

Mgr inż. Rita KROMOŁOWSKA
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
 Dr inż. Rafał WOŁOSIAK
 Wydział Nauk o Żywności
 Mgr inż. Anna SADOWSKA
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
 SGGW w Warszawie

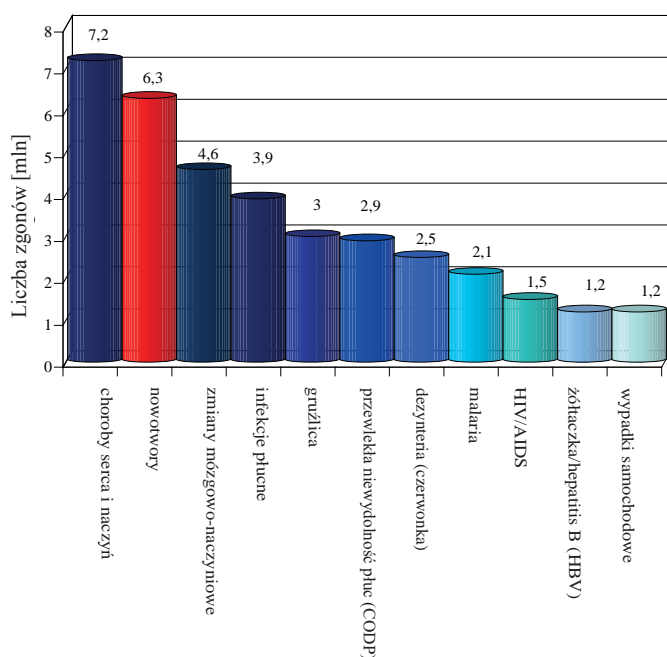
NATURALNE SUBSTANCJE O DZIAŁANIU ANTYKANCEROGENNYM W ŻYWNOŚCI®

Współczesny człowiek codziennie narażony jest na kontakt z rakotwórczymi substancjami pochodzącymi z powietrza, wody i żywności, a ciągły stres genotoksyczny przyczynia się do powstawania uszkodzeń oksydacyjnych DNA. Aktywność biologiczna flawonoidów, karotenoidów, witamin i składników mineralnych odgrywa znaczącą rolę w niwelowaniu niekorzystnych skutków oddziaływania kancerogenów na organizm człowieka, a co za tym idzie wpływa na zmniejszenie częstotliwości występowania chorób nowotworowych. Wiedza na temat korzyści płynących ze spożywania substancji zawartych w znanych od tysięcy lat warzywach, owocach, przyprawach czy ziołach zwiększa szansę świadomego kształtowania diety w szeroko rozumianym aspekcie profilaktyki nowotworowej.

Słowa kluczowe: choroby nowotworowe, chemoprewencja, antykancerogeny, flawonoidy, karotenoidy, profilaktyka żywieniowa.

WSTĘP

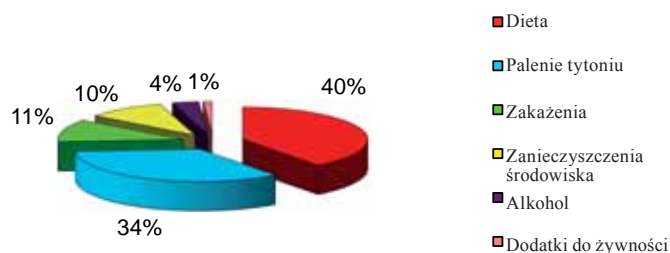
Choroby nowotworowe stanowią drugą po chorobach układu krążenia przyczynę zgonów w Polsce, jak i w wielu innych krajach (rys. 1).



Rys. 1. Główne przyczyny zgonów na świecie [2].

W Polsce co roku wrasta ilość zachorowań. Obecnie na chorobę nowotworową zapada rocznie ponad 110 tysięcy Polaków [2,6]. Współczesne badania wykazują, że około 75% przypadków zachorowań związanych jest z niewłaściwym

stylem i trybem życia, w tym nieodpowiednią dietą, będącą największym czynnikiem ryzyka (rys. 2) [3-5,17,33].



Rys. 2. Procentowy udział danego czynnika środowiskowego w rozwoju chorób nowotworowych [3, 4, 5, 17].

