

HALINA KOZŁOWSKA, AGNIESZKA TROSZYŃSKA

ROLA NATURALNYCH SUBSTANCJI NIEODŻYWCZYCH POCHODZENIA ROŚLINNEGO JAKO SKŁADNIKÓW ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

Streszczenie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- błonnik pokarmowy,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Związki fenolowe

Duża różnorodność pod względem struktury i właściwości związków fenolowych powoduje, że ich usystematyzowanie jest dość trudne. Związki te bardzo ogólnie można podzielić pod względem struktury podstawowego szkieletu węglowego na kwasy fenolowe (pochodne kwasu benzoowego i cynamonowego) i flawonoidy wśród których, w zależności od budowy pierścienia heterocyklicznego C występuje wiele podklas (flawony, flawonole, flawanole, izoflawony, antocyjany. W obrębie poszczególnych podklas występują duże zróżnicowania pod względem liczby i lokalizacji grup hydroksylowych (OH), tworzenia grup metoksy (OCH₃) i podstawiania reszt glikozydowych [13, 17, 30]. Właściwości chemiczne, fizyczne, aktywność biologiczna i metabolizm tych związków zależą od liczby, rodzaju i miejsca położenia podstawników w cząsteczce. Związki fenolowe, a szczególnie flawonoidy, ze względu na swoją budowę (obecność grup hydroksylowych w związanych pierścieniach benzenu), wykazują szeroki zakres aktywności biologicznych, do których należą między innymi: przeciwbakteryjna, przeciwwirusowa, przeciwzapalna, przeciwutleniająca, przeciwalergiczna,

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

Tabela 1

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

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

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

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

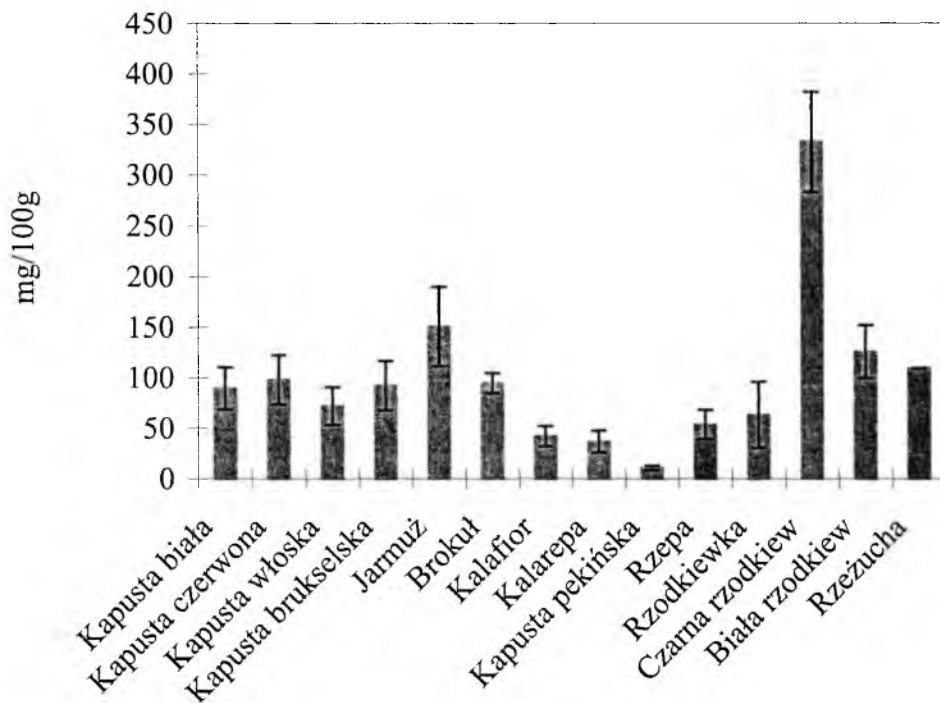
Glukozinolany

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

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

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

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



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

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

Fosforany inozytoli

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

Tabela 2

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

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

* Wyniki badań własnych.

