekt naukowy, rozpoczęty w 1996 [9]

Celem projektu było udowodnienie, że mikroorganizmy probiotyczne mogą pozytywnie wpływać na zdrowie człowieka.

Przeprowadzono wiele badań klinicznych na ludziach.

Stwierdzono, że niektóre probiotyki mogą wpływać na skład mikroflory jelitowej i modyfikować system immunologiczny gospodarza, wywołując mierzalne korzyści dla zdrowia.

Produkty probiotyczne

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 / cm^3 produktu.

Bakterie fermentacji mlekowej wykorzystuje się przede wszystkim w produkcji: fermentowanych produktów mleczarskich, kiszzonek warzywnych, chleba, przetworów mięsnych, ryb, zbóż, żywności orientalnej.

Przy produkcji wyrobów probiotycznych stosowane są także prebiotyki. Prebiotyki muszą spełniać następujące warunki:

- nie ulegać hydrolizie ani wchłanianiu w jelicie cienkim,
- stanowić selektywny substrat dla jednego lub ograniczonej liczby pożytecznych gatunków bakterii, bytujących w okrężnicy,
- powinny stymulować rozwój korzystnej dla zdrowia flory przewodu pokarmowego (tab. 1),
- powinny powodować wystąpienie korzystnych dla gospodarza skutków miejscowych w świetle przewodu pokarmowego [4, 8].

Tabela 1

Wpływ spożywania różnych sacharydów (15g dziennie) na proporcje głównych grup bakterii w przewodzie pokarmowym, w % sumy [16].

Effect of different saccharides consumption (15g per day) for percentage of main groups of bacteria in human gut.

	Sacharoza	Inulina	Oligofruktoza
<i>Bacteroides</i>	72	26	16
<i>Bifidobacterium</i>	17	71	82
<i>Clostridium</i>	2	0,3	1
<i>Fusobacterium</i>	9	3	1

Uważa się, że najistotniejszą grupą o właściwościach prebiotycznych są oligosacharydy.

W chwili obecnej jako najkorzystniejsze uznaje się stosowanie preparatów lub produktów fermentowanych przez bakterie probiotyczne z dodatkiem odpowiednich oligosacharydów (tab. 1).

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

Przykładem prebiotyku jest inulina. Naturalnie występująca w wielu owocach i warzywach – cebuli, czosnku, porze, szparagach, karczochach, a w większej ilości w cykorii. Inulina jest polimerem glukozy i fruktozy o różnej, w zależności od pochodzenia, długości łańcucha.

W większych stężeniach tworzy żel, który przy 50% stężeniu inuliny jest twardy, ale o teksturze zbliżonej do tłuszczu. Dzięki tym właściwościom może być stosowana w produktach żywnościowych jako zamiennik tłuszczu.

Gibson i Roberfroid [5] sugerują, że wśród składników trafiających do jelita grubego (nie trawionych w górnym odcinku przewodu pokarmowego) znajdują się dwie grupy: substraty mikroflory okrężnicy (colonic food) i prebiotyki, będące substratem selektywnym, wykorzystywanym głównie przez bakterie probiotyczne. Do *colonic food* zaliczają: skrobię amylozoodporną (RS), nieskrobiowe polisacharydy ścian komórek roślinnych, glukooligosacharydy. Do prebiotyków zaliczają: fruktooligosacharydy, galaktooligosacharydy, oligosacharydy soi.

Przykładami synbiotyków dostępnych na rynku są:

- jogurty zawierające szczepy probiotyczne i inulinę,
- mleko kwaszone z dodatkiem fruktooligosacharydów,
- inne produkty zawierające dwa szczepy probiotyczne i oligofruktozę.

Bezpieczeństwo zdrowotne żywności probiotycznej

Istnieje konieczność ustanowienia przepisów prawnych dotyczących żywności probiotycznej obejmujących następujące zagadnienia [10]:

1. Sformułowanie kryteriów wobec szczepów bakterii probiotycznych, probiotyków i produktów, które je zawierają. Kryteria te zostały już opracowane, ale nie opublikowane.
2. Powinny zostać określone kryteria definiowania probiotyków i prebiotyków.
3. Przebadane probiotyki i prebiotyki mogą być znakowane ich żywieniową funkcją poprawy zdrowia.
4. Niektórzy uważają jednak, że ustanawianie tych specjalnych przepisów jest zbędne.

5. Argumenty przeciw ustanawianiu specjalnych przepisów prawnych dotyczących probiotyków.
6. Żywność fermentowana z zawartością żywych mikroorganizmów nie różni się zasadniczo od probiotycznej.
7. Określenie probiotyk nie musi być definiowane.
8. Zastosowanie mikroorganizmów w żywności jest uregulowane w istniejących przepisach dotyczących żywności.
9. Znakowanie stosowanych mikroorganizmów jest uregulowane w istniejących normach i dyrektywach w sprawie znakowania.
10. Substancje nie trawione i ich zastosowanie podlegają pod istniejące już prawo żywnościowe.
11. W ten sam sposób można jednak sformułować argumenty przemawiające za ustanowieniem przepisów prawnych dotyczących probiotyków.
12. Argumenty za ustanowieniem specjalnych przepisów prawnych dotyczących probiotyków.
13. Produkty probiotyczne różnią się od innych fermentowanych z dodatkiem żywych mikroorganizmów.
14. Określenie probiotyk może być stosowane nieprawidłowo i wprowadzać w błąd konsumentów.
15. Mikroorganizmy są selekcjonowane ze względu na swoje specyficzne właściwości, poza ich funkcją technologiczną.
16. Konsument powinien być poinformowany o właściwościach probiotycznych wyselekcjonowanych szczepów bakterii.
17. Kryteria definiowania szczepów bakterii probiotycznych i produktów wymagają kontroli przez autorytatywne służby.
18. Twierdzenie probiotyk lub prebiotyk stwarza korzyści marketingowe.
19. Substancje nie trawione są selekcjonowane specjalnie ze względu na ich wpływ na wybrane bakterie, a nie ze względów technologicznych czy żywieniowych.
20. Bezpieczeństwo.

Podsumowanie

Bakterie fermentacji mlekowej stosowano zanim jeszcze dowiedziano się o ich istnieniu. Ich żywieniowy i terapeutyczny wpływ na organizm człowieka został następnie zbadany i opisany. Obecnie otwiera się nowa era ich zastosowania – selekcjonowanie szczepów, których rola zdrowotna ma być szczególnie z żywieniowego i zdrowotnego punktu widzenia.

Niewątpliwie temat probiotyków i prebiotyków jest obecnie „najmodniejszym” zagadnieniem badawczym na całym świecie. Realizowane są projekty naukowe o szerokim ogólnoeuropejskim, a nawet światowym zasięgu.

Na pierwszym miejscu zastosowania probiotyków, powinno się jednak znaleźć kryterium bezpieczeństwa zdrowotnego. Wykorzystanie niektórych szczepów bakterii uznanych za probiotyczne może być dość dyskusyjne. Dlatego dalsze badania dotyczące zapewnienia bezwzględnie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności probiotycznej powinny być kontynuowane.

Kolejną sprawą jest konieczność ustanowienia odrębnych przepisów prawnych, które przynajmniej w chwili obecnej będą w sposób jednoznaczny definiować i określać produkty, ich właściwości, szczepy bakterii dopuszczonych do stosowania itp. zagadnienia związane z wykorzystaniem drobnoustrojów probiotycznych w produktach żywnościowych.

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] Delzenne N.M., Roberfroid M.R.: Physiological effect on non-digestible oligosaccharides, *Lebensm.-Wiss. U. Technol.*, **27**, 1994, 1.
- [3] Fuller R.: History and development of probiotics, In: Probiotics, ed R. Fuller, Chapman&Hall, N.Y. 1994.
- [4] Gawęcki J.: Mikroflora przewodu pokarmowego i jej rola regulacyjna. W: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.), WN PWN, Warszawa 1998.
- [5] Gibson G, Roberfroid M.B.: Dietary modulation of the human colonic microbiota including the concept of prebiotics, *J. Nutr.*, **125**, 1995, 1401.
- [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] Gomes A.M.P., Malcata F.X.: Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics, *Trends Food Sci.Technol.*, **10**, 1999, 139.
- [8] Kołożyn-Krajewska D., Libudzisz Z.: Jakość mikrobiologiczna żywności funkcjonalnej w aspekcie jej zdrowotności, *Żywność (Nauka. Technologia. Jakość) Supplement*, **4 (21)**, 1999, 40.
- [9] Mattila-Sandholm T.: The PROBDEMO project: demonstration of the nutritional functionality of probiotic foods, *Trends Food Sci.Technol.*, **10**, 1999, 385.
- [10] Przyrembel H.: Consideration of possible legislation within existing regulatory frameworks, *Am. J. Clin. Nutr.*, **73** (suppl.), 2001, 471S.
- [11] Salminen S.: Uniqueness of probiotic strains. *Nutrition Newsletter of IDF*, **5**, 1996, 18.
- [12] Saxelin M., Korpela R.: *Lactobacillus* GG products with clinical documentation. *Nutrition Newsletter of IDF*, **5**, 1996, 35.
- [13] Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. *Br. J. Nutr.*, **81**, (Supl. 1), 1999, 1.
- [14] Świdorski F. (red): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*, WNT, Warszawa 1999.
- [15] Usajewicz I.: Fizjologiczne i immunologiczne uwarunkowania stosowania bakterii fermentacji mlekowej w żywieniu człowieka. W: *Bakterie fermentacji mlekowej*, Libudzisz Z., Walczak P., Bardoński J. (red), Politechnika Łódzka 1998, 123.

- [16] Zduńczyk Z.: Koncepcja pro- i prebiotyków jako dodatków do żywności, W: Prozdrowotne dodatki do żywności, Rutkowski A. (red), Polska Izba Dodatków do Żywności, Wyd. APEKS s.c., Konin, 2000.

PROBIOTIC FOOD AS RELATED TO HEALTH SAFETY

S u m m a r y

Definitions of probiotics, prebiotics, synbiotics and probiotic food were described in the paper. Also the characteristic of gut microflora and probiotic bacteria was presented. The benefits of probiotic bacteria occurrence in human gastric tract and necessity of safety assurance of probiotic food were pointed. ❖

PAWEŁ M. PISULEWSKI

FUNKCJONALNOŚĆ PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH POCHODZENIA ZWIERZĘCEGO UZYSKANYCH NA DRODZE MODYFIKACJI ŻYWIENIOWEJ

Streszczenie

W artykule przedstawiono aktualne metody modyfikacji składu produktów pochodzenia zwierzęcego (mleka, mięsa i jaj), pod kątem ich zgodności ze współczesnymi zaleceniami żywieniowymi. Wymieniono metody obniżania udziału kwasów tłuszczowych nasyconych i zwiększania udziału kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych, a także cholesterolu, w tłuszczu zwierzęcym, na drodze podawania olejów roślinnych krowom mlecznym, tucznikom, brojlerom i kurom nioskom. Równoległe i bardziej szczegółowo przedstawiono wyniki najnowszych doświadczeń poświęconych weryfikacji potencjalnych właściwości funkcjonalnych (hipocholesterolemicznych) zmodyfikowanego mleka, mięsa i jaj, w żywieniu ludzi. W konkluzji stwierdzono, że, żywieniowe metody modyfikacji składu produktów pochodzenia zwierzęcego w aspekcie ich zgodności ze współczesnymi zaleceniami żywieniowymi są efektywnym środkiem kształtowania ewidentnych cech funkcjonalnych tej żywności.

Wstęp

Powstanie i rozwój nauki o składnikach i właściwościach funkcjonalnych (prozdrowotnych) żywności, stanowiące przedmiot szeregu miarodajnych opracowań programowych [4, 10, 46], pociąga za sobą istotne zmiany w świadomości producentów żywności pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, a także konsumentów. Zgodnie z powyższymi opracowaniami, żywność nie może być postrzegana wyłącznie jako źródło składników odżywczych służących pokryciu odpowiednich potrzeb pokarmowych człowieka. Przedmiotem zainteresowania nauki o żywności funkcjonalnej jest natomiast zdolność produktów spożywczych do pozytywnego oddziaływania na stan jego zdrowia. W ujęciu szczegółowym, żywności funkcjonalna to produkty spożywcze zawierające składniki odżywcze lub nieodżywcze, których spożycie wpływa korzyst-

nie na jedną lub więcej funkcji fizjologicznych organizmu, zapewniając optymalny stan zdrowia i zmniejszając ryzyko zmian chorobowych u człowieka. Składniki te mogą występować naturalnie lub mogą być dodane do produktu spożywczego. O funkcjonalności produktu może decydować także usunięcie składnika wpływającego niekorzystnie na organizm człowieka. Żywność funkcjonalna musi zachowywać naturalne cechy produktów spożywczych i w tej formie, na konwencjonalnym poziomie spożycia, oddziaływać efektywnie na funkcje organizmu. Ponadto, zakładane efekty funkcjonalne żywności winny podlegać obiektywnej weryfikacji eksperymentalnej.

W tym kontekście warto zwrócić uwagę na współczesne metody modyfikowania składu produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego na drodze żywieniowej [45]. Metody te są wyrazem nowego interdyscyplinarnego podejścia badawczego, łączącego w sobie zarówno wiedzę żywieniową, jak i technologiczną, szczególnie w odniesieniu do łańcucha podaży (ang. *food supply chain*) produktów pochodzenia zwierzęcego. Przedmiotowe metody pozwalają na uzyskanie produktów o pożądanej jakości, m.in. korzystnym składzie kwasów tłuszczowych, tj. zwiększonym udziale kwasów jedno- i wielonienasyconych w tłuszczu mleka [29], mięsa [58] i żółtku jaja kurzego [11]. Pozwalają na zwiększenie stabilności oksydacyjnej produktów zwierzęcych, m.in. tłuszczu mięsa wołowego [50] i żółtka jaja kurzego [9], poprzez podawanie zwierzętom wit. E. Omawiane metody pozwalają również na pożądane modyfikowanie składu mineralnego produktów zwierzęcych, m.in. zawartości jodu i selenu w mleku [5, 57] oraz jodu w jaju kurzym [13, 47]. Ponadto, żywienie jest często jedyną drogą pożądanej modyfikacji składu produktów pochodzenia zwierzęcego, na przykład kształtowania ich stabilności oksydacyjnej [33]. Tak uzyskane produkty, zmodyfikowane na drodze żywieniowej, są uznawane za naturalne i nie wymagają deklaracji o zastosowanych dodatkach. Spełniają one również kryteria żywności funkcjonalnej.

Warto też wskazać, że funkcjonalność produktów pochodzenia zwierzęcego, uzyskanych na drodze modyfikacji żywieniowej, zweryfikowano pozytywnie w doświadczeniach na zwierzętach modelowych i ludziach. W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki wybranych prac poświęconych funkcjonalności zmodyfikowanego mleka, mięsa i jaj, w żywieniu ludzi.

Funkcjonalność zmodyfikowanego mleka

Spożycie tłuszczu mleka, charakteryzującego się wysokim udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (C12:0, C14:0 i C16:0), sięgającym 70% ogólnej sumy tych kwasów, a także będącego źródłem cholesterolu [42], jest postrzegane wyjątkowo negatywnie. Tłuszcz mleka jest bowiem niekwestionowanym czynnikiem wzrostu poziomu cholesterolu całkowitego, jego frakcji związanych z lipoproteinami (LDL i HDL) oraz odpowiednio, wzrostu stężeń apolipoprotein B i A, w krwi człowieka [2,

20]. Nie ulega też wątpliwości, że podwyższona koncentracja cholesterolu frakcji LDL i apolipoprotein B, jest ściśle powiązana z ryzykiem chorób układu krążenia [49].

W tej sytuacji, zwrócono uwagę na potencjał metod (a) technologicznych oraz (b) żywieniowych, modyfikowania niepożądanego składu tłuszczu mleka. Te pierwsze, sprowadzające się do fizycznego frakcjonowania tłuszczu mleka, polegają głównie na kształtowaniu cech końcowego produktu, lecz mogą obejmować również eliminację cholesterolu [6, 35]. Warto zatem przedstawić wyniki żywieniowej weryfikacji cech funkcjonalnych masła pozbawionego cholesterolu na drodze ekstrakcji dwutlenkiem węgla w stanie nadkrytycznym [3, 7], uzyskane ostatnio przez Jacques i wsp. [20] we Francji. Przedmiotowe badania przeprowadzono na 21 dorosłych normolipidemicznych mężczyznach, zachowujących zwykłą aktywność życiową. Jedynym czynnikiem eksperymentalnym w przeprowadzonym doświadczeniu był rodzaj tłuszczu w racjach pokarmowych podawanych uczestnikom: masło standardowe, masło zmodyfikowane i margaryna. Skład podawanych tłuszczów i racji pokarmowych przedstawiono w tab. 1 i 2. Analizy profilu lipidowego osocza krwi (tab. 3) nie były jednak przekonujące. Podawanie zmodyfikowanego (pozbawionego cholesterolu) masła nie miało bowiem wpływu na poziom cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL w osoczu krwi badanych osobników. Natomiast istotny spadek tych wskaźników obserwowano w przypadku podawania margaryny. Brak oczekiwanego efektu funkcjonalnego (tu: hipocholesterolemicznego) obniżonego spożycia cholesterolu w zmodyfikowanym maśle nie powinien być jednak zaskoczeniem. Wiadomo bowiem, że, faktyczny hipocholesterolemiczny efekt obniżonego spożycia cholesterolu jest stosunkowo niewielki [14]. Potwierdza to również współczesna metaanaliza, zgodnie z którą, spadek spożycia cholesterolu o 100 mg/d pociąga za sobą jedynie 1% spadek jego stężenia w osoczu krwi człowieka [17]. Natomiast wysoki poziom wspomnianych wskaźników, obserwowany w grupach osobników otrzymujących zarówno standardowe jak i zmodyfikowane masło w racjach pokarmowych, należy odnieść przede wszystkim do profilu kwasów tłuszczowych [16, 26] tych produktów i niskiego, w porównaniu z margaryną, udziału nienasyconych kwasów tłuszczowych w ich składzie (tab. 1).

Żywieniowe metody modyfikowania składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka polegają na podawaniu krowom tłuszczów chronionych przed biohydrogenacją w przewodzie pokarmowym (żwaczu) i wykorzystaniu zdolności tych zwierząt do bezpośredniego wbudowywania do tłuszczu mleka długołańcuchowych (>16C) kwasów tłuszczowych. Współcześnie stosowane formy tłuszczu chronionego to: (a) całe nasiona roślin oleistych, m.in. rzepaku [34] i lnu [25]; (b) preparaty olejów roślinnych chronionych otoczką kazeinową zdenaturowaną formaldehydem [35]; (c) sole wapniowe kwasów tłuszczowych [29]; (d) amidy kwasów tłuszczowych [21]. W odpowiednich doświadczeniach [29], stosując mydła wapniowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, uzyskano daleko idące zmiany w składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu

mleka. Przede wszystkim, zmniejszenie względnego udziału kwasów C12:0 (z 4,3 do 2,9%), C14:0 (z 15,1 do 11,7%) i C16:0 (z 36,2 do 26,8%) i wzrost względnego udziału kwasu C18:1 (z 23,2 do 35,9%). W bezpośredniej ocenie efektu funkcjonalnego (tu; hipocholesterolemicznego) modyfikowanego tłuszczu mleka, niezwykle interesujące są wyniki uzyskane przez Noakes i wsp. [35]. W niniejszym doświadczeniu uczestniczyły 33 osoby (19 mężczyzn i 14 kobiet). Badanym osobom podawano w racjach

Tabela 1

Skład kwasów tłuszczowych tłuszczów doświadczalnych.
Fatty acid composition of experimental fats.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz mleka Milk fat	Zmodyfikowany tłuszcz mleka Modified milk fat	Margaryna Margarine
Cholesterol, mg/g	4,15	0,31	0,00
Kwasy tłuszczowe, % Fatty acids, %			
SFA	71,9	70,1	14,9
MUFA	25,2	26,8	39,3
PUFA	3,1	4,3	45,9

Przyjęto za: Jacques i wsp. (1999)
Taken from: Jacques et al. (1999)

Tabela 2

Skład doświadczalnych racji pokarmowych.
Nutrient composition of experimental diets.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz mleka Milk fat	Zmodyfikowany tłuszcz mleka Modified milk fat	Margaryna Margarine
Energia, kJ/d Energy, kJ/d	13292	13316	13328
Białko (% energii) Protein (% of energy)	16	16	16
Węglowodany (% energii) Carbohydrates (% of energy)	51	51	51
Tłuszcze (% energii) Lipids (% of energy)	34	34	33
SFA, g	52	51	27
MUFA, g	47	48	48
PUFA, g	16	16	36
Cholesterol, mg	428	254	248

Przyjęto za: Jacques i wsp. (1999)
Taken from: Jacques et al. (1999)

Tabela 3

Wpływ rodzaju tłuszczu w racji pokarmowej na poziom cholesterolu całkowitego oraz lipoprotein VLDL, LDL i HDL w osoczu krwi ludzi.

Total cholesterol and its VLDL, LDL and HDL fractions in human blood plasma as affected by dietary fat.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz mleka Milk fat	Zmodyfikowany tłuszcz mleka Modified milk fat	Margaryna Margarine
Cholesterol całkowity, mmol/L Total cholesterol, mmol/L	4,01	3,93	3,56
VLDL, mmol/L	0,22	0,17	0,19
LDL, mmol/L	2,74	2,67	2,33
HDL, mmol/L	1,06	1,09	1,03

Przyjęto za: Jacques i wsp. (1999)

Taken from: Jacques et al. (1999)

Tabela 4

Skład kwasów tłuszczowych standardowego i zmodyfikowanego tłuszczu mleka (% sumy kwasów tłuszczowych).

Fatty acid composition of standard and modified milk fat (% of total fatty acids).

