

EWA LANGNER

DIETA A RYZYKO NOWOTWORÓW – BŁONNIK I MELANOIDYNY
JAKO FUNKCJONALNE SKŁADNIKI ŻYWNOSCI

*DIET AND CANCER RISK – DIETARY FIBRE AND MELANOIDINS
AS FUNCTIONAL FOOD COMPONENTS*

*ДИЕТА И РИСК НОВООБРАЗОВАНИЯ - БАЛЛАСТНОЕ ВЕЩЕСТВО
И МЕЛАНОИДИНЫ, КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ
ИНГРЕДИЕНТЫ*

*ДИЕТА І РИЗИК НОВОУТВОРЕННЯ - БАЛАСТНІ РЕЧОВИНИ
І МЕЛАНОЇДИНИ, ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ*

Z Zakładu Biologii Medycznej
Instytutu Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie
Kierownik Zakładu: dr hab. W. R e s k i
Dyrektor Instytutu: prof. zw. dr hab. n. med. L. W d o w i a k

W artykule omówiono rolę błonnika pokarmowego i melanoidyn, jako elementów codziennego pożywienia, które wywierają pozytywny wpływ na organizm człowieka, bezpośrednio bądź pośrednio modulując procesy karcenogenezy.

SŁOWA KLUCZOWE: nowotwór, błonnik dietetyczny, melanoidyny, żywność funkcjonalna.

KEY WORDS: cancer, dietary fibre, melanoidins, functional food.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: новообразование, балластное вещество, меланоидины, функциональная пища.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: новоутворення, баластні речовини, меланоїдини, функціональні інгредієнти.

Choroby nowotworowe, mimo stale doskonalonych sposobów ich leczenia, stanowią poważny problem dla współczesnej medycyny. W Polsce, po chorobach układu krążenia, są drugą w kolejności przyczyną zgonów. Częstość zachorowań stale wzrasta, co w głównej mierze spowodowane jest nieodpowiednią dietą, nadużywaniem alkoholu, paleniem tytoniu oraz wydłużającym się średnim czasem życia. Do najczęściej występujących w Polsce nowotworów złośliwych zalicza się: u mężczyzn nowotwory płuc, jelita grubego i prostaty, u kobiet nowotwory piersi, jelita grubego i płuc [7].

Ze względu na trudności, jakie sprawia terapia nowotworów i jej liczne skutki uboczne, coraz więcej uwagi poświęca się możliwościom zapobiegania

tej chorobie. Odpowiedni styl życia, w tym zdrowa dieta, wydaje się odgrywać tutaj kluczową rolę. W diecie człowieka zidentyfikowano dotychczas wiele związków wykazujących działanie przeciwnowotworowe, które mogłyby być stosowane w chemoprewencji nowotworów, np. okrężnicy, piersi, trzustki czy prostaty. Rozpatruje się także zastosowanie tego typu substancji w terapii wspomagającej leczenie podstawowe [38].

Dieta odgrywa niezmiernie ważną rolę w prewencji nowotworów. Od wieków wiadomo, że pożywienie zawiera zarówno pro-zdrowotne jak i szkodliwe składniki. Na początku XX wieku *W. R. Williams* zwrócił uwagę na silne powiązanie nawyków żywieniowych z występowaniem nowotworów. Pierwszym, zidentyfikowanym karcinogenem pochodzącym z pożywienia był benzo[a]piren oraz policykliczne węglowodory aromatyczne, które formują się podczas grillowania mięsa lub ryb. Innym przykładem może być aflatoksyna B (mykotoksyna wytwarzana przez grzyby), wywołująca raka wątroby, szczególnie u nosicieli wirusa zapalenia wątroby [38].

