

Czosnek i jego wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt

BOŻENA BAŁASIŃSKA, GUSTAW KULASEK

Katedra Nauk Fizjologicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-767 Warszawa

Bałasińska B., Kulasek G.

Garlic and its impact on animal and human health

Summary

Garlic is an example of a plant which can be utilized both as a dietary component and also as a substrate for the production of various medical drugs. It can be used not only for medical treatment in humans, but also as an additive for the diets of food production animals and accompanying animals.

Its organoleptic properties are due to sulphuric compounds that are synthesized from γ -glutamyl-cysteine. As a result of cutting or crushing garlic, the enzyme allinase decomposes alliin, its main component, to produce allicin, which is responsible for the characteristic flavour. Several studies based on clinical, and epidemiological investigations of animals have indicated that regular garlic consumption may lower the risk of cancer and cardiovascular diseases. Garlic possesses strong antimicrobial properties and therefore is the subject of interest for livestock breeders. Nowadays there is a strong tendency to use garlic in some countries where it is even forbidden to use dietary antibiotics, which, until now have been widely used in animal husbandry and significantly improved animal performance, i.e. better body weight gain, lower mortality, etc. On the other hand, the phenomenon of hemolysis in horses, sheep, and cattle is well known as a result of the consumption of garlic by-products. Cats and dogs are especially susceptible to it. Recent studies indicate, however, that only specific sulphuric compounds present in garlic are toxic. Therefore it is strongly recommended to first check the composition of a preparation in order to protect animals against the risk of disturbances or disease.

Keywords: garlic, bioactive compounds, nutrition