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat
SFA	65,0	50,4
MUFA	22,8	35,3
PUFA	2,2	9,1

Przyjęto za: Noakes i wsp. (1996)

Taken from: Noakes et al. (1996)

pokarmowych standardowe lub zmodyfikowane produkty mleczne (mleko, ser, masło i lody); te ostatnie uzyskane z mleka krów żywionych preparatem chronionego tłuszczu. Skład badanych tłuszczów i odpowiednich racji pokarmowych przedstawiono w tab. 4. i 5. Warto tu zauważyć, że uzyskany tłuszcz mleka charakteryzował się istotnie obniżonym udziałem kwasów tłuszczowych nasyconych (C12:0, C14:0 i C16:0) i podwyższonym udziałem kwasów nienasyconych (C:18:1, C18:2 i C18:3). Jednocześnie, zmodyfikowany tłuszcz mleka, podawany uczestnikom, powodował istotny ($P < 0,001$) spadek poziomu cholesterolu całkowitego (o 0,28 mmol/L; 4,3%), wynikający głównie z istotnego ($P < 0,001$) spadku poziomu cholesterolu frakcji LDL (0,24 mmol/L), w osoczu krwi. Stężenia triacylogliceroli i cholesterolu frakcji HDL pozostawały na niezmiennym poziomie (tab. 6).

Tabela 5

Skład doświadczalnych racji pokarmowych.

Nutrient composition of experimental diets.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat
Energia, kJ/d Energy, kJ/d	9400	9600
Białko (% energii) Protein (% of energy)	16,9	17,4
Węglowodany (% energii) Carbohydrates (% of energy)	47,2	47,6
Tłuszcze (% energii) Lipids (% of energy)	36,6	36,9
SFA	18,2	16,0
MUFA	9,1	11,9
PUFA	2,6	4,2
Cholesterol, mg/MJ	32,5	29,1

Przyjęto za: Noakes i wsp. (1996)

Taken from: Noakes et al. (1996)

Tabela 6

Wpływ rodzaju tłuszczu w racji pokarmowej na poziom cholesterolu całkowitego, lipoprotein LDL i HDL oraz triacylogliceroli w osoczu krwi ludzi.

Total cholesterol its LDL and HDL fractions and triacylglycerols in human blood plasma as affected by dietary fat.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat
Cholesterol całkowity, mmol/L Total cholesterol, mmol/L	6,50	6,22
LDL, mmol/L	4,49	4,25
HDL, mmol/L	1,30	1,28
Triacylogilcerole, mmol/L Triacylglycerols, mmol/L	1,57	1,54

Przyjęto za: Noakes i wsp. (1996)

Taken from: Noakes et al. (1996)

Naturalnym składnikiem tłuszczu mleka, budzącym obecnie coraz większe zainteresowanie, jest sprzężony kwas linolowy (SKL), potocznie zwany kwasem tłuszczowym (kwas cis-9, trans-11-oktadekadienowy). Związek ten ma wiele swoistych właściwości prozdrowotnych, m.in. jest czynnikiem zapobiegającym otyłości, ma właściwości antymiażdżycowe i antynowotworowe, a także stymuluje układ odpornościowy.

Oddziaływanie przeciwnowotworowe SKL zostało jednoznacznie udowodnione w badaniach na zwierzętach [41]. Jego zawartość w produktach zwierzęcych, np. w mleku, można stosunkowo łatwo modyfikować metodami żywieniowymi [44]. Warto wspomnieć, że wypas krów na pastwisku podwajał udział SKL w tłuszczu mleka z 4,6 do 10,9 mg/g (23). Podobne efekty przyniosło podawanie krowom olejów roślinnych (arachidowego, słonecznikowego i lnianego), o wysokiej zawartości wielonienasyconych KT, jako naturalnych prekursorów SKL, powstającego w procesach biohydrogenacji zwichrowej [24].

W dostępnej literaturze przedmiotu nie napotkano jednak prac weryfikujących bezpośrednio potencjalne właściwości funkcjonalne tłuszczu mleka wzbogaconego w SKL, podawanego ludziom. Należy jednak wspomnieć, że wyniki fińskich badań epidemiologicznych, sugerują istnienie pożądanej, ujemnej zależności pomiędzy poziomem spożycia tłuszczu mleka (jako źródła kwasu zwichrowego) i występowaniem raka piersi u kobiet [27]. Potwierdzeniem powyższych obserwacji mogą być także wyniki uzyskane w doświadczeniach na szczurach żywionych masłem wzbogaconym w SKL [18], które otrzymywano z mleka krów żywionych olejem słonecznikowym jako prekursorem tego związku [24]. Wykazano bowiem jednoznacznie, że obecność masła wzbogaconego w SKL w diecie szczurów doświadczalnych, hamowała wysoce efektywnie (53%; $P < 0,05$) rozwój indukowanych chemicznie guzów nowotworowych w gruczole mlekowym, weryfikując tym samym pozytywnie właściwości funkcjonalne (tu: przeciwnowotworowe) badanego związku.

Do interesujących prac można zaliczyć również wzbogacanie mleka krów w wit. E na pośredniej drodze żywieniowej [12], mające na celu zwiększenie stabilności oksydacyjnej tłuszczu mleka. Weryfikację funkcjonalnych (tu: antyoksydacyjnych) właściwości mleka, wzbogaconego technologicznie w wit. E przeprowadzili ostatnio Hayes i wsp. [15]. W badaniach tych, 48-osobowej grupie normolipidemicznych mężczyzn i kobiet, podawano wit. E (100 mg octanu α -tokoferolu) w zmodyfikowanym mleku o 1% zawartości tłuszczu. Źródłem tłuszczu był naturalny tłuszcz mleka, olej sojowy lub ich mieszanina. Uzyskane wyniki wskazały na brak zmian w profilu lipidowym osocza uczestników – poziom cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL a także triacylogliceroli, pozostawały bowiem bez zmian. Stwierdzono natomiast 2–2,5 – krotny wzrost stężenia wit. E w osoczu uczestników otrzymujących tę witaminę w formie rozpuszczonej w tłuszczu mleka lub w formie mikrodyspersji wodnej. W efekcie, uzyskano istotny wzrost stosunku molarnego wit. E do cholesterolu, będący wskaźnikiem poprawy potencjału antyoksydacyjnego osocza krwi. W kolejnym doświadczeniu niniejszej pracy wykazano, że zmiany wspomnianego stosunku molarnego (wit. E:cholesterol), są równoznaczne ze zmianami tego stosunku w lipoproteinach frakcji LDL, a co ważniejsze, prowadzą do istotnego spadku podatności tych lipoprotein na procesy oksydacji.

Opracowane w Polsce metody modyfikacji żywieniowej pozwalają również na efektywne wzbogacanie mleka krów w jod [5] i selen [57]. Nie weryfikowano jednak dotychczas właściwości funkcjonalnych tak uzyskanego produktu w doświadczeniach na ludziach.

Funkcjonalność zmodyfikowanego mięsa

Współczesne metody żywieniowe kształtowania cech funkcjonalnych mięsa [32, 59] sprowadzają się głównie do modyfikacji składu kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i śródmięśniowego, mającej na celu zwiększenie udziału jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, kosztem ograniczenia udziału niepożądanych kwasów nasyconych. Polegają one na podawaniu rosnaćm zwierzętom olejów roślinnych, a także rybnych, bogatych w jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe, wykorzystywane przez organizm zwierzęcy w procesach syntezy własnej tkanki tłuszczowej [45]. Stosunkowo wiele uwagi poświęcono modyfikacji składu tłuszczu świń pod kątem współczesnych zaleceń żywieniowych [19, 39, 58].

Warto też wskazać na współczesne prace, weryfikujące w doświadczeniach na ludziach, funkcjonalność zmodyfikowanego mięsa lub przetworów mięsnych uzyskanych od świń żywionych olejami roślinnymi [48, 51]. W pierwszej z wymienionych prac, mięso i przetwory wieprzowe uzyskano od świń żywionych trzema typami dawek: (1) standardową, (2) standardową z dodatkiem oleju rzepakowego (60 g/kg) i (3) standardową z dodatkiem oleju rzepakowego (60 g/kg) i wit. E (200 mg/kg). Uzyskane produkty, dostarczające 86 g tłuszczu (10 MJ), wchodziły w skład racji pokarmowych podawanych 12 normolipidycznym mężczyznom. Skład kwasów tłuszczowych tych racji pokarmowych, wskazujący na wzrost udziału kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych, kosztem kwasów nasyconych, przedstawiono w tab. 7. W profilu lipidowym osocza krwi osób otrzymujących diety zawierające zmodyfikowane mięso i przetwory wieprzowe (tab. 8), tj. uzyskane od zwierząt żywionych olejem rzepakowym, obserwowano przede wszystkim istotny 4% spadek stężenia cholesterolu całkowitego. Było to tylko częściowym potwierdzeniem właściwości funkcjonalnych (tu: hipocholesterolemicznych) zmodyfikowanej żywności. Zaskakująco, poziom lipoprotein (frakcji LDL i HDL) ulegał jedynie nieznacznemu i nieistotnemu obniżeniu. Podobnym zaskoczeniem był spadek poziomu α - tokoferolu w osoczu krwi związany ze spożyciem zmodyfikowanego mięsa i przetworów wieprzowych.

W drugim z omawianych doświadczeń obserwowano podobne, lecz bardziej jednoznaczne zależności. Mięso wieprzowe otrzymywano od świń żywionych dwoma typami dawek: (1) standardową lub (2) standardową z dodatkiem oleju sojowego (40% energii dawki). Uzyskane mięso wieprzowe stanowiło następnie jedyne źródło tłuszczu w racjach pokarmowych (2000 kcal/d) podawanych 20 normolipidycznym młodym kobietom. Skład kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w badanych racjach

Tabela 7

Skład kwasów tłuszczowych racji pokarmowych w zależności od rodzaju tłuszczu wieprzowego w racji (% sumy kwasów tłuszczowych).

Fatty acid composition of experimental diets as affected by the source of pig fat (% of total fatty acids).

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat (Dawka standardowa) (Standard diet)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej rzepakowy) (Standard diet + rapeseed oil)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej rzepakowy + wit. E) (Standard diet + rapeseed oil + vit. E)
SFA	38	30	28
MUFA	45	47	47
PUFA	14	20	21

Przyjęto za: Sandstrom i wsp. (2000)

Taken from: Sandstrom et al. (2000)

Tabela 8

Wpływ rodzaju tłuszczu w racji pokarmowej na poziom cholesterolu całkowitego, lipoprotein VLDL, LDL i HDL, triacylgliceroli oraz α -tokoferolu w osoczu krwi ludzi.

Plasma total cholesterol its LDL and HDL fractions, triacylglycerols, and α -tocopherol in human blood plasma as affected by dietary fat.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat (Dawka standardowa) (Standard diet)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej rzepakowy) (Standard diet + rapeseed oil)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej rzepakowy + wit. E) (Standard diet + rapeseed oil + vit. E)
Cholesterol całkowity, mmol/L Total cholesterol, mmol/L	3,62	3,47	3,44
VLDL, mmol/L	0,18	0,16	0,18
LDL, mmol/L	2,25	2,20	2,19
HDL, mmol/L	1,19	1,18	1,15
Triacyloglicerole, mmol/L Triacylglycerols, Mmol/L	0,69	0,63	0,69
α -Tokoferol, μ mol/L α -Tocopherol, μ mol/L	18,2	16,9	17,8

Przyjęto za: Sandstrom i wsp. (2000)

Taken from: Sandstrom et al. (2000)

Tabela 9

Skład doświadczalnych racji pokarmowych.
Nutrient composition of experimental diets.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat (Dawka standardowa) (Standard diet)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej sojowy) (Standard diet + soybean oil)
Energia, kJ/d Energy, kJ/d	9158	8979
Białko (% energii) Protein (% of energy)	14,5	14,3
Węglowodany (% energii) Carbohydrates (% of energy)	43,4	43,9
Tłuszcze (% energii) Lipids (% of energy)	42,1	41,8
Kwasy tłuszczowe, % sumy kwasów tłuszczowych Fatty acids, % of total fatty acids		
SFA	39,9	25,0
MUFA	44,8	34,0
PUFA	15,3	41,4
Cholesterol, mg/d	325,0	302,0

Przyjęto za: Stewart i wsp. (2001)

Taken from: Stewart et al. (2001)

Tabela 10

Wpływ rodzaju tłuszczu w racji pokarmowej na poziom cholesterolu całkowitego, oraz lipoprotein LDL i HDL w osoczu krwi ludzi.

Total cholesterol and its LDL and HDL fractions in human blood plasma as affected by dietary fat.

Wyszczególnienie Specification	Tłuszcz standardowy Standard fat (Dawka standardowa) (Standard diet)	Tłuszcz zmodyfikowany Modified fat (Dawka standardowa + olej sojowy) (Standard diet + soybean oil)
Cholesterol całkowity, mmol/L Total cholesterol, mmol/L	4,01	3,39
LDL, mmol/L	2,33	1,78
HDL, mmol/L	1,38	1,19

Przyjęto za: Stewart i wsp. (2001)

Taken from: Stewart et al. (2001)

przedstawiono w tab. 9. Stwierdzono tu istotny wzrost udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (kosztem kwasów nasyconych) oraz spadek poziomu cholesterolu w zmodyfikowanej wieprzowinie. W profilu lipidowym osocza krwi badanych kobiet (tab. 10), otrzymujących zmodyfikowane mięso wieprzowe, stwierdzono wyso-ko istotny spadek stężenia cholesterolu całkowitego i jego aterogennej frakcji LDL. Natomiast poziom cholesterolu frakcji HDL i triacylgliceroli pozostawał bez zmian. Podobnie jak poprzednio, potencjalny efekt funkcjonalny (tu: hipocholesterolemiczny) zmodyfikowanej wieprzowiny został pozytywnie zweryfikowany.

Przedstawione metody żywienia służyć również do wzbogacania tłuszczu zwierzęcego (zapasowego i śródmięśniowego) w sprzężony kwas linolowy (SKL). Odpowiednie badania wykonano na modelowych szczurach [52], a także na drobiu [53] oraz świniami [38]. Brak jest jednak prac weryfikujących potencjalne efekty prozdrowotne SKL, w zmodyfikowanych produktach, w doświadczeniach na ludziach.

Funkcjonalność zmodyfikowanych jaj

Współczesne metody modyfikacji żywieniowej składu jaja kurzego dotyczą przede wszystkim lipidów żółtka, w tym profilu kwasów tłuszczowych i cholesterolu, a ponadto składu mineralnego i zawartości witamin w całym jajku [44]. Profil kwasów tłuszczowych lipidów żółtka zależy przede wszystkim od analogicznego profilu dawki pokarmowej nioski i w związku z tym jest łatwy do modyfikacji na drodze żywieniowej. Największe zainteresowanie budzi tu możliwość modyfikowania zarówno udziału jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w żółtku jaja, jak i stosunku kwasów tłuszczowych z rodzin n-6 i n-3, przesuniętego niekorzystnie na rzecz kwasu linolowego (n-6) i jego aktywnych metabolitów [31, 56]. W doświadczeniach wykorzystywane są zarówno tłuszcze roślinne (m.in. olej lniany), jak i oleje uzyskiwane z ryb morskich, których efektywność jako bezpośrednich źródeł kwasów typu n-3 (EPA i DHA), jest powszechnie akceptowana, pomimo ich możliwego, ujemnego wpływu na cechy sensoryczne jaja kurzego [31].

W literaturze przedmiotu można również wskazać prace, których celem była weryfikacja potencjalnych właściwości funkcjonalnych zmodyfikowanych jaj, w doświadczeniach na ludziach. W pracy Garwina i wsp. [13], uzyskiwano jaja o podwyższonej zawartości jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, jodu i wit. E (tab. 11). Doświadczenie żywieniowe przeprowadzono na 100 normolipidemicznych uczestnikach, żywionych identycznymi, z założenia hipocholesterolemicznymi racjami pokarmowymi, wydzielając dwie równoliczebne grupy: kontrolną (nie spożywającą jaj) i doświadczalną (spożywającą 12 zmodyfikowanych jaj/tydzień). Jediną istotną różnicą pomiędzy badanymi grupami było spożycie cholesterolu (152 i 499 mg/d; +350 mg/d). Wyrażna różnica w spożyciu tego składnika nie zmieniała jednak profilu lipidowego,

tj. stężenia cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL i HDL w osoczu badanych grup osób, w okresie 6 tygodni doświadczenia.

W komentarzu do powyższych wyników warto powtórnie wskazać na obecne poglądy nt. faktycznego wpływu spożycia cholesterolu na jego poziom w osoczu krwi człowieka. Nie można jednak wykluczyć funkcjonalnego oddziaływania (tu: hipocholesterolemicznego) zmodyfikowanych jaj, zwłaszcza w świetle fizjologicznej roli jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (30). Właściwości funkcjonalne jaj kurzych wzbogacanych w kwasy tłuszczowe z rodziny n-3, badali Oh i wsp. [37]. Jaja te używano od niosek żywionych mieszanką paszową z 10% dodatkiem oleju rybnego. Wykazano, że w porównaniu z jajami standardowymi, jaja zmodyfikowane (o podwyższonej zawartości kwasów tłuszczowych typu n-3 i pożądanym wąskim stosunku form n-6/n-3), podawane w doświadczeniach żywieniowych ludziom, nie miały wpływu na poziom cholesterolu w surowicy badanych, lecz obniżały poziom aterogennych triacylgliceroli oraz ciśnienie (skurczowe i rozkurczowe) krwi. Natomiast u osobników spożywających jaja standardowe, obserwowano wzrost poziomu cholesterolu i triacylgliceroli w surowicy krwi, przy stałym jej ciśnieniu.

Tabela 11

Skład jaj uzyskanych w wyniku modyfikacji żywieniowej.
Composition of eggs as affected by nutritional modification.

Wyszczególnienie Specification	Jaja standardowe Standard eggs	Jaja zmodyfikowane Modified eggs
Kwasy tłuszczowe, mg/g Fatty acids, mg/g		
SFA	38	35
MUFA	46	58
PUFA	17	16
Cholesterol, mg/g	4,25	4,15
Witamina E, µg/g Vitamin E, µg/g	14	188
Jod, µg/g Iodine, µg/g	0,5	1,4

Przyjęto za: Garwin i wsp. (1992)

Taken from: Garwin et al. (1992)

W nowszej pracy Farrella [11], skład jaja (kwasów tłuszczowych żółtka jaja) modyfikowano wprowadzając do mieszanek paszowych dla niosek cztery różne typy olejów i ich kombinacji (rybny, rybny + lniany, rybny + lniany + rzepakowy i słonecznikowy w grupie kontrolnej). Udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (n-3) w

lipidach żółtka zmodyfikowanych jaj przedstawiono w tab. 12. Zgodnie z oczekiwaniami, uzyskano pożądaną wzrost udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (n-3) i zwężenie stosunku n-6/n-3. W doświadczeniu żywieniowym przeprowadzonym na 60 normolipidemicznych mężczyznach i kobietach, zachowujących porównywalny sposób żywienia i podzielonych na 4 równoliczebne grupy, uczestnikom podawano odpowiednio: jaja zmodyfikowane i uzyskane od niosek żywionych olejem słonecznikowym (kontrola), w ilości 7 jaj/tydzień, przez okres 24 tygodni. W analizie profilu lipidowego osocza krwi nie obserwowano wyraźnych różnic pomiędzy badanymi grupami uczestników (tab. 13). Spożycie zmodyfikowanych jaj prowadziło natomiast do istotnego wzrostu poziomu kwasu α -linolenowego i jego aktywnych metabolitów (20:5 n-3, 22:5 n-3 i 22:6 n-3) w surowicy krwi badanych (tab. 14). Dodatkowo, wystąpił tu istotny spadek stosunku n-6/n3 (z 12:1 do 6,5-7,7:1) w porównaniu z grupą osób kontrolnych.

Tabela 12

Wpływ rodzaju tłuszczu w mieszance paszowej nioski na udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (n-3) w lipidach żółtka jaja (% sumy kwasów tłuszczowych).

Polyunsaturated (n-3) fatty acid content of egg yolk lipids as affected by fat sources in hen feed mixtures (% of total fatty acids).

Kwas tłuszczowy Fatty acid	Mieszanka standardowa Standard mixture	Mieszanka standardowa +olej rybny Standard mixture +fish oil	Mieszanka standardowa + olej rybny +olej lniany Standard mixture +fish oil +linseed oil	Mieszanka standardowa +olej rybny +olej lniany +olej rzepakowy Standard mixture +fish oil +linseed oil + rapeseed oil
C18:3	0,20	0,36	2,26	2,32
C20:5	0,20	1,00	0,58	0,45
C22:5	0,06	0,63	0,52	0,42
C22:6	0,44	5,27	3,80	3,38
Suma / Total	0,94	7,34	7,24	6,60
n-6/n-3	25,75	1,25	1,52	1,80

Przyjęto za: Farrell (1998)

Taken from: Farrell (1998)

Nie ulega zatem wątpliwości, że odpowiednio zmodyfikowane jaja kurze, można uznać za klasyczny przykład produktów funkcjonalnych o udokumentowanym, korzystnym oddziaływaniu na organizm człowieka. Są one niewątpliwie korzystniejszą alternatywą w porównaniu z bezpośrednim spożyciem olejów rybnych [28], a ich obecność na rynku jest już widoczna [55]. W Polsce zmodyfikowane żywieniowo jaja

(tzw. „biojaja”) są produkowane w celach komercyjnych przez Dobropasz-Grupę Rolimpex Sp. z o.o.

Tabela 13

Wpływ źródła tłuszczu użytego do modyfikacji składu lipidów żółtka na poziom cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli w osoczu krwi ludzi spożywających 7 jaj/tydzień. Total cholesterol, its LDL and HDL fractions and triacylglycerols in blood plasma of subjects consuming 7 eggs/week as affected by the source of fat used to modify egg lipid composition.

Wyszczególnienie Specification	Kontrola Control	Olej rybny Fish oil	Olej rybny / Fish oil Olej lniany / Linseed oil	Olej rybny / Fish oil Olej lniany / Linseed oil Olej rzepakowy / Rapeseed oil
Cholesterol całkowity, mmol/L Total cholesterol, mmol/L	4,4	5,3	4,6	4,5
LDL, mmol/L	3,6	4,5	3,8	3,8
HDL, mmol/L	0,84	0,84	0,87	0,70
Triacylglicerole, mmol/L Triacylglycerols, mmol/L	0,84	1,30	1,05	0,97

Przyjęto za: Farrell (1998)

Taken from: Farrell (1998)

Tabela 14

Wpływ źródła tłuszczu użytego do modyfikacji składu lipidów żółtka na poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (n-3) w osoczu krwi ludzi spożywających 7 jaj/tydzień (% sumy kwasów tłuszczowych).

