

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 FUFOSSE (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 europejski, 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, ułatwienie 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 ujemne, grzyby
reuteryna	<i>Lactobacillus reuteri</i>	

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 wystąpienie 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 bifidogeny).

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 patogene. 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 wchłanianie 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 mieszanki, 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. ☒