Warto więc zwrócić uwagę na rolę, jaką w kształtowaniu zdrowia człowieka odgrywa żywność. Prowadzone od lat badania medyczne wykazały, że niektóre składniki zawarte w roślinach warzywnych i zielarskich mają, oprócz wartości odżywczych, duże znaczenie profilaktyczne w wielu chorobach, także w tych najcięższych „chorobach cywilizacji” (czyli miażdżycy i chorobach nowotworowych). Zostały one określone w medycynie zachodniej jako substancje chemoprewencyjne (ang. chemopreventers) [2,3,6]. Naturalne substancje przeciwnowotworowe zwane również antykancerogenami zawarte w żywności dają możliwość zapobiegania chorobom nowotworowym. Antykancerogeny roślinne (ang. anticarcinogens) są to „naturalne substancje wyizolowane m.in. z jadalnych warzyw i owoców, roślin leczniczych, o poznanej strukturze chemicznej i własnościach blokowania *in vitro* mutacji oraz własnościach przeciwnowotworowych, udokumentowanych w modelach raka indukowanego znanymi kancerogenami chemicznymi u zwierząt laboratoryjnych” [2]. Są to przede wszystkim tokoferole, witamina C, niektóre składniki mineralne stanowiące składową enzymatycznych wewnątrzustrojowych systemów antyoksydacyjnych, jak również nowo odkrywane składniki pożywienia

o właściwościach prozdrowotnych, do których zalicza się m.in. likopen i luteinę należące do licznej grupy karotenoidów [14, 30].

Celem artykułu jest przybliżenie tematyki naturalnych substancji antykancerogennych obecnych w żywności. Szczególną uwagę poświęcono na omówienie aktywności biologicznej poszczególnych grup tych związków ze wskazaniem na ich znaczącą rolę w zmniejszaniu częstotliwości występowania chorób nowotworowych.

MECHANIZMY ANTYKANCEROGENNEJ AKTYWNOŚCI

Mechanizm aktywności przeciwnowotworowej naturalnych substancji jest skomplikowany i jeszcze nie w pełni poznany. Roślinne antykancerogeny mogą działać na różnych drogach [2,26,29]. Mechanizmy antykancerogennego oddziaływania bioaktywnych substancji obecnych w żywności to przede wszystkim: wychwytywanie wolnych rodników (przeciwutlenianie), działanie na zróżnicowanie komórek, wzrost aktywności enzymów detoksykujących, blokowanie tworzenia nitrozoamin, zmiana metabolizmu estrogenów, zmiany zachodzące w jelitach (dotyczące flory bakteryjnej, wchłaniania kwasów tłuszczowych, pH, masy stolca), zapobieganie uszkodzeniom wewnątrzkomórkowej matrycy, oddziaływanie na metylację DNA, utrzymywanie normalnej replikacji DNA i poziomu apoptozy (samounicestwienia komórek rakowych) oraz spadek komórkowej proliferacji [6].

Istotne działanie ochronne w aspekcie powstawania i rozwoju nowotworów przypisuje się głównie związkom takim, jak karotenoidy, glukozyzyny i produkty ich rozpadu – izotiocyaniany, organiczne związki siarki, flawonoidy jak również witaminy oraz niektóre pierwiastki [2, 13].

KAROTENOIDY

Karotenoidy obejmują grupę naturalnych barwników, które występują powszechnie w roślinach uprawnych. Zidentyfikowano już ponad 600 struktur tych związków. Głównymi przedstawicielami karotenoidów o znaczącym potencjale przeciwnowotworowym jest β -karoten i likopen [33, 37]. β -Karoten określany jest często mianem prowitaminy przeciwnowotworowej. Jego aktywność stwierdzono doświadczalnie w badaniach na zwierzętach. Pozytywne wyniki uzyskano w wielu przypadkach nowotworów wywołanych różnymi czynnikami rakotwórczymi. W prowincji Linxian w Chinach, gdzie zachorowalność na nowotwory jest wysoka, wzbogacenie diety w β -karoten, witaminę E i selen w ciągu pięciu lat obniżyło śmiertelność z powodu raka żołądka o 21% [26].

