

Cechy prozdrowotne żywności pochodzenia roślinnego

Podstawowe funkcje żywności to zaspokojenie głodu oraz dostarczenie energii i składników niezbędnych do rozwoju organizmu i zachowania dobrego zdrowia, a także satysfakcji sensorycznej. Rozwój nauk żywieniowych spowodował, że poszukuje się żywności, która oprócz właściwości odżywczych pełniłaby funkcje prozdrowotne. Intensywne badania ostatniego dziesięciolecia, połączone z analizą związku pomiędzy dietą a zdrowiem człowieka dostarczyły nowych danych informujących o tym, że żywność obok cennych składników odżywczych zawiera wiele substancji nieodżywczych, które mogą działać profilaktycznie, a niekiedy wspomagać leczenie różnych chorób, w tym takich, jak miażdżyca czy nowotwory.

Odpowiedzią rynku na te odkrycia było podjęcie produkcji żywności prozdrowotnej (głównie pochodzenia roślinnego) określanej mianem żywności funkcjonalnej. Zgodnie z przyjętym założeniem żywność taka poza profilaktycznym, względnie leczniczym działaniem musi spełniać kryteria stawiane żywności konwencjonalnej, to znaczy ma być źródłem podstawowych składników odżywczych i charakteryzować się pożądanymi cechami sensorycznymi. Ponadto po spożyciu musi regulować ważne procesy fizjologiczne organizmu w celu osiągnięcia dobrostanu fizycznego i psychicznego oraz spowalniać procesy starzenia się organizmu.

Za substancje korzystnie oddziałujące na zdrowie uznano: błonnik pokarmowy, oligosacharydy, poliole - alkohole wielowodorotlenowe, aminokwasy, peptydy, białka, witaminy, cholina i lecytyna, bakterie fermentacji mlekowej, składniki mineralne, wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz substancje fitochemiczne. Uczestniczą one w różnych procesach metabolicznych oraz wzmacniają system odpornościowy ustroju, współdziałający ze wszystkimi innymi układami. Będąc zatem stałym składnikiem diety człowieka, mogą bezpośrednio lub pośrednio wpływać na utrzymanie homeostazy organizmu.

Błonnik pokarmowy

Błonnik pokarmowy, będąc kompleksem heterogennych substancji takich jak hemicelulozy i pektyny oraz celuloza i lignina, pełni różnorodne funkcje w organizmie człowieka. Ogromną rolę włókna pokarmowego w prewencji wielu chorób potwierdziły liczne badania [Andlauer i Fuerst, 1999]. Głównym źródłem błonnika pokarmowego w codziennej diecie człowieka są produkty zbożowe, warzywa, owoce oraz nasiona roślin strączkowych. Poszczególne produkty różnią się nie tylko ilością, ale i rodzajem włókna pokarmowego. W zbożach dominują hemicelulozy, owoce bogate są w pektyny, a niektóre warzywa w ligninę. Tymczasem każda z tych frakcji charakteryzuje się odmiennymi właściwościami funkcjonalnymi, a zatem i zróżnicowanym oddziaływaniem w przewodzie pokarmowym człowieka.

Bardzo ważną cechą fizyczną błonnika jest zdolność do pęcznienia, a tym samym adsorbowania wody w swojej matrycy, którą tworzą polisacharydy i lignina. Zróżnicowane wyniki oznaczeń zdolności wiązania wody przez błonnik, związane są przede wszystkim z rozdrobieniem produktu oraz obróbką cieplną [Górecka, 2004].

Inną właściwością funkcjonalną błonnika pokarmowego jest zdolność do wymiany kationów. Cecha ta zależy od obecności grup fenolowych występujących we frakcji ligninowej oraz karboksylowych obecnych w pektynowej i hemicelulozowej frakcji błonnika, przy czym większą zdolnością charakteryzuje się frakcja pektynowa zbudowana

wyłącznie z kwasów uronowych. Produkty spożywcze takie, jak kukurydza, banany, otręby i młode ziemniaki zachowują się jako wielofunkcyjny wymiennicz jonowy [McConnell i in., 1974].

W zależności od pochodzenia, włókno pokarmowe wykazuje różną zdolność do wiązania w jelicie kwasów żółciowych i ich soli, przyczyniając się w ten sposób do zwiększonego wydalania tych substancji i przyspieszenia metabolizmu cholesterolu. Kwasy żółciowe mogą być absorbowane na błonniku lub rozpuszczane i zatrzymywane w wodzie uwięzionej w błonniku. Hipocholesterolemiczny efekt błonnika zbóż przypisuje się najczęściej β -glukanom. W ich strukturach żelowych kwasy żółciowe są wiązane, a następnie wydalone z kałem, co powoduje skierowanie cholesterolu do syntezy kwasów żółciowych. W ten sposób zmniejsza się ilość cholesterolu dostępnego do syntezy lipoprotein i zmniejszenie jego poziomu w osoczu. Nie wyklucza się także hamowania biosyntezy cholesterolu endogennego przez krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe produkowane przez bakterie okrężnicy na drodze fermentacji rozpuszczalnego błonnika. Wiązanie cholesterolu i kwasów żółciowych przez błonnik zapobiega ich przekształcaniu w inne związki, także o charakterze kancerogennym. Przypuszcza się, że wtórne kwasy żółciowe, tj. kwas lithocholowy (LCA) i dezoksycholowy (DCA) mogą mieć właściwości mutagenne [Hallmans i in., 1997].

