

ZENON ZDUŃCZYK

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

### Streszczenie

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

### Wstęp

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

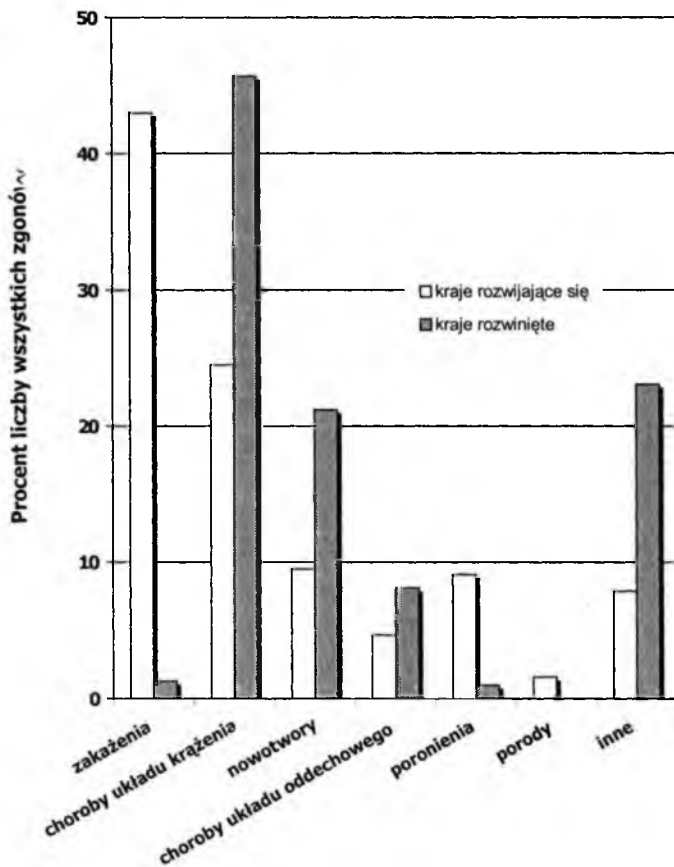
włókna pokarmowego, wymienia się również niskocząsteczkowe wtórne metabolity roślin.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

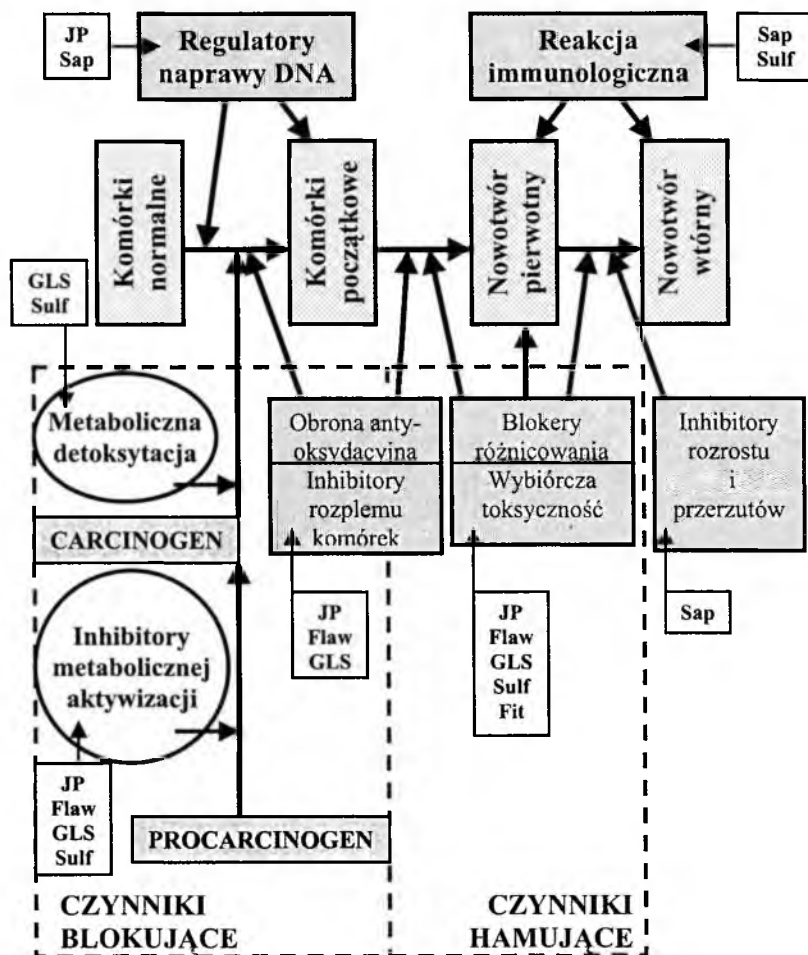
Z innych badań populacyjnych wynika, że regularne spożywanie herbaty może mieć korzystny wpływ na funkcjonowanie układu krążenia, aczkolwiek wyklucza się wpływ polifenoli herbaty na poziom lipidów krwi. Taki wniosek wyciąga Tijnburg [37] z podsumowania wyników 10 badań populacyjnych z udziałem od kilkuset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

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

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

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

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



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

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

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

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

Tabela 1

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

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

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

Tabela 2

Antyoksydanty w diecie (wg Halliwella [11]).

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

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

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



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

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

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

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

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

### Spżycie BANS w przeciętnej diecie

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

Tabela 3

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabela 4

Spżycie flawonoidów wg rżnych autorów (mg/dzień).

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

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

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

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

## Podsumowanie

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

## LITERATURA

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

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

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

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

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

### S u m m a r y

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