Niezależnie od predyspozycji genetycznych w kierunku nowotworzenia, dieta i styl życia wywierają krytyczny wpływ na występowanie raka [38]. Składniki diety, naturalne i syntetyczne, oraz czynniki odżywcze, mogą zarówno hamować jak i ułatwiać procesy onkogenne [22]. Elementy diety promujące onkogenezę, mogą inicjować ten proces, bądź nasilać rozwój nowotworu [38]. Warto zaznaczyć, że zarówno nadmiar jak i niedobór pewnych składników diety, może przyczyniać się do rozwoju nowotworów [38]. Obserwuje się silne powiązanie między rodzajem diety, zróżnicowanej w zależności od położenia geograficznego, a typem występujących tam nowotworów. Przykładem mogą być kraje azjatyckie, które zawsze charakteryzowały się małą zachorowalnością na nowotwory piersi, okrężnicy czy prostaty, co było w głównej mierze związane z niskim spożyciem tłuszczu. Obecne nawyki żywieniowe w tych krajach (np. Japonia) upodobniły się do występujących w krajach zachodnich. Wpływa to na zwiększoną częstość występowania w tych krajach nowotworów, charakterystycznych dla krajów zachodnich [34].

W badaniach wykazano, że dieta bogata w warzywa i owoce (a więc uboga w tłuszcze), wywiera pozytywny wpływ na organizm człowieka. Taka dieta bogata jest bowiem w błonnik i antyoksydanty, w tym witaminę C, A, E i karotenoidy [38]. Ważnym elementem diety powinna być również odpowiednia zawartość kwasów tłuszczowych, zwłaszcza kwasów omega-3, które wywierają ochronne działanie wobec nowotworów piersi i okrężnicy [31]. Wśród składników mineralnych, mających wpływ na procesy nowotworzenia, należy wymienić wapń i selen. Ich właściwości przeciwnowotworowe względem nowotworów układu pokarmowego, wykazano w badaniach na modelu zwierzęcym [15].

Ostatnio dużą popularnością cieszy się tzw. „żywność funkcjonalna”. Termin ten charakteryzuje żywność, do której dodano, (bądź która zawiera naturalnie) składniki o udowodnionym pozytywnym oddziaływaniu na organizm człowieka. Wśród takich składników należy wymienić: włókno ziemniaczane, nienasycone

kwasy tłuszczowe, białko sojowe, polifenole roślinne, jod, wapń, cynk, kompleks witamin B [38].

BŁONNIK

Błonnik jest jednym ze składników pożywienia roślinnego, niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego. Do niedawna uznawany za niepotrzebny balast pokarmów roślinnych, dziś wiązany jest z obniżaniem ryzyka wystąpienia chorób nowotworowych. Składa się na niego grupa różnych związków, nie metabolizowanych przez człowieka i opornych na enzymatyczną hydrolizę, zachodzącą w układzie pokarmowym [14].

Potencjalne źródło błonnika w codziennej diecie stanowi pieczywo. Dyskusja na temat wartości odżywczej białego i ciemnego chleba sięga czasów starożytnych. Co ciekawe, *Hipokrates* w V wieku p.n.e. uważał biały chleb za bardziej odżywczy. W 1683 r. *Tyron* napisał książkę poświęconą wartości pełnoziarnistego chleba, uważając ten posiłek za najważniejszy w celu osiągnięcia długiego i szczęśliwego życia. W 1837 roku, *Sylwester Graham* w Stanach Zjednoczonych również opisał właściwości chleba z pełnego ziarna, gdzie po dzień dzisiejszy, chleb ten nosi nazwę „Graham” [16].

Wyróżnia się błonnik rozpuszczalny i nierozpuszczalny, oba zaangażowane w hamowanie rozwoju nowotworów [38]. Na błonnik dietetyczny (DF – dietary fiber) składa się celuloza, hemiceluloza oraz ligniny [35]. Pomimo, że jest on prawie całkowicie pozbawiony wartości energetycznej i nie zawiera substancji aktywnych (jak witaminy czy minerały), to w organizmie człowieka spełnia wiele ważnych funkcji:

- reguluje pracę układu pokarmowego, stymulując ruchy perystaltyczne
- zwiększa masę, promuje trawienie i przemieszczanie miazgi pokarmowej
- zapobiega zaparciom, które są wynikiem zaburzeń w funkcjonowaniu jelita grubego, co z kolei może być spowodowane nieodpowiednią dietą i małą aktywnością fizyczną [14].