Tworząc trudno przepuszczalną błonę, wyścielającą górną część przewodu pokarmowego błonnik powoduje spowolnienie wchłaniania cukrów, co w rezultacie prowadzi do obniżenia poziomu glukozy we krwi. Ponadto wiąże jony sodu i obniża ciśnienie tętnicze krwi [Świdorski i in. 2001].

Funkcjonalne właściwości włókna pokarmowego, takie jak: zdolność do adsorpcji wody, wymiana kationów, tworzenie żeli, wiązanie kwasów żółciowych i adsorpcja oleju mogą być wykorzystane do kształtowania odpowiedniej jakości produktów spożywczych, specjalnego zdrowotnego przeznaczenia.

Fruktany

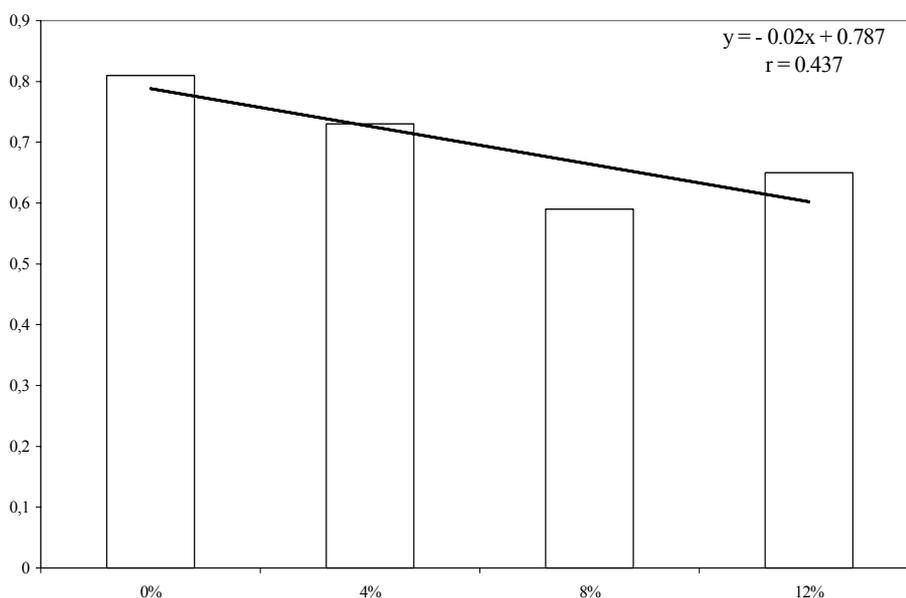
Pod względem chemicznym i klinicznym najlepiej poznano znaczenie fruktooligosacharydów i inuliny. Fruktany to węglowodany zapasowe charakterystyczne dla zbóż i traw klimatu umiarkowanego [Kasperowicz, 1995; Klessen i in., 2001, Roberfroid, 2002]. Występują w pszenicy, a także w roślinach z rodziny Compositae (Liliacea) - cebuli, czosnku, bulwach karczochów i cykorii, w porach, szparagach, jak również w topinamburze, bananach oraz agawie. Fruktany są polisacharydami zbudowanymi z jednostek β -D-fruktozy i jednej, na ogół na końcu łańcucha, cząsteczki glukozy, tworząc rzadko spotykane w przyrodzie łańcuchy składające się z pięcioczłonowych pierścieni furanozowych [Roberfroid i Slavin, 2000]. Najprostszy fruktanami są trisacharydy: 1-kestoza, 6-kestoza i neokestoza [Kasperowicz, 1995].

Polisacharydy te są odporne na działanie enzymów trawiennych przewodu pokarmowego, ponieważ organizm człowieka nie posiada enzymów hydrolizujących wiązanie β -2-1 glikozydowe [Roberfroid i Slavin, 2000; Karczmarewicz i in., 2002]. Mają one zdolność selektywnego pobudzania wzrostu lub aktywności wybranych szczepów bakterii jelitowych, dzięki czemu mogą wpływać na poprawę stanu zdrowia gospodarza [Kleessen i in., 2001]. Wśród bakterii jelitowych na uwagę zasługują bakterie kwasu mlekowego (np. *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*) ze względu na ich istotną rolę w fizjologii jelita [Ryżko, 2002]. McBain i in. [2001] w doświadczeniu wykazali, że metabolizm inuliny jest związany z dziesięciokrotną stymulacją populacji *Lactobacillus*. Bakterie te hamują rozwój niektórych drobnoustrojów, w tym również patogennych, przez stwarzanie niekorzystnych warunków środowiskowych (obniżenie pH treści jelitowej), konkurencję z innymi drobnoustrojami o substraty oraz o miejsca adhezji na nabłonku jelitowym, a także wytwarzanie przez niektóre szczepy substancji antybiotycznych [Ryżko, 2002]. Fizjologiczna flora jelitowa wpływa korzystnie na rozwój i czynność systemu immunologicznego błony śluzowej jelita, dojrzewanie i obrót enterocytów (*epithelial turnover*), przepływ krwi przez błonę śluzową oraz czynność układu nerwowego jelita [Ryżko, 2002]. Związki te są