Polyunsaturated fatty acid (n-3) content in blood plasma of subjects consuming 7 eggs/week as affected by the source of fat used to modify egg lipid composition (% of total fatty acids).

Wyszczególnienie Specification	Kontrola Control	Olej rybny Fish oil	Olej rybny / Fish oil Olej lniany / Linseed oil	Olej rybny / Fish oil Olej lniany / Linseed oil Olej rzepakowy / Rapeseed oil
C18:3	0,83	1,22	1,27	1,36
C20:5	0,60	0,91	0,78	0,93
C22:5	0,42	0,57	0,71	0,58
C22:6	1,26	2,15	2,14	1,85
Suma / Total	3,28	5,03	5,11	4,93
n-6/n-3	12,20	6,51	7,06	7,70

Przyjęto za: Farrell (1998)

Taken from: Farrell (1998)

W aktualnych pracach poświęconych wzbogacaniu jaj kurzych w SKL [1, 8, 22, 52], wraz ze wzrostem poziomu tego związku w dawkach pokarmowych niosek, obserwowano liniowy wzrost jego zawartości w lipidach żółtka jaja. Zwykle, kosztem kwasów jednonienasyconych (18:1 n-9) i wielonienasyconych (18:2 n-6 i 20:4 n-6 oraz 18:3 n-3 i 22:6 n-6). Próba weryfikacji potencjalnych właściwości funkcjonalnych jaj wzbogaconych w SKL są doświadczenia Szymczyk i Pisulewskiego [54] wykonane na dorosłych szczurach. W pracach tych, jaja o zmodyfikowanym składzie lipidów żółtka uzyskano od niosek żywionych mieszankami zawierającymi w swym składzie sprzężony kwas linolowy (1,5%). W doświadczeniu żywieniowym, wykonanym na 30 dorosłych szczurach laboratoryjnych, podzielonych na trzy równoliczebne grupy, zwierzętom podawano diety półsyntetyczne zawierające w swym składzie: kazeinę (grupa kontrolna), liofilizowane żółtka uzyskane od niosek żywionych mieszanką standardową lub liofilizowane żółtka uzyskane od niosek żywionych mieszanką z 1,5% udziałem SKL. Skład lipidów w zmodyfikowanych żółtkach (tab. 15) wskazywał na daleko idące efekty modyfikacji żywieniowej jaj. Przede wszystkim na wzbogacenie lipidów w SKL (6,4% sumy kwasów tłuszczowych), a także istotny wzrost udziału kwasów tłuszczowych nasyconych (z 31 do 53%) i spadek udziału kwasów tłuszczowych jednonienasyconych (z 49 do 26%). W ocenie profilu lipidowego osocza krwi szczurów, obu grup, żywionych liofilizowanymi żółtkami jaj obserwowano istotny wzrost stężenia cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji HDL (tab. 16). Jednocześnie, obserwowano wzrost stężenia cholesterolu frakcji LDL w osoczu szczurów żywionych żółtkami standardowymi i spadek jego stężenia u szczurów żywionych żółtkami wzbogaconymi w SKL. W efekcie, wartości stosunku cholesterol-HDL:cholesterol całkowity były istotnie podwyższone u tych ostatnich. Nie stwierdzono natomiast

Tabela 15

Wpływ SKL w mieszance paszowej niosek na skład kwasów tłuszczowych lipidów żółtka jaja (% sumy kwasów tłuszczowych).

Fatty acid composition of egg yolk lipids as affected by CLA-supplemented hen feed mixture (% of total fatty acids).

Wyszczególnienie Specification	Żółtka standardowe Standard yolks	Żółtka wzbogacone w SKL CLA-enriched yolks
SFA	31,0	53,1
MUFA	49,1	26,0
PUFA	19,3	20,3
SKL	-	6,4
CLA		

Przyjęto za: Szymczyk i wsp. (2000)

Taken from: Szymczyk i in. (2000)

istotnych różnic w poziomie triacylgliceroli osocza. Nie ulega tu wątpliwości, że pomimo niektórych pożądanych zmian w profilu lipidowym osocza, ich ogólny obraz nie jest jednoznacznym potwierdzeniem właściwości funkcjonalnych (tu: hipocholesterolemicznych) zmodyfikowanych jaj.

Tabela 16

Wpływ standardowych i wzbogaconych w SKL żółtek jaj w diecie dorosłego szczura na poziom cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli w osoczu krwi.

Total cholesterol, its LDL and HDL fractions and triacylglycerols in blood plasma of rats fed standard and CLA-enriched egg yolks/

Wyszczególnienie Specification	Żółtka standardowe Standard yolks	Żółtka wzbogacone w SKL CLA-enriched yolks
Cholesterol całkowity, mg/dL Total cholesterol, mg/dL	78,30	74,66
LDL, mg/dL	31,67	24,29
HDL, mg/dL	46,60	50,64
Triacylglicerole, mg/dL Triacylglycerols, mg/dL	170,27	171,40

Przyjęto za: Szymczyk i Pisulewski (2002)

Taken from: Szymczyk i Pisulewski (2002)

Do interesujących prób modyfikacji żywieniowej składu jaja kurzego można zaliczyć również wzbogacanie jaj w jod i weryfikację ewentualnych efektów funkcjonalnych tego pierwiastka [13]. Nie stwierdzono jednak wpływu tak zmodyfikowanych jaj na funkcje tarczycy. Podejmowane są również próby wzbogacania lipidów żółtka jaja w antyoksydacyjną wit. E [9, 13, 40]. Nie weryfikowano jednak potencjału funkcjonalnego (tu: antyoksydacyjnego) tych jaj w doświadczeniach na ludziach.

Podsumowanie

Przedmiotem zainteresowania nauki o żywności funkcjonalnej jest zdolność produktów spożywczych do pozytywnego oddziaływania na stan zdrowia człowieka. Jest to szczególnym wyzwaniem w przypadku produktów pochodzenia zwierzęcego, których spożycie, ze względu na wysoką zawartość i skład tłuszczu, jest postrzegane z reguły negatywnie jako czynnik ryzyka w rozwoju tzw. chorób cywilizacyjnych. Jednocześnie, przedmiotowe produkty zajmują poczesne miejsce w racji pokarmowej człowieka i ich całkowita eliminacja wydaje się mało prawdopodobna.

W tym kontekście warto zwrócić uwagę na współczesne metody modyfikowania składu produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego na drodze żywieniowej. Przedmiotowe metody pozwalają bowiem na uzyskanie produktów o pożądanej jako-

ści, m.in. korzystnym składzie kwasów tłuszczowych, w tłuszczu mleka, mięsa i żółtku jaja kurzego. Pozwalają także na zwiększenie stabilności oksydacyjnej tych produktów poprzez podawanie zwierzętom wit. E oraz pożądane modyfikowanie składu mineralnego, m.in. zawartości jodu i selenu w mleku oraz jodu w jajku kurzym.

Warto też wskazać, że funkcjonalność produktów pochodzenia zwierzęcego, uzyskanych na drodze modyfikacji żywieniowej, zweryfikowano pozytywnie w doświadczeniach na zwierzętach modelowych i ludziach. Wskazują na to wyniki wybranych prac poświęconych funkcjonalności zmodyfikowanego mleka, mięsa i jaj, w żywieniu ludzi, przedstawione w niniejszym opracowaniu.

LITERATURA

- [1] Ahn D.U., Sell J.L., Jo C., Chmruspollert M., Jeffrey M.: Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Sci.*, **78**, 1999, 922-928
- [2] Aro A., Jauhiainen M., Partanen R., Salminen I., Mutanen M.: Stearic acid, trans fatty acids, and dairy fat: effects on serum and lipoprotein lipids, apolipoproteins, lipoprotein(a), and lipid transfer proteins in healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1997, 1419-1426.
- [3] Arul J., Boudreau A., Makhoul J., Tardif R., Sahasrabudhe M.R.: Fractionation of anhydrous milk fat by superficial carbon dioxide. *J. Food Sci.*, **52**, 1987, 1231-1236.
- [4] Bellisle F., Diplock A.T., Hornstra G., Kolezko B., Roberfroid M.B., Salminen S., Saris W.H.M.: Functional Food Science in Europe. *Br. J. Nutr.*, **80** (Suppl. 1), 1998, 1-193.
- [5] Bobek S., Sechman A., Brzóska F., Pyska H.: Przechodzenie jodu z przewodu pokarmowego do mleka po podaniu różnych dawek EDDI (jodowodorku etyleno dwuaminy) lub KJ (jodku potasu). *Acta Agr. Silv. ser. Zoot.*, **36**, 1998, 75-81.
- [6] Boudreau A., Arul J.: Cholesterol reduction and fat fractionation technologies for milk fat: an overview. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1993, 1772-81.
- [7] Bradley R.L.: Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* **72**, 1989, 2834-2840
- [8] Chmruspollert M., Sell J.L.: Transfer of conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens. *Poultry Sci.*, **78**, 1999, 1138-1150.
- [9] Chen J.T., Latshaw J.D., Lee H.O., Min D.B.: α -Tocopherol content and oxidative stability of egg yolk as related to dietary α -tocopherol. *J. Food Sci.*, **63**, 1998, 919-922.
- [10] 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** (Supl. 1), 1999, 1-27.
- [11] Farrell D.J.: Enrichment of hen eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 1998, 538-544.
- [12] Focant M., Mignolet E., Marique M., Clabots F., Breysse T., Dalemans D., Larondelle Y.: The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *J. Dairy Sci.*, **81**, 1998, 1095-1101.
- [13] Garwin J.L., Morgan J.M., Stowell R.L., Richardson M.P., Walker M.C., Capuzzi D.M.: Modified eggs are compatible with diet that reduces serum cholesterol concentrations in humans. *J. Nutr.*, **122**, 1992, 2153-2160.

- [14] Gertig H., Przysławski J.: Rola tłuszczów w żywieniu człowieka. *Żyw. Człow. Met.*, **21**, 1994, 375-388.
- [15] Hayes K.C., Pronczuk A., Perlman D.: Vitamin E in fortified cow milk uniquely enriches human plasma lipoproteins. *A. J. Clin. Nutr.*, **74**, 2001, 211-218.
- [16] Hegsted D.M., Ausman L. M., Johnson J.A., Dallal G.E.: Dietary fat and serum lipids: an evaluation of experimental data. *Am. J. Clin. Nutr.*, **57**, 1993, 875-883.
- [17] Howell W.H., McNamara D.J., Tosca M.A., Smith B.T., Gaines J.A.: Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1997, 1747-1764.
- [18] Ip C., Banni S., Angioni E., Carta G., McGinley J., Thompson H., Barbano D., Bauman D.: Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 2135-2141.
- [19] Irie M., Sakimoto M.: Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *J. Anim. Sci.*, **70**, 1992, 470-477.
- [20] Jacques H., Gascon A., Arul J., Boudreau A., Lavigne Ch., Bergeron J.: Modified milk fat reduces plasma triacylglycerol concentrations in normolipidemic men compared with regular milk fat and nonhydrogenated margarine. *Am. J. Clin. Nutr.*, **70**, 1999, 983-991
- [21] Jenkins T.C.: Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. *J. Dairy Sci.*, **81**, 1998, 794-800.
- [22] Jones S., Ma D.W., Robinson F.E., Field C.J., Clandinin M.T.: Isomers of conjugated linoleic acid (CLA) are incorporated into egg yolk lipids by CLA-fed laying hens. *J. Nutr.*, **130**, 2000, 2002-2005.
- [23] Kelly M.L., Kolver E.S., Bauman D.E., van Amburgh M.E., Muller L.D.: Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **81**, 1998a, 1630-1636.
- [24] Kelly M.L., Berry J.R., Dwyer D.A., Griinari J.M., Chouinard P.Y., van Amburgh M.E. Bauman D.E.: Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *J. Nutr.*, **128**, 1998b, 881-885.
- [25] Kenelly J.J.: The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oil seeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **60**, 1996, 137-152.
- [26] Keys A., Anderson J.T., Grande F.: Serum-cholesterol response to changes in the diet. II. The effect of cholesterol in the diet. *Metabolism*, **14**, 1965, 759-765.
- [27] Knekt P., Jarvinen R., Seppanen R., Pukkala E., Aromaa A. (1996). Intake of dairy products and the risk of breast cancer. *Br. J. Cancer*. **73**: 687-691
- [28] Kolanowski W., Świdorski F., Hoffmann M.: Możliwości wzbogacania wybranych produktów spożywczych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA), stosując olej rybny. *Żyw. Człow. Met.*, **24**, 1997, 13-26.
- [29] Kowalski Z.M., Pisulewski P.M., Spanghero M.: Effects of calcium soaps of rapeseed fatty acids and protected methionine on milk yield and composition in dairy cows. *J. Dairy Res.*, **66**, 1999, 475-487.
- [30] Kris-Etherton P.M.: AHA Science Advisory: Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 2280-2284.
- [31] Leskanich C.O., Noble R.C.: Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. *World's Poultry Sci. J.*, **53**, 1997, 155-183.
- [32] Lynch B.P., Kerry J. P.: Utilizing diet to incorporate bioactive compounds and improve the nutritional quality of muscle foods. W: „Antioxidants in Muscle Foods”, str. 455-480 [E. Decker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote, Wyd.]. New York: John Wiley & Sons, Inc. Publ., 2000.
- [33] Mitsumoto M.: Dietary delivery versus exogenous addition of antioxidants. W: „Antioxidants in Muscle Foods”, str. 315-343 [E. Decker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote, Wyd.]. New York: John Wiley & Sons, Inc. Publ., 2000.

- [34] Murphy J.J., Connolly J.F., McNeill G.P.: Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full rapeseed and maize distillers grains in grass-silage based diets. *Livest. Prod. Sci.*, **44**, 1995, 1-11.
- [35] Noakes M., Nestel P.J., Clifton P.M.: Modifying the fatty acid profile of dairy products through feedlot technology lowers plasma cholesterol of humans consuming the products. *Am. J. Clin. Nutr.*, **63**, 1996, 42-46.
- [36] O'Donell J.A.: Future of milk fat modification by production or processing: integration of nutrition, food science, and animal science. *J. Dairy Sci.*, **76**, 1993, 1797-801.
- [37] Oh S.Y., Ryue J., Hsieh C.H., Bell D. E.: Eggs enriched in ω -3 fatty acids and alterations in lipid concentrations in plasma and lipoproteins and in blood pressure. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**, 1991, 689-695.
- [38] Ostrowska E., Muralitharan M., Cross R., Bauman D., Dunshea F.: Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 2037-2042.
- [39] Overland M., Taugbol O., Haug A., Sundstol E.: Effect of fish oil on growth performance, carcass characteristics, sensory parameters, and fatty acid composition in pigs. *Acta Agric. Scand. Sect. A, Anim. Sci.*, **46**, 1996, 11-17.
- [40] Qi G.H., Sim J.S.: Natural tocopherol enrichment and its effect in n-3 fatty acid modified chicken eggs. *J. Agric Food Chem.*, **46**, 1998, 1920-1926.
- [41] Parodi P.W.: Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Res.*, **82**, 1999, 1339-1349.
- [42] Pisulewski P.M., Kamiński J., Kowalski Z.M.: Mleko w żywieniu człowieka modyfikowanie jego składu pod kątem współczesnych zaleceń żywieniowych. *Żyw. Człow. Met.*, **24**, 1997, 103-120.
- [43] Pisulewski P., Szymczyk B., Hanczakowski P., Szczurek W.: Sprzężony kwas linolowy (SKL) jako składnik funkcjonalny żywności pochodzenia zwierzęcego. *Post. Nauk Roln.*, **6**, 1999, 3-16.
- [44] Pisulewski P.: Wartość odżywcza jaj kurzych oraz współczesne metody jej kształtowania. w: „Jajczarstwo” praca zbiorowa pod redakcją T. Trziszki, Wydaw. AR, Wrocław 2000, 189-217.
- [45] Pisulewski P., Kowalski Z., Szymczyk B.: Żywieniowe metody modyfikowania składu i kształtowania właściwości funkcjonalnych produktów pochodzenia zwierzęcego (mleka, mięsa i jaj). *Post. Nauk Roln.*, **2**, 2001, 59-72.
- [46] Roberfroid M.: Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. *Am. J. Clin. Nutr.*, **71**, 2000, 1660-64.
- [47] Ryś R., Kuchta M., Koreleski J., Zegarek Z.: Wpływ czynników żywieniowych na zawartość cholesterolu w żółtku jaja kury. *Roczn. Nauk Zoot.*, **23**, 2, 1996, 167-186.
- [48] Sandström B., Bügel S., Lauridsen Ch., Nielsen F., Jensen C., Skibsted L.: Cholesterol-lowering potential in human subjects of fat from pigs fed rapeseed oil. *Br. J. Nutr.*, **84**, 2000, 143-150.
- [49] Schaefer E.J.: Effects of dietary fatty acids on lipoproteins and cardiovascular disease risk: summary. *Am. J. Clin. Nutr.*, **65**, 1997, 1655-6.
- [50] Schwarz F.J., Augustini C., Timm M., Kirchgessner M., Steinhart H.: Effect of vitamin E on α -tocopherol concentration in different tissues and oxidative stability of bull beef. *Livest. Prod. Sci.*, **56**, 1998, 165-171.
- [51] Stewart J.W., Kaplan M.L., Beitz D.C.: Pork with a high content of polyunsaturated fatty acids lowers LDL cholesterol in women. *Am. J. Clin.*, **74**, 2001, 179-187.
- [52] Szymczyk B., Pisulewski P.M., Szczurek W., Hanczakowski P.: The effects of feeding conjugated linoleic acids (CLA) on rat growth performance, serum lipoproteins and subsequent lipid composition of selected rat tissues. *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 1553-1558.

- [53] Szymczyk B., Pisulewski P., Szczurek W., Hanczakowski P.: Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens. *Br. J. Nutr.*, **85**, 2001, 465-473.
- [54] Szymczyk B., Pisulewski P.: Feeding conjugated linoleic acid – enriched egg yolks alters serum lipid profile in adult rats. 1st. International Conference on Conjugated Linoleic Acid (CLA), Alesund, Norway 2001, 63-64.
- [55] Trziszka T.: Nowe metody doskonalenia i przetwarzania treści jaj spożywczych. *Zesz. Nauk AR w Wrocławiu. Techn. Żywn.*, **328**, 1998, 125-136.
- [56] Van Elswyk M.E.: Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review. *Br. J. Nutr.*, **78** (Suppl. 1): 1997, 61-69.
- [57] Wiewióra W., Brzóska F., Brzóska B., Michalec-Dobja J.: Zawartość selenu w mleku i we krwi krów zależnie od poziomu selenu w dawce pokarmowej. W: „Związki mineralne w żywieniu zwierząt”, str. 183-188 [F. Brzóska, Wyd.], Kraków, Instytut Zootechniki, 1998.
- [58] Wiseman J., Agunbiade J.A.: The influence of changes in dietary fat and oils on fatty acid profiles of carcass fat in finishing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, **54**, 1998, 217-227.
- [59] Wenk C., Leonhardt M., Scheeder M.: Monogastric nutrition and potential for improving muscle quality. W: „Antioxidants in Muscle Foods”, str. 199-227 [E. Decker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote, Wyd.]. New York: John Wiley & Sons, Inc. Publ., 2000.

FUNCTIONAL PROPERTIES OF FOODS OF ANIMAL ORIGIN DERIVED BY NUTRITIONAL STRATEGIES

S u m m a r y

The review presents currently available animal nutrition strategies aimed at modification of animal product (milk, meat, and eggs) composition to be more consistent with human dietary guidelines. Methods of decreasing saturated and increasing mono- and polyunsaturated fatty acids, and also cholesterol in animal fat, by feeding plant oils to dairy cows, pigs, growing poultry and laying hens are briefly described. Correspondingly, the results of several trials verifying, in a positive way, the potential functional (hypocholesterolemic) properties of modified milk, meat and egg yolk fat in humans are described in more detail. It is concluded that nutritional strategies currently applied to modify animal product composition, to be more compatible with human dietary guidelines, are the effective means for obtaining products showing evident functional properties. ☒

ANTONI RUTKOWSKI

ETYKA PRODUCENTA ŻYWNOSCI

Streszczenie

W referacie przedstawiono ogólne pojęcia i definicje etyki i moralności. Zagadnienia te omówiono w aspekcie produkcji żywności. Przedstawiono producenta żywności jako człowieka, menadżera i wytwórcą pożywienia.

Wstęp

Produkcji żywności towarzyszą działania wszystkich, którzy biorą udział w tym procesie, od badawczych prac laboratoryjnych i eksperymentalnych poczynając na samym procesie produkcyjnym skończywszy. Działania te mają wyraz materialny, jak i moralno-etyczny. Konferencja poświęcona „Analizie Ryzyka Zdrowotnego Żywności” stanowi uzasadniony pretekst do zwrócenia uwagi na etykę w produkcji żywności. Ta ważna dziedzina nie ma bogatej literatury, z której mógłby skorzystać producent żywności, stąd potrzeba dyskusji ilustrującej różne aspekty tego, tak ważnego problemu.

Pojęcia

Co rozumie się pod pojęciem etyki? Słowo etyka pochodzi od greckiego słowa *ethikos* – moralność (W. Doroszewski). *Ethos* znaczy też obyczaj (Słownik wyrazów obcych, PAN).

Pod pojęciem **moralności** rozumie się uznawane za właściwe w określonym środowisku i epokach historycznych zasady postępowania. A zatem działanie **moralne**, uznawane za **etyczne**, to działanie honorujące zasady uznane w określonych środowiskach i epokach historycznych za właściwe. W tych rozważaniach stosujemy jeszcze jedno pojęcie: **kodeks**, słowo łacińskie *codex* – znaczy spis, księga. Słowo to jest stosowane w praktyce do określania:

- Aktów normatywnych wydawanych z reguły w formie ustawy. Są to usystematyzowane zbiory przepisów, regulujących określone dziedziny stosunków społecznych i związanych z nim postępowań procesowych. Dotyczą najczęściej poszczególnych dziedzin prawa, jak np. kodeksy: cywilny, karny, handlowy.
- Zbioru zasad, reguł, norm postępowania uznanych za etyczne, moralne przez określone środowiska zawodowe np. kodeksy: lekarski, dyplomatyczny, honorowy. To rozumienie kodeksu będzie przedmiotem naszych rozważań.