Ochronna rola likopenu jest odnotowywana najczęściej w prewencji raka prostaty [22,37]. Wykazano, że wysokie spożycie produktów pomidorowych może przyczynić się do obniżenia ryzyka wystąpienia wszystkich form raka prostaty o 35%, a postaci złośliwej o 53%. Spośród produktów pomidorowych pod względem chemioprewencyjnym najlepiej oceniono sos pomidorowy, a nieco słabiej świeże pomidory [12]. Ponadto wyniki badań w Stanach Zjednoczonych, Holandii i Australii świadczą o tym, że likopen odgrywa również istotną rolę prewencyjną w nowotworach trzustki. Badania holenderskie wykazały, że ryzyko

zachorowania jest 4-5 razy większe, jeśli dieta jest uboga w pomidory i poziom likopenu we krwi jest niski.

GLUKOZYZYNOLANY

Glukozyzyny tworzą grupę ponad stu związków chemicznych zaliczanych do roślinnych siarkowych glikozydów, zawierających siarkę, cząsteczkę glukozy (wiązaną β -D-tioglukozydową) oraz łańcuch boczny – pochodną aminokwasową [21,32].

Bogatym źródłem glukozyzynolanych są rośliny należące do rodziny *Brassicaceae*: brokuł, kapusta biała, czerwona, pekińska, włoska, brukselska, rzepik, rzepak, kalafior, rzodkiew, rzodkiewka, jarmuż, kalarepa, rzeżucha, rukiew, rukola, gorczyca i chrzan. Zawartość glukozyzynolanych jest różna dla poszczególnych roślin i ich odmian w zależności od warunków uprawy, m.in. dostępności składników odżywczych, klimatu czy terminu zbioru [23]. Występowanie glukozyzynolanych w żywności jest przyczyną jej funkcjonalnego, prozdrowotnego charakteru, a warzywa krzyżowe uważa się za żywność wspomagającą walkę z nowotworami. Glukozyzyny bowiem, ulegając degradacji enzymatycznej, termicznej lub przy udziale mikroflory jelitowej, stają się prekursorami wielu związków, które mogą wykazywać różnorakie przeciwnowotworowe oddziaływanie [21]. Szczególną rolę w tym aspekcie przypisuje się izotiocyanianom, których ochronne działanie udokumentowano w modelu raka płuc i żołądka u zwierząt, lecz nie w przypadku chemicznie indukowanego raka skóry. Uważa się, że związki te mają dwojakie działanie przeciwnowotworowe: hamują aktywność metaboliczną nowotworów chemicznych poprzez inhibicję cytochromu P450 oraz aktywują enzymy II fazy odtruwania, takie jak transferaza glutationowa i reduktaza chinonowa. Ochronne działanie tych związków związane jest przypuszczalnie także z ich zdolnością włączania apoptycznej samoliquidacji transformowanych komórek, jak to wykazano dla izotiocyanianu fenylotylowego [35,36].

ZWIĄZKI SIARKOWE CZOSNKU

Głównym źródłem biologicznie aktywnych związków siarki jest czosnek. Prekursorami organicznych pochodnych siarki wchodzących w skład olejku czosnkowego są tioaminokwasy: alliina, metyloalliina, propylloalliina [19,41,43]. Najważniejsze związki czosnku odpowiedzialne za jego antykancerogenne właściwości to: siarczek diallilu (DAS), disiarczek diallilu (DADS) oraz S-allilocysteina (SAC). Ich zawartość dochodzi do 1% w przeliczeniu na suchą masę. Związki te wykazują działanie ochronne względem chorób nowotworowych zainicjowanych m.in. przez promieniowanie i nitrozoaminy [7,10,26]. W badaniach epidemiologicznych wykazano istotną zależność między dietą bogatą w czosnek a niską zachorowalnością na nowotwory układu pokarmowego [18]. Doświadczenia wykonane na zwierzętach także potwierdziły chemioprewencyjne właściwości czosnku w stosunku do szeregu nowotworów. W ramach przeprowadzonych badań *in vitro* i *in vivo* wielu badawczy wykazało antyproliferacyjne działanie czosnku względem różnego typu komórek nowotworowych [2,9,34].

Antykancerogeny charakter czosnku jest również związany z jego właściwościami przeciwutleniającymi.