bowiem źródłem węgla zużywanego przez bifidobakterie w okrężnicy. Choć wiele źródeł węgla może być wykorzystane przez bakterie bytujące w jelicie grubym jako substraty w procesie fermentacji, to substancje te są rozkładane na drodze niewielu przemian biochemicznych [Macfarlane i Macfarlane, 2003]. Bakterie metabolizują fruktozę i fruktooligosacharydy do kwasu octowego i mlekowego w proporcji (3:2), najbardziej korzystnej dla przewodu pokarmowego człowieka [Kleessen i in., 2001]. Wg Kleessen i in. [2001] wpływ fruktanów na poziom krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych w kątnicy, okrężnicy i kale zależał od długości ich łańcucha. Dobierając odpowiednio skład probiotyków i prebiotyków można wpływać na ilościowy i jakościowy skład krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych powstałych w jelicie grubym w procesie fermentacji. Te z kolei są włączane w metabolizm ogólnoustrojowy (kwas octowy, propionowy) lub wykorzystywane do odżywiania kolonocytów [Roberfroid, 2000; Cummings i in., 2001]. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe lub ich sole, szczególnie maślane, regulują rozrost komórek *in vitro* oraz *in vivo*. Maślane są głównym źródłem energii dla komórek nabłonkowych okrężnicy. Mogą one wpływać na rozrost komórek uwalniając czynniki wzrostu czy peptydy żołądkowo-jelitowe (np. gastrynę), albo też za pomocą modulacji przepływu krwi przez śluzówkę jelita [Blottière i in., 2003; Knudsen i in., 2003]. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe wykazują ponadto bezpośrednie działanie na geny regulujące rozrost komórek [Blottière i in., 2003].

Diety z dodatkiem inuliny bądź oligofruktozy znacząco zwiększają stężenie maślanów w kątnicy i okrężnicy szczurów, co jest szczególnie interesujące ze względu na zapobieganie takim schorzeniom jak nowotwór czy wrzodziejące zapalenie okrężnicy [Kleessen i in., 2001].

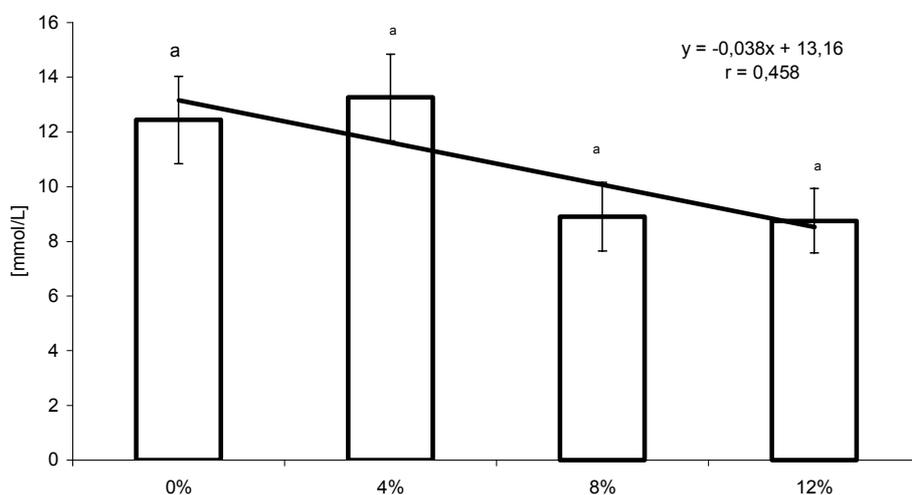
Doświadczenia z udziałem szczurów wykazały znaczące obniżenie poziomu triglicerydów w surowicy krwi [Delzenne i Kok, 1999]. Również Prostak i in. [2001] wykazali obniżenie zawartości triglicerydów w surowicy krwi gryzoni karmionych dietami z dodatkiem inuliny (ryc. 1).



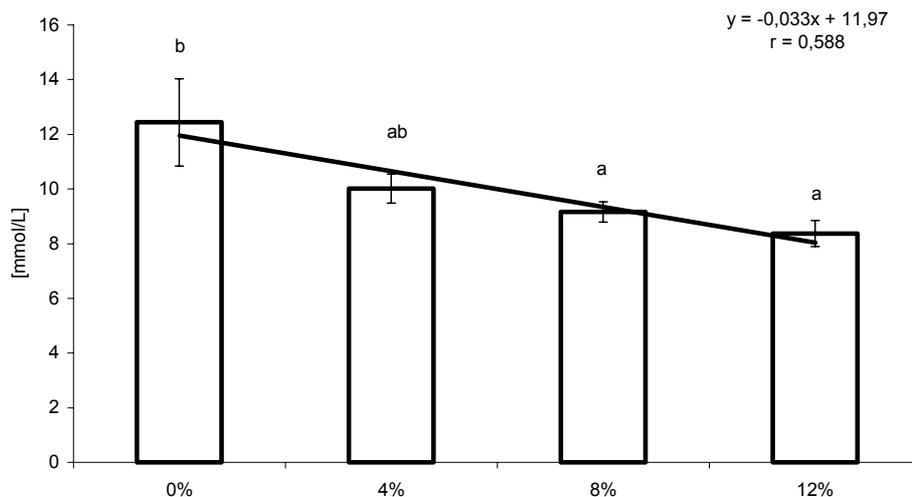
Ryc. 1 Poziom triglicerydów w surowicy krwi szczurów karmionych dietą z udziałem inuliny.

Brak możliwości rozkładu inuliny czy oligofruktozy do ich monosacharydów przez systemy enzymów endogennych powoduje, że nie zwiększają one poziomu insuliny we krwi, co jest niezwykle ważne dla diabetyków [ORAFI, 2000]. Sama inulina jest produktem niskoenergetycznym. Opierając się na badaniach z udziałem ludzi przy wykorzystaniu izotopu ^{14}C , Hosoya [cyt. za ORAFI, 2000] określił wartość energetyczną fruktooligosacharydów jako 1,5 kcal/g.

Fruktany charakteryzują się również działaniem hipoglikemicznym - karmienie zwierząt dietą z dodatkiem FOS powodowało istotne obniżenie poziomu glukozy w surowicy krwi [Kok i in., 1998; Cieślik i Kopeć, 2001]. W badaniach przeprowadzonych przez Kopeć i Cieślik [2001] oraz Kopeć i Cieślik [2004] zaobserwowano statystycznie istotne obniżenie poziomu glukozy w surowicy krwi zwierząt karmionych dietami z dodatkiem inuliny oraz mączki z bulw topinamburu. Ponadto przeprowadzona analiza regresji liniowej wykazała związek pomiędzy ilością FOS, inuliny w diecie oraz zawartością glukozy w surowicy krwi szczurów laboratoryjnych (ryc. 2 i 3).



Ryc.2. Poziom glukozy w surowicy krwi szczurów karmionych dietą z udziałem FOS.

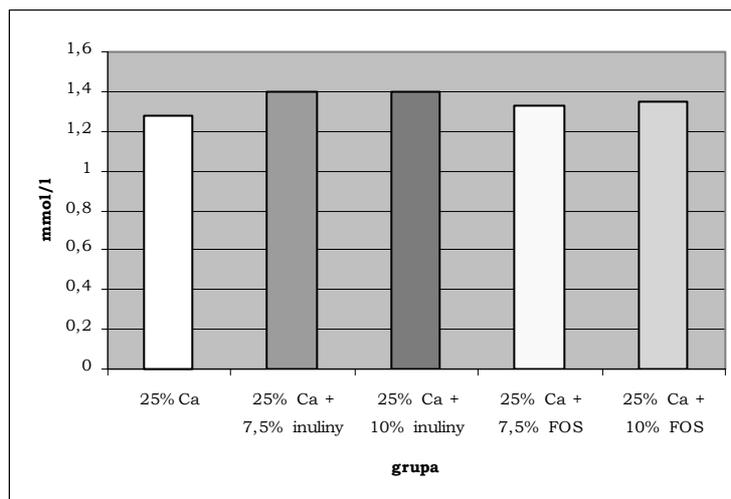


Ryc. 3. Poziom glukozy w surowicy krwi szczurów karmionych dietą z udziałem inuliny.

Oligofruktoza i inulina w warunkach eksperymentalnych hamowały wzrost nowotworu oraz zmniejszały występowanie aberacji krypt jelita grubego w organizmach szczurów [Traper i Roberfroid, 2002]. Poza hamowaniem wzrostu nowotworu, fruktany mogą pozytywnie wpływać na przebieg chemioterapii, co wykazano w badaniach eksperymentalnych z udziałem zwierząt [cyt. za Książyk, 2002].

Badania wykazały, że fruktany zwiększały biodostępność takich pierwiastków jak wapń, magnez, cynk czy żelazo [Scholz-Ahrens i in., 2001].

Topolska [2004] wykazała istotnie wyższe stężenie wapnia zjonizowanego w obecności inuliny w diecie szczurów z 75% deficytem wapnia - zarówno w ilości 7,5%, jak i 10 powodowała ona wzrost stężenia Ca^{2+} z 1,28 mmol/l w grupie kontrolnej do wartości 1,40 mmol/l (ryc. 4).



Ryc. 4. Zmiany zawartości jonów Ca^{2+} w surowicy krwi w warunkach 75% deficytu wapnia oraz różnych poziomów fruktanów w diecie szczurów.

Stwierdzono również, że podawanie fruktanów może zwiększać mineralizację kości [Lemort i in. - cyt. za Act. Food Sci. Mon., 2000]. W badaniach Cieślik i Topolska [Topolska, 2004] wykazano, że obecność fruktanów w diecie, zarówno z 50% deficytem wapnia, jak i przy 25% udziale tego pierwiastka w diecie, powodowała znaczący wzrost zawartości składników mineralnych (odpowiednio Ca i Mg oraz Ca i P) w kości udowej szczurów.

Ze względu na właściwości fizykochemiczne, fruktany są obecnie powszechnie stosowane w przemyśle spożywczym. Pełnią one rolę substancji zagęszczających, wypełniających, emulgujących, zastępujących sacharozę lub glukozę oraz tłuszcze (inulina). Sprawiają one również, że wyroby piekarnicze są bardziej chrupiące i dłużej utrzymują świeżość [Franck, 2002]. Fruktany dodaje się do fermentowanych produktów mlecznych, serów, czekolady, odżywek wspomagających odchudzanie, batonów, lodów, ciastek, odżywek dla dzieci i niemowląt [Murphy, 2001; Karczmarewicz i in., 2002].

Substancje przeciwutleniające

Do obrony przed reaktywnymi formami tlenu organizm wykorzystuje własny układ enzymatyczny (katalaza, peroksydaza, dysmutaza ponadtlenkowa, peroksydaza glutationowa) oraz endogenne antyoksydanty (kwas moczowy, glutation, bilirubina, cysteina i inne). Dodatkowy system wzmacniający naturalną obronę ustroju stanowią przeciwutleniacze dostarczone z dietą. Właściwości takie posiada wiele związków należących do wtórnych metabolitów roślin - głównie związki fenolowe (kwasy fenolowe, flawonoidy) i terpenoidy (monoterpeny, saponiny, karotenoidy), dlatego spożywanie ich w odpowiedniej ilości wydaje się być ważnym elementem w profilaktyce wielu chorób.

Związki fenolowe

Wśród naturalnych antyoksydantów największą, a przy tym bardzo zróżnicowaną pod względem struktury i właściwości grupę, stanowią roślinne substancje polifenolowe. Wykazują najsilniejsze właściwości przeciwutleniające, a powszechność ich występowania w świecie roślin sprawia, że są one nierozłącznymi składnikami naszej diety. Związki fenolowe bardzo ogólnie można podzielić pod względem struktury podstawowego szkieletu węglowego na kwasy fenolowe (pochodne kwasu hydroksybenzoesowego i hydroksycynamonowego oraz flawonoidy, wśród których występuje wiele podklas w zależności od budowy pierścienia heterocyklicznego węgla [Nijveldt, 2001].

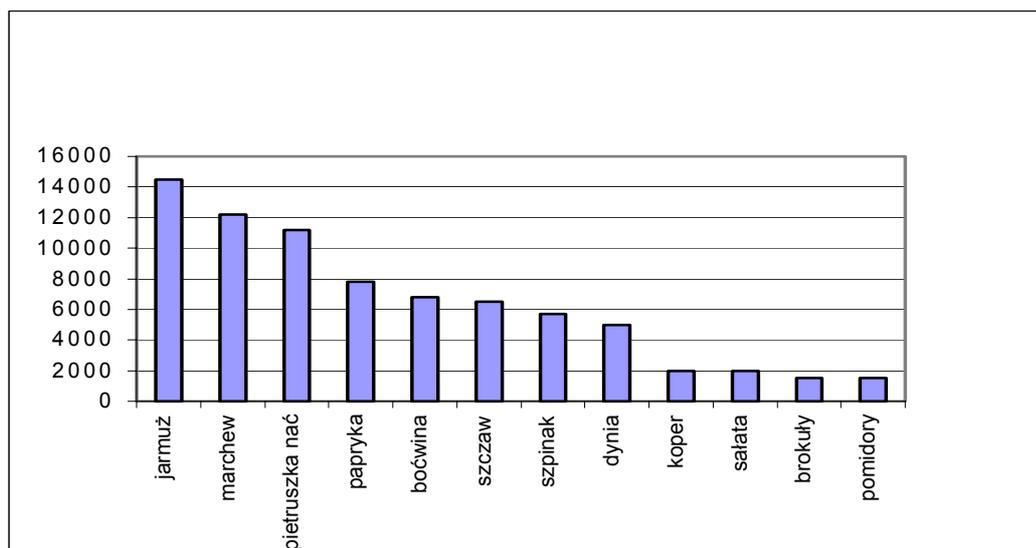
W obrębie poszczególnych podklas istnieje duże zróżnicowanie pod względem liczby lokalizacji grup hydroksylowych (OH), tworzenia grup metoksy- (OCH₃) i podstawianie reszt glikozydowych. Właściwości chemiczne, fizyczne, aktywność biologiczna i metabolizm związków fenolowych zależą od liczby rodzaju i miejsca położenia podstawników (etylowy, n-butyłowy) w cząsteczce [Williamson, 1999]. Miejsce i stopień hydroksylacji mają istotny wpływ na właściwości przeciwutleniające, przy czym obecność w pierścieniu B grup hydroksylowych w pozycji *orto* wzmacnia tę aktywność. Duże znaczenie zdrowotne mają np. flawonoidy sojowe: genisteina i daidzeina.

Związki te jako antyoksydanty mogą oddziaływać na różne sposoby, m. in. poprzez; bezpośrednią reakcję z wolnymi rodnikami, „zmiatanie” wolnych rodników, nasilenie dysmutacji wolnych rodników do związków o znacznie mniejszej reaktywności, chelatowania metali prooksydacyjnych, hamowanie lub wzmacnianie działania wielu enzymów. Ponadto mogą one wzmacniać działanie innych antyoksydantów m.in. witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Obecność tych związków w diecie ma ogromne znaczenie dla zdrowia. Potwierdzają to badania epidemiologiczne, wskazujące na odwrotną zależność pomiędzy spożywaniem związków fenolowych a zachorowalnością na nowotwory i choroby serca [Steinmetz i Potter, 1993]. Substancje te uszczelniają naczynia krwionośne oraz ochraniają frakcje LDL przed utlenianiem. Bogatym ich źródłem są warzywa, owoce, nasiona różnych roślin, niektóre zboża, a także wina, herbata, kawa i wiele przypraw [Shahidi i Nacz., 1995, Hojden, 2000, Pellegrini i in. 2000]. Do najpowszechniej występujących

należą flawonoidy, wśród których dominują glikozydy kwercetyny (jabłka, cebula, miłorząb-*Ginkgo biloba*), kempferolu i apigeniny. Z racji posiadanych aktywności związki fenolowe wykorzystywane są w terapii różnych chorób (układu krwionośnego, oddechowego, pokarmowego, moczowego). Wchodzą także w skład licznych preparatów jako środki hamujące przepuszczalność naczyń włosowatych, poprawiające krążenie, ochraniające komórki wątroby. Pomimo licznych badań i udokumentowanego szerokiego zakresu aktywności biologicznych tych związków, mechanizm ich działania na organizm człowieka nie jest dostatecznie poznany.

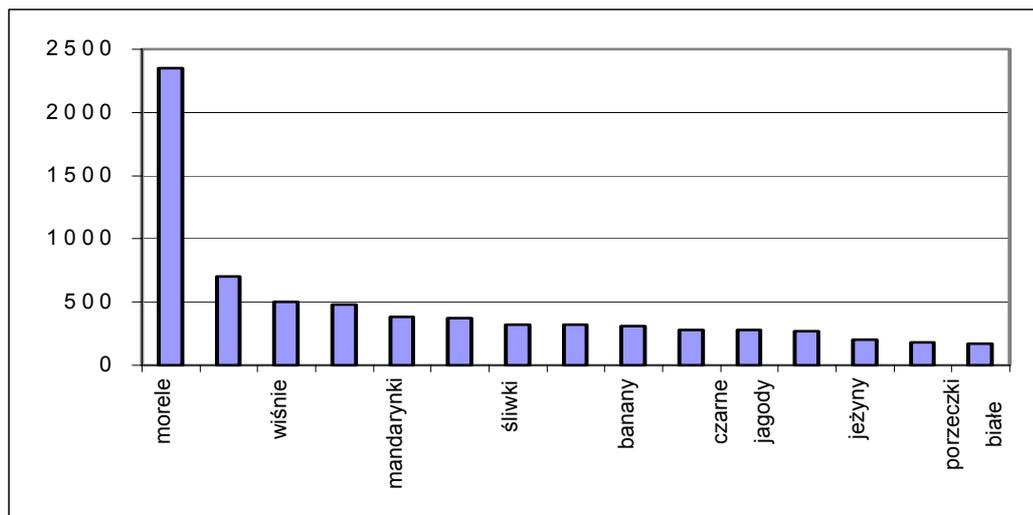
Karotenoidy

Należą do izoprenoidów i obejmują kilkaset związków, z których ok. 50 występuje w żywności. Substancje te dzielą się na karoteny będące węglowodorami izoprenu, zawierające w cząsteczce 11 wiązań podwójnych sprzężonych i ksantofile (luteina, zeaksantyna, kryptoksantyna), które są pochodnymi tych pierwszych. Funkcje żywieniowe i zdrowotne karotenów są znacznie lepiej poznane niż ksantofili, a ich głównymi przedstawicielami są α , β , γ -karoten oraz likopen. Spośród tych substancji karoteny wykazują aktywność witaminy A i zaliczane są do składników odżywczych. Wieloletnie badania wykazały, że zawartość karotenu w warzywach może się wahać w granicach od 0,5 do 31mg/100 g [Jacurzyński, 1995]. Średnią zawartość β -karotenu w 100 g warzyw przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Średnia zawartość β -karotenu w 100 g warzyw.

Owoce należą do produktów o mniejszej zawartości karotenów niż warzywa. Najbogatszym ich źródłem są morele, pozostałe owoce są znacznie uboższe w ten składnik. Średnią zawartość β -karotenu w 100 g owoców przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Średnia zawartość β -karotenu w 100 g owoców.

Występujące w owocach karotenoidy są stosunkowo trwałe, a w czasie procesów technologicznych, przeprowadzonych prawidłowo, ich straty są niewielkie. W czasie konserwowania owoców i warzyw zachowane jest 70-89% karotenu. Pod wpływem działania enzymów, światła, tlenu oraz wysokiej temperatury ulegają one rozkładowi. Karoteny posiadają szereg właściwości korzystnych dla zdrowia, w tym przede wszystkim antyoksydacyjne. Upatruje się, iż karotenoidy charakterystyczne dla żywności pochodzenia roślinnego, posiadają właściwości zmniejszające ryzyko zachorowania na nowotwory [Dłużniewska, 1995; Lupulescu, 1993; Wartanowicz, 1998].

Likopen jest przedstawicielem substancji wtórnych, a w jego bardzo silnych właściwościach przeciwutleniających upatrywane są jego korzystne właściwości przeciwnowotworowe [Balch, 1999]. Źródłem likopenu są pomidory. Stwierdzono, że jest on substancją przeciwnowotworową, zmniejszającą ryzyko nowotworu prostaty u mężczyzn spożywających tygodniowo 10 lub więcej razy przetwory pomidorowe. Ponadto zmniejsza ryzyko nowotworu szyjki macicy u kobiet. Likopen z przetworów pomidorowych, np. keczupu jest znacznie lepiej przyswajalny niż ze świeżych pomidorów [Czapski, 1999]. Wysoka zawartość likopenu stwierdza się również w innych owocach i warzywach (tab. 1.).

Tabela 1. Zawartość likopenu w niektórych owocach i warzywach [Moshfgh, 1998]

Produkt	Zawartość w mg/100 g świeżej masy
Grejpfrut różowy	3,36
Gwajawa	5,40
Papaja	2,0 – 5,3
Pomidory	3,1 – 7,74
Męczennica wawrzynolistna	4,10

Sosy stosowane do makaronu i pizzy zawierają od 12 do 17,5 mg/100 g likopenu. Owoce żurawiny zawierają substancje zapobiegające zakażeniu pęcherza i dróg moczowych. Uważa się, że działanie to jest związane z obecnością fruktozy i wysokocząsteczkowego polimeru, które utrudniają przyczepianie się bakterii do powierzchni tkanek. Owoce aronii obniżają ciśnienie krwi, zwiększają odporność immunologiczną, pomagają w zwalczaniu infekcji, pomagają w leczeniu

zaburzeń przewodu pokarmowego. Czosnkowi przypisuje się działanie na nasz organizm: przeciwnowotworowe, przeciwbakteryjne, obniżające ciśnienie krwi i poziom cholesterolu.