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

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

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

Oligosacharydy

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

Tabela 3

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

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

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

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

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

LITERATURA

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

- [17] Kuhnau J.: The Flavonoids. A class of semi-essential food component: their role in human nutrition. *World Review of Nutrition and Dietetics*, **24**, 1976, 117-191.
- [18] Lutomski J., Alkiewicz J.: Leki roślinne w profilaktyce i terapii. PZWN, Warszawa, 1993.
- [19] Masai T., Wada K., Hayakawa K., Yoshihara I., Mitsuoka T.: Effects of soybean oligosaccharides on human intestinal flora and metabolic activities. *Japan J. Bacteriol.*, **42**, 1987, 313-318.
- [20] Messina M., Messina V.: The second golden age of nutrition. W: *Food Phytochemicals For Cancer Prevention*, eds. M.T. Huang, T. Osawa, Chit. Ho, R.T. Rosen, American chemical Society, Washington, DC 1994.
- [21] Milner J.A.: Reducing the risk of cancer. W: *Funktional Food*, ed. Israel Goldberg, Chapman and Hall, London, 1994, 39-70.
- [22] Naczek M., Amarowicz R., Shahidi F.: α -galactosides of sucrose in foods: composition, flatulence-causing effects, and removal. W: *Antinutrients and Phytochemicals in Food*, ed. Fereidoon Shahidi, American Chemical Society, Washington, DC, 1997, 127-151.
- [23] Namiki M.: Antioxidant/antimutagens in food. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **29**, 1990, 273-300.
- [24] Okuda T.: Natural polyphenols as antioxidants and their potential use in cancer prevention. W: *Polyphenolic Phenomena*, ed. A Scalbert, INRA, Paris, 1993, 222-225.
- [25] Ożarowski A., Jaroniewski W.: Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie. IWZZ, Warszawa, 1989.
- [26] Rice-Evans C., Miller N.J., Paganga G.: Structure - antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.*, **20**, 1996, 933-956.
- [27] Shamsuddin A.M.: Inositol phosphates have novel anticancer function. *Nonisoflavone Soybean Anticarcinogens*, 1995, 725.
- [28] Saito Y., Takano T., Rowland I.: Effect of soybean oligosaccharides on the human gut microflora in vitro culture. *Microbial Ecol. Health Dis.*, **5**, 1992, 105-111.
- [29] Smith T.J., Yang Ch.S.: Effects of food phytochemicals on xenobiotic metabolism and tumorigenesis. W: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I*, eds. M. T.Huang, T. Osawa, Ch.T. Ho, R. Rosen, American Chemical Society, Washington, DC 1994, 18-48.
- [30] Shahidi F Naczek M.: *Food Phenolics. Sources, chemistry, effects applications*. Technomic Publishing Company, Inc. 1995.
- [31] Stamanoni Ch.R.: The role of sensory analysis in determining product quality and in quality control. *Lebensmittel-Technologie*, **27**, 10, 1944, 322-329.
- [32] Steinmetz K.A., Potter J.D.: Vegetables, fruit, and cancer. I Epidemiology, II Mechanisms, Review, *Cancer Causes and Control*, **2**, 1993, 325-427.
- [33] Thompson L.,U.: Antioxidants and hormone-mediated health benefits of whole grains. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **34**, 1994, 473.
- [34] Tomomatsu H.: Health effects of oligosaccharides. *Food Technol.*, **48**, 1994, 61-62.
- [35] Troszyńska A., Honke J., Waszczuk K., Kozłowska H.: Oligosaccharides content in legume seeds and their changes during sterilization. W: *Proceeding of 2nd European Conference on Grain Legume*, Copenhagen, 1995, 288.
- [36] Williamson G., Faulkner K., Plumb.: Glucosinolates and phenolics as antioxidants from plant foods. *European Journal of Cancer Prevention*, **7**, 1998, 17-20.
- [37] Wolters M.G.E., Diepenmaat H.B., Hermus R.J.J., Vorhagen A.G.J.: Relation between in vitro availability of minerals and composition: a mathematical model. *J. Food Sci.*, **6**, 1993, 1349.

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

S u m m a r y

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

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