Część badaczy przypisuje te właściwości bezpośrednio związkom wydzielonym z tej rośliny. Niektórzy badacze twierdzą, że związki siarkoorganiczne uzyskiwane z czosnku nie wykazują własności przeciwutleniających. Niemniej jednak spożywanie czosnku aktywuje przeciwutleniające enzymy, takie jak dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, czy reduktaza glutationowa, co w konsekwencji pośrednio wywołuje działanie przeciwutleniające [25, 40]. **W Stanach Zjednoczonych Narodowy Instytut Raka (NCI) zakwalifikował czosnek jako jedno z warzyw o największym potencjalnym działaniu przeciwnowotworowym, a Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) dopuściła DADS oraz SAC do stosowania. Również Rada Europy zakwalifikowała DADS jako substancję, którą można stosować jako dodatek do żywności [20].**

FLAWONOIDY

Flawonoidy o biologicznej aktywności często nazywa się bioflawonoidami. Posiadają one zdolność do wychwytywania rodników nadtlenkowych, rodników hydroksylowych i lipidowych [13, 29, 39]. Wśród flawonoidów dość ważną rolę odgrywają flawonole. **Znaczne ilości tych przeciwutleniaczy spotyka się w jabłkach, brokułach, cebuli, jagodach, salacie, oliwkach, czerwonym winie i w czekoladzie.** Flawonole posiadają aktywność przeciwmutagenną oraz zmniejszają ryzyko powstawania i rozwoju guzów nowotworowych [8,27]. Szerokie działanie biologiczne wykazują również flawanole, takie jak: epigalokatechino-3-galusan, epigalokatechina, epikatechino-3-galusan i epikatechina, które występują **w czarnej i zielonej herbacie, nasionach kakao, czekoladzie.** Działają antynowotworowo, antymutagennie oraz detoksykacyjnie w stosunku do kancerogenów [11,28]. **Najważniejsze bioflawonoidy dla osób cierpiących na schorzenia nowotworowe to kwercetyna, rutyna, kempferol i mirycetyna.** Kwercetyna to jeden z najpowszechniejszych flawonoidów blokujących produkcję prostaglandyny E_2 , która hamuje funkcje układu odpornościowego. Kwercetyna może także być bezpośrednio toksyczna dla komórek nowotworowych podobnie jak rutyna, która jest ważnym przeciwutleniaczem wzmacniającym naczyń włosowate [1, 13].

WITAMINY

W ochronnym działaniu zapobiegawczym chorobom nowotworowym fundamentalną rolę pełnią tokoferole i tokotrienole, które są jedną z najważniejszych grup przeciwutleniaczy naturalnych [2]. Najważniejszym ich przedstawicielem jest α -tokoferol, czyli jedna z form **witaminy E, której głównym źródłem są praktycznie wszystkie oleje roślinne.** Tokoferole pełnią rolę donorów wodoru z grup hydroksylowych do rodników nadtlenkowych lipidów [11]. Spożycie odpowiedniej ilości witaminy E jest skuteczną ochroną DNA przed uszkodzeniami oksydacyjnymi, które mogą przyczyniać się do powstania chorób nowotworowych. Działanie prewencyjne tej witaminy polega także na inhibicji procesu angiogenezy, czyli tworzenia systemu ukrwienia guza [13].

Najlepiej znanym antyoksydantem w żywności jest kwas askorbinowy nazywany potocznie **witaminą C.** Kwas askorbinowy u palaczy ulega zniszczeniu na skutek działania toksycznych wolnych rodników pochodzących z dymu tytoniowego. **Przykładowo pięć wypalonych papierosów**

niweluje równowartość całodobowego zapotrzebowania na witaminę C [3]. Badania epidemiologiczne wykazały, że **kwas askorbinowy działa prewencyjnie względem chorób nowotworowych, zwłaszcza przełyku i żołądka [11]. Mechanizm antykancerogenego działania witaminy C polega prawdopodobnie na hamowaniu powstawania rakotwórczych nitrozoamin z amin i azotanów (III) obecnych w żywności [6,16].** Na podstawie badań epidemiologicznych dowiedziono, iż przyjmowanie odpowiednich ilości witaminy E w połączeniu z innymi witaminami o charakterze antyoksydantów, jak A i C, istotnie ogranicza ryzyko wystąpienia chorób nowotworowych [11,1].

SOLE MINERALNE

Pierwiastki odgrywają kluczową rolę w prawidłowym przebiegu przemian metabolicznych zachodzących w organizmie [44]. Jednym z pierwiastków o istotnym znaczeniu chemioprewencyjnym jest **selen. Jego niedobór w organizmie sprzyja tworzeniu się komórek nowotworowych we wszystkich narządach.** Dzieje się tak, gdyż selen jest składnikiem peroksydazy glutationowej, czyli kluczowego enzymu w układzie immunologicznym. Niski poziom tego pierwiastka zmniejsza produkcję przeciwciał i obniża aktywność komórek. Ponadto pierwiastek ten (wraz z witaminą E) działa antyoksydacyjnie [14,15,33]. Przeprowadzone badania epidemiologiczne wykazały zależność występującą pomiędzy niedoborem selenu w ustroju człowieka a wzrastającym ryzykiem zachorowania na nowotwory oraz choroby układu krążenia [15]. Dane literaturowe podają, że **związki selenu obniżają ryzyko wystąpienia raka prostaty, gdyż biorą udział w syntezie męskiego hormonu testosteronu,** który reguluje prawidłowy, jak również nieprawidłowy wzrost prostaty [24,38]. **Prewencyjną rolę w chorobach nowotworowych pełni także wapń. Uważany jest za czynnik ochronny przed nowotworami,** gdyż reguluje wzrost komórki i komórkowe procesy naprawcze. **Wapń może wiązać w jelitach tłuszcze i sole kwasów żółciowych, poprzez co zapobiega ich niepożądaną redukcji i hamuje uszkodzenia śluzówki jelit oraz obniża ryzyko wystąpienia nowotworu jelita grubego. Prawdopodobnie istnieje ujemna korelacja pomiędzy wysokim spożyciem wapnia a ryzykiem powstawania nowotworu prostaty [33, 42].**

Warto także zwrócić uwagę na **antykancerogenne działanie cynku,** będącego pierwiastkiem śladowym niezbędnym do metabolizmu witaminy A. **Cynk wpływa na aktywność limfocytów, podnosząc zdolność układu odpornościowego do obrony. W cynk bogate są nasiona dyni i kielki pszenicy oraz czosnek.** Produkty te wskazane są szczególnie dla mężczyzn, gdyż mogą one zapobiegać bądź hamować rozwój nowotworu gruczołu krokowego [3, 13, 33].

PODSUMOWANIE

W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiła zmiana podejścia do roli, jaką odgrywa żywność w kształtowaniu zdrowia człowieka. Prowadzone badania ukierunkowane są na poznanie subtelnych oddziaływań aktywnych biologicznie substancji na organizm człowieka na poziomie molekularnym. Duże zainteresowanie wzbudza rola niektórych składników żywności w kształtowaniu zdrowia i długowieczności oraz w procesach inicjacji, promocji i hamowania chorób

nowotworowych. Problematyka ta ma szeroki zakres i nie dotyczy tylko wybranej żywności (nutraceutyki), lecz także długofalowego wpływu żywienia człowieka na jego stan zdrowia.

Nowotwór nie jest chorobą powstającą z dnia na dzień i dość trudno jest ustalić, jaki czynnik działający w przeszłości przyczynił się do jego powstania. Dlatego warto zadbać o codzienną dietę. Wiele jest substancji naturalnych (każdy rok przynosi nowe odkrycia w tej dziedzinie), które mogą skutecznie pomóc w zapobieganiu i walce z nowotworami. Wystarczy jedynie świadomie i śmiało wzbogacać pożywienie w składniki profilaktyczne. Chemoprewencja jest realnym i istotnym elementem homeostazy komórkowej. Poprzez właściwe odżywianie można zapobiec nowotworom lub przynajmniej ograniczyć ich dalszy rozwój. Jak głosi stare chińskie przysłowie „niezależnie od tego, kto był ojcem choroby, zła dieta była na pewno jej matką”.

LITERATURA

- [1] ALFIN-SLATER R., KRITCHEVSKY D. 1991., *Human nutrition: a comprehensive treatise*. Cancer and Nutrition, London, Plenum Press, 7: 236-287.
- [2] BALL S. 2000. *Naturalne substancje przeciwnowotworowe*. Oficyna Wydawnicza Medyk, Warszawa.
- [3] BALL S. 2001. *Antyoksydanty w medycynie i zdrowiu człowieka*. Oficyna Wydawnicza Medyk, Warszawa.
- [4] BOFFETTA P., NYBERG F. 2003. *Contribution of environmental factors to cancer risk*. British Medical Bulletin, 68:71-94.
- [5] CODEX ALIMENTARIUS. *Food Hygiene Basic Texts*. FAO/WHO, Rzym 1997.
- [6] DAREWICZ M., DZIUBA J., PANFIL T. 2003. *Biologiczne aktywne składniki żywności funkcjonalnej w profilaktyce chorób nowotworowych*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4: 36-47.
- [7] DĘBSKI B., MILNER J. A. 2007. *Molekularne mechanizmy przeciwnowotworowego działania czosnku; rola reaktywnych form tlenu*. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 3: 223-228.
- [8] FUKADA S., KAGA S., ZHAN L., BAGCHI D., DAS D., BERTELLI A., MAULIK N. 2006. *Resveratrol ameliorates myocardial damage by inducing vascular endothelial growth factor-angiogenesis and tyrosine kinase receptor Flk-1*. Cell Biochemistry and Biophysics, 44: 43-49.
- [9] FUKAO T., HOSONO T., MISAWA S. 2004a. *Chemoprotective effect of diallyl trisulfide from garlic against carbon tetrachloride-induced acute liver injury of rats*. Biofactors, 21: 171-174.
- [10] FUKAO T., HOSONO T., MISAWA S. 2004b. *The effects of allil sulfides on the induction of phase II detoxification enzymes and liver injury by carbon tetrachloride*. Food and Chemical Toxicology, 42: 743-749.
- [11] GRAJEK W. 2004. *Rola przeciwutleniaczy w zmniejszaniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1: 3-11.
- [12] HORBOWICZ M. 2002. *Likopen - cenny barwnik pomidorów*. Ogrodnictwo, 5: 15-17.
- [13] KEANE M., CHACE D. 1999. *Dieta w chorobach nowotworowych: przewodnik po dietach wspomagających terapie antyrakowe*. Filar.
- [14] KOLANOWSKI W. 2005. *Skuteczny wymiatacz*. Przegląd Gastronomiczny, 6: 10-11.
- [15] KUCZYŃSKA J., BIZIUK M. 2007. *Biogeochemia selenu i jego monitoring w materiałach biologicznych pochodzenia ludzkiego*. Ecological Chemistry and Engineering, 14: 28-65.
- [16] KUNIO A., METTLIN C. 1990. *Recent Progress in Research on Nutrition and Cancer*. New York, Wiley-Liss.
- [17] LAMER-ZARAWSKA E., OSZMIAŃSKI J. 1998. *Rola niektórych substancji roślinnych w profilaktyce przeciwnowotworowej*. Wiadomości Zielarskie, 5: 1-4.
- [18] LAU B. H. S., TADI P. P., TOSK J. M. 1990. *Allium sativum (garlic) and cancer prevention*. Nutrition Research, 10: 937-948.
- [19] MAHADY G. B., MATSUURA H., PENDLAND S. L. 2001. *Allixin, a phytoalexin from garlic, inhibits the growth of Helicobacter pylori in vitro*. The American Journal of Gastroenterology, 96: 3454-3455.
- [20] MARCINIEC K., WŁODARCZYK-MARCINIEC B. 2008. *Przeciwnowotworowe własności czosnku*. Postępy Fitoterapii, 2: 90-95.
- [21] McNAUGHTON S. A., MARKS G. C. 2003. *Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables*. British Journal of Nutrition, 90: 687-697.
- [22] MILLER E. C., GIOVANNUCCI E., ERDMANN J. W. JR., BRAHNSON R., SCHWARTZ S. J., CLINTON S. K. 2002. *Tomato products, lycopene, and prostate cancer risk*. The Urologic Clinics of North America, 29: 83-93.
- [23] MITHEN R. F., DEKKER M., VERKERK R., RABOT S., JOHNSON I. T. 2000. *The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human foods*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 967-984.
- [24] MROZOWSKI T. 2002. *Rak prostaty - naturalne sposoby zapobiegania i leczenia*, Wiadomości Zielarskie, 6: 2-6.
- [25] OKADA Y., TANAKA K., FUJITA I. 2005. *Antioxidant activity of thiosulfates derived from garlic*. Redox Report, 10: 96-102.
- [26] OSZMIAŃSKI J., LAMER-ZARAWSKA E. 1996. *Substancje naturalne w profilaktyce chorób nowotworowych*. Wiadomości Zielarskie, 7-8: 9-11.
- [27] PISZCZ P., WANTUSIAK P., GŁÓD B. K., KUBIAK M. S. 2010. *Antyoksydanty w produktach spożywczych, ich rola i właściwości*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Tom 20/37, nr 2, 82-85.
- [28] RAMOS S. 2007. *Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancer chemoprevention*. The Journal of Nutritional Biochemistry, 18: 427-442.
- [29] ROSICKA-KACZMAREK J. 2004. *Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności*. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 6: 12-16.

- [30] ROSS J. A., KASUM C. M. 2002. *Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects and safety*. Annual Review on Nutrition, 22: 19-34.
- [31] RUSSO G. L. 2007. *Ins and outs of dietary phytochemicals in cancer chemoprevention*. Biochemical Pharmacology, 74: 533-544.
- [32] SIKORSKI Z. E. (red.). 2000. *Chemia żywności – odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [33] SOSIŃSKA E., OBIEDZIŃSKI M. 2007. *Badania nad bioaktywnymi glukozynolanami w wybranych odmianach warzyw krzyżowych*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 5: 129-136.
- [34] SUDNIK M. 2002. *Żywność przeciwnowotworowa*. Wieś Mazowiecka, 7-8: 32.
- [35] Sundaram S. G., Milner J. A. 1996. *Diallyl disulfide inhibits the proliferation tumor cells in culture*. Biochimica et Biophysica Acta, 1315: 15-20.
- [36] VAUGHN S. F., BERHOW M. A. 2005. *Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: pH effects, isolation, and purification*. Industrial Crops and Products, 21: 193-202.
- [37] VERHOEVEN D. T. H., VERHAGEN H., GOLDBOHN R. A., BRANDT P. A., POPPEL G. 1997. *A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by Brassica vegetables*. Chemo-Biological Interactions, 103: 79-129.
- [38] VOGT T. M., MAYNE S. T., GRAUBARD B. I., SWANSON C. A., SOWELL A. L., SCHOENBERG J. B., SWANSON G. M., GREENBERG R. S., HOOVER R. N., HAYES R. B., ZIEGLER R. G. 2002. *Serum lycopene, other serum carotenoids, and risk of prostate cancer in US Blacks and Whites*. American Journal of Epidemiology, 155: 1023-1032.
- [39] WCRF/AICR 2007. *Food, nutrition, physical activity and the prevention of cancer – a global perspective*. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research, Washington DC.
- [40] WILSKA-JESZKA J., SIKORSKI Z. (red.) 2007. *Polifenole, glukozynolany i inne związki prozdrowotne i antyżywnieniowe*. Chemia żywności. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [41] WU C. C., SHEEN L. Y., CHEN H. W. 1999. *Effects of garlic oil and its organosulfur compounds on the activities of hepatic drug-metabolizing and antioxidant enzymes in rats fed high- and low-fat diets*. Nutrition and Cancer, 35: 160-166.
- [42] WU C. C., SHEEN L. Y., CHEN H. W. 2001. *Effects of organosulfur compounds from garlic oil on the anti-oxidation system in rat liver and red blood cells*. Food and Chemical Toxicology, 39: 563-569.
- [43] www.eufic.org
- [44] YANG C. S., CHHABRA S. K., HONG J. Y. 2001. *Mechanism of inhibition of chemical toxicity and carcinogenesis by diallyl sulfide (DAS) and related compounds from garlic*. Journal of Nutrition, 131: 1041-1045.
- [45] ZYSKA A., KUCHARZEWSKI M. 2007. *Wpływ diety na stężenie żelaza, cynku, miedzi i selenu w tkance nowotworowej jelita grubego i polipach tego narządu*. Annales Academiae Medicae Silesiensis, 61: 309-312.

NATURAL ANTICANCER SUBSTANCES IN FOOD

SUMMARY

The modern human is in danger with cancerigenic substances in air, water and food every day, and continuous genotoxic stress contributes to formation of oxidacid DNA damages. Biological activity of flavonoids, carotenoids, vitamins and mineral substances plays a significant role in levelling the unfavourable results of cancerogens influence on man's organism, and what goes with it influences decreasing the frequency of neoplasmic incidence. The knowledge about benefits flowing from substances contained in well-known for thousands years vegetables, fruits, spices or herbs increases the chance of intentional diet formation in wide aspect of neoplasmic prophylaxis.

Key words: *neoplasmic diseases, chemoprevention, antineoplastic substances, flavonoids, carotenoids, nutritional prophylaxis.*