Luteina i zeaksantyna likwiduje wolne rodniki powstałe w wyniku działania promieni UV i opóźnia degenerację siatkówki żółtej, będącą najczęściej przyczyną osłabienia wzroku i niedowidzenia u osób starszych.

Podsumowanie

Szczególne znaczenie żywności prozdrowotnej wynika z jej korzystnego działania w przypadku chorób cywilizacyjnych (miażdżyca, choroba wieńcowa, udar mózgu, nadciśnienie tętnicze) poprzez obniżenie poziomu cholesterolu ogółem i jego frakcji LDL, stężenia trigliceroli oraz homocysteiny w surowicy krwi, obniżenie wysokiego ciśnienia tętniczego, uzupełnienie braków witamin (B₆, C) i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, regulowanie poziomu Na, K, Ca, Mg, wzrost zawartości substancji przeciwzakrzepowych, jak np. flawonoidy, allicyna. Ponadto istnieje możliwość wykorzystania żywności specjalnego zdrowotnego przeznaczenia w wspomaganiu leczenia otyłości poprzez niską wartość energetyczną uzyskaną zastosowaniem zamienników tłuszczów i sacharozy oraz dużą zawartością błonnika. Korzystne działanie w chorobach nowotworowych uzyskuje się poprzez dużą zawartość błonnika, witamin antyoksydacyjnych i substancji o takim działaniu (np. flawonoidów, katechin, polifenoli), a także poprzez zawartość czynników zwiększających naturalną odporność organizmu np. probiotyki.

Żywność prozdrowotna wspiera leczenie osteoporozy ze względu na dużą zawartość Ca, oligosacharydów i związków o działaniu słabych estrogenów np. izoflawonów. Zwiększony udział surowców pochodzenia roślinnego, witamin, mała zawartość cukrów prostych, odpowiedni poziom oligosacharydów, polisacharydów oraz błonnika pozwala sądzić, że żywność funkcjonalna, może także zapobiegać wystąpieniu cukrzycy insulinozależnej.

PIŚMIENNICTWO

1. *Act. Food Sci. Monitor*: Inulin and oligofructose stimulate calcium absorption, 2001; 2, 3-4.
2. *Andlauer W., Fuerst P.*: Does cereal reduce the risk of cancer?, *Cereal Food World*, 1999; 44 (2):76-78.
3. *Balch J. F.*: The super antioxidants. Why they will change the face of healthcare in the 21 st century. Wyd. Amber:1999, Warszawa.
4. *Blottière H.M., Buecher B., Galmiche J.P., Cherbut Ch.*: Molecular analysis of the effect of short-chain fatty acids on intestinal cell proliferation, *Proc. Nutr. Soc.*, 2003; 62: 101-106.
5. *Cieślak E., Kopeć A., Pisulewski P.M.*: Effects of fructooligosaccharides and long-chain inulin on serum lipids in rats, *Pol. J. Nutr.*, 2004; (in print).
6. *Cieślak E., Topolska K.*: Wybrane aspekty metabolizmu wapnia w organizmie szczurów laboratoryjnych w zależności od poziomu i frakcji fruktanów w diecie, *Mat. Konf.: Polska żywność – stan obecny i perspektywy*, Kraków; 2004, 24.
7. *Cummings J.H., Macfarlane G.T., Englyst H.N.*: Prebiotic digestion and fermentation, *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001; 71, Supl., 1660S-1664S.
8. *Czapski J.*: Wykorzystanie owoców i warzyw w produkcji żywności funkcjonalnej. *Żywność*, Supl. 1999. 4(21), 90-101.
9. *Delzenne N.M., Kok N.N.*: Biochemical basis of oligofructose – induced hypolipidemia in animal models, *J. Nutr.*, 1999; 129, 3, 1467S.
10. *Dłużniewska K., Gilis-Januszewska A.*: Wartość odżywcza i zdrowotna warzyw i owoców. Zakład Higieny i Ekologii Collegium Medicum UJ. 1995.
11. *Franck A.*: Technological functionality of inulin and oligofructose, *B. J. Nutr.*, 2002; 87, Supl. 2: S287-S291.

12. *Górecka D.*: Zabiegi technologiczne jako czynniki determinujące właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego, *Rocz. AR w Poznaniu*, 2004; 344: 5-7.
13. *Hallmans G., Hang J.X., Lundin E., Landstroem M., Aman P., Adlercreutz H., Haerkoenen H., Bach K.E.*: Influence of rye bran on the formation of bile AIDS and bioavailability of lignans, *Cereal Food World*, 1997; 42 (8): 696-701.
14. *Hojden B.*: Herbata zielona i jej właściwości lecznicze, *Wiadom. Zielar.*; 2000, 9, 14-15.
15. *Jacórzynski B. Kwaśniewska I.*: Wartość odżywcza warzyw i owoców. *Żywnie człowieka*. 1975.3: 169-178.
16. *Karczmarewicz E., Skorupa E., Lorenc R.S.*: Wpływ probiotyków i prebiotyków na gospodarkę wapniowo-fosforanową i metabolizm kostny, *Pediatrics Współcz., Gastroent., Hepatol. Żyw. Dziecka*, 2002; 4 (1): 63-69.
17. *Kasperowicz A.*: Fruktany, Część I, *Postępy Nauk Rolniczych*, 1995; 1, 49-57.
18. *Kleessen B., Hartmann L., Blaut M.*: Oligofructose and long-chain inulin: influence on the gut microbial ecology of rats associated with a human faecal flora, *Brit. J. Nutr.*, 2001; 86 (2):291-300.
19. *Knudsen K.E.B., Serena A., Canibe N., Juntunen K.S.*: New insight into butyrate metabolism, *Proc. Nutr. Soc.*, 2003; 62: 81-86.
20. *Kok N., Roberfroid M., Delzenne N.*: Systemic effects of nondigestible fructooligosaccharides in rats, *W: Functional properties of non-digestible carbohydrates*, INRA, Nantes, 1998; 123-125.
21. *Kopeć A., Cieślik E.*: Wpływ dodatku mączki z topinamburu na poziom glukozy w surowicy krwi szczurów doświadczalnych, *Żyw. Człow. Metab.*, 2001; XXVIII, Supl.: 963-967.
22. *Kopeć A., Cieślik E.*: The effect of fructans on glucose level in experimental rats, *P. J. Nutr.*, 2004; (in print).
23. *Książek J.*: Probiotyki i prebiotyki w karcynogenezie, *Pediatrics Współcz., Gastroenterol., Hepatol. Żyw. Dziecka*, 2002; 4 (1): 61-62.
24. *Lupulescu A.*: The Role of Vitamins a beta carotene, E and C in Cancer Cell Biology. *Int. J. Witt Nutr. Res.* 1993. 63: 3-14.
25. *Macfarlane S., Macfarlane G.T.*: Regulation of short-chain fatty acid production, *Proc. Nutr. Soc.*, 2003; 62: 67-72.
26. *McBain A.J., MacFarlane G.T.*: Modulation of genotoxic enzyme activities by non-digestible oligosaccharide metabolism in in-vitro human gut bacterial ecosystems, *J. Med. Microb.*, 2001; 50(9): 833-842.
27. *McConnell A.A., Eastwood M.A., Mitchel W.D.*: Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function, *J. Sci. Food Agric.*, 1974; 24: 1457-1464.
28. *Moshfgh A.J.*: Importance and consumption patterns of fruits and vegetables. *Quality and Safety*. Maryland. 1998. 75-81.
29. *Murphy O.*: Non-polyol low-digestible carbohydrates: food applications and functional benefits, *B. J. Nutr.*, 2001; 85, Supl.1: S47-S53.
30. *Nijveldt R.*: Flawonoids a review of probable mechanism of action and potential applications. *Am. J. Clin. Nutr.*; 2001, 74, 418-425.
31. ORAFIT: Nutritional properties, inulin and oligofructose, 2000; 3-24.
32. *Pellegrini N., Simonetti P., Gordana C., Brenna O., Brighenti F., Pietta P.*: Polyphenol content and total antioxidant activity of *Vini Novelli* (Young red wines), *J. Agric. Food Chem.*, 2000; 48, 732-735.
33. *Prostak A., Cieślik E., Pisulewski P.M., Praznik W.*: The effects of dietary inulin on serum triacylglycerol (TAG) concentration in rats, *Annals Nutr. Metab.*, 2001; 45, 1: 78.
34. *Roberfroid M.B.*: Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose, *Brit. J. Nutr.*, 2002; 87, Supl. 2, S139-S143.
35. *Roberfroid M.B., Slavin J.*: Nondigestible oligosaccharides, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2000; 40: 461-480.
36. *Roberfroid M.B.*: Concepts and strategy of functional food science: the European perspective, *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000; 71, Supl.: 1660S-1664S.
37. *Ryżko J.*: Zastosowanie probiotyków i prebiotyków w leczeniu nieswoistych zapaleń jelit oraz zaburzeń czynnościowych jelita grubego, *Pediatrics Współcz. Gastroenterol. Hepatol. Żyw. Dziecka*, 2002; 4 (1): 55-60.

38. *Scholz-Ahrens K.E., Schaafsma G., Heuvel E.G.H., van, Schrezenmeier J.*: Effects of prebiotics on mineral metabolism, *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001; 73, Supl.: 459S-464S.
39. *Shahidi F., Nacz M.*: Food phenolics. Sources, chemistry, effects of applications. Technomic Publ. Comp. Inc; 1995.
40. *Steinmetz K. A., Potter J. D.*: Vegetables, fruit, and cancer. I Epidemiology, II Mechanisms, *revive, Cancer Causes and Control*; 1993, 325-329.
41. *Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., Hoffmann M.*: Żywność funkcjonalna – implikacje żywieniowe, *Żywność*, 2001; 4 (29): 133-150.
42. *Topolska K.*: Poziom wybranych wskaźników biochemicznych w organizmie szczurów laboratoryjnych w zależności od poziomu fruktanów i wapnia w diecie, *Rozprawa doktorska, AR Kraków*; 2004.
43. *Traper H.S., Roberfroid M.B.*: Inulin/oligofructose and anticancer therapy, *Brit. J. Nutr.*, 2002; 87, Supl. 2: S283-S286.
44. *Wartanowicz M.*: Witaminy antyoksydacyjne a schorzenia metaboliczne. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 1989. 4. 16: 296-303.
45. *Williamson G.*: Functional foods – a new challenge for the food chemists. *Proceedings of Euro Food Chem X, Budapeszt*; 1999, 1, 192.