SPOŻYCIE BŁONNIKA A RYZYKO NOWOTWORU

Z przeprowadzonych badań wynika, że błonnik dietetyczny chroni bądź zmniejsza ryzyko wystąpienia raka okrężnicy [23]. Fakt ten jest szczególnie widoczny w przypadku błonnika ze zbóż [4]. Z kolei w innych badaniach wskazano brak efektu ochronnego błonnika, co mogło być spowodowane zbyt niskim jego spożyciem w badanych grupach pacjentów [8]. W przypadku raka piersi, część badaczy nie wykazała pozytywnego wpływu włókna [12]. Natomiast *Caygil* i współpracownicy donoszą o protekcyjnym efekcie błonnika zawartego w zbożu oraz rozpuszczalnego błonnika z związków roślin. Te właściwości potwierdzono również w badaniach na modelu zwierzęcym [27].

Jak wykazano, błonnik może chronić przed wystąpieniem nowotworów okrężnicy, poprzez zwiększanie masy stolca, przez co rozcieńczane są kałowe kwasy żółciowe, będące czynnikami promującymi rozwój tej choroby.

Ponadto, błonnik wiąże kwasy żółciowe i stymuluje fermentację przeprowadzaną przez bakterie anaerobowe [10, 27]. Błonnik podlegając fermentacji, selektywnie indukuje rozwój pożądaną w organizmie człowieka flory bakteryjnej (np. bakterii mlekowych i bifidobakterii) [16]. Z kolei *McCullough* i wsp. donoszą, że konsumpcja warzyw, owoców i błonnika jedynie minimalnie obniża ryzyko wystąpienia nowotworów. Natomiast dieta uboga w te składniki dwukrotnie zwiększa ryzyko zachorowania [19].

W ostatnim czasie pojawiły się również doniesienia na temat błonnika, jako czynnika redukującego ryzyko chorób wieńcowych serca. W proces ten zaangażowane są mechanizmy takie jak: poprawa profilu lipidowego krwi, obniżanie ciśnienia krwi i zwiększanie aktywności fibrynolitycznej. Badania wykazały, że ryzyko zachorowania jest mniejsze o 10-30% dla każdego 10 g. błonnika spożywanych dziennie, niezależnie czy rozpatruje się błonnik całkowity, ze zbóż czy owoców. Starano się również ustalić czy rozpuszczalność błonnika ma wpływ na jego właściwości. Stwierdzono, że zarówno błonnik rozpuszczalny i nierozpuszczalny wykazują działanie ochronne, jednak ten pierwszy jest bardziej aktywny w obniżaniu ryzyka wystąpienia wieńcowych chorób serca. Właściwość ta może być związana ze zdolnością tego typu błonnika do spowalniania absorpcji związków odżywczych w jelicie cienkim i do wiązania kwasów żółciowych. To z kolei powoduje, że zmniejsza się sekrecja insuliny, poziom cholesterolu maleje, a ciśnienie krwi spada [26].

Biorąc pod uwagę fakt jak ważną rolę w organizmie człowieka odgrywa błonnik, codzienna dieta powinna być odpowiednio wzbogacona w ten składnik. Optymalne dawki błonnika przedstawia opracowanie „Fiber First Diet”. Według jego autorów dzienne spożycie błonnika przez dorosłych powinno wynosić 25-35 g. Dla dzieci obowiązuje formuła „wiek + 5”, z czego wynika, że dziecko w wieku np. 10 lat powinno spożywać dziennie około 15 g błonnika. Źródłem tego składnika powinny być różnorodne pokarmy. Zaleca się spożycie błonnika w 50% z pełnego ziarna, w 30% z warzyw i roślin strączkowych, a w 20% z owoców. Taka strategia odżywiania powinna być skorelowana z odpowiednią ilością przyjmowanej wody i płynów, aby błonnik osiągał w jelitach odpowiednią konsystencję. Wskazane jest w tym celu spożywanie owoców i soków owocowych, które dodatkowo dostarczają witaminy C lub β -karotenu czy likopenu [38].

MELANOIDYNY - WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWNOWOTWOROWE

Obróbka termiczna pożywienia jest obecnie nieodłączną czynnością podczas przygotowywania posiłków. Umożliwia ona zniszczenie niepożądanych mikroorganizmów oraz zwiększa biodostępność niektórych substancji zawartych w pożywieniu (np. likopen z pomidorów) [38]. Gotowanie, pieczenie, czy smażenie produktów spożywczych nadaje im określone walory smakowe i zapachowe. Ważną rolę odgrywa tu reakcja *Maillarda* (zachodząca podczas pieczenia chleba czy mięsa). Powstające w jej wyniku związki, poprawiają

walory organoleptyczne i teksturę pokarmów. Reakcja *Maillarda* ma szczególne znaczenie w procesie palenia kawy, pieczenia chleba czy ciast, gotowania mięsa oraz w procesie karmelizacji. Po raz pierwszy reakcja ta opisana została przez francuskiego chemika *Louisa Maillarda*.

Wśród produktów reakcji *Maillarda* (MRP) ważną grupę stanowią melanoidyny. Są to polimery powstające w końcowym etapie reakcji, charakteryzujące się dużą masą cząsteczkową i brązową barwą [18, 21]. Powstają one w wyniku interakcji pomiędzy cukrami redukującymi, a związkami zawierającymi wolną grupę aminową (np. aminokwasami czy peptydami) [39]. Wpływ tych związków na organizm człowieka nie został jeszcze dokładnie przebadany. Obecnie, ze względu na potencjalne pro-zdrowotne właściwości, zainteresowanie produktami reakcji *Maillarda* jest bardzo duże. Sugeruje się zastosowanie ich jako funkcjonalnych składników żywności [30]. Ze względu na ogromną ilość różnych MRP, trudności w ich oczyszczaniu i identyfikacji, nie jest łatwo przypisać określone biologiczne właściwości konkretnym związkom. Słaba rozpuszczalność melanoidyn w wodzie, również stanowi spore ograniczenie podczas badań *in vitro* [2, 30].

W oparciu o przeprowadzone dotychczas doświadczenia stwierdzono, że melanoidyny charakteryzują się słabą biodostępnością i trawione są w organizmie w bardzo małym stopniu [2]. Niektóre z nich ulegają degradacji w obrębie jelita przez mikroflorę bakteryjną wpływając na jej wzrost. W badaniach *in vitro*, na zwierzętach i ludziach wykazano, że niektóre melanoidyny posiadają właściwości antyoksydacyjne i chemoprewencyjne. Należy także wspomnieć, że omawiane produkty reakcji *Maillarda* mogą mieć również negatywny wpływ na organizm człowieka, promując rozwój chorób takich jak choroba *Alzheimer'a*, choroby układu krwionośnego czy cukrzyca. Z drugiej strony badania toksykologiczne wykazały, że melanoidyn nie należy traktować jako potencjalnych mutagenów [33].

MELANOIDYNY – WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE

Melanoidyny mogą stanowić dobre źródło przeciwutleniaczy (dostarczanych wraz z pożywieniem), które chroniłyby komórki organizmu przed działaniem czynników utleniających. Wykazano, że mają właściwości antyoksydantów zdolnych unieczynnić rodniki hydroksylowe, ponadtlenkowe i tlenowe [17, 37]. Mogą także wiązać metale, takie jak cynk i miedź [11]. Przeprowadzono również badania z użyciem sztucznie otrzymanych melanoidyn z glukozy i glicyny. Badano ich wpływ na komórki poddane działaniu adriamycyny [36]. Antybiotyk ten wykazuje działanie cytostatyczne i cytotoksyczne. Stosowany jest jako lek przeciwnowotworowy [9]. Działanie tego leku powoduje formowanie reaktywnych form tlenu, które niszczą także zdrowe komórki organizmu [36]. W modelu badań z wykorzystaniem hepatocytów szczurzych poddanych działaniu adriamycyny wykazano, że melanoidyny mają właściwości przeciwutleniające chroniąc je przed działaniem reaktywnych form tlenu [1].

W związku z tym wykazano, że cytoprotekcyjne działanie melanoidyn może być związane z wysoką zdolnością do unieczynnienia rodników hydroksylowych [41].

Kawa, jako jeden z najczęściej spożywanych napojów na świecie, stanowi bogate źródło wielu melanoidyn. Powstają one w procesie palenia ze związków zawartych w ziarnach kawy: cukrów prostych, polisacharydów (galaktomannanów i arabinogalaktanów), aminokwasów, białek i kwasu chlorogenowego [24]. Wykazano, że melanoidyny obecne w palonej kawie posiadają właściwości przeciwutleniające, a siła efektu protekcyjnego zależy od rodzaju aminokwasów jakie brały udział w ich tworzeniu [21]. Stwierdzono również, że zawartość melanoidyn w naparze zależy od intensywności procesu palenia kawy. Im silniejsza jest obróbka termiczna ziaren, tym większa zawartość melanoidyn w naparze, jednak o niższej masie molekularnej niż w przypadku kawy słabo palonej [3]. Zauważono także, że wyższa zawartość melanoidyn z niekowalencyjnie przyłączonymi cząsteczkami o niskiej masie molekularnej, zwiększa przeciwutleniające właściwości kawy [5]. *Nunes* i *Coimbra* stwierdzili, że zdolność melanoidyn z kawy do wiązania metali, jest uzależniona od zawartości węglowodanów w tych cząsteczkach [24].

Innym napojem wykazującym sporą zawartość melanoidyn jest ciemne piwo. Wykazano, że składniki zawarte w tym napoju mogą chronić przed uszkodzeniem DNA, wywołanym przez wolne rodniki [28]. Zbadano również właściwości melanoidyn znajdujących się w skórce chleba. Stwierdzono, że anaerobowe bakterie, zwłaszcza Bifidobakterie, mogą wykorzystywać te związki jako źródło węgla [2].

INNE PRODUKTY REAKCJI MAILLARDA – WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE

5-hydroksymetylo-2-furfural (HMF) to jeden z heterocyklicznych produktów reakcji *Maillarda*, występujący w wielu produktach spożywczych w wysokich stężeniach, nawet do 1g/kg. Artykuły spożywcze zawierające ten związek to np. suszone owoce, dżemy, miód, sok pomarańczowy, karmel czy kawa [13]. Do niedawna uważano, że związek ten jest toksyczny dla komórek organizmu i jest potencjalnym karcinogenem. Ostatnie badania wskazują, że obok wymienionych wyżej właściwości, HMF może wykazywać działanie przeciwnowotworowe [20]. Stwierdzono także, że HMF i jego pochodne (np. 5-metylo-2-furaldehyd) działają przeciwzapalnie, hamując wydzielanie czynnika martwicy nowotworów alfa (TNF- α) i interleukiny 1 β [40]. W badaniach *in vitro* i *in vivo* przeprowadzonych na transgenicznym myszom wykazano, że 5-hydroksymetylo-2-furfural może stanowić skuteczny, podawany doustnie lek przeciwko anemii sierpowatej [25]. HMF zwiększa m.in. powinowactwo hemoglobiny do tlenu [29].

Podczas smażenia, pieczenia czy grillowania, w wyniku reakcji *Maillarda*, oprócz melanoidyn i 5-hydroksymetylo-2-furfuralu powstają także inne związki, które wykazują właściwości mutagenne, np. heterocykliczne aminy

czy akrylamid. Są one charakterystyczne dla produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego o dużej zawartości białka, które zostały poddane działaniu wysokiej temperatury [6,32]. Dlatego niezwykle ważne jest, aby stosować dietę zróżnicowaną, zawierającą optymalne ilości przetworzonych produktów.

W kontekście przedstawionych powyżej korzystnych właściwości błonnika i melanoidyn, należy spodziewać się, że składniki te znajdą wkrótce zastosowanie jako dodatki do żywności funkcjonalnej oraz związki szeroko stosowane w prewencji nowotworów. Szczególnie ciekawa byłaby aplikacja w/w substancji jako związków wspomagających leczenie podstawowe, np. chemioterapię. Konieczne są badania epidemiologiczne w celu potwierdzenia doświadczeń *in vitro* i określenia długofalowego efektu działania tych substancji oraz wykluczenia potencjalnych skutków ubocznych.

E. Langner

DIET AND CANCER RISK – DIETARY FIBRE AND MELANOIDINS AS FUNCTIONAL FOOD COMPONENTS

Summary

For many years cancerous diseases have constituted a serious problem, therefore new methods of their treatment and carcinogenesis prevention are constantly being searched for. It has been confirmed that the diet and its components may to a large extent affect cancer risk. The presented study discusses dietary fibre and melanoidins – the components of everyday diet, to which much attention has been devoted recently, due to their positive effect on human health by exerting direct or indirect influence on carcinogenic processes.

E. Лангнер

ДИЕТА И РИСК НОВООБРАЗОВАНИЯ - БАЛЛАСТНОЕ ВЕЩЕСТВО И МЕЛАНОИДИНЫ, КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ

Аннотация

Новообразования являются серьезной проблемой, с которой многие годы неустанно борются ученые, разыскивая новые методы лечения, а также предотвращения канцерогенеза. Диета и ее составляющие могут в большой степени влиять на риск заболевания. В данной работе представлены пищевое балластическое вещество и меланоидины, элементы ежедневного питания, которым в последнее время посвящается все больше внимания в связи с их позитивным влиянием на здоровье человека путем непосредственного или посредственного влияния на процессы канцерогенеза.

E. Лангнер

ДИЕТА І РИЗИК НОВОУТВОРЕННЯ - БАЛАСТНІ РЕЧОВИНИ І МЕЛАНОЇДИНИ, ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ

Анотація

Новоутворення є серйозною проблемою, з якою багато років невпинно борються вчені, шукаючи нові методи лікування, а також запобігання канцерогенезу. Дієта та її складові

можуть значною мірою впливати на ризик захворювання. У даній роботі представлені харчові баластні речовини і меланоїдини, елементи щоденного харчування, яким останнім часом присвячується все більше уваги у зв'язку з їх позитивним впливом на здоров'я людини шляхом безпосереднього або посереднього впливу на процеси канцерогенезу.

PIŚMIENNICTWO

1. Ames J., Caemmerer B., Velisek J., Cejpek K., Obretenov C., Cioroi M.: The nature of melanoidins and their investigation. Melanoidins in food and health. Cost Action 919. Ed. European cooperation in the field of scientific and technical research, 2000, 1, 13-29.

2. Borrelli R.C., Fogliano V.: Bread crust melanoidins as potential prebiotic ingredients. *Molec Nutr Food Res*, 2005, 49, 7, 673-78.

3. Borrelli R.C., Visconti A., Mennella C., Anese M., Fogliano V.: Chemical characterization and antioxidant properties of coffee melanoidins. *J Agric Food Chem*, 2002, 50, 22, 6527-6533.

4. Caygil C. P. J., Charlett A., Hill M. J.: Relationship between the intake of high – fibre diet foods and energy and the risk of cancer of the large bowel and breast. *Eur J Cancer Prev*, 1998, 7, 11-17.

5. Delgado-Andrade C., Rufian-Henares J.A., Morales F.J.: Assessing the antioxidant activity of melanoidins from coffee brews by different antioxidant methods. *J Agric Food Chem*, 2005, 53, 20, 7832-7836.

6. Dybing E., Sanner T.: Risk assessment of acrylamide in foods. *Toxicol Sci*, 2003, 75, 7-15.

7. Feldman R.: Nowotwory. 2000, Serwis internetowy RESMEDICA.

8. Fuchs C. S., Giovannuci C. L., Colditz G. A., Hunter D. J., Stampfer M. J., Rosner B., Speizer F. E., Willett W. C.: Dietary fiber and the risk of colorectal cancer and adenoma in woman. *N Engl J Med*, 1999, 340, 169-176.

9. Gerwitz A.D.: A critical evaluation of the mechanisms of action proposed for the antitumor effects of the anthracycline antibiotics adrimycin and daunorubicin. *Biochem Pharmacol*, 1999, 57, 727-741.

10. Giovannucci E., Rimm E. B., Stampfer M. J., Colditz G. A., Ascherio A., Willett W. C.: Intake of fat, meat and fiber in relation to risk of colon cancer in men. *Cancer Res*, 1994, 54, 2390-2397.

11. Homma S., Fujimaki M.: Growth response of rats fed a diet containing nondialyzable melanoidin. *Prog Fd Nutr Sci*, 1981, 5, 209-216.

12. Howe G. R., Hirohata T., Hislop T. G., Iscovich J. M., Yuan J. M., Katsouyanni K., Lubin F., Marubini E., Modan B., Rohan T. I wsp.: Dietary factors and risk of breast cancer. Combinet analysis of 12 case-control studies. *J Natl Cancer Inst*, 1990, 82, 561-569.

13. Jaznowski C., Glaab V., Samini E., Schlatter J., Eisenbrand G.: 5-hydroksymethylfurfural: assesment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *Food Chem Toxicol*, 2000, 38, 9, 801-809.

14. Krzywdzińska – Bartkowiak M., Dolata W., Piotrowska E.: The effect of FAT substitution with a potato fiber preparation on microstructure of batters and processed meat products. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. 2005, 4, 2, 97-109.

15. Lipkin M. and Newmark H.: Calcium and the prevention of colon cancer. *J Cell Biochem*, 1995, 22(suppl.) 65-73.

16. Mai V., Flood A., Peters U., Lacey Jr J. V., Schairer C., Schatzkin A.: Dietary fibre and risk of colorectal cancer in the Breast Cancer Detection Demonstration Project (BCDDP) follow – up cohort. Commentary. *Int J of Epidemiol*, 2003, 32, 234-239, 239-243.

17. Maillard L.C.: Action of amino acids on sugars. Formation of melanoidins

in a methodical way. *Compt Rend*, 1912, 154, 66-68.

18. Martins S., Jongen W., Van Boekel M.: A review of Maillard reaction in food and implication to kinetic modeling. *Trends in Food and Technology*, 2000, 11, 9-10, 364-373.

19. McCullough M. L., Robertson A. S., Chao A., Jacobs E. J., Stampfer M. J., Jacobs D. R., Diver W. R., Calle E. E., Thun M.: A prospective study of whole grains, fruits, vegetables and colon cancer risk. *Cancer Causes and Control*, 2003, 14, 959-970.

20. Michail K., Matzi V., Maier A., Herwig R., Greilberger J., Juan H., Kunert O., Wintersteiger R.: Hydroxymethylfurfural: an enemy or a friendly xenobiotic? A bioanalytical approach. *Anal Bioanal Chem*, 2007, 387, 8, 2801-2814.

21. Morales F., Babbel M.B.: Melanoidins exert a weak antiradical activity in watery fluids. *J Agric Food Chem*, 2002, 50, 16, 4657-4661.

22. National Research Council, Carcinogenes and Anticancerogenes in the Human Diet. 1996, National Academy Press, Washington, DC.

23. Negri E., Franceschi S., Parpinel M., La Vecchia C.: Fiber intake and risk of colorectal cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 1998, 7, 667-671.

24. Nunes F.M., Coimbra M. A.: Melanoidins from coffee infusions. Fractionation, chemical characterization, and effect of the degree of roast. *J Agric Food Chem*, 2007, 55, 3967-3977.

25. Okapala I.: Investigational agents for sickle cell disease. *Expert Opin Investig Drugs*, 2006, 15, 8, 833-842.

26. Pereira M. A., O'Reilly E., Augustson K., Fraser G. E., Goldbourt U., Heitmann B. L., Hallmans G., Knekt P., Liu S., Pietinen P., Spiegelman D., Stevens J., Virtamo J., Willet W. C., Ascheiro A.: Dietary fiber and risk of coronary heart disease. *Arch Intern Med*, 2004, 164, 370-376.

27. Reddy B. S.: Dietary fat and colon cancer: Role in cancer prevention. *Nutr and Cancer Prev*, 1996, 105-118.

28. Rivero D., Perez-Magarino S., Gonzalez-Sanjose M.L., Valls-Belles V., Codoner P., Muniz P.: Inhibition of induced DNA oxidative damage by beers: correlation with the content of polyphenols and melanoidins. *J Agric Food Chem*, 2005, 53, 9, 3637-3642.

29. Safo M.K., Abdulmalik O., Danso-Danquah R., Burnett J.C., Nokuri S., Joshi G.S., Musayev F.N., Asakura T., Abraham D.J.: Structural basis for the potent antisickling effect of a novel class of five-membered heterocyclic aldehydic compounds. *J Med Chem*, 2004, 47, 19, 4665-4676.

30. Silvan J.M., van de Lagemaat J., Olano A., Del Castillo M. D.: Analysis and biological properties of amino acid derivatives formed by Maillard reaction in foods. *J Pharm Biomed Anal*, 2006, 41, 5, 1543-1551.

31. Singh J. Hamid R., and Reddy B. S.: Dietary fat and colon cancer: Modulation of cyclooxygenase - 2 by types and amount of dietary fat during the post - initiation stage of colon carcinogenesis. *Cancer Res*, 1997, 57, 3465-3470.

32. Skog K.I., Johansson M.A., Jagerstad M.I.: Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake. *Food Chem Toxicol*, 1998, 36, 9-10, 879-896.

33. Somoza V.: Five years of research on health risks and benefits of Maillard reaction products: an update. *Mol Nutr Food Res*, 2005, 49, 7, 663-672.

34. Tominaga S. and Kuroishi T.: An ecological study on diet/nutrition and cancer in Japan. *Int J Cancer*, 1997, 10 (Suppl.), 2-6.

35. Trowell H.: Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 1976, 29, 417-427.

36. Valls-Bellés V., Torres M.C., Muniz P., Boix L., Gonzalez-Sanjose M.L., Codoner-Franch P.: The protective effects of melanoidins

in adriamycin-induced oxidative stress in isolated rat hepatocytes. *J of the Sci of Food and Agric*, 2004, 84, 13, 1701-1707.

37. Wagner K.H., Derkits S., Herr M., Schuh S., Elmadfa I.: Antioxidative potential of melanoidins isolated from a roasted glucose-glycine model. *Food Chem*, 2002, 78, 3, 375-382.

38. Williams G. M., Williams Ch. L., Weisburger J. H.: Diet and Cancer Prevention: The Fiber First Diet. *Toxicol Sci*, 1999, 52 (Supplement), 72-86.

39. Y aylayan V.A., Kaminsky E.: Isolation and structural analysis of Maillard polymers: caramel and melanoidin formation in glycine/glucose model system. *Food Chem*, 1998, 63, 1, 25-31.

40. Ying D., Kevin P., Wei han Z., Xiaoqiang Y., Jianrong H., 2005, US Patent 2005, 124684 A1.

41. Yoshimura Y., Iijima T., Watanabe T., Nakazawa H.: Antioxidative effect of Maillard reaction products Rusing glucose-glycine model system. *J of Agric and Food Chem*, 1997, 45, 4106-4109.

Data otrzymania: 01.08.2009

Adres Autorki: 20 – 090 Lublin, ul. Jaczewskiego 2, Zakład Biologii Medycznej, Instytut Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie.