



## Czy dieta może nas chronić przed rakiem?

Zapobiegawcze działanie substancji roślinnych zawartych w pożywieniu w procesach powstawania nowotworów

**Ewa Kusber**

Wydział Biochemii Biofizyki i Biotechnologii  
Uniwersytetu Jagiellońskiego

**JCI** INSTYTUT JAKOŚCI

**W**edług jednej z teorii choroby nowotworowe to zemsta ewolucji<sup>1</sup>. Rozwój cywilizacyjny dał nam ogromne możliwości, które chcąc wykorzystać, przyplacamy własnym zdrowiem. Jak wykazują badania, ludność z wysokorozwiniętych terenów jest bardziej narażona na wiele nowo powstałych chorób<sup>2</sup>. Literatura opisuje tradycyjną medycynę chińską, która w cudowny, niezrozumiały sposób leczy rozmaite dolegliwości<sup>3</sup>. Wielu z nas na pewno leczyło się za pomocą tradycyjnych receptur. Co łączy tradycyjnie stosowane receptury z praktykami używanymi przez tybetańskich mnichów? Etnofarmakologia, potocznie określana jako: mądrość ludowa! Tylko czy w dzisiejszych czasach potrafimy tak naprawdę z niej korzystać? Coraz popularniejsze w ostatnim czasie staje się życie w zgodzie z naturą, slow food i powrót do korzeni.

Człowiekowi XXI wieku trudno uwierzyć jednak w pradawne przekazy. Dziś liczy się rzetelnie sprawdzona informacja. Na szczęście dzięki współczesnej nauce, zaawansowane techniki laboratoryjne pozwalają na zbadanie właściwości szeregu substancji w różnych modelach badawczych. Ogromna ilość różnorodnych roślin występujących na Ziemi, to bogate źródło związków chemicznych o unikalnej budowie. Dziś możemy z prac naukowców czerpać informacje na temat struktury i mechanizmów działania pokarmów od wieków powszechnie uważanych za zdrowe. Dzięki nowoczesnej nauce odkrywamy, w jaki sposób nasza dieta może wpływać na nasz organizm. Znajdujemy odpowiedzi na pytania, w jaki sposób substancje, z warzyw, które kazano nam jeść w dzieciństwie, na przykład z białej kapusty, mogą wnikać do pojedynczych komórek zapobiegając powstawaniu nowotworów.

Chemoprewencja, czyli zapobieganie chorobom nowotworowym poprzez działanie substancji najczęściej pochodzenia naturalnego, jest intensywnie badana. Niektóre pokarmy zawierają cenne związki przeciwnowotworowe. Dobrze opisano działanie roślin takich jak kapusta, brokuły, soja, pomidory, imbir, zielona herbata czy papryczki chilli – zawierają one związki chemiczne, takie jak kapsaicyna, regulujące działanie komórek organizmu<sup>4</sup>. Opisano także składniki codziennej diety, na przykład cukier, czy słodziki, które stosowane regularnie zwiększają ryzyko wystąpienia nowotworu<sup>5</sup>. Wiadomo, że produkty żywnościowe, które są zjadane co najmniej trzykrotnie w ciągu dnia, silnie oddziałują na organizm człowieka. Warto mieć tę świadomość, decydując o kolejnym posiłku.

### Cicha droga od pojedynczej komórki do złośliwego guza

Choroby nowotworowe to poważny problem społeczny i wyzwanie dla medycyny w dzisiejszych czasach. Z roku na rok przybywa diagnozowanych przypadków, a postępy medycyny ledwie nadążają za liczbą nowych zachorowań. Nowotwór to nie jedna choroba, ale wiele różnych, które łączy jedna wspólna cecha – patologiczne namnażanie się zmutowanych komórek. Komórki z różnych przyczyn, takich jak ekspozycja na szkodliwe czynniki (UV<sup>6</sup>, chemikalia<sup>7</sup>), palenie papierosów<sup>8</sup> czy obciążenia genetyczne<sup>9</sup>, nabywają nowych cech i w pewnym momencie wymykają się systemom kontrolnym organizmu. Organizm człowieka wyposażony jest w wiele mechanizmów mogących naprawić zmutowane komórki, jednak często z powodu różnych czynników komórka nowotworowa przeżywa. Zmian chorobowych nigdy nie powoduje pojedyncza zmutowana komórka, ale nagromadzenie się wielu uszkodzonych komórek. Proces powstawania nowotworu nie jest tak szybki jak zarażenie wirusem grypy. Często od pojawienia się pierwszej trwałej mutacji w pojedynczej komórce do pojawienia się symptomów choroby mijają dziesiątki lat. Dzieje się tak dlatego, że z upływem czasu poszczególne mutacje pojedynczych komórek kumulują się, tworząc guzy które mogą nabrać właściwości inwazyjnych i przenosić się do odległych organów ciała tworząc tak zwane przerzuty. Na 10000 komórek nowotworowych, które namnożyły się w pierwotnym miejscu, nabrały cech inwazyjnych i dopiero zaczynają swoją drogę

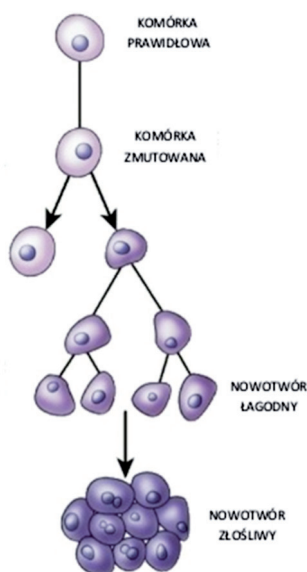
w celu zasiedlenia nowych lokalizacji w organizmie, tylko dwie z nich dotrą do miejsca docelowego. Komórki, które przeżyły drogę przez organizm, omijając mechanizmy obronne, zasiedlają inne zdrowe organy, w których mogą się swobodnie mnożyć tworząc guz wtórny. Na choroby nowotworowe najczęściej zapadają osoby starsze, u których mutacje gromadzone przez długie lata zaczynają powodować zagrażające zdrowiu guzy. Paradoksalnie postęp cywilizacji i medycyny pozwala nam na dłuższe życie, ale odstania także wiele chorób. Pewnym jest, że wraz z zwiększaniem wieku życia populacji, zwiększać będzie się liczba diagnoz chorób nowotworowych.

### Diabeł tkwi w szczegółach

Poza wszelkimi genetycznymi uwarunkowaniami, bardzo często nasz los jest w naszych rękach. Liczne raporty organizacji zajmujących się statystykami nowotworowymi na świecie, takich jak Światowa Organizacja Zdrowia<sup>10</sup> czy Narodowy Instytut Zdrowia Stanów Zjednoczonych<sup>11</sup> wykazują wpływ ekspozycji na czynniki środowiskowe i diety na zapadalność na choroby nowotworowe. Pozornie zwykłe czynności, regularnie powtarzane przez długi czas,

**Zdanie**  
**„jesteś tym, co jesz”**  
**ma swoje podstawy również**  
**w biochemii**

#### ETAPY NOWOTWORZENIA

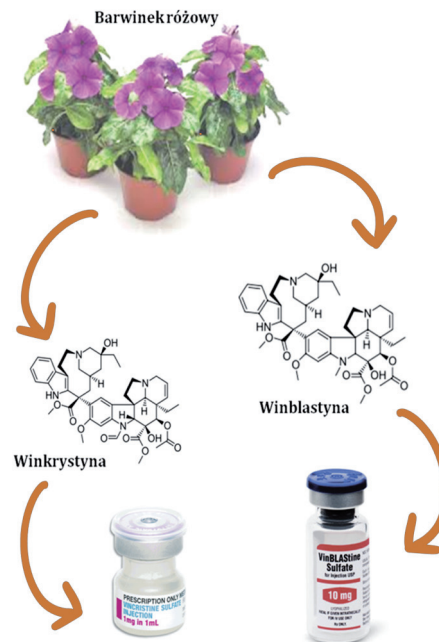


mogą prowadzić do nieodwracalnych zmian i chorób. Na ludzki organizm ogromny wpływ mają przyjmowane każdego dnia pokarmy. Należy pamiętać, że składniki pokarmowe, które dostarczamy organizmowi w czasie posiłków, takie jak mięso, dodatki skrobiowe i warzywa, to nie tylko budulec dla naszego ciała i dostarczanie energii potrzebnej do życia, ale także części składowe do molekularnej maszyny wchodzącej w skład wszelkich białek i enzymów warunkujących prawidłowe funkcjonowanie organizmu i zapobieganie chorobom. Zatem powtarzane jak mantra przez zwolenników zdrowego żywienia zdanie „jesteś tym, co jesz” ma swoje podstawy również w biochemii. Okazuje się bowiem, że składniki pokarmowe mogą wpływać w znacznym stopniu na poszczególne etapy powstawania nowotworów – zarówno hamująco jak i ochronnie. Według niektórych epidemiologów, około 30% nowotworów diagnozowanych w krajach rozwiniętych ma związek z żywieniem<sup>12</sup>, co nie jest jeszcze wystarczająco mocno zakorzenione w społecznej świadomości. Niektóre czynniki zwiększające ryzyko pojawienia się choroby nowotworowej są dosyć oczywiste. Nie ulega wątpliwości, że sprzymierzeńcem mutacji komórek jest palenie tytoniu<sup>8</sup>. Stopniowe dostarczanie toksycznych substancji, w sposób systematyczny przez wiele lat powoduje bardzo często zmiany nowotworowe w płucach. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (baza danych Globocan 2012) rak płuc jest główną przyczyną śmierci wśród chorób nowotworowych u mężczyzn<sup>2</sup>. Także długotrwała ekspozycja na słońce bez stosowania odpowiednich środków ochronnych powoduje katastrofalne w skutkach uszkodzenia DNA komórek skóry wywołując powstawanie czerniaka<sup>13</sup>. Tak samo, choć bardziej ogólnie, bo rozprzestrzeniając się po całym organizmie mogą działać substancje przyjmowane w pokarmie.

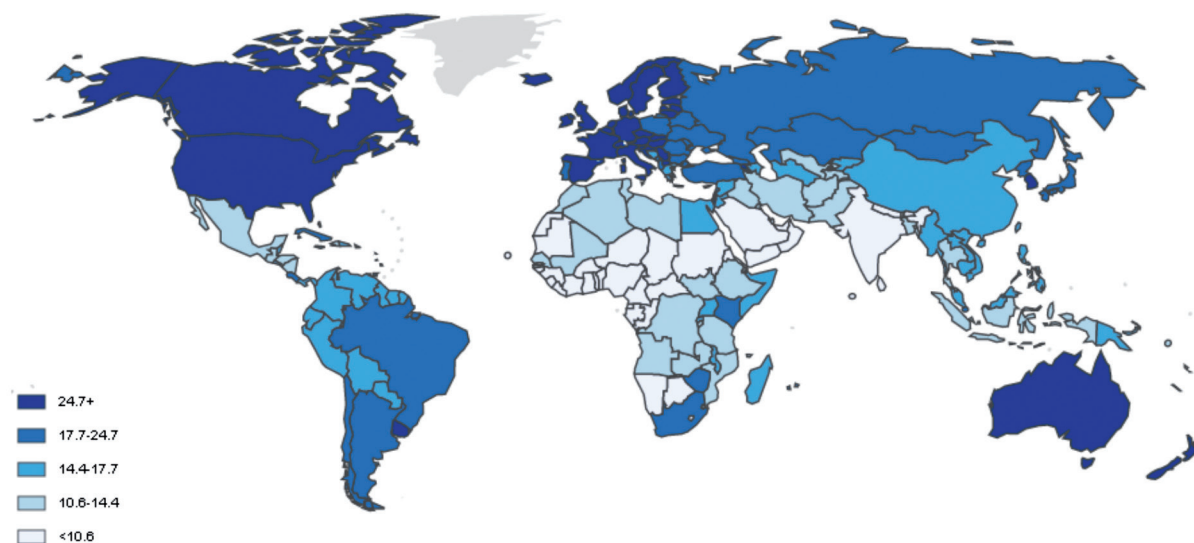
### Współcześni naukowcy dowodzą tego, co tybetańscy mnisi wiedzą od lat

Wiele dostępnych analiz pozwala na zapoznanie się z 'geografią raka'. Statystyki pokazują, że bardziej narażeni na zachorowanie są mieszkańcy Europy i Stanów Zjednoczonych, podczas gdy populacje azjatyckie, znane z zupełnie innego trybu życia i diety bogatej w substancje pochodzenia roślinnego wykazują mniejszą podatność na tę chorobę (rysunek 1: baza internetowa GLOBOCAN 2012).

Tereny o zmniejszonym ryzyku podatności ludzi na choroby nowotworowe znane są z głęboko zakorzenionej kultury i stosowania metod leczenia tradycyjnej medycyny ludowej. Od tysięcy lat naturalne metody walki z chorobami są stosowane przez mnichów tybetańskich z dobrymi skutkami, lecz przez długi czas ich działanie było owiane tajemnicą. Dzięki metodom współczesnej biologii molekularnej naukowcy mogą doświadczalnie sprawdzić słuszność



wykorzystania substancji pochodzenia roślinnego w terapiach rozmaitych chorób. Jednym z dobrych przykładów jest barwinek różowy, rosnący naturalnie w warunkach tropikalnych, który w dużych ilościach jest trujący, jednak jego dobroczynne właściwości doceniono nie tylko w tradycyjnej medycynie chińskiej. Rdzenni mieszkańcy Madagaskaru, stosowali go, jako lek na malarię, a także Jamajczycy i mieszkańcy Indii leczyli z jego pomocą cukrzycę. Barwinek różowy zawiera ponad 100 różnych alkaloidów, z których dwa - winkrystyna i winblastyna, zostały lepiej poznane i są obecnie powszechnie

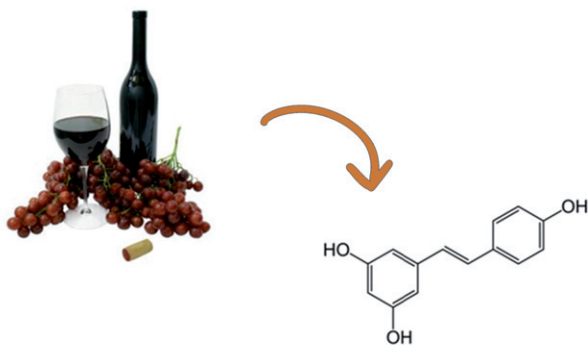


Rys. 1. Częstość występowania nowotworów na świecie, u obu płci ogółem na 100000 osób

stosowane w terapii nowotworowej<sup>14</sup>. Mechanizm ich działania zwalczania nowotworów polega na hamowaniu podziałów komórkowych. Izolacja substancji na skalę przemysłową wymagała bardzo dużej ilości materiału roślinnego, co na dłuższą metę mogłoby zaburzać ekosystem, zaczęto więc prowadzić ich syntezę i produkcję przemysłową za pomocą wydajniejszych i bezpieczniejszych metod biotechnologicznych<sup>15</sup>.

Jedną z czołowych roślin zapobiegających postawianiu nowotworów, jest zielona herbata. Zarówno w badaniach na modelach komórkowych, zwierzęcych jak i klinicznych dowiedziono, że zawarte w zielonej herbacie substancje działają hamująco na powstawanie zmutowanych komórek i guzów<sup>16</sup>. Przede wszystkim zielona herbata neutralizuje szkodliwe dla komórek wolne rodniki, działając przy tym silniej niż witamina C i można z powodzeniem zastąpić profilaktyczne tykanie tabletek picie filiżanki tego wartościowego napoju<sup>17</sup>. Wykazano, że picie zielonej herbaty zmniejsza tendencję występowania nowotworów układu pokarmowego u ludzi, a także nowotworu płuc u myszy. Substancje występujące w zielonej herbacie są stosowane również jako terapia wspierająca leczenie nowotworów mózgu i szpiczaka mnogiego<sup>18</sup>.

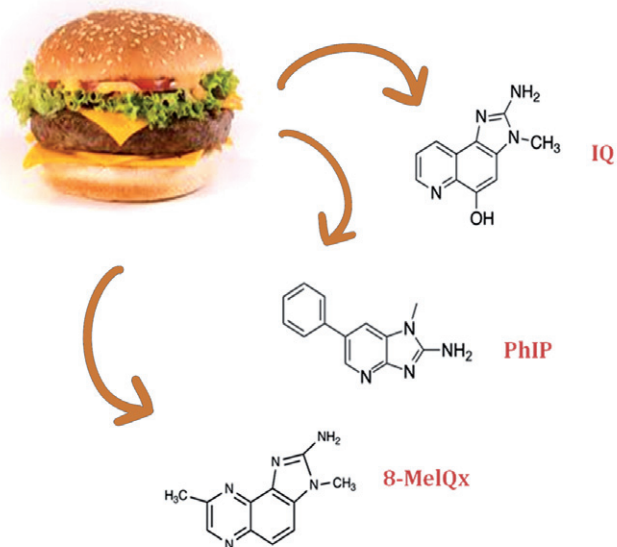
Mimo ogromu aktywnych substancji zawartych w herbacie, jako najbardziej złożony napój w ludzkiej diecie jest uznawane jest



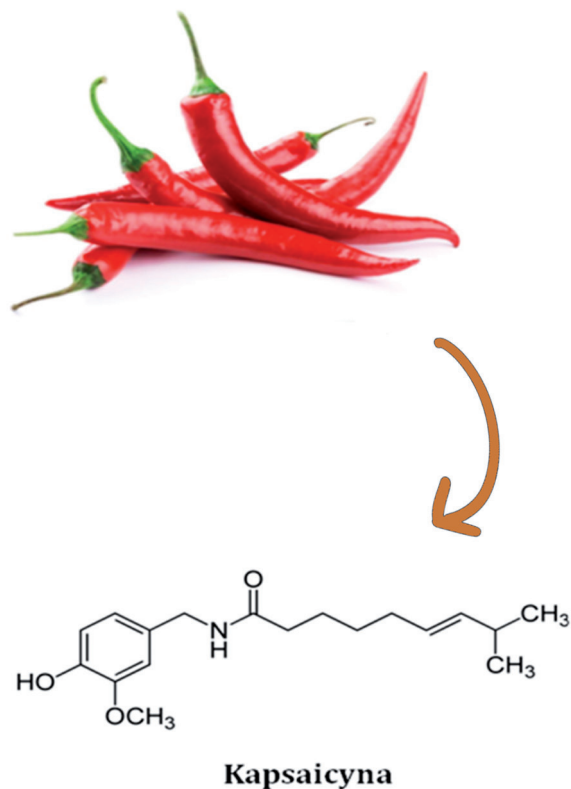
**Rezweratrol**

czerwone wino. Jego właściwości docenił już Hipokrates. Wykazano spadek rozrostu komórek nowotworowych pod wpływem zawartego w winie rezweratrolu<sup>19</sup>. Badania pokazują także, że rezweratrol najlepiej działa w mieszaninie naturalnych związków obecnych w winie i winogronach<sup>20</sup>. Nie bez znaczenia jest też region, z którego pochodzą winogrona, najwięcej rezweratrolu zawierają wina szwajcarskie<sup>21</sup>. Można zatem zwrócić uwagę na spożywane przy różnych okazjach trunki.

Warto mieć świadomość, że mutacje komórek mogą być powodowane także przez nieodpowiednie przygotowywanie potraw. Obróbka termiczna potraw w bardzo wysokiej temperaturze, między innymi bardzo popularne grillowanie mięsa, może skutkować powstawaniem wielu rakotwórczych substancji takich jak heterocykliczne aminy (HCA). Substancje te powstają wskutek długotrwałego poddawania obróbce termicznej produktów mięsnych i ryb w wysokich temperaturach. Mimo, że wytwarzają się tam znikome ilości HCA, ich mutagenność, czyli zdolność do uszkodzeń DNA jest wysoka. Powstałe w przetworzonej żywności heterocykliczne aminy, takie jak IQ, 8-MeIQx i PhIP, dostają się do naszego organizmu, na przykład przy spożywaniu hamburgerów i grillowanego mięsa. Po aktywacji metabolicznej HCA w organizmie, ich reak-



tywne formy mogą przyłączać się do DNA, tworząc addukty, które mogą prowadzić do powstawania nowotworów<sup>22</sup>. Na szczęście substancje te można w pewien sposób neutralizować. Wykazano, że marynowanie mięsa z dodatkiem rozmarynu przed obróbką termiczną może zmniejszać powstawanie HCA, nawet o 40%<sup>23</sup>. Także inne przyprawy z rodziny jasnotowatych, poza rozmarynem, takie jak: oregano, szałwia czy tymianek zawierają polifenole o działaniu przeciwutleniającym. Przeciwutleniacze, zmiatając wolne rodniki, zmniejszają ryzyko uszkodzenia prawidłowych komórek i powstawania mutacji DNA mogących zwiększać ryzyko wystąpienia procesów nowotworowych. Znane są właściwości wielu innych przypraw, takich jak słodka papryka chilli, zawierająca kapsaicynę zmieniającą metabolizm substancji toksycznych i rakotwórczych na korzyść czło-





wieka<sup>24</sup>. Przyprawy zawierające polifenole (szczególnie flawonoidy), które wzbogacają właściwości prozdrowotne codziennych posiłków poprzez niwelowanie szkodliwych substancji i zmniejszenie ryzyka powstawania pojedynczych mutacji, można z powodzeniem wprowadzić do codziennej diety.

### Cudze chwalimy, swego nie znamy...

Nie tylko mieszkańcy Dalekiego Wschodu i basenu Morza Śródziemnego z dostępem do zielonej herbaty, soi i hodujący w ogródkach zbawienne zioła mogą chronić się przed nowotworami swoją rodzimą dietą. Polska kuchnia jest obfita w potrawy, które można z powodzeniem uznać za zmniejszające ryzyko powstawania nowotworów. Warzywa kapustne, z brukselką i białą kapustą na czele, wykazują silne działanie przeciwutleniające, chronią przed uszkodzeniami DNA indukowanymi chemicznie i hamują rozrost nowotworów. Odpowiadają za to zawarte w kapuście glukozynolany, które modulują aktywność enzymów odpowiadających za procesy przeciwnowotworowe, głównie przez modulację aktywności enzymów I i II fazy detoksyfikacji. Również produkty rozpadu glukozynolanów w organizmie mogą wpływać na metabolizm komórek nowotworowych<sup>25</sup>. Nie bez powodu w tradycyjnej polskiej kuchni poddawane wysokiej temperaturze mięsowa są kojarzone z białą kapustą. Badania przeprowadzone na grupie polskich emigrantek w ramach Polish Women's Health Study w Harvardzie wykazały, że kobiety, które spożywały w okresie nastoletnim kapustę surową, gotowaną lub kiszoną 3-4 razy w tygodniu były o 70% mniej podatne na nowotwór piersi<sup>26</sup>. W Stanach Zjednoczonych opatentowano możliwość

wykorzystania glukozynolanów izolowanych z roślin krzyżowych jako środków chemoprewencyjnych<sup>27</sup>.

Z przeprowadzonych badań i opisów literaturowych wynika, że na daną populację najlepiej działa rodzima roślinność, która jest stosowana od pokoleń w kuchni tradycyjnej ludności zamieszkującej poszczególne tereny. Warto więc zastanowić się jaka dieta jest naturalna dla terenu na którym się znajdujemy i co było oczywiste dla naszych przodków.

Carlo Petrini, założyciel i szef międzynarodowej organizacji Slow Food, już w latach 80-tych ubiegłego wieku, protestował przeciwko otwarciu pierwszej restauracji McDonalds w Rzymie. Petrini, który jest gastronomicznym tradycjonalistą, uważa, że dzisiejsze jedzenie nie ma ani smaku, ani właściwości jakie miało kiedyś i jakie mieć powinno i namawia, aby nie kupować tego, czego nie tknęłaby nasza babcia. Nic dziwnego, że amerykański magazyn 'The Guardian' uznał go za jedną z 50 osób mogących zmienić świat. Zmiana stylu życia wysokorozwiniętych cywilizacji z pewnością byłaby korzystna na wielu płaszczyznach, jako że koszty leczenia pacjentów onkologicznych stanowią poważny problem ekonomiczny. Zmniejszenie liczby zachorowań na nowotwory, które wymagają długiej kosztownej terapii, byłoby korzystne dla budżetu krajów szczególnie zagrożonych występowaniem chorób nowotworowych. Według danych naukowców z Oxfordu, w 2009 roku na leczenie nowotworów w Unii Europejskiej wydano 126 miliardów euro, z czego 40% pokryła publiczna służba zdrowia. Oszacowano dodatkowo, że spadek produktywności, przez przedwczesną śmierć kosztował 42 miliar-

reklama



Jesteśmy polską firmą dystrybucyjną.

Zaopatrujemy przemysł spożywczy, farmaceutyczny i kosmetyczny w surowce niezbędne do produkcji:

- Ekstrakty roślinne
- Produkty pszczele
- Oleje roślinne i rybne
- Aminokwasy, sole mineralne i inne



**PK COMPONENTS**

ul. Bukowińska 22/9B, 02-703 Warszawa  
tel. 22 258 46 01, info@pkcomponents.pl  
[www.pkcomponents.pl](http://www.pkcomponents.pl)

dy euro, a dni wolne od pracy przeznaczone na urlopy zdrowotne pracowników spowodowały straty 9 miliardów euro<sup>28</sup>. Dlatego właśnie w interesie całego społeczeństwa leży działanie prewencyjne w zakresie występowania chorób nowotworowych. USA, kraj którego ludność jest najbardziej zagrożona występowaniem chorób nowotworowych, od wielu lat prowadzi działania mające na celu popularyzację zdrowszego trybu życia i wprowadzenia substancji roślinnych do codziennego jadłospisu obywateli. Inne kraje, które dopiero co przyjęły niezdrowy amerykański styl życia, gotowe przetworzone posiłki i nastawiony na zdobywanie energii do życia konsumpcjonizm, wydają się być także gotowe na prozdrowotne inicjatywy.

Każdy człowiek ma odmienny metabolizm, różne predyspozycje genetyczne i środowisko życia. Niezależnie od narażenia na czynniki rakotwórcze, korzystanie z dobrodziejstw natury może przynieść wiele korzyści. W roślinach drzemie bowiem ogromny potencjał, którego nie warto i nie wolno lekceważyć. Rozwój technologiczny nie powinien być w opozycji do wartości, które znamy, ale powinien je uzupełniać. Ważne jest, aby zachować mądrość w różnorodności z zachowaniem szacunku do tradycji. Z pozoru proste czynności, takie jak przygotowywanie posiłków mogą mieć duży wpływ na nasze zdrowie.

## Literatura

1. arora G, Polavarapu N, McDonald JF. (2009) Did natural selection for increased cognitive ability in humans lead to an elevated risk of cancer? *Med. Hypotheses*. ; 73: 453-456.
2. Ferlay, J., Soerjomataram, I., Dikshit, R., Eser, S., Mathers, C., Rebelo, M., Parkin, M., Forman, D., Bray, F. (2015). Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns. *International Journal of Cancer*, 136(5), E359-E386.
3. Ruan, W. J., & Zhou, J. G. (2006). Anticancer effects of Chinese herbal medicine, science or myth?. *Journal of Zhejiang University Science B*, 7(12), 1006-1014.
4. Surh, Y. J. (2003). Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. *Nature Reviews Cancer*, 3(10), 768-780.
5. Larsson, S. C., Bergkvist, L., & Wolk, A. (2006). Consumption of sugar and sugar-sweetened foods and the risk of pancreatic cancer in a prospective study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(5), 1171-1176.
6. Armstrong, B. K., & Krickler, A. (2001). The epidemiology of UV induced skin cancer. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 63(1), 8-18.
7. Poirier, M. C. (2004). Chemical-induced DNA damage and human cancer risk. *Nature Reviews Cancer*, 4(8), 630-637.
8. US Department of Health and Human Services. (2004). The health consequences of smoking: a report of the Surgeon General. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health, 62.
9. Marteau, T. M., & Lerman, C. (2001). Genetic risk and behavioural change. *BMJ: British Medical Journal*, 322(7293), 1056.
10. WHO. (2014). World Cancer Report 2014. <http://www.iarc.fr/en/publications/books/wcr/>
11. Kohler, B. A., Sherman, R. L., Howlader, N., Jemal, A., Ryerson, A. B., Henry, K. A., Penberthy, L. (2015). Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975-2011, Featuring Incidence of Breast Cancer Subtypes by Race/Ethnicity, Poverty, and State. *Journal of the National Cancer Institute*, 107(6), djv048.
12. Key, T. J., Allen, N. E., Spencer, E. A., & Travis, R. C. (2002). The effect of diet on risk of cancer. *The Lancet*, 360(9336), 861-868.
13. Lazovich, D., Vogel, R. I., Berwick, M., Weinstock, M. A., Warshaw, E. M., Anderson, K. E. (2011). Melanoma risk in relation to use of sunscreen or other sun protection methods. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 20(12), 2583-2593.
14. Moreno, P. R., van der Heijden, R., & Verpoorte, R. (1995). Cell and tissue cultures of *Catharanthus roseus*: a literature survey. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 42(1), 1-25.
15. Sears, J. E., & Boger, D. L. (2015). Total Synthesis of Vinblastine, Related Natural Products, and Key Analogues and Development of Inspired Methodology Suitable for the Systematic Study of Their Structure-Function Properties. *Accounts of chemical research*, 48(3), 653-662.
16. Fujiki, H., Suganuma, M., Imai, K., & Nakachi, K. (2002). Green tea: cancer preventive beverage and/or drug. *Cancer Letters*, 188(1), 9-13.
17. du Toit, R., Volsteadt, Y., & Apostolides, Z. (2001). Comparison of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. *Toxicology*, 166(1), 63-69.
18. Lamy, S., Gingras, D., & Béliveau, R. (2002). Green tea catechins inhibit vascular endothelial growth factor receptor phosphorylation. *Cancer Research*, 62(2), 381-385.
19. Singh, C. K., Ndiaye, M. A., & Ahmad, N. (2015). Resveratrol and cancer: Challenges for clinical translation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1852(6), 1178-1185.
20. Bhat, K. P., & Pezzuto, J. M. (2002). Cancer chemopreventive activity of resveratrol. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957(1), 210-229.
21. Goldberg, D. M., Yan, J., Ng, E., Diamandis, E. P., Karumanchiri, A., Soleas, G., & Waterhouse, A. L. (1995). A global survey of trans-resveratrol concentrations in commercial wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(2), 159-165.
22. Butler, L. M., Sinha, R., Millikan, R. C., Martin, C. F., Newman, B., Gammon, M. D., Sandler, R. S. (2003). Heterocyclic amines, meat intake, and association with colon cancer in a population-based study. *American Journal of Epidemiology*, 157(5), 434-445.
23. Balogh, Z., Gray, J. I., Gomaa, E. A., & Booren, A. M. (2000). Formation and inhibition of heterocyclic aromatic amines in fried ground beef patties. *Food and Chemical Toxicology*, 38(5), 395-401.
24. Surh, Y. J., Lee, E., & Lee, J. M. (1998). Chemoprotective properties of some pungent ingredients present in red pepper and ginger. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 402(1), 259-267.
25. Śmiechowska, A., Bartoszek, A., Namieśnik, J., & Analitycznej, K. C. (2015). Przeciwrakotwórcze właściwości glukozynolanów zawartych w kapuście (*Brassica oleracea* var. capitata) oraz produktów ich rozpadu. Cancer chemopreventive agents: Glucosinolates and their decomposition products in white cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Postępy Hig Med Dosw*. 62: 125-140
26. Nelson, N. J. (2006). Migrant studies aid the search for factors linked to breast cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute*, 98(7), 436-438.
27. West L. G, Haas G. W, Matusheski N, (2010) Chemoprotectants From Crucifer Seeds And Sprouts, patent amerykański, US 20100124598 A1
28. Luengo-Fernandez, R., Leal, J., Gray, A., & Sullivan, R. (2013). Economic burden of cancer across the European Union: a population-based cost analysis. *The Lancet Oncology*, 14(12), 1165-1174.

*Autorka jest doktorantką na Wydziale Biochemii Biofizyki i Biotechnologii UJ. Recenzent: prof. Jordan Zjawiony, University of Mississippi, School of Pharmacy, Department of BioMolecular Sciences.*

**Instytut Jakości JCI – działający w ramach Jagiellońskiego Centrum Innowacji niezależny ośrodek badawczy, którego misją jest budowanie świadomości społecznej poprzez edukację i dostarczanie konsumentowi rzetelnych informacji na temat kosmetyków, suplementów diety i zdrowej żywności. Misja Instytutu realizowana jest przede wszystkim poprzez opiniowanie produktów i wyróżnianie ich Znakiem Jakości JCI, prowadzenie własnych badań rankingowych a także publikacje popularnonaukowe na temat zdrowego odżywiania.**

Więcej na: [www.jci.pl](http://www.jci.pl), e-mail: [instytut@jci.pl](mailto:instytut@jci.pl)

Publikacja realizowana w ramach Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego KNOW.

**KNOW** Krajowy Naukowy Ośrodek Wiodący