Etyka a normy postępowania

Postępowanie etyczne to ogół norm moralnych i zasad przyjętych i obowiązujących w danej epoce i zbiorowości. Odnoszą się one do środowiska dla którego są przeznaczone. Dobrym przykładem jest jeden z najstarszych i często przytaczanych Kodeks Etyki Lekarskiej, korzysta on z zasad głoszonych przez Hipokratesa. Ujmuje całokształt obowiązków moralnych lekarza w zakresie postępowania z chorymi oraz stosunki zawodowe. Kodeks sam nakłada na lekarza obowiązek stałego doskonalenia się w zawodzie i nienagannej postawy moralnej. Jest on podstawą przysięgi lekarskiej i ustaw o zawodzie lekarskim.

W kształtowaniu reguł etyki tzw. normatywnej (tradycyjnej) chodzi o ustalenie:

- co jest dobre, a co złe moralnie,
- co powinno być celem naszych dążeń,
- jakie są reguły moralnego postępowania.

W określaniu postępowania moralnego często rodzą się pytania czy jest to możliwe do zdefiniowania, czy jest to obiektywne czy subiektywne, absolutne czy względne, co decyduje o wartości moralnej czynu (intencja, skutek, stopień ofiary). Z tych powodów kodeksy postępowania moralnego w odróżnieniu od kodeksów prawa są mało precyzyjne i zawierają np. takie sformułowania, jak: „należy działać zgodnie z interesem społecznym”, „uniknąć krzywdy innych”, „postępować zgodnie z najlepszą wiedzą”. Natomiast kodeksy prawa to zbiory norm postępowania, ustanowione lub uznawane przez państwo i w przypadku ich przekraczania są zabezpieczone groźbą kary lub przymusu państwowego.

Etyka a żywność

Mimo wyrażanej w wielu wypowiedziach potrzeby, nie opracowano dotychczas uniwersalnego kodeksu postępowania etycznego producenta żywności, ale potrzeba ta istnieje i to w dwojakim układzie, w którym żywność stanowi:

- przedmiot obrotu towarowego,
- artykuł żywienia człowieka.

Jeżeli rozpatrujemy żywność jako przedmiot obrotu towarowego, to dbałość o korzystny obraz przedsiębiorstwa i konkurencyjność powodują, że etykę w biznesie traktuje się jako integralną część organizacji i kultury organizacyjnej firmy. Jest to ważnym elementem powodzenia na wolnym rynku. Stąd już w 1990 r. spośród 1000 największych amerykańskich spółek, 32% posiadało komitet etyki, 52% prowadziło szkolenia z tego zakresu, a aż 93% opracowało wewnętrzny kodeks etyczny. (*H. Muller-Groeling, Przem. Spoż. 1999, Nr 5*).

Inny charakter, ale nastawiony wyłącznie na żywność w układzie globalnym, mają działania utworzonego w ubiegłym roku (26-28.09.2000 r.) FAO Panel of Eminent Experts on Ethics in Food and Agriculture (*Internet FAO*). Jego członkowie rekrutują się z: Chin, Etiopii, Kuby, Maroko, Francji, Malezji, Norwegii i USA. Założeniem pracy tego zespołu jest opracowanie etycznych zasad, które skutecznie łagodzić mogą pogłębiające się zjawisko głodu i niepewności wyżywienia 9 miliardów ludzi w 2050 roku. Zespół wychodzi z założenia, że „etyczne” to oznacza, że „wiodącą motywacją nie jest korzyść własna wykonawcy lecz korzyść udzielana innym”. Wśród zaleceń wymienia się:

- Projektowanie zachęt, które motywować będą jednostki, społeczności i narody do dialogu i definiowania tego co jest etyczne.
- Wykorzystanie nauki i technologii w budowie zrównoważonego systemu żywności i rolnictwa.
- Zachęty współpracy i solidarności między instytucjami zaangażowanymi w badania i rozwój, celem szybszego działania.
- Włączenie zasad etycznych do wszystkich programów politycznych, norm i decyzji, tak aby przyczyniły się do poprawy zdrowia, dobrostanu i ochrony środowiska człowieka.
- Opracowanie kodeksów etycznych postępowania, tam gdzie one dotychczas nie istnieją.

Historycznie rzecz biorąc, w warunkach europejskich, największy dorobek w określaniu zasad postępowania etycznego producenta żywności miały regulaminy cechowe. Ich waga gwałtownie zanika wraz ze zmianami warunków społeczno – gospodarczych i zmniejszeniem udziału rzemiosła w produkcji żywności. Szczególnie w warunkach polskich, w pierw w latach pięćdziesiątych, a ostatnio w pospiesznie realizowanej transformacji systemu politycznego i gospodarczego, ma miejsce niespójność wielu aktów prawnych. Umożliwia to licznym jednostkom osiągnięcie bez skrupułów korzyści kosztem innych. Wielu ludzi biznesu wykorzystuje wolność ekonomiczną jako okoliczność sprzyjającą lekceważeniu elementarnych zasad działania etycznego. Wynika to przede wszystkim z braku tradycji w gospodarce rynkowej. Stąd powszechność zasady: „cel uświęca środki”, albo: „co przez prawo nie zabronione, to dozwolone”.

ne”. Stawia to producenta często przed dylematem wyboru między korzyścią firmy i tym, co można już uznać za etyczne.

Czy Kodeks Etyczny Producenta Żywności ma racje bytu?

Etyka ma szereg znaczeń. Wszystkie one dotyczą godnego postępowania wobec partnerów zarówno w życiu prywatnym, jak i zawodowym. Dotyczą wszystkich dziedzin życia człowieka niezależnie od pozycji jaką on zajmuje. Etyka odnosi się też do człowieka i jego dobrej woli.

Przyjmując obowiązek wykonywania określonego zawodu, musimy akceptować prawa jakimi on się rządzi. Zobowiązujemy się je stosować. Jest to jednocześnie przywilej i obowiązek przestrzegania zasad. W zawodzie producenta żywności obowiązuje zasada wytwarzania produktów pozytywnie wpływających na rozwój i zdrowie konsumenta. Stąd etyczny walor producenta żywności bliski jest niektórym zasadom kodeksu etycznego lekarza.

Z obserwacji i doświadczeń na przestrzeni wieków wynika jednoznacznie, że w środowisku lekarskim Kodeks Etyczny jest postrzegany jako największa wartość moralna zawodu, z którą wiążą się bezpośrednio korzyści ekonomiczne. Kodeks wyraża moralne zobowiązanie, złożone publicznie, dążenia do osiągania kompetencji i odpowiedzialności stanowiące o wizerunku lekarza i publicznego do niego zaufania. Korzystając z tych doświadczeń możemy przyjąć, że kodeks producenta żywności winien odnosić się do:

- producenta żywności jako człowieka,
- producenta żywności jako menadżera,
- producenta żywności jako wytwórcy,
- zastanówmy się nad powyższymi:

Producent żywności jako człowiek

Ludzki element etyki producenta żywności ma charakter uniwersalny i wywodzi się z zasad dekalogu (Dekalog: *Deka* – dziesięć, *logos* – słowo). Ten zbiór zakazów i nakazów, którego tekst powstał prawdopodobnie w VIII – VI w p.n.e. stanowi do dziś podstawę moralności żydowskiej i chrześcijańskiej, i winien być stosowany w codziennym życiu. Pośród tych zasad, trzy stanowią podstawowe kanony stosunków międzyludzkich zostały sformułowane w Księdze Powtórzonego Prawa (5, 6-21) i zawarte są w dziesięciorgu przekazania. Są to:

VII. Nie będziesz kradł.

VIII. Nie będziesz mówił przeciw bliźniemu twemu kłamstw.

X. Nie będziesz pragnął żadnej rzeczy, która należy do twojego bliźniego.

Zasady te stanowią podstawę regulacji prawnych i postępowania całego cywilizowanego świata. Nie ma więc potrzeby ich szczegółowo omawiać.

Producent żywności jako menadżer

Praca jest dziełem życia człowieka. Pozwala mu żyć, realizować się, osiągać zadowolenie, jak i zdobywać dobra materialne. Praca jest również potrzebna do zachowania równowagi psychicznej, ma więc ogromne znaczenie w życiu człowieka. Życie zawodowe ma ten wymiar, że reguluje je prawo. Pozwala ono człowiekowi działać w sposób uczciwy, nie narażający innych, a w konsekwencji nas samych na straty. Tym różni się nasze mozolne zdobywanie dóbr materialnych od rabunku, który też jest zdobywaniem dóbr. W naszych warunkach podstawowe pytanie sprowadza się do ustalenia czy w konkurencyjnej gospodarce wolnorynkowej menadżer działa bardziej etycznie niż konkurencja?

Człowiek różnymi drogami dochodzi do pozycji w zawodzie, który przez większość życia uprawia i który w końcu jest własnym wyborem. Współczesny świat mówi tylko o opłacalności działań ekonomicznych i chyba dlatego tak często łamane są wszelkie zasady etyki. Jednak branie pod uwagę tylko zasad etycznych, bez uwzględniania korzyści ekonomicznych, szybko doprowadziłoby przedsiębiorstwo do bankructwa. Potrzebne jest zatem zachowanie równowagi między racjami ekonomicznymi realizowanymi w granicach obowiązującego prawa, a etyką kształtującą obraz rzetelnego i solidnego przedsiębiorstwa budzącego zaufanie klientów.

Etyka zawodu i jej przestrzeganie, daje na pewno komfort tym, którzy z zawodu korzystają. Etyka chroni partnerów w działaniu. Co staje się z tym, który zapomina o kliencie, zleceniodawcy, partnerze obdarzającym go zaufaniem? To stanowisko uruchamia długotrwały proces samounicestwienia się i niszczenia pozycji, dzięki której utrzymuje się jednostka.

Doświadczenie medycyny stanowi, przekonywujący dowód na to, że pierwszym, nieodzownym krokiem do ustalenia profesjonalnych stosunków między lekarzem a pacjentem była budowa i wdrożenie Kodeksu Etycznego. Wiedza i etyka budzi zaufanie i szacunek, dzięki uprawnieniom do wykonywania zawodu, opartym na kodeksie etycznym i obowiązku posiadania odpowiedniego wykształcenia do wykonywania zawodu.

Producenta żywności obowiązuje etyka ogólna, tak jak każdego innego człowieka. Jego odpowiedzialność jest jednak większa ze względu na to, że wytwarzany produkt wpływa bezpośrednio na zdrowie i rozwój fizyczny człowieka i w dużym stopniu kształtuje stopień społecznej świadomości. Dlatego niezbędne jest szczególne uczulenie na postawę etyczną, a mianowicie na:

- 1) wynagradzanie rolnika za dostarczane surowce, zapłatą odpowiadającą poniesionej pracy i nakładom materialnym,

- 2) prowadzenie pracy w sposób nie uwłaczający godności człowieka i nie naruszający zasad humanitarnych; zwierzętom nie zadawać cierpień i ograniczyć ich rozmiar i dolegliwości do minimum,
- 3) wykorzystywanie, w jak największym stopniu, naturalnych właściwości surowców w wytwarzaniu artykułów żywnościowych,
- 4) prowadzenie produkcji w sposób nie zagrażający człowiekowi i społeczeństwu, a także środowisku naturalnemu,
- 5) uzależnianie jakości swej pracy nie od wynagrodzenia, a od społecznej wartości produktu,
- 6) wykorzystywanie osiągnięć nauki o żywności oraz techniki w doskonaleniu jakości i wartości wyrobów jako składników pożywienia,
- 7) upowszechnianie w społeczeństwie rzetelnych wiadomości o produktach, nie ukrywając ograniczeń,
- 8) wykorzystywanie w reklamie i promocji tylko sprawdzonych i prawdziwych informacji oraz nie umniejszenia jakości lub wartości produktów konkurencji,
- 9) nie żądać i nie usprawiedliwiać posłuszeństwem lub lojalnością zachowań pracowników sprzecznych z zasadami dobrych obyczajów,
- 10) ustawiczne pogłębianie wiedzy oraz doskonalenie umiejętności.

Producent żywności jako wytwórca pożywienia

Na produkcję żywności spoczywa znacznie większa odpowiedzialność społeczna aniżeli na produkcję mebli, ubrań czy sprzętu kuchennego. Właśnie produkty przemysłu spożywczego:

- stanowią ok. 80% wartości kalorycznej pożywienia ludności oraz ok. 1/4 wartości globalnej działalności produkcyjnej kraju,
- współdecydują o nastrojach społeczeństwa,
- pozytywnie lub negatywnie oddziałują na zdrowie ludności.

Przytoczę kilka zaobserwowanych reklam z ostatnich lat, które żerują na zdrowiu konsumenta, co sprzeczne jest z etyką producenta żywności.

- „Olej bez cholesterolu” – w okresie gdy wykazywano ścisły związek zawartości cholesterolu z chorobami układu krążenia, hasłem reklamowym był brak cholesterolu w margarynie, oleju rzepakowym czy oliwie z oliwek. Są to produkty roślinne, które z natury rzeczy nigdy nie zawierały cholesterolu. Taka reklama, jest świadomym wprowadzaniem w błąd i dezinformacją konsumenta.
- „Bio-kefir”, „bio-maślanka” – konsument oczekuje w tych produktach wprowadzenia do organizmu bakterii probiotycznych. Tymczasem w wielu produktach mleczarskich określanych nazwą „bio”, na skutek braku wewnętrznej kontroli procesu produkcyjnego, brak jest bakterii probiotycznych, lub są one nieaktywne.

- „Żywność funkcjonalna” – nadchodzi moda na żywność, której spożywanie może zapobiegać, a nawet leczyć niektóre schorzenia. Jej efektywność opierana jest na domniemaniach, a nie jest poparta wynikami badań klinicznych. Najczęściej brak jest określenia dolnej granicy powyżej której można się spodziewać efektywnego działania danego składnika, jak i górnej powyżej której mamy do czynienia z lekiem. Jest to świadome, nawet niebezpieczne wprowadzanie w błąd konsumenta.
- „Wzbogacanie żywności w witaminy i mikroelementy” – uzasadnione jest oparte o badania epidemiologiczne, wzbogacanie np. margaryny w wit. A i D, czy soli w jod. Natomiast poddaję w wątpliwość celowość dodawania witaminy C (ze względu na jej nietrwałość oraz dostępność) do napojów oraz reklamowanie płatków śniadaniowych tym, że zawierają 8 witamin + żelazo.

Podsumowanie

Ważna społecznie i gospodarczo pozycja producenta żywności, wymaga podkreślenia problemów etycznych zawodu. Zadaniem etycznym producenta żywności jest dbanie, aby oferowane konsumentowi produkty:

- spełniały oczekiwania sensoryczne i zdrowotne konsumenta, i pozytywie oddziaływała na funkcje jego organizmu,
- były wytwarzane z maksymalnym przestrzeganiem zachowania naturalnych warunków środowiska,
- stosowana reklama nie wprowadzała konsumenta w błąd, a upowszechniała wiedzę o zasadach racjonalnego żywienia człowieka.

Temu może sprzyjać upowszechnianie zasad (kodeks) etyki wśród producentów żywności. Nie należy się zrażać trudnościami. Problem jest szczególnie trudny i złożony. Uzyskanie poważnych efektów wdrażania etyki tam gdzie działają prawa wolnego rynku, wymaga stabilnych aktów normatywnych oraz doświadczeń wielu lat, a niekiedy zmiany kilku pokoleń producentów.

FOOD PRODUCER ETHICS

S u m m a r y

Conceptions and definitions of ethics and morality were presented in the paper. These problems were discussed in the aspect of food production. The food producer was presented as a human being, manager and producer of food for people. ❧

FRANCISZEK ŚWIDERSKI, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK,
MONIKA HOFFMANN

ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA – IMPLIKACJE ŻYWIENIOWE

Streszczenie

Omówiono charakterystykę żywności funkcjonalnej – podając jej definicje, aspekty prawne, różne kryteria podziału oraz przedstawiono ogólną charakterystykę naturalnych składników bioaktywnych stosowanych w produkcji żywności funkcjonalnej i dietetycznej. Szczegółowo omówiono najważniejsze grupy składników bioaktywnych – probiotyki i prebiotyki oraz błonnik pokarmowy i hydrokoloidy, zwracając uwagę zarówno na korzystne, jak i niekorzystne oddziaływanie tych składników na organizm człowieka.

Charakterystyka żywności funkcjonalnej

Koncepcja żywności funkcjonalnej wywodzi się z tradycji filozoficznej Wschodu, w której nie ma wyraźnej różnicy pomiędzy lekami a pożywieniem. Obecnie na rynku żywności tego rodzaju przoduje Japonia, gdzie w połowie lat 80. zapoczątkowano badania, a kilka lat później wprowadzono odpowiednie regulacje prawne i rozpoczęto produkcję żywności funkcjonalnej na skalę przemysłową [9].

Żywność funkcjonalna, to żywność, która poza swoją tradycyjną funkcją, jaką jest efekt odżywczy, wywiera fizjologiczny i/lub psychologiczny wpływ na organizm człowieka. Tak definiowane jest to pojęcie w większości krajów, jednakże jak do tej pory nie ustalono oficjalnej, międzynarodowej definicji żywności funkcjonalnej, jak również nie uregulowano jej stanu prawnego. Najnowsza, najpowszechniej uznawana definicja żywności funkcjonalnej [7], nie ujęta jeszcze uregulowaniami prawnymi, brzmi następująco:

„Żywność można uznać za funkcjonalną, jeżeli udowodniono jej korzystny wpływ, ponad normalny odżywczy efekt żywności, na jedną lub więcej funkcji docelowych ciała, w sposób, który jest istotny dla poprawy stanu zdrowia i samopoczucia

i/lub redukcji ryzyka zachorowań”. Według istniejących propozycji, żywność funkcjonalna jest przeznaczona do ogólnego spożycia jako część codziennej diety i do grupy tej nie są zaliczane tabletki, kapsułki, ani inne środki farmaceutyczne.

W krajach wysokorozwiniętych rynek żywności funkcjonalnej rozwija się dziś znacznie gwałtowniej niż inne rynki żywnościowe. W celu projektowania i wdrażania do produkcji nowych rodzajów żywności funkcjonalnej powstają wyspecjalizowane firmy współpracujące z ośrodkami naukowymi, a wielkie kompanie przemysłu spożywczego i farmaceutycznego rozwijają globalne strategie wejścia na ten rynek [4, 10, 11, 18].

Brak jest jednak, jak do tej pory, uregulowań prawnych porządkujących poszczególne aspekty żywności funkcjonalnej. W krajach członkowskich UE (np. w Szwecji) przedstawiono propozycje modyfikacji unijnego prawa żywnościowego, uwzględniające kategorię żywności funkcjonalnej, uściślające pojęcia i wymagania w stosunku do tego typu produktów spożywczych.

W 1996 r. rozpoczęto program badawczy FUFPOSE (ang. Functional Food Science in Europe), finansowany przez Komisję Europejską, mający wypracować naukowe podstawy pojęcia żywności funkcjonalnej w UE oraz wskazać kryteria i kierunki opracowywania i wdrażania funkcjonalnych produktów spożywczych na rynku europejskim [1]. Istotną częścią programu jest ukierunkowanie i rozwinięcie współpracy między różnymi ośrodkami naukowymi i producentami żywności w krajach członkowskich w celu ustalenia dobrej praktyki produkcyjnej.

Podobną działalność prowadzi organizacja Europe's Functional Food Task Force, która bada interakcje pomiędzy składnikami żywności, a ich specyficznymi funkcjami biochemicznymi i fizjologicznymi, stawiając sobie za cel stworzenie naukowych podstaw dających możliwość deklarowania specyficznych właściwości żywności funkcjonalnej (tzw. *health claims* i *nutrient function claims*).

Jak zdefiniowano Nutrition Labeling and Education Act (NLEA), *health claims* są informacjami opisującymi relacje pomiędzy żywnością lub jej składnikami a schorzeniem bądź dysfunkcją organizmu. W Stanach Zjednoczonych regulacje FDA z 1990 roku dopuszczają tego typu deklaracje na etykietach produktów spożywczych, z zastrzeżeniem jednak, że ich treść powinna uzyskać aprobatę FDA. Przykładem dopuszczonych w USA *health claims* są informacje o możliwości obniżenia ryzyka konkretnego schorzenia przez konkretny składnik żywności (np. wapń zmniejsza ryzyko zachorowania na osteoporozę, kwas foliowy zmniejsza ryzyko występowania wady wrodzonej cewy nerwowej). Informacje, które opisują związek pomiędzy składnikami żywności, a ogólnym stanem zdrowia i właściwym funkcjonowaniem organizmu, takie jak „białko pomaga kształtować silne mięśnie” zaliczane są do tzw. *nutrient function claims* i w Stanach Zjednoczonych nie wymagają szczególnych zezwoleń. Do *nutrient function claims* zaliczane są również informacje typu: wzmacnia funkcje immunolo-

giczne, utrzymuje równowagę metaboliczną, redukuje stres oksydacyjny, odbudowuje lub stabilizuje równowagę mikrobiologiczną, podwyższa biodostępność składników odżywczych – a więc takie, które nie wskazują ścisłego związku pomiędzy składnikiem żywności, a konkretną korzyścią zdrowotną lub obniżeniem ryzyka zachorowania.

Deklaracje *health claims* i *nutrient function claims* są przedmiotem licznych dyskusji. Niektóre kraje europejskie, na przykład Dania i Finlandia nie dopuszczają do umieszczania tego typu informacji na etykietach produktów spożywczych, podczas gdy w Szwajcarii (a także w Nowej Zelandii) dopuszcza się podawanie informacji typu *nutrient function claims*. Kraje takie, jak: Szwecja, Wielka Brytania i Australia, podobnie jak Stany Zjednoczone akceptują zarówno wybrane deklaracje o efektach zdrowotnych (*health claims*), jak i o funkcjach składników odżywczych (*nutrient function claims*), pod warunkiem, że nie są one fałszywe i nie wprowadzają konsumentów w błąd. Przykładowo w Szwecji dopuszczone są deklaracje dotyczące związków pomiędzy dietą a otyłością, poziomem cholesterolu, obstrukcją, ciśnieniem krwi, arteriosklerozą, osteoporozą, nowotworami i niedoborem żelaza [6]. We wszystkich krajach istnieje zgodność co do konieczności kontroli i weryfikacji deklarowanych przez producentów żywności funkcjonalnej jej specyficznych właściwości. Korzystne oddziaływanie zdrowotne żywności funkcjonalnej powinno być udokumentowane badaniami klinicznymi prowadzonymi na ludziach, do diety których włączono badany produkt spożywczy. Badania te powinny być prowadzone przez niezależne ośrodki naukowe, obejmować odpowiednio dużą grupę osób i trwać wystarczająco długo by zapewnić obiektywne i stabilne rezultaty. Tylko naukowe potwierdzenie właściwości prozdrowotnych, upoważnia do uznania danego produktu jako żywność funkcjonalną [1, 4, 16].

Kwestie związane z treścią deklaracji na temat właściwości poszczególnych składników żywności omawiano podczas 23 sesji Codex Alimentarius Committee on Food Labeling. Ustalono między innymi, że [6]:

- przedmiotem deklaracji typu *nutrient function claim* mogą być jedynie niezbędne składniki odżywcze o ustalonym NRV (wartości referencyjnej składnika odżywczego), bądź też składniki znajdujące się w oficjalnie uznawanych zbiorach norm żywieniowych,
- żywność której dotyczy ta informacja powinna stanowić istotne źródło składnika w diecie (w przypadku składników niezbędnych, nie mniej niż 10% NRV w codziennej diecie),
- treść claimu musi być poparta badaniami naukowymi lub uznanym autorytetem naukowym,
- wszelkim deklaracjom powinno towarzyszyć stwierdzenie o konieczności urozmaicenia diety w celu zaspokojenia wszystkich potrzeb żywieniowych.

W produkcji żywności funkcjonalnej nośnikami substancji bioaktywnych są zwykle te grupy produktów spożywczych, które są często kupowane i zazwyczaj regularnie spożywane (np. przetwory mleczne, zbożowe, napoje owocowe, itp.) [4]. Zapewnia to dość systematyczne przyjmowanie określonych ilości substancji bioaktywnych. Niezwykle istotne jest także możliwie równomierne rozprowadzenie dodawanych substancji w całej masie wyrobu, zachowane na tym samym poziomie w kolejnych partiach. Przy produkcji żywności funkcjonalnej, powinny być przestrzegane zasady dobrej praktyki produkcyjnej i systemów zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego (np. HACCP).

Projektując nowe asortymenty żywności funkcjonalnej bierze się pod uwagę także zachowanie korzystnych cech sensorycznych takich, jak: smak, zapach, barwa, konsystencja, itp. oraz odpowiednią stabilność i trwałość w czasie przechowywania. W celu utrzymania zdrowotnej jakości żywności funkcjonalnej wskazane jest stosowanie technologii i opakowań zmniejszających potencjalne straty składników odżywczych podczas produkcji i przechowywania [12].

Żywność funkcjonalna występuje zarówno w postaci konwencjonalnej, jak i modyfikowanej technologicznie – w postaci tradycyjnej lub nietypowej (np. koncentraty w proszku). Specjalnie zaprojektowana żywność funkcjonalna w postaci konwencjonalnej jest wytwarzana przeważnie metodami ogólnie stosowanymi. Jednak surowce do jej produkcji często są otrzymywane ze specjalnych hodowli lub upraw prowadzonych w specyficznych warunkach (np. środowisko, pasza) lub ze specjalnie selekcyonowanych odmian, także modyfikowanych biotechnologicznie, w tym również z wykorzystaniem inżynierii genetycznej. Działania te prowadzi się w celu uzyskania optymalnej zawartości w surowcu składników pożądanых lub znacznego zredukowania zawartości składników niepożądanych. Natomiast żywność funkcjonalną modyfikowaną technologicznie otrzymuje się zazwyczaj w wyniku:

- wzbogacania w poszczególne substancje bioaktywne lub całe ich kompozycje,
- odpowiedniego zestawiania poszczególnych składników recepturowych,
- eliminacji lub stosowania zamienników składników niepożądanych (np. tłuszczu, cholesterolu, soli, cukru),
- zwiększenia dostępności i przyswajalności składników odżywczych przez wprowadzenie substancji o działaniu synergistycznym lub eliminacji substancji antyodżywczych.

Pojęcie żywności funkcjonalnej jest bardzo szerokie i ze względu na przyjęte kryteria jej podział jest różny. W spotykanych w literaturze światowej klasyfikacjach, uwzględniających np. specyficzny skład, można wyodrębnić żywność:

- wzbogaconą,
- niskoenergetyczną,
- wysokobłonnikową,

- probiotyczną,
- niskosodową,
- niskocholesterolową,
- energetyzującą.

Żywność funkcjonalna nazywana jest czasem także żywnością projektowaną do określonych potrzeb organizmu (ang. designer foods, tailored foods). Ze względu na rodzaj zaspokajanych potrzeb żywieniowych, można wyróżnić m.in. żywność:

- zmniejszającą ryzyko chorób krążenia,
- zmniejszającą ryzyko chorób nowotworowych,
- zmniejszającą ryzyko osteoporozy,
- dla osób obciążonych stresem,
- hamującą procesy starzenia,
- dietetyczną dla osób z zaburzeniami metabolizmu i trawienia,
- dla sportowców,
- dla osób w podeszłym wieku,
- dla kobiet w ciąży i karmiących,
- dla niemowląt,
- dla młodzieży w fazie intensywnego wzrostu,
- wpływającą na nastrój i wydolność psychofizyczną.

Znaczna część funkcjonalnych produktów spożywczych ma działanie wielokierunkowe i może być zaliczana jednocześnie do kilku z wymienionych grup.

Wyróżnia się cztery podstawowe kierunki oddziaływania żywności funkcjonalnej na poprawę psychofizycznego komfortu życia konsumentów:

- wpływ bezpośredni przez hamowanie zmian degeneracyjnych ustroju lub działanie lecznicze w przebiegu niektórych schorzeń,
- zwiększanie podaży składników odżywczych w stanach fizjologicznych zwiększonego zapotrzebowania (np. intensywny wzrost, ciąża, okresy rekonwalescencji, sport),
- komponowanie prawidłowej diety w specyficznych stanach chorobowych (np. w alergiach i nietolerancjach pokarmowych, cukrzycy, itp.),
- poprawę nastroju i zwiększenie wydolności psychofizycznej organizmu.

Podwyższona jakość zdrowotna żywności funkcjonalnej wynika głównie z obecności w jej składzie substancji bioaktywnych, stymulujących pożądaną przebieg przemian metabolicznych oraz z optymalnej fizjologicznie proporcji poszczególnych składników. Składniki, które gwarantują właściwości funkcjonalne produktów spożywczych to m.in.: prebiotyki i probiotyki, błonnik pokarmowy, hydrokoloidy oraz wiele innych, których przykłady wymieniono w tab. 1.

Tabela 1

Naturalne składniki bioaktywne stosowane do wzbogacania żywności.

Natural bioactive ingredients for food fortification.

Składniki bioaktywne	Przykłady	Korzystny wpływ na zdrowie
Błonnik pokarmowy	pektyny, beta-glukany, guar, alginiany, karageny, ksantan, ligniny, skrobia oporna	przeciwdziałanie zaparciom i nowotworom jelita grubego, zmniejszanie poziomu cholesterolu we krwi
Prebiotyki (np. oligosacharydy)	rafinoza, stachioza, inulina, laktuloza, oligofruktoza, oligogalaktoza	stymulacja rozwoju probiotycznej flory jelitowej, zapobieganie zaparciom, zmniejszanie poziomu cholesterolu we krwi
Probiotyki (bakterie fermentacji mlekowej)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i>	zapobieganie zaparciom, nowotworom jelita grubego, zmniejszanie poziomu cholesterolu, stymulacja układu odpornościowego
Poliole	sorbitol, ksylitol, maltitol, laktitol, izomalt, maltitol	zmniejszanie poziomu glukozy we krwi, hamowanie rozwoju próchnicy
Aminokwasy, peptydy, białka	kwas glutaminowy, kreatyna, karnityna, tauryna, tyrozyna, glutation, hydrolizaty białkowe, koncentraty i izolaty białkowe	zapewnienie prawidłowej budowy tkanek, regulacja procesów metabolicznych, ułatwianie przyswajania składników mineralnych
Wielonienasycone kwasy tłuszczowe	z grupy omega-3: kwas lionoleonowy, ekozapentaenowy, dokozaheksaenowy,	przeciwdziałanie chorobom krążenia, hamowanie zapaleń i alergii, umożliwienie prawidłowego rozwoju układu nerwowego
Substancje fitochemiczne	związki polifenolowe, flawonoidy, karotenoidy, kofeina, glikozydy, fitosterole	różnorodne, zależnie od substancji, np. przeciwdziałanie chorobom krążenia, nowotworom, usprawnianie procesów metabolicznych, poprawa nastroju i inne
Cholina i lecytyna	sojowa, rzepakowa, jajeczna	usprawnienie funkcjonowania centralnego układu nerwowego, ułatwienie trawienia tłuszczów
Witaminy	z grupy B, D, antyoksydacyjne (A, C, E)	regulacja procesów metabolicznych, neutralizacja wolnych rodników, stymulacja układu odpornościowego
Składniki mineralne	wapń, magnez, żelazo, cynk, selen, jod, mangan	zapewnienie prawidłowej mineralizacji kości, regulacja procesów metabolicznych, stymulacja układu odpornościowego

Poniżej przedstawiono charakterystykę wybranych składników bioaktywnych nadających żywności status funkcjonalności.

Probiotyki

Słowo probiotyk pochodzi z języka greckiego „pro bios” i oznacza "dla życia". Ludzie od wieków używali probiotyków spożywając żywność fermentowaną (zawierającą żywe mikroorganizmy) np. kiszoną kapustę, ogórki, buraki, zsiadłe mleko, jogur-

ty, twarogi itp. Większość tych produktów przez dłuższy czas nie stanowiła obiektu zainteresowania naukowców. Jako pierwszy prace nad zdrowotnym oddziaływaniem produktów fermentowanych rozpoczął Miecznikow, który wyizolował z bułgarskiego zsiadłego mleka czystą kulturę *Lactobacillus bulgaricus*. Przypuszczał on, że korzystny wpływ tych bakterii wynika z faktu, iż mogą one zasiedlać przewód pokarmowy człowieka. Pogląd ten okazał się niesłuszny, co udowodniły prace Rerrgera i Kopeloff'a w latach dwudziestych. W okresie powojennym, w okresie wprowadzania na szeroką skalę antybiotyków, probiotyki ponownie znalazły się w kręgu zainteresowania naukowców. Poszukiwano szczepów korzystnie oddziałujących na zdrowie ludzi i zwierząt [2].

Termin probiotyk po raz pierwszy został użyty przez Lilley i Stiwell'a w 1965 r. w stosunku do substancji wydzielanych przez drobnoustroje i stymulujących wzrost innych drobnoustrojów [21]. Następnie probiotykami określano organizmy i substancje, które wpływają na zachowanie równowagi mikrobiologicznej w przewodzie pokarmowym. Obecnie probiotyki definiowane są jako pojedyncze lub mieszane kultury żywych mikroorganizmów, które podawane człowiekowi lub zwierzętom wywierają na ich organizmy korzystny wpływ. Wpływ ten wynika głównie z zapewnienia przez kultury probiotyczne właściwej równowagi mikroflory zasiedlającej organizm człowieka. Określenie probiotyk zastrzeżone jest do produktów lub preparatów, które zawierają żywe komórki drobnoustrojów i spożyte, wywierają korzystny efekt w jamie ustnej, bądź w przewodzie pokarmowym. Probiotyki mogą być również stosowane w postaci aerozoli – w schorzeniach górnych dróg oddechowych, jako preparaty miejscowe w leczeniu schorzeń przewodu moczowo-płciowego i jelita grubego oraz jako okłady ułatwiające leczenie ran.

Większość probiotyków należy do bakterii nazywanych bakteriami kwasu mlekowego, z angielskiego LAB (Lactic Acid Bacteria). Do grupy tej zaliczane są gram dodatnie, nieprzetrwalnikujące beztlenowe ziarniaki i pałeczki, które produkują kwas mlekowy jako podstawowy produkt fermentacji. Do najważniejszych rodzajów LAB należą *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Weissella* i *Bifidobacterium*. Jako probiotyki najczęściej stosowane są *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Spośród *Lactobacillus* w produktach rynkowych najczęściej spotyka się – *L. acidophilus*, *L. amylovorus*, *L. casei*, *L. crispatus*, *L. gallinarum*, *L. gasseri*, *L. johnsonii*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. reuteri* i *L. rhamnosus*. Z rodzaju *Bifidobacterium* – *B. adolescentis*, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. lactis* oraz *B. longum* [21].

Udowodnione w badaniach klinicznych korzystne działanie szczepów probiotycznych obejmuje: zwiększenie odporności człowieka na kolonizację przez mikroflorę obcą, szczególnie chorobotwórczą, tworzenie lub rekonstrukcję zrównoważonej mikroflory, obniżenie poziomu cholesterolu we krwi (w wyniku zmiany składu mikro-

flory jelitowej), hamowanie aktywności fekalnej mikroflory nowotworowej, obniżenie poziomu toksycznych metabolitów i nowotworowych enzymów, co zmniejsza ryzyko nowotworów. Probiotyki stymulują również system immunologiczny człowieka – zwiększają ilość limfocytów i zawartość γ -interferonu we krwi. Wydzielany przez mikroorganizmy w przewodzie pokarmowym enzym β -galaktozydaza wspomaga hydrolizę laktozy w jelitach, co zmniejsza skutki nietolerancji laktozy, probiotyki chronią też przed biegunkami, zapobiegają obstrukcjom oraz obniżają ciśnienie krwi.

W regulacji układu mikroflory jelitowej człowieka istotną rolę odgrywają metabolity bakterii mlekowych o aktywności antagonistycznej. Wśród związków hamujących rozwój mikroflory patogenicznej za najważniejsze uważa się kwasy organiczne, szczególnie aktywny kwas octowy, a także aldehyd octowy, nadtlenek wodoru i bakteriocyny – substancje antybiotykopodobne o charakterze białek i peptydów wytwarzane przez drobnoustroje. Przykłady bakteriocyn i substancji o działaniu hamującym rozwój mikroflory prezentują tabele 2 i 3 [15].

Tabela 2

Przykłady bakteriocyn produkowanych przez bakterie typu *Lactobacillus*.

Examples of bacteriocins of *Lactobacillus*.

Bakteriocyna	Szczep produkujący	Spektrum działania
Lactacin F	<i>L. acidophilus</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Enterococcus faecalis</i>
Bavaracin A	<i>L. bavaricus</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Lactococcus</i> spp. <i>Pediococcus</i> spp. <i>Enterococcus</i> spp. <i>Listeria monocytogenes</i>
Curvacin A	<i>L. curvatus</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Carnobacterium</i> spp. <i>Listeria monocytogenes</i>
Helveticin J	<i>L. helveticus</i>	<i>L. helveticus</i> <i>L. bulgaricus</i> <i>L. lactis</i>
Lactocin S	<i>L. sake</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Leuconostoc</i> spp. <i>Pediococcus</i> spp.
Sakacin P	<i>L. sake</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Carnobacterium</i> spp.
Sakadin A	<i>L. sake</i>	<i>Lactobacillus</i> spp. <i>Cambobacterium piscicola</i> <i>Enterococcus</i> spp. <i>Listeria monocytogenes</i>

Tabela 3

Przykłady substancji pochodzenia mikrobiologicznego o działaniu antymikrobiologicznym.
Examples of antimicrobial products of microbial origin.

Substancja o działaniu antymikrobiologicznym	Szczep produkujący	Spektrum działania
kwas mlekowy	wszystkie LAB	wszystkie mikroorganizmy
kwas octowy	heterofermentatywne LAB	wszystkie mikroorganizmy, pH zależne
alkohole	drożdże	wszystkie mikroorganizmy
	heterofermentatywne LAB	większość mikroorganizmów
dwutlenek węgla	heterofermentatywne LAB	drożdże
diacetyl	<i>Lactococcus ssp.</i>	bakterie gram ujemne ≥ 200 ppm
		bakterie gram dodatnie ≥ 300 ppm
		wszystkie mikroorganizmy
nadtlenek wodoru	wszystkie LAB	szerokie spektrum: bakterie gram dodatnie, gram
reuteryna	<i>Lactobacillus reuteri</i>	ujemne, grzyby

Szczepy probiotyczne stosowane jako probiotyki powinny zapewniać bezpieczeństwo stosowania i skuteczność działania. Powinny również spełniać wymagania technologiczne takie, jak: genetyczna stabilność, odporność na wysokie stężenia kwasu mlekowego i zachowanie żywotności w czasie produkcji i przechowywania produktów probiotycznych. Kultury probiotyczne powinny też dobrze wzrastać w tanich podłożach hodowlanych. Konieczne jest również, aby szczepy probiotyczne nie wytwarzały substancji toksycznych dla organizmu człowieka oraz nie wywoływały reakcji alergicznych. Nie mogą też tworzyć związków mutagennych ani kancerogennych, również składniki komórek po śmierci nie mogą wykazywać takich właściwości. Poza wspomnianymi już wymaganiami probiotyki muszą także wykazywać adherencję do komórek nabłonka jelit lub długotrwałą przeżywalność w przewodzie pokarmowym, odporność na niskie pH soku żołądkowego i na sole żółci, co umożliwi dotarcie do jelit w stanie żywym.

Bezpieczeństwo stosowania probiotyków jest najważniejszym aspektem w rozwoju tej gałęzi żywności. Szczepom probiotycznym stawiane są szczegółowe wymagania. Każda próba i każdy szczep muszą być badane i udokumentowane niezależnie; nie przenosi się wyników nawet na ściśle spokrewnione szczepy. Gatunek i szczep probiotyczny muszą być dobrze zdefiniowane, podobnie jak sposób przygotowania preparatu. Przeprowadza się próby podwójnie ślepe oraz badania grup kontrolnych, którym podawane jest placebo. Wyniki badań muszą być potwierdzone przez inne niezależne grupy badawcze i publikowane w renomowanych międzynarodowych czasopismach. Prowadzone są też intensywne badania dotyczące ewentualnych niekorzystnych oddziaływań probiotyków na organizm człowieka. Pewne badania kliniczne wskazują na związek bakterii LAB z takimi chorobami jak próchnica zębów i gościec

[21]. Wyizolowane szczepy nie były jednak tożsame ze szczepami stosowanymi w produkcji żywności, co sugeruje, że były to bakterie autochtoniczne. Infekcje są więc raczej wynikiem przedostania się bakterii przewodu pokarmowego do tkanek miękkich lub do krwioobiegu w wyniku przekroczenia bariery nabłonka ścian jelita [21].

Innym zagrożeniem stwarzanym przez probiotyki jest możliwość transferu materiału genetycznego. Probiotyki nie powinny umożliwiać przenoszenia odporności na antybiotyki, nie powinny również wywoływać reakcji alergicznych i stanów zapalnych w układzie odpornościowym. W tabeli 4. przedstawiono przykłady schorzeń, w których bakterie fermentacji mlekowej mogą mieć terapeutyczne działanie.

Tabela 4

Schorzenia, w których bakterie fermentacji mlekowej mogą mieć terapeutyczne działanie.
Diseases potentially therapeutically influenced by *Lactobacillus*.

• intoksykacje	• nietolerancja laktozy
• toksykoinfekcje	• rak okrężnicy
• choroby zakaźne	• hipercholesterolemia
• biegunki różnej etiologii	• osteoporoza
• stany zapalne dziąseł i jamy ustnej	• uboczne skutki encefalopatii wątrobowej
• infekcje dróg moczowo-płciowych	• otyłość
• gruźlica	• cukrzyca
• wzdęcia	• choroby skóry
• obstrukcje	• reumatyzm
• wyłodzenie	• migrena
• niedokwaśność	• wyczerpanie nerwowe
• nadkwaśność	

Prebiotyki

Dodatek probiotyków do diety redukuje ilość bakterii patogennych, ale efekt ten jest nietrwały, ponieważ bakterie probiotyczne nie potrafią utrzymać przewagi populacyjnej. Natomiast spożywanie bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* czy *Lactobacillus* wraz ze specjalnymi składnikami pozwala im na zdominowanie środowiska okrężnicy poprzez skuteczne wyparcie potencjalnych szkodliwych bakterii. Głównym substratem probiotyków w przewodzie pokarmowym są polisacharydy spożywane w diecie (tzw. prebiotyki). Poza tym bakterie te mogą wykorzystywać do swojego metabolizmu również aminokwasy, wydzieliny bakteryjne, produkty procesów rozkładu oraz złuszczone komórki nabłonka.

Prebiotyki to składniki pożywienia, które nie są trawione w przewodzie pokarmowym człowieka i mają korzystny wpływ na organizm gospodarza przez selektywną

stymulację wzrostu i/lub aktywację metabolizmu jednej lub określonej liczby bakterii działających zdrowotnie na przewód pokarmowy, przyczyniając się do poprawy równowagi w składzie mikroflory jelitowej. Wspólne działanie prebiotyków i probiotyków ma dodatkowo działanie synergiczne, a ich kombinacja stanowiąca symbiotyki – oddziałuje w kierunku stymulacji przede wszystkim wzrostu gatunków dobroczynnych bakterii już bytujących w przewodzie pokarmowym człowieka i hamujących rozwój patogenów. Dodatkowym ich atutem jest działanie w kierunku ochrony, poprawy warunków zagnieżdżenia się i wzrostu nowo dodanych (np. w jogurcie) szczepów probiotyków.

Gibson i Roberfroid [8] stwierdzili, że składniki, które mogłyby być zaliczane do grupy prebiotyków powinny charakteryzować się następującymi cechami:

- 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 występowanie korzystnych dla gospodarza skutków w przewodzie pokarmowym.

Do prebiotyków zaliczane są głównie rozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego (węglowodany odporne lub ulegające częściowej degradacji przez enzymy przewodu pokarmowego – występujące w warzywach, owocach i przetworach zbożowych), z których w wyniku fermentacji przez mikroflorę jelitową powstają CO₂, CH₄, krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA) i inne kwasy organiczne. Są to specyficzne oligosacharydy, odporne frakcje skrobi, pektyny, laktoza, laktuloza i niektóre polialkohole. Pierwszym naturalnym prebiotykiem w diecie są oligosacharydy pokarmu kobiecego (tzw. czynnik bifidogenny).

Pod względem chemicznym i klinicznym najlepiej poznano (jako prebiotyki) znaczenie fruktooligosacharydów i inuliny. Stanowią one grupę oligosacharydów wyizolowanych z naturalnych źródeł roślinnych (np. cykorii) lub otrzymywanych z sacharozy. Nie są one podatne na trawienie, ani wchłanianie w przewodzie pokarmowym człowieka. W całości natomiast podlegają fermentacji w okrężnicy, przez co poprawiają jej funkcjonowanie (np. zwiększają masę kałową), wpływają na niektóre fizjologiczne funkcje całego organizmu, wykazując działanie zbliżone do działania rozpuszczalnych frakcji błonnika pokarmowego.

W tabeli 5. wyszczególniono korzystne i niekorzystne efekty po spożyciu prebiotyków. Spożycie już około 4–5 g dziennie oligosacharydów skutecznie stymuluje wzrost korzystnych zdrowotnie bakterii – probiotyków z rodzaju *Bifidobacterium* czy *Lactobacillus* przy jednoczesnej redukcji bakterii z rodzaju *Bacteroides*, form *coli* czy gram-dodatnich ziarniaków. Działanie hamujące rozwój bakterii patogennych polega

przede wszystkim na obniżaniu pH w okrężnicy poprzez wytworzenie krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych, a także wynika ze zdolności bakterii kwasu mlekowego do produkowania związków o charakterze antybiotycznym. Spożywanie oligofruktozy w ilości ok. 8 g dziennie po ok. 2 tygodniach powoduje prawie 10-krotny wzrost ilości bifidobakterii przy jednoczesnym obniżeniu ilości patogennej bakterii *Clostridium perfringens*. Podobne efekty uzyskuje się przy zastosowaniu diety z inuliną przy jednoczesnym zmniejszeniu dolegliwości w postaci zaparć.

Tabela 5

Korzystne i niekorzystne oddziaływanie prebiotyków na organizm człowieka.

Positive and negative effects of prebiotics on the human body.

Korzystne działanie prebiotyków	Niekorzystne działanie fruktooligosacharydów
Selektywny wzrost bakterii - zwiększają ilość bakterii kwasu mlekowego, które hamują rozwój patogennej mikroflory	Biegunki przy nadmiernym spożyciu (od 0,2 do 0,5 g/kg masy ciała)
Powodują wzrost aktywności i wzmocnienie układu immunologicznego	Przy nadmiernym spożyciu - wzdęcia i skurcze brzuszne będące wynikiem fermentacji bakteryjnej
Obniżanie pH treści jelitowej	
Regulacja motoryki przewodu pokarmowego	
Działanie hipolipemizujące	
Profilaktyka karcinogenezy	
Zmniejszają ryzyko powstawania wielu chorób cywilizacyjnych, np.: osteoporozy (poprawa wchłaniania wapnia) otyłości (obniżenie indeksu glikemicznego) wrzodziejącego zapalenia jelita grubego, zaparcia, choroby wieńcowej	
Źródło węgla do wytwarzania biomasy (dodatkowe wiązanie toksycznych pochodnych azotu i siarki – H ₂ S, indoli i amoniaku)	
Wzrost syntezy witamin z grupy B	
Obniżają poziomu cholesterolu i syntezę triglicerydów	

Ważną rolę oligosacharydów przypisuje się w zapobieganiu biegunkom związanym szczególnie z infekcją bakteryjną, co wiąże się z inhibicyjnym działaniem fruktooligosacharydów na gram-dodatnie i gram-ujemne bakterie patogenne. Związki te zwiększają ponadto przyswajalność składników mineralnych – głównie wapnia, co ma szczególne znaczenie w obniżeniu ryzyka osteoporozy. Pociąga to bowiem za sobą wiele fizjologicznych korzystnych zmian w gęstości kości i masie kostnej.

Niestrawne węglowodany wpływają na wydłużenie procesu trawienia i wchłaniania, czego wynikiem jest opóźnienie reakcji insuliny i glukozy na wchłaniane węglowodany, obniżanie glikemii poposiłkowej oraz wolniejsze tempo wchłaniania kwasów tłuszczowych. Działanie to przyczynia się do zapobiegania wystąpienia lub pogłębienia się cukrzycy i otyłości, a także sprzyja kontrolowaniu tych schorzeń.

Inulina i oligofruktoza zmniejszają także ryzyko wystąpienia chorób układu krążenia wpływając na obniżenie cholesterolu całkowitego i LDL. Główną rolę odgrywają tutaj krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe, a szczególnie powstający kwas propionowy, który hamuje syntezę cholesterolu w wątrobie. Dodatkowo fruktooligosacharydy zmniejszają lipogenezę wątrobową indukując zmiany w kierunku zmniejszenia poziomu triglicerydów.

Innym ważnym działaniem inuliny i oligofruktozy jest obniżanie ryzyka zachorowania na nowotwory, głównie na raka okrężnicy i sutka. Dzieje się to poprzez hamowanie rozwoju zmian zapalnych oraz obniżanie tempa rozwoju i ilości nowotworów w jednym ognisku zapalnym.

Powstające w procesie fermentacji krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe mogą stymulować prawidłowy rozwój komórek nabłonka jelita. Stanowią także źródło energii, przez co zmniejszają wykorzystanie glutaminy przez enterocyty – wspomagając tym samym układ immunologiczny.

Po spożyciu inuliny i oligofruktozy mogą również wystąpić objawy uboczne, do których należą wzdęcia, nadmierna ilość gazów oraz efekty laksacyjne (biegunki). Działanie to jest uzależnione od indywidualnej wrażliwości osoby spożywającej dietę z dodatkiem tych związków [3]. I tak, obserwuje się trzy grupy osobnicze:

- niewrażliwe – nie mające objawów ubocznych po spożyciu nawet 30 g/dzień tych niestrawnych polisacharydów,
- wrażliwe – które mogą spożywać 10 g dziennie oligosacharydów bez niepożądanych reakcji, ale przy dawce 20 g i więcej obserwuje się efekty uboczne,
- bardzo wrażliwe – mogące odczuwać dolegliwości ze strony przewodu pokarmowego po spożyciu nawet 10 g/dzień i mniej.

Oligofruktoza, dzięki krótszemu w porównaniu do inuliny łańcuchowi fruktozowemu ma właściwości technologiczne porównywalne do tych, które charakteryzują cukier i syrop glukozowy i jest lepiej rozpuszczalna od sacharozy. Jej słodkość (w czystej postaci) stanowi ok. 30% słodkości sacharozy. Z tego też powodu, w celu uzyskania odpowiedniego poziomu słodczy produktu, często używana jest w połączeniu z innymi substytutami cukru. Oligofruktoza może zastępować cukier głównie w produktach mlecznych, zbożowych oraz piekarniczych, którym nadaje kruchości, wiąże składniki i maskuje niepożądany smak [19]. Najczęściej dodawana jest w ilości 2-6 g na porcję. Podobnie jak inulina nie może być raczej używana do napojów i przetworów owocowych (niskie pH) ze względu na możliwość jej częściowej hydrolizy do

fruktozy. Oligosacharydy są wykorzystywane między innymi do produkcji żywności o obniżonej wartości kalorycznej lub dla osób chorych na cukrzycę. Są one bezzapachowe i dlatego ich zastosowanie jest możliwe w wielu produktach typu soft/light, jak np. czekolada, mrożone desery, ciasta, ciasteczka, cukierki, kremy. Ich właściwości pozwalają na zwiększenie ilości błonnika w produkcie bez istotnego podwyższania wartości energetycznej i pogorszenia jakości sensorycznej.

Błonnik pokarmowy i hydrokoloidy

Błonnik pokarmowy definiowany jest zwykle jako oporny na trawienie kompleks substancji wchodzących w skład komórek roślinnych, stanowiących w przewodzie polisacharydy nieskrobiowe (celuloza, hemicelulozy, pektyny) oraz ligniny. W latach 80. i późniejszych definicję tę rozszerzono o wszystkie niestrawne węglowodany pochodzące z pożywienia roślinnego [13], tj. w skład błonnika zaliczono także skrobię oporną oraz rozpuszczalne w wodzie polisacharydy niecelulozowe, takie jak: alginiany, agar i karageny oraz gumy roślinne, nazywane hydrokoloidami [5]. Coraz większe zainteresowanie w tym zakresie budzą omówione wyżej jako prebiotyki – inulina i oligofruktoza, pełniące w organizmie także funkcje rozpuszczalnych frakcji błonnika pokarmowego.

Fizjologiczne efekty oddziaływania błonnika w jelicie cienkim związane są z jego zdolnościami do tworzenia żeli, wiązania wody, wymiany kationów i wiązania kwasów żółciowych. Dzięki zwiększonej zdolności wiązania wody błonnik ulega pęcznieniu w przewodzie pokarmowym, przez co nadaje uczucie sytości nie dostarczając dodatkowej energii. W żołądku błonnik spowalnia przesuwanie się pokarmów w stronę jelita, a następnie przedłuża czas przedostawania się pokarmu do krwioobiegu i do komórek organizmu. W jelicie cienkim czas pasażu treści pokarmowej warunkuje typ spożywanego włókna. Włókna nierozpuszczalne w wodzie przyspieszają, a włókna rozpuszczalne w wodzie zwalniają pasaż treści pokarmowej w tym odcinku przewodu pokarmowego.

Skrócenie czasu przechodzenia resztek pokarmowych przez jelito (pasaż przyspieszony) po spożyciu nierozpuszczalnych włókien roślinnych, związane jest z ich właściwościami hydrofilnymi w przewodzie pokarmowym, a także z mechanicznym drażnieniem ściany jelita grubego, uwalnianiem lotnych kwasów tłuszczowych w procesie fermentacji włókien w jelicie grubym oraz obniżeniem ciśnienia w świetle jelita grubego.

Wydłużony czas przemieszczania się treści pokarmowej spowodowany zastosowaniem rozpuszczalnych frakcji błonnikowych, umożliwia dłuższe działanie enzymów trawiennych. Tworząc trudno przepuszczalną błonę wyściełającą górną część przewodu pokarmowego, rozpuszczalny błonnik pokarmowy wiąże jony sodu obniżając ci-

śnienie tętnicze krwi oraz powoduje spowolnienie wchłaniania glukozy i tłuszczu, co w rezultacie prowadzi do obniżenia poziomu cukru we krwi.

Niektóre z polisacharydów wykazują dużą odporność na działanie mikroflory jelita grubego, wiążąc duże ilości wody i zwiększając objętość masy kałowej, co sprzyja jej rozluźnieniu i przeciwdziała jednocześnie zaparciom. Największą odporność na działanie mikroflory jelitowej wykazują hydrokoloidy, takie jak: guma arabska, guma karaya, karboksymetyloceluloza (CMC) oraz ksantan. Guma guar oraz pektyny są znacznie szybciej metabolizowane przez bakterie jelita grubego. Wytwarzany w tym procesie m.in. kwas propionowy i masłowy, korzystnie oddziałują na organizm człowieka. Kwas propionowy sprzyja hamowaniu syntezy cholesterolu, a kwas masłowy może być stymulatorem jelitowego systemu odpornościowego [17].

Możliwość wykorzystywania niektórych hydrokoloidów jako substancji umożliwiających uzyskanie specjalnych efektów zdrowotnych w żywności, w której pełniłyby one rolę składnika żywności (food ingredient) znajduje coraz szersze zainteresowanie. Jak do tej pory hydrokoloidy traktowane są przede wszystkim jako substancje dodatkowe w produkcji żywności i stosowane są głównie jako substancje kształtujące strukturę produktów powodując ich zagęszczanie, stabilizację i żelowanie.

Zastosowanie hydrokoloidów w produkcji żywności funkcjonalnej wynika z ich specyficznych właściwości, jakie mogą pełnić. Są one ważne zarówno z punktu widzenia technologicznego, jak i funkcji fizjologicznych i zdrowotnych, jakie wykazują w organizmie człowieka po spożyciu produktów z ich udziałem. Pomagają kształtować nie tylko cechy sensoryczne różnych produktów, ale także umożliwiają częściowe lub całkowite zastąpienie niektórych składników żywności, niepożądanych z punktu widzenia żywieniowego (np. tłuszcz, cukier) w produktach specjalnego przeznaczenia [14].

Gumy, skrobie, pektyny i celulozy „naśladują” cechy funkcjonalne tłuszczu, wiążąc wodę w produkcie, wykazują możliwość przywracania odczuć smakowych, szczególnie w wyrobach słodzonych sztucznymi środkami słodzącymi. Charakteryzują się dużą odpornością na działanie enzymów trawiennych, nie wnoszą wartości energetycznej do produktu, a więc nie dostarczają energii organizmowi.

Jako zamienniki tłuszczu w wyrobach garnażeryjnych najczęściej stosuje się preparaty stabilizujące pochodzenia białkowego, ale także takie hydrokoloidy, jak: karagen, gumę guar, mączkę chleba świętojańskiego lub pektyny. Hydrokoloidy te zapewniają tym wyrobom zarówno obniżoną zawartość tłuszczu, jak i odpowiednią smarowność [20].

Wzbogacenie diety w pektyny, powodować może zwiększenie wydalania z organizmu tłuszczu z kałem, na skutek wiązania przez pektyny soli i kwasów żółciowych (w świetle jelita), co w konsekwencji może prowadzić do zmniejszonego wchłaniania tłuszczu w przewodzie pokarmowym [17]. Odpowiednie zmieszanie różnych frakcji

blonnikowych prowadzi do zwiększenia zdolności pęcznienia otrzymanej mieszaniny, co umożliwia większe hamowanie uczucia głodu po ich spożyciu.

W tabeli 6. przedstawiono korzystne i niekorzystne efekty oddziaływania błonnika pokarmowego na organizm człowieka.

Tabela 6

Korzystne i niekorzystne oddziaływanie błonnika pokarmowego na organizm człowieka.
Positive and negative effects of dietary fibre on the human body.

Korzystne	Niekorzystne
utrzymywanie i wiązanie wody przez treść przewodu pokarmowego (zwiększając jej lepkość i objętość)	upośledzenie wchłaniania witamin i składników mineralnych
stwarzanie odczucia sytości	przyczyna wzdęć wskutek fermentacji substratów w jelicie grubym
tworzenie korzystnego podłoża do rozwoju mikroflory bakteryjnej jelit	
pobudzanie ukrwienia i perystaltyki jelit oraz oddziaływanie na czas pasażu treści pokarmowej przez przewód pokarmowy	niewskazane w przypadku osób z przewlekłymi stanami przewodu pokarmowego: żołądka, trzustki, dróg żółciowych, jelit
zmniejszenie ryzyka powstawania wielu chorób cywilizacyjnych (cukrzyca, otyłość, stany zapalne uchyłków jelit i guzki krwawnicze, polipy i nowotwory jelita grubego, choroba niedokrwienna serca, przepuklina rozworu przełykowego, zaparcia nawykowe, zapalenie wyrostka robaczkowego, kamica żółciowa)	
buforowanie i wiązanie nadmiaru kwasu solnego w żołądku	
obniżanie poziomu cholesterolu we krwi	
wiązanie i przyspieszanie wydalania szeregu substancji szkodliwych dla zdrowia	

Podsumowując, można stwierdzić, że omówione powyżej korzystne oddziaływanie wybranych składników bioaktywnych może być wykorzystane w produkcji szeregu asortymentu wyrobów żywności funkcjonalnej lub dietetycznej, a w szczególności w produkcji odżywek przeznaczonych dla osób z niektórymi schorzeniami żołądkowymi, odżywek przeznaczonych dla osób ze schorzeniami serca, w stanach hipercholesterolemii, odżywkach obniżających poziom cholesterolu ogółem i cholesterolu LDL.

LITERATURA

- [1] Anonim: Vitafoods international. Food Technology Europe, 4, 1996/97, 16.
- [2] Babuchowski A.: Probiotyki i ich znaczenie dla zdrowia. BIBIT, 3, 1997,4.

- [3] Cadranel S., Coussement P.: Tolerance study with oligofructose for school children. In: Proc. First Orafi Research Conference, Orafi, Tienen, Belgium, 1995, 217.
- [4] Childs N.M.: Functional foods and the food industry: consumer, economic and product development issues. *Journal of Nutraceuticals, Functional & Medical Foods*, **2**, 1997, 25.
- [5] Cichoń R., Wądlowska L.: Węglowodany. Charakterystyka chemiczna i metody oznaczania. W: Gawęcki J., Hryniwiecki L (red): *Żywność człowieka Podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa, 1998.
- [6] Clydesdale F.M.: A Proposal for Establishment of Scientific Criteria for Health Claims for Functional Foods. *Nutrition Reviews*, **55**, 12, 1997, 413.
- [7] Diplock A.T., Agget P., Ashwell M., Bornet F., Dance B., Roberfroid M.: Scientific Concepts for Functional Foods in Europe. *Br. J. Nutr.*, **81**, 1999, 6.
- [8] Gibson G.R., Roberfroid M.B.: Dietary modulation of the human colon microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.*, **125**, 1995, 1401.
- [9] Goldberg (red.): *Functional foods, designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*. Chapman & Hall, New York 1994.
- [10] Hasler C.M.: Functional foods: the Western perspective. *Nutritional Reviews*, **54** (5), 1996, 6.
- [11] Hillman M.: Functional foods: current and future market development. *Food Technology Europe*, **1**, 1995, 27.
- [12] Jakubowski A.: Funkcjonalne produkty spożywcze. *Przemysł Spożywczy*, **11**, 1995, 416.
- [13] Jenkins D.J.A., Kendall C.W.C., Vuksan V.: Inulin and oligofructose and intestinal function. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 1431.
- [14] Khan Riaz (red.): *Low-Calorie Foods and Food Ingredients*. Blckie Academic & Professional, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras 1993.
- [15] Knorr D.: Technology aspects related to microorganisms in functional foods. *Food Science and Technology*, **9**, 1998, 295.
- [16] Mazza G.: *Functional food, biochemical and processing aspects*. Technomic Lancaster, 1998.
- [17] Read N.W.: Gums. Dietary importance. *Encyklopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. V.4. Academic Press. London 1993.
- [18] Reily C.: Functional foods a challenge for consumers. *Trends in Food Science and Technology*, **4**, 1994, 121.
- [19] Wiedmann M., Jager M.: Synergistic sweeteners. *Food Ingredients Int*. Nov.-Dec., 1997, 51.
- [20] Wolver T.M.S.: Gums. Nutritional role of guar gum. *Encyklopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. V.4. Academic Press. London 1993.
- [21] Yeung P.S.M.: Considerations in the development and labelling of probiotic products. *Food Technology International*, 2001, 37.

FUNCTIONAL FOOD – NUTRITIONAL IMPLICATIONS

S u m m a r y

In the paper characteristics of functional food was discussed as well as definitions, legislative aspects, various criteria of classification were given. General characteristics of natural bioactive ingredients used in functional and dietetic food production was done. Most important groups of bioactive ingredients: probiotics, prebiotics, dietary fibre and hydrocolloids were described in details. Positive and negative aspects of their use in food and the effects on the human physiology were discussed. ☒

ZENON ZDUŃCZYK

PRZECIWOŻYWCZE I/LUB PROZDROWOTNE WŁAŚCIWOŚCI WTÓRNYCH METABOLITÓW ROŚLIN

Streszczenie

W artykule dokonano przeglądu występowania, w surowcach roślinnych, zawartości w żywności oraz biologicznych właściwości wtórnych metabolitów roślin, głównie fitynianów, inhibitorów proteaz, glukozyzolanów i związków fenolowych. Ze względu na stosunkowo niewielkie spożycie tych związków, w dietach konwencjonalnych mało prawdopodobne jest ujawnienie ich przeciwożywczego działania. W sumującym się korzystnym wpływie wtórnych metabolitów roślin należy natomiast upatrywać prozdrowotnego efektu zwiększonego spożycia warzyw i owoców, powodującego zmniejszenie ryzyka chorób układu krążenia i nowotworów.

Wstęp

Sformułowana w ostatnich latach koncepcja żywności funkcjonalnej odpowiada na oczekiwania tych konsumentów, którzy są zainteresowani zarówno wartością odżywczą, jak i wpływem produktów spożywczych na wydolność i stan zdrowia organizmu. W tym kontekście wiedza o właściwościach biologicznych wielu substancji wymaga znaczącego uzupełnienia, bądź też przewartościowania. W szczególności dotyczy to wtórnych metabolitów roślin (WMR), przez kilka dziesięcioleci traktowanych jako czynniki przeciwożywcze w żywności pochodzenia roślinnego. W ostatniej dekadzie opublikowano wiele prac pozwalających pełniej ocenić potencjalnie negatywne (przeciwożywcze), jak również pozytywne (prozdrowotne) funkcje tych substancji w żywności. Podsumowanie wiedzy na ten temat jest celem niniejszego artykułu.

Występowanie i właściwości WMR w surowcach roślinnych

Wtórne metabolity (secondary plant products), będące najczęściej produktami końcowymi szlaków metabolicznych aminokwasów lub lipidów, powszechnie i w dużej różnorodności występują w świecie roślin. Większość tych związków, np. inhi-

bitory proteaz, lektyny, alkaloidy i związki fenolowe, uczestniczą w obronie roślin przed atakiem owadów oraz skutkami stresu termicznego i wodnego. Są to substancje zróżnicowane pod względem budowy i właściwości, jak również ilości w jakich występują w wegetatywnych i generatywnych częściach roślin.

Do powszechnie występujących należą **fityniany**, tj. estry fosforowe mezoinozytolu, sześciowodorotlenowego nasyconego alkoholu. Pierwsze prace charakteryzujące właściwości fitynianów wydzielanych z surowców naturalnych ukazały się w początkach XX wieku, jednakże szczególne zainteresowanie wielu badaczy wzbudzały te związki w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych tego wieku. Obecność w cząsteczce kwasu fitynowego 12 atomów wodoru kwasowego czyni, że ten związek jest mało stabilny, łatwo reagujący w stosunkowo szerokim zakresie pH. Naturalną formą występowania kwasu fitynowego są kompleksy z poliwalentnymi kationami metali oraz białkami. Fosfor fitynowy stanowi około 70% całkowitej zawartości fosforu ziarna zbóż, co w dużym stopniu ogranicza biodostępność tego pierwiastka w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt, nie dysponującym dostateczną ilością odpowiedniego enzymu (fitazy). Również znaczna część wapnia, magnezu, żelaza, cynku i miedzi w surowcach spożywczych pochodzenia roślinnego występuje w gorzej wykorzystywanych kompleksach fitynowych. Ma to miejsce w przypadku tych surowców (np. ziarna zbóż i nasion roślin strączkowych), w których zawartość fitynianów jest duża, od 1 do 5%.

W podobnej ilości, tj. do kilku % suchej masy nasion roślin strączkowych występują oligosacharydy z rodziny rafinozy, tj. **α -galaktozydy**. Z braku endogennego enzymu zdolnego do rozbicia wiązania α 1 \rightarrow 6 (łączącego pierwszy i szósty węgiel sąsiednich cząsteczek glukozy w sacharozie i galaktozie), oligosacharydy nie są trawione w górnym odcinku przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt. Ze względu na niekorzystny wpływ tych związków na uwodnienie i transport treści pokarmowej oraz efekt „gazotwórczy”, α -galaktozydy traktowano zazwyczaj jako czynnik ograniczający spożycie nasion roślin strączkowych [21].

W mniej licznej grupie roślin występują **lektyny**, specyficzne białka reagujące z komórkami nabłonka jelitowego ograniczając zdolności sorpcyjne jelit i zakłócając funkcjonowanie jelitowego systemu immunologicznego. W większości surowców wykorzystywanych do produkcji żywności zawartość lektyn jest niska. Jedynie w fasoli zawartość należącej do lektyn konkanawaliny jest stosunkowo duża, szacowana na ok. 10% białka nasion. W grochu zawartość lektyn jest znacznie niższa, w nasionach 9 polskich odmian wynosząca od 2,4 do 7,5 g/kg [11].

Stosunkowo liczną i bardzo zróżnicowaną grupę WMR stanowią **białkowe inhibitory enzymów**. Do najlepiej poznanych należy rodzina sojowego inhibitora trypsyny Kunitza oraz sojowego inhibitora Bowman-Birka [1]. O powinowactwie tych białek wobec enzymów przewodu pokarmowego zwierząt i ludzi (trypsyny lub trypsyn i

chymotrypsyny) decydują mostki siarczkowe występujące między resztami aminokwasów, np. arginina i izoleucyna (Arg63-Ileu64 w inhibitorze Kunitza), lizyna i seryna oraz leucena i seryna (Liz16-Ser17 oraz Leu43-Ser44 w inhibitorze Bowmana-Birka). Tego typu białka występują w prawie każdym gatunku roślin oraz w produktach pochodzenia zwierzęcego. W nasionach roślin strączkowych zawartość inhibitorów enzymów jest stosunkowo duża (od 0,1 do 1% całkowitej zawartości białka), co znacząco obniża wykorzystanie składników pokarmowych diet, szczególnie w żywieniu zwierząt nasionami surowymi.

Niektóre grupy WMR występują w większych ilościach tylko w jednej rodzinie roślin, np. **glikoalkaloidy sterydowe** charakterystyczne dla psiankowatych (m. in. ziemniaków). W ziemniakach właściwie przechowywanych zawartość glikoalkaloidu solaniny jest stosunkowo niska (0,02–0,2 g/kg). Proces kiełkowania i/lub zielenienia bulw uruchamia syntezę solaniny, zwiększając szansę nowej rośliny na ukorzenienie i właściwy rozwój. Wzrasta natomiast ryzyko zatrucia solaniną, realniejsze w przypadku zwierząt otrzymujących całe (zazwyczaj parowane) ziemniaki.

Wtórnymi charakterystycznymi metabolitami roślin z rodziny krzyżowych (kapusty, kalafiora, brukselki i innych) są **glukozynolany**. W roślinach z 10 innych rodzin stwierdzono obecność glukozynolanów jednakże w bardzo małej ilości. Glukozynolany (GLS) są produktami metabolizmu czterech aminokwasów: metioniny (GLS alifatyczne), fenyloalaniny lub tyrozyny (GLS aryłowe) oraz tryptofanu (GLS indolowe). Zawartość GLS jest zróżnicowana w zależności od gatunku oraz warunków wegetacji roślin krzyżowych. Mniejszą zawartość GLS (0,2–0,4 g/kg) stwierdzano w kalafiorze, średnią zawartość (0,4–0,9 g/kg) oznaczano w kapuście białej, a najwyższą (ponad 3 g/kg) w czarnej rzodkwi [3]. GLS są związkami o niewielkiej aktywności biologicznej. Wysoką aktywnością charakteryzują się natomiast produkty enzymatycznej hydrolizy GLS. Pod wpływem enzymu mirozynazy, uruchamianej w trakcie uszkodzeń tkanek roślin, GLS są hydrolizowane do wolnej glukozy i niestabilnego aglikonu (jonu tiohydroksymo-O-sulfonowego), degradowanego następnie do jonu siarczanowego oraz wielu biologicznie aktywnych produktów, głównie izotiocyjanianów, nitryli i tiocyjanianów. Najbardziej aktywną pochodną izotiocyjanianów uwalnianych w procesie hydrolizy niektórych GLS (np. progoitryny mającej w łańcuchu bocznym grupę hydroksylowa w pozycji β), jest cykliczny 5-winylooksazolidyno-2-tion (OZT) mający goitrogenne właściwości. Są one skutkiem ograniczenia procesu jodowania tyrozyny, prowadzącego do nadczynności i hipertrofii tarczycy. Na ten kierunek biologicznej aktywności produktów degradacji GLS zwracano uwagę w wielu pracach z lat osiemdziesiątych [9, 22]. Późniejsze prace dowodzą, że zakres biologicznego działania pochodnych GLS jest znacznie szerszy [19, 27, 29].

W wielu roślinach, w tym szpinaku i buraku ćwikłowym, występują specyficzne heteroglikozydy – **saponiny**. Aglikonami są najczęściej steroidy lub terpenoidy, a

reszty glikozydowe stanowią mono- lub oligosacharydy. Ze względu na silne właściwości obniżania napięcia powierzchniowego saponiny powodują hemolizę erytrocytów i inhibują niektóre enzymy, np. chymotrypsynę. W nasionach soi zawartość saponin jest bliska 40 mg/kg, w zielonej fasoli i szpinaku wynosi odpowiedni 16 i 6 mg/kg, a niewielka ilość tych związków (1 mg/kg) występuje również w czosnku i płatkach owsianych [40].

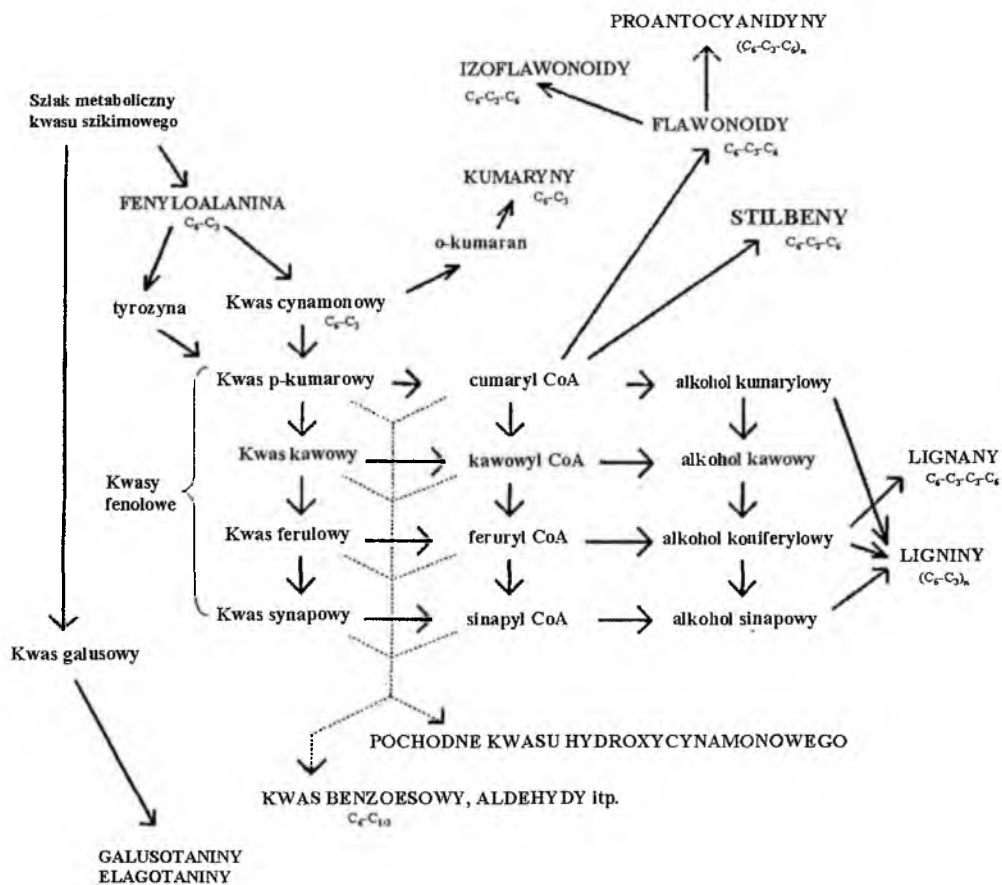
Liczną i niezwykle ważną grupę WRM stanowią **karotenoidy**, przy czym ta grupa związków, w tym β -karoten występujący w warzywach i owocach oraz likopen zawarty w pomidorach, jest postrzegana wyłącznie w aspekcie korzystnego działania na organizm ludzi i zwierząt.

Najliczniejszą grupą WMR są **związki fenolowe**. W tkankach roślin zidentyfikowano już ponad 4 tys. tych związków. Na rys. 1 przedstawiono najważniejsze grupy związków fenolowych – produktów końcowych szlaku metabolicznego kwasu szikimowego. Związki fenolowe występują powszechnie w świecie roślin, przy czym w największych ilościach w warzywach i owocach. Zawartość sumy związków fenolowych w świeżej masie wybranych warzyw i owoców kształtuje się następująco: ziemniaki – 1169, cebula żółta i czerwona – 3180, fasola kolorowo nasienna – 30100, pomarańcze – 1400, grejpfruty – 6700, jabłka – 6400 $\mu\text{mol/kg}$ [37]. Według Parr i Bolwell [24] w poszczególnych surowcach na sumę polifenoli składają się bardzo różne związki:

- kwas chlorogenowy występuje głównie w kawie, a w małych ilościach w marchwi i ziemniakach;
- kwas ferulowy w większych ilościach występuje w zbożach, a w małych ilościach w burakach;
- głównym źródłem flawonów i flawonoli w diecie jest prawdopodobnie cebula;
- katechiny i inne flawan-3-ole występują głównie w herbacie, a w mniejszych ilościach w owocach (jabłkach i winogronach);
- izoflawony prawie wyłącznie występują w nasionach soi i kolorowo nasiennej fasoli;
- lignany występują w sezamie, siemieniu lnianym oraz zbożach.

Spośród polifenoli dwie grupy związków budzą największe zainteresowanie: flawonoidy, w tym flawony (głównie baikalina), flawonole (m. in. kwercetyna), flawanony (głównie naringenina) i flawan 3-ole (głównie katechiny) oraz proantocyjanidyny, tj. polimery flawan-3-oli. Zawartość flawonoli w owocach jest zwykle niska (poniżej 10 mg/kg), jabłka zawierają ok. 50 mg/kg kwercetyny, a bogatym źródłem tego flawanolu (ok. 300 mg/kg) jest cebula zawierająca [16]. Katechiny, w odróżnieniu do wielu innych związków fenolowych, nie występują w formie glikozydów, a w postaci dobrze rozpuszczalnych w wodzie estrów kwasu galusowego. Katechiny oraz dimery tych związków (procyjanidyny) w małych ilościach występują w jabłkach (do 0,1 g/kg),

bogate w te związki są winogrona (0,5–1 g/kg), natomiast w największej ilości (ponad 20% suchej masy) katechiny i procyjanidyny występują w herbacie zielonej. Zawartość proantocyjanidyn w warzywach i owocach jest znacznie zróżnicowana, od 0,1–0,5 g/kg suchej masy jabłek, gruszek, truskawek, czereśni i jeżyn, do 0,1–1,5 g/kg suchej masy winogron i jęczmienia oraz 3–10 g/kg suchej masy soczewicy [31]. Ważną właściwością proantocyjanidyn jest zdolność do tworzenia kompleksów z białkami. Pierwszym tego efektem jest cierpki smak roślin bogatych w te związki, a dalszym obniżenie aktywności enzymów przewodu pokarmowego. Innym, znanym działaniem przeciwoxidacyjnym proantocyjanidyn jest zmniejszenie wchłaniania z przewodu pokarmowego żelaza niehemowego (a w mniejszym stopniu również jonów innych metali). Zawartość lignanów w produktach spożywczych jest niewielka (0,4 mg/kg w mące pszennej i 6,4 mg/kg w mące żytniej), jednakże są to związki występujące w produktach o podstawowym znaczeniu w diecie [40].



Rys. 1. Schemat ilustrujący pochodzenie różnych związków fenolowych z fenylopropenoidów [15, 24].
Fig. 1. Origin of different phenolic compounds from phenylpropanoids.

Wymienione wyżej substancje reprezentują bardzo liczną grupę wtórnych metabolitów roślin. Przyjmuje się, że liczba występujących w roślinach substancji biologicznie aktywnych przekracza pół miliona [23]. Tylko nieliczne z nich, szerzej omówione w dalszej części artykułu, są spożywane w większych ilościach i mogą wywoływać znaczący efekt biologiczny w żywieniu ludzi i zwierząt.

Wtórne metabolity – substancje przeciwożywcze surowców roślinnych

Termin „czynniki przeciwożywcze” (antinutritional factors) funkcjonuje w piśmiennictwie naukowym od kilku dziesięcioleci. Określa on różnorodne substancje, które – poprzez reakcję ze składnikami pokarmowymi lub bezpośrednio niekorzystny wpływ na organizm – obniżają wartość odżywczą surowców spożywczych i pasz. Z punktu widzenia potrzeb pokarmowych ludzi i zwierząt takie właściwości wykazuje wiele natywnych wtórnych metabolitów roślin. Zazwyczaj jako przykład surowców spożywczych i pasz bogatych w składniki przeciwożywcze wymienia się nasiona roślin strączkowych [21]. W nasionach tych można wyróżnić dwie, zróżnicowane kierunkiem działania grupy wtórnych metabolitów: substancje obniżające strawność i wykorzystanie białka (inhibitory enzymów, polifenole skondensowane, fitiny i oligosacharydy) oraz substancje zakłócające metabolizm składników i fizjologiczne funkcje organizmu (np. lektyny i glikozydy pirymidyny). W skład pierwszej grupy wchodzi substancje wykazujące klasyczne właściwości przeciwożywcze polegające głównie na obniżeniu sekrecyjnych i absorpcyjnych funkcji przewodu pokarmowego. Do drugiej grupy należą substancje o znacznie szerszym (nawet toksycznym) działaniu np. glikozydy pirymidyny powodujące hemolizę erytrocytów, odpowiedzialne za wystąpienie fawizmu, zespołu chorobowego odnotowanego w krajach o dużym spożyciu fasoli i bobu.

Zakres i mechanizm przeciwożywczego działania większości WMR był zazwyczaj analizowany w odniesieniu do pasz oraz surowców spożywczych, przed poddaniem ich obróbce kulinarnej. Na tej podstawie trudno jest ocenić rzeczywistą rolę tych związków w żywieniu ludzi. O biologicznej roli tych substancji decyduje kilka czynników, w tym:

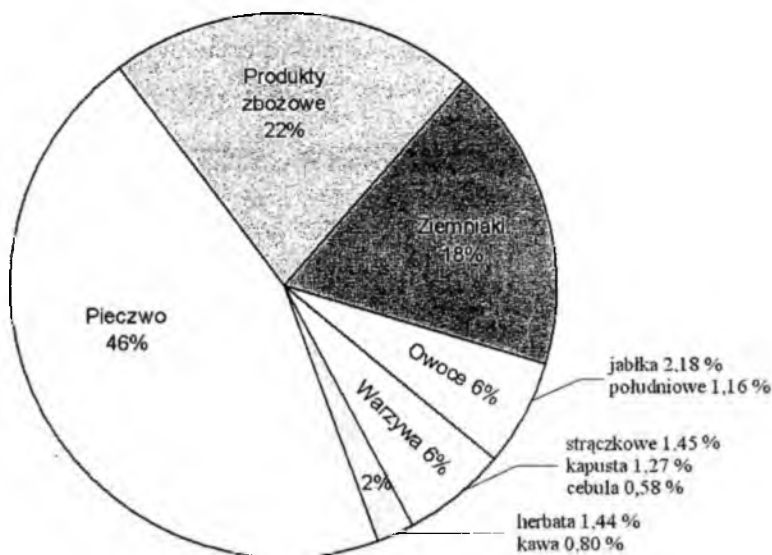
- właściwości chemiczne i zawartość poszczególnych związków w surowcu;
- zmiany w zawartości lub aktywności tych związków zachodzących w trakcie przygotowania surowców do spożycia (np. hydrotermicznej obróbki kulinarnej);
- udziału poszczególnych produktów pochodzenia roślinnego w przeciętnej diecie lub diecie niektórych grup konsumentów (np. wegetarian).

Wiadomo, że w trakcie obróbki kulinarnej jest inaktywowana znaczna część substancji termolabilnych, np. inhibitory proteaz, lektyny i glikozydy pirymidyny. W trakcie moczenia i/lub fermentacji zmniejsza się zawartość sześćfosforanów inozytoli oraz oligosacharydów. Zabiegi kulinarne zmniejszają również zawartość flawonoli; w

trakcie gotowania i smażenia cebuli zawartość kwercetyny zmniejsza się odpowiednio o 80 i 30% [4]. Z wymienionych względów ważna jest wiedza o aktywności poszczególnych substancji w produktach spożywczych oraz wielkości dobowego spożycia tych substancji w dietach różnych grup ludności.

Spożycie WMR w diecie

W stosunku do licznych prac charakteryzujących strukturę chemiczną i właściwości wtórnych metabolitów roślin, niewspółmiernie mało jest informacji o wielkości przeciętnego i maksymalnego spożycia tych związków w diecie. Wiadomo, że w znaczących ilościach w diecie mogą wystąpić te substancje, które są zawarte w podstawowych produktach roślinnych. Ze względu na dominującą pozycję pieczywa i produktów zbożowych w diecie (rys. 2), uwagę zwraca wielkość spożycia fitynianów, których zawartość w pieczywie pełnoziarnistym dochodzi do 0,5% suchej masy. Z pierwszych szacunków wynika, że w przeciętnej diecie spożywanej w Polsce zawartość fitynianów wynosi około 350 mg dziennie i jest relatywnie niska. Z podobnych opracowań dotyczących innych krajów wynika, że spożycie fitynianów wynosi od 200 do 800 mg dziennie w dietach konwencjonalnych [27], a w dietach wegetariańskich może dochodzić do 3 g [8]. Stosunkowo małe spożycie fitynianów w przeciętnej diecie w Polsce jest skutkiem niewielkiego spożycia drugiego ilościowo źródła tych związków - nasion roślin strączkowych [41]. Z tego samego powodu spożycie oligosacharydów w diecie jest niewielkie i wynosi ok. 330 mg dziennie [41].



Rys. 2. Struktura spożycia żywności pochodzenia roślinnego (% suchej masy).

Fig. 2. Contribution of plant products in food intake (% dry matter).

Ziemniaki mają ważną pozycję w polskiej diecie, jednakże jest mało prawdopodobne, aby spożycie w nich solaniny było znaczące. Sustancja ta jest usuwana wraz z łupiną i „oczkami” w trakcie obierania ziemniaków oraz wraz z wodą przy ich odcedzaniu.

Ze wstępnych szacunków wynika, że przeciętne spożycie glukozyzolanów w Polsce w 1994 r. wynosiło 32 mg/dzień i było o blisko 50% niższe od danych odnoszących się do Wielkiej Brytanii i Niemiec [41, 42]. Podana wartość jest orientacyjna, uwzględniająca zawartość glukozyzolanów w kapuście i kalafiorze w jednym sezonie wegetacyjnym. Brakuje również danych o spożyciu innych warzyw z rodziny krzyżowych w Polsce. Znacznie lepiej udokumentowane są dane niemieckie dotyczące regionalnego spożycia 11 gatunków warzyw krzyżowych, spożywanych w postaci 22 potraw lub dodatków [25].

Nie oszacowano dotąd wielkości spożycia inhibitorów enzymów w przeciętnej diecie w Polsce. W Wielkiej Brytanii dieta konwencjonalna zawiera przeciętne 330 mg inhibitorów trypsyny i chymotrypsyny, przy czym z żywności pochodzenia roślinnego pochodzi ponad 100 mg inhibitorów proteaz dziennie [7]. Wielkość ta zależy od struktury diety. Z analiz Morgana i Fenwicka [23] wynika, że w porównaniu z całą populacją w Wielkiej Brytanii wegetarianie spożywają dwukrotnie więcej glukozyzolanów (odpowiedni 50 i 110 mg), pięć-, sześciokrotnie więcej glikoalkaloidów (13 i 70–90 mg) i saponin (15 i 100 mg), a stukrotnie więcej izoflawonów (<1 i 105 mg). Brak jest wiarygodnych informacji o wielkości spożycia tych związków w przeciętnej i wegetariańskiej diecie w Polsce. Nie jest również znana wielkość i struktura spożycia związków fenolowych w przeciętnej polskiej diecie. Z pierwszych, niedostatecznie precyzyjnych szacunków wynika, że w warzywach i owocach może być spożywane ok. 32 mg flawonoidów i 17 mg proantocyjanidin dziennie [42].

Przeciwodżywce i/lub prozdrowotne właściwości wybranych WMR

W ostatnim ćwierćwieczu wielokrotnie sumowano wiedzę o biologicznych właściwościach fitynianów zmierzając do rozstrzygnięcia wątpliwości, czy jest to szkodliwy, czy też pożyteczny składnik żywności [12, 19, 27, 29]. Niekorzystnemu pogarszaniu biodostępności wielu składników mineralnych – cynku, żelaza, manganu, wapnia, magnezu i fosforu fitynowego [10, 30] oraz obniżeniu aktywności wielu enzymów przewodu pokarmowego [27], przeciwstawiano prewencyjne działanie fitynianów w zagrożeniu schorzeniami układu krążenia i nowotworami [27, 29]. Na prozdrowotne właściwości fitynianów wskazują, m.in.:

- testy *in vitro*, w których wykazano, że związki te zmniejszają aktywność niektórych promotorów procesów nowotworowych, opóźniają zmiany nowotworowe w komórkach oraz wzmacniają naturalne mechanizmy apoptozy komórek nowotworowo zmienionych;

- doświadczenia na zwierzętach laboratoryjnych (głównie myszach i szczurach), w których stwierdzono, że fityniany hamowały rozwój nowotworów indukowanych wcześniej czynnikami chemicznymi (np. nowotworów sutka i pęcherza);
- niższy poziom cholesterolu we krwi zwierząt żywionych dietą wzbogacaną fitynianami oraz w populacjach ludzi preferujących w diecie produkty bogate w te związki.

W niektórych doświadczeniach stwierdzano, że wybrane sole sodowe i potasowe fitynianów były nawet promotorami nowotworów nerek i pęcherza moczowego [14, 35]. Stwierdzono również, że fityniany użyte w terapii nowotworowej przynosiły rozbieżne wyniki, w porównaniu z prewencyjnym zastosowaniem tych związków w diecie [32]. Zasadniczym mankamentem tego typu badań jest fakt, że stosowane w doświadczeniach ilości fitynianów nie korespondują (są zwykle znacznie większe) z wielkością spożycia tych związków w przeciętnej diecie. Z nowszych badań wynika również, że obniżenie biodostępności składników mineralnych diety (znaczące w przypadku cynku) powodują przede wszystkim sześć- i pięcioletnie fosforany inozytolu [30]. Produkty częściowej estryfikacji, tj. jedno- i dwufosforany inozytolu nie wykazują takiego działania. Są one natomiast dodatkowym źródłem inozytolu (spożywanego w produktach pochodzenia zwierzęcego), ważnego neurotransmitera i aktywatora wiele funkcji komórek. Zwiększonemu spożyciu inozytolu należy przypisywać prozdrowotne właściwości fitynianów.

W licznych doświadczeniach prowadzonych na zwierzętach monogastrycznych żywionych dietami z zawartością surowych nasion roślin strączkowych (szczególnie soi), obserwowano typowe skutki przeciwożywczego działania inhibitorów proteaz: obniżenie strawności składników pokarmowych, zahamowanie wzrostu zwierząt i hipertrofia trzustki [20]. Tego typu objawów, poza niższą strawnością składników pokarmowych, nie obserwuje się u konsumentów diet konwencjonalnych w populacjach krajów gospodarczo rozwiniętych. Wpływają na to dwa czynniki tj. znaczne obniżenie aktywności inhibitorów proteaz w trakcie obróbki kulinarnej oraz mniejszy udział produktów pochodzenia roślinnego w diecie. W odniesieniu do ludzi szczególnie zainteresowanie budzą te doświadczenia na zwierzętach i testy *in vitro*, które wskazują, że inhibitory proteaz mogą obniżyć ryzyko chorób nowotworowych [1]. Wiele przesłanek wskazuje, że na antynowotworowe działanie inhibitorów proteaz składa się wygaszanie reakcji wolnorodnikowych indukowanych przez neutrofile, hamowanie ekspresji onkogenów oraz modulowanie aktywności niektórych enzymów [18, 36]. Dotychczasowe doświadczenia nie dają jednak podstaw do oceny zakresu prozdrowotnego działania tej ilości inhibitorów trypsyny, jaka występuje w przeciętnych dietach spożywanych w krajach europejskich, tj. ok. 300 mg dziennie.

Z uwagi na stosunkowo niewielkie spożycie warzyw z rodziny krzyżowych, prawdopodobieństwo wystąpienia objawów przeciwożywczego działania tych związków

ków jest bardzo niewielkie. Od wielu lat ilość spożywanej kapusty w Polsce kształtuje się na podobnym poziomie nie przekraczając 11 kg/rocznie kapusty świeżej i 5 kg/rocznie kapusty kiszzonej, tj. ok. 44 g dziennie. Według Jacobey i wsp. [17] zagrożenie wystąpieniem hipertrofii tarczycy (tzw. „wola”) występuje dopiero po wielomiesięcznym spożyciu ponad 400 g/dzień białej kapusty lub równoważnej ilości GLS w innych warzywach. Są natomiast podstawy do wskazania warzyw krzyżowych jako składnika diety zmniejszającego ryzyko powstawania nowotworów [38]. Dowodzą tego wyniki doświadczeń na gryzoniach, u których indukowano proces nowotworowy, a następnie wzbogacano diety izotiocyjanianami. Na podstawie 70 takich doświadczeń, w których 53 przyniosło pozytywne efekty, Hecht [13] stwierdził, że izotiocyjanian fenylowy jest aktywnym inhibitorem nowotworów indukowanych u gryzoni i możliwych do wystąpienia u ludzi. Prawdopodobnie zakres prewencyjnego działania glukozynolanów jest proporcjonalny do wielkości spożycia tych związków. W jednym z pierwszych doświadczeń z zastosowaniem produktów hydrolizy glukozynolanów, Wattenberg [39] stwierdził hamowanie nowotworu sutka u samic szczura otrzymujących doustnie 25–50 mg izotiocyjanianów. Była to ilość bliska przeciętnemu dobowemu spożyciu glukozynolanów w Polsce. Prewencyjne działanie glukozynolanów u konsumentów diet konwencjonalnych jest zapewne znacznie mniejsze.

Związki fenolowe są składnikami budzącymi w ostatnich latach szczególne zainteresowanie. Każdego roku w Chemical Abstracts publikuje się ponad 1000 odniesień do tych związków [37]. W ostatnich latach opublikowano wiele przeglądów literaturowych sumujących wiedzę o biologicznych właściwościach związków fenolowych [5, 15, 16, 31, 37], wskazując wiele możliwych kierunków biologicznej aktywności niektórych grup związków fenolowych (głównie flawonów, flawanonów, katechin i proantocyjanidyn):

- stymulowanie sekrecyjnych, absorpcyjnych i immunologicznych funkcji przewodu pokarmowego, w tym przeciwdziałanie chorobie wrzodowej i biegunkom;
- działanie antykancerogenne wynikające z właściwości przeciwutleniających, modulacji aktywności enzymów, blokowania receptorów hormonów oraz ograniczania aktywności mutagenów;
- ochrona naczyń krwionośnych (m. in. wskutek hamowania aktywności hialuronidazy i usieciowania kolagenu), zmniejszanie agregacji płytek krwi, a częściowo również obniżanie poziomu cholesterolu we krwi;
- działanie przeciwzapalne (m. in. poprzez stymulowanie układu immunologicznego) oraz przeciwdziałanie reakcjom alergicznym (np. poprzez stymulowanie wydzielania histaminy).

Do wskazania powyższych kierunków działania związków fenolowych (głównie flawonoidów) upoważniają liczne testy *in vitro* i modelowe doświadczenia na zwierzętach (m. in. poddanym działaniu aktywatorów procesów utleniania komórkowego lub

kancerogenom) oraz nieliczne doświadczenia z udziałem wolontariuszy. Doświadczenia te nie rozstrzygają wielu wątpliwości dotyczących biodostępności flawonoidów i mechanizmu ich lokalnego oraz całościowego działania na organizm [5, 15]. Z badań Piskuły [26] wynika, że dominującą formą, w jakiej flawonoidy są wchłaniane z przewodu pokarmowego są glukuronowe pochodne tych związków. W wątrobie i nerkach zachodzi intensywne siarczanowanie i metylowanie, a powstające koniugaty wracają wraz z żółcią do przewodu pokarmowego lub są wydalane z moczem. Na intensywność metabolizmu flawonoidów wskazuje fakt, że zaledwie 1–2% nienaruszonych związków jest wydalanych z moczem [16]. Metylowanie flawonoidów jest kluczowym procesem zmniejszenia reaktywności tych związków w organizmie, analogicznym do procesu detoksykacji ksenobiotyków. Prawdopodobnie tylko krótkotrwałe glukuronowe pochodne flawonoidów są antyutleniającami *in vivo* [26]. Bardziej znaczący efekt biologiczny wywołują prawdopodobnie siarczanowane i metylowane koniugaty flawonoidów. Zagadnienie to, podobnie jak mechanizm wchłaniania i wpływu na metabolizm, jest przedmiotem intensywnych badań w wielu ośrodkach naukowych.

Dotychczasowe doświadczenia nie są wystarczające do wyznaczenia zależności między wielkością spożycia związków fenolowych a efektem biologicznym. W szczególności dotyczy to tej ilości związków fenolowych, jaka występuje w dietach konwencjonalnych. Tym bardziej, że badania populacyjne nie są jednoznaczne i dostatecznie przekonujące. Na podstawie analizy wyników 11 badań populacyjnych Hollman [15] stwierdził, że dotychczasowe dane epidemiologiczne nie pozwalają przekonująco uznać, że związki fenolowe uczestniczą w etiologii chorób układu krążenia i nowotworach. Prawdopodobnie związki fenolowe wzmacniają korzystne procesy metaboliczne, w których uczestniczą również inne wtórne metabolity roślin. Tym wyjaśnia się wyniki badań populacyjnych wskazujących na ujemną zależność między wielkością spożycia warzyw i owoców, a częstotliwością występowania nowotworów i chorób układu krążenia [2, 6, 15, 33, 34]. Zwiększenie spożycia owoców umożliwia synergiczne działanie wielu wtórnych metabolitów oraz prozdrowotny wpływ innych składników, w tym włókna pokarmowego, karotenoidów, witamin i oraz składników mineralnych. Z tego względu należy upowszechniać zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia, aby dobowe spożywanie warzyw i owoców przekraczało 500 g [28].

LITERATURA

- [1] Birk Y.: Protein proteinase inhibitors in food. Proceedings Euro Food Tox IV Conference, 22-24 Sept. 1994, Red. Kozłowska H., Fornal J., Zduńczyk Z., Olsztyn, 1994, 202.
- [2] Block G., Patterson B., Subar A.: Fruit, vegetables and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer*, **18**, 1992, 1.

- [3] Ciska E., Martynia-Przybyszewska B., Kozłowska H.: Content of glucosinolates in cruciferous vegetables grown at the same site for two years under different climatic conditions. *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 2000, 2862.
- [4] Crozier A., Lean M.E.J., McDonald M.S., Black C.: Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 1998, 101.
- [5] Di Carlo G., Mascolo N., Izzo A.A., Capasso F.: Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs (minireview). *Life Sciences*, **56**, 1999, 337.
- [6] Dillard C.J., German J.B.: Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 1744.
- [7] Doell B., Ebden C.J., Smith C.A.: Trypsin inhibitor activity of conventional foods which are part of the British diet and some soya products. *Qual. Plant Foods Human Nutr.*, **31**, 1981, 139.
- [8] 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.
- [9] Fenwick G.R., Robert K., Heaney R.H., Mullin W.J.: Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **18**, 1983, 123.
- [10] Fox M.R.S., Tao S.-H.: Antinutritive effects of phytate and other phosphorylated derivatives. *Nutritional Toxicology*, Vol. III, New York 1989.
- [11] Gelencser É., Hajós G., Zduńczyk Z., Jędrychowski L.: Content of lectins in respect to the level of protein and other antinutritional factors in Polish pea varieties. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, **9/50**, 2000, 91.
- [12] Harland B.F., Morris E.R.: Phytate: a good or a bad food components? *Nutr. Res.*, **15**, 1995, 773.
- [13] Hecht S.S.: Chemoprevention of cancer by isothiocyanates, modifiers of carcinogen metabolism. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 768S.
- [14] Hiasa Y., Kitahori Y., Morimoto J., Konishi N., Nakaoka S., Nishioka H.: Carcinogenicity study in rats of phytic acid "Daiichi", a natural food additive. *Food Chem. Oxid.*, **30**, 1992, 117.
- [15] Hollman P.C.H.: Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects? *J. Sci. Food Agric.*, **81**, 2001, 842.
- [16] Hollman P.C.H., Arts I.C.W.: Flavonols, flavones and flavanols – nature, occurrence and dietary burde (review). *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 1081.
- [17] Jacobey H., Habergger R., Fritz D.: Gemüse als Arzneipflanze, Sekundäre Pflanzenstoffe in Gemüse mit Bedeutung für die menschliche Gesundheit. 2. Gemüse aus der Familie der Brassicaceae und der Familie der Apiaceae. *Ernähr. Umschau.*, **35**, 1988, 275.
- [18] Kenedy A.R.: The Bowman-Birk inhibitor from soybeans as an anticarcinogenic agent. *Am. J. Clin. Nutr.*, **68**, 1998, 1406S.
- [19] Kłoczko I., Rutkowski A.: Fityniany – pożyteczny czy szkodliwy składnik pożywienia. *Post. Nauk Rol.*, **5**, 1977, 107.
- [20] Liner I.E.: Implications of antinutritional components in soybean foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 1994, 31.
- [21] Lisiewska Z.: Naturalne związki organiczne ograniczające wartość odżywczą niektórych warzyw. *Post. Nauk Rol.*, **2**, 1991, 69.
- [22] Michajlowski N.: Naturally occurring goitrogens in foodstuffs and their role in the etiology of endemic goitre. *Proceeding of Euro Food Tox II Interdisciplinary Conference on Natural Toxicants in Food*. Institute of Toxicology, Swiss Federal Institute & University of Zurich, Switzerland, 1986, 25.
- [23] Morgan M.R.F., Fenwick G.R.: Natural foodborne toxicants. *Lancet*, **336**, 1990, 1492.

- [24] Parr A.J., Bolwell G.P.: Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile (review). *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 985.
- [25] Pfaff G., Georg T., Müller W., Seppelt B., Boeing H., Lange R.: Der Kohlgemüseverzehr in Deutschland. Ergebnisse einer repräsentativen Erhebung in der Region Potsdam. *Ernährungsforschung*, **39**, 1994, 139.
- [26] Piskuła M.K.: Niektóre czynniki wpływające na wchłanianie i metabolizm flawonoidów. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności PAN w Olsztynie, Olsztyn 2001.
- [27] Plaami S.: Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition. *Lebensm.-Wiss. U. – Technol.*, **30**, 1997, 633.
- [28] Rice-Evans C., Miller N.J.: Antioxidants – the case for fruits and vegetables in the diet. *Br. Food J.*, **97**, 1995, 35.
- [29] Rimbach G., Ingelmann J., Pallauf J.: Antinutritive and beneficial effects of dietary phytate. *Akt. Ernähr. – Med.*, **19**, 1994, 141.
- [30] Sandstrom B., Sandberg A.S.: Inhibitory effects of isolated inositol phosphates on zinc absorption. *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.*, **6**, 1992, 99.
- [31] Santos-Buelga C., Scalbert A.: Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health (review). *J. Sci. Food Agric.*, **80**, 2000, 1094.
- [32] Shamsuddin A.M.: Inositol phosphates have novel anticancer function. *J. Nutr.*, **125**, 1995, 725S.
- [33] Sinha R., Caporaso N.: Diet, genetic susceptibility and human cancer etiology. *J. Nutr.*, **129**, 1999, 556S.
- [34] Steinmetz K.A., Potter J.D.: Vegetables, fruit and cancer. I. Epidemiology. *Cancer Causes Control*, **2**, 1991, 325.
- [35] Takaba K., Hirose M., Ogawa K., Hakoi K., Fukushima S.: Modification of N-butyl-N (4-hydroxybutyl) nitrosamine-initiated urinary bladder carcinogenesis in rats by phytic acid and its salts. *Food Chem. Toxic.*, **32**, 1994, 499.
- [36] Troll W., Lim J.S., Frankel K.: Food Phytochemicals for Cancer Prevention. II. Teas, Spices, and Herbs. *Am. Chem. Soc.*, Washington DC, 1994, 116.
- [37] Vinson J.A.: Flavonoids in foods as in vitro and in vivo antioxidants. *Adv. Exp. Med. Biol.*, **439**, 1998, 151.
- [38] Verhoeven D.T.H., Verhagen H., Goldbohm R.A., van den Brandt P.A., Poppel G.: A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by Brassica vegetables. *Chem. Biol. Interact.*, **103**, 1997, 79.
- [39] Wattenberg L.W.: Inhibition of carcinogenic effect of polycyclic hydrocarbons by benzyl isothiocyanate and related compounds. *J. Natl. Cancer Inst.*, **58**, 1977, 395.
- [40] Watzl B., Leitzmann C.: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. Hippokrates Verlag Stuttgart, 1995.
- [41] Zduńczyk Z., Kozłowska H.: Daily consumption of selected secondary plant products in an average Polish diet. *Lebensmittelchemie*, **52**, 1998, 22.
- [42] Zduńczyk Z.: Znaczenie biologicznie aktywnych nieodżywczych składników diet w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym. *Żywność. Technologia. Jakość*, **4 (211)**, 1999, 63.

ANTINUTRITIONAL AND/OR HEALTHY PROPERTIES OF SECONDARY PLANT PRODUCTS

S u m m a r y

The paper gives an overview of occurrence in plant materials, the content in food and biological properties of secondary plant products, mainly phytates, protease inhibitors, glucosinolates and phenolic compounds. Due to a quite low intake of these compounds in conventional diets, there are small chances for revealing their antinutritional activity. Accumulated beneficial effect of secondary plant products seems to result from the wholesome effect of increased consumption of vegetables and fruit, that – in turn – decreases the risk of neoplasms and coronary diseases. ☒

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES/ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Tadeusz Sikora Prezes PTTŻ	ul. Rakowicka 27, 31-510 KRAKÓW Tel./Fax: (+12) 293 5054; e-mail: etsikora@cyf-kr.edu.pl
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Sekretarz PTTŻ	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW); 02-787 WARSZAWA Tel./fax: (+22) 843 78 11
Prof. dr hab. Piotr Bykowski Oddział Gdański	ul. Kołłątaja 1 (MIR), 81-332 GDYNIA Tel.: (+58) 620 52 11; Fax.: (+58) 620 28 31
Prof. dr hab. Zdzisław Targoński Oddział Lubelski	ul. Skromna 8 (AR), 20-704 LUBLIN Tel.: (+81) 444 63 10
Prof. dr hab. Bogusław Król Oddział Łódzki	ul. Stefanowskiego 4/10 (PŁ) 90-942 ŁÓDŹ Tel.: (+42) 631 34 68; Fax. (+42) 636 74 88
Dr hab. Krzysztof Surówka Oddział Małopolski	ul. Podłużna 3 (AR), 30-239 KRAKÓW Tel. (+12) 425 28 32
Dr hab. Jan Kłobukowski Oddział Olsztyński	ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: (+89) 523 32 70; e-mail: klobuk@uwm.edu.pl
Prof. dr Kazimierz Lachowicz Oddział Szczeciński	ul. Kazimierza Królewicza 3 (AR), 71-550 SZCZECIN Tel.: (+91) 423 10 61
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska; Oddział Warszawski	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel./fax: (+22) 843 78 11
Prof. dr hab. Janusz Czapski 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) 320 52 84; Fax.: (+71) 320 52 73
SEKCJE	
Prof. dr hab. Barbara Szteke Analizy i Oceny Żywności	ul. Rakowiecka 36 (IBPRS), 02-532 WARSZAWA Tel. (+22) 499 167
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	ul. Nowoursynowska 166 (SGGW), 02-787 WARSZAWA Tel.: (+22) 843 90 41
Prof. dr hab. Jerzy Kortz Technologii Mięsa	ul. Doktora Judyma 24 (AR) 71-766 SZCZECIN Tel.: (+91) 454 14 21 w. 365
Prof. dr hab. Jan Pikul Technologii Tłuszczów	ul. Wojska Polskiego 31 (AR), 60-624 POZNAŃ Tel.: (+61) 848 73 20
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	ul. Norwida 25, 50-375 WROCŁAW (Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa) Tel.: (+71) 320 5221
Dr inż. Krzysztof Kołodziejczyk Młodej Kadry Naukowej	ul. Stefanowskiego 4/10 (PŁ), 90-942 ŁÓDŹ Tel.: (+42) 631 34 68; Fax: (+42) 636 74 88

FOOD

The Scientific Organ of Polish Food Technologists' Society (PTTŻ) – quarterly

No 4(29) Suppl.

Kraków 2001

Vol. 8

CONTENTS

From the Editor.....	3
EWA BABICZ-ZIELIŃSKA: Consumer Behaviour towards Food and Nutrition	5
ANNA BRZOZOWSKA: Food Fortificationa and Diet Supplementation – Benefits and Risk	16
JANUSZ CZAPSKI: Fruits and Vegetables – Benefit or Hazard.....	29
WŁODZIMIERZ GRAJEK: Genetically Modified Food and Consumer Safety	40
ANNA GRONOWSKA-SENGER: Dietary Faults as a Risk Factors for Health in Poland	50
LUCJAN JĘDRYCHOWSKI: Food Allergens as Health Risk Factors.....	62
JACEK KIJOWSKI: Health Safety and Nutritional Quality of Chicken Meat and Eggs	82
DANUTA KOŁOŻYN-KRAJEWSKA: Probiotic Food as Related to Health Safety	93
PAWEŁ M. PISULEWSKI: Functional Properties of Foods of Animal Origin Derived by Nutritional Strategies.....	106
ANTONI RUTKOWSKI: Food Producer Ethics	126
FRANCISZEK ŚWIDERSKI, BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK, MONIKA HOFFMANN: Functional Food – Nutritional Implications.....	133
ZENON ZDUŃCZYK: Antinutritonal and/or Healthy Properties of Secondary Plant Products	150
Addresses of Main Board, Brands and Sections of PTTŻ	164

Only reviewed papers are published

Covered by: AGRO-LIBREX and Chemical Abstracts Service and IFIS

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.** Opole; **Piast Browary Wrocław**; **Pozmeat SA** Poznań; **Regis Sp. z o.o.** Wieliczka; **Rolimpex SA** Warszawa; **PHU SIC** Gościnnie; **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.

Zamówienia na prenumeratę, jak i na poszczególne numery prosimy kierować na adres:

Wydawnictwo Naukowe PTTŻ

31-425 Kraków, Al. 29 Listopada 46

Nr konta: BWR I Oddz. w Krakowie

19101048–91444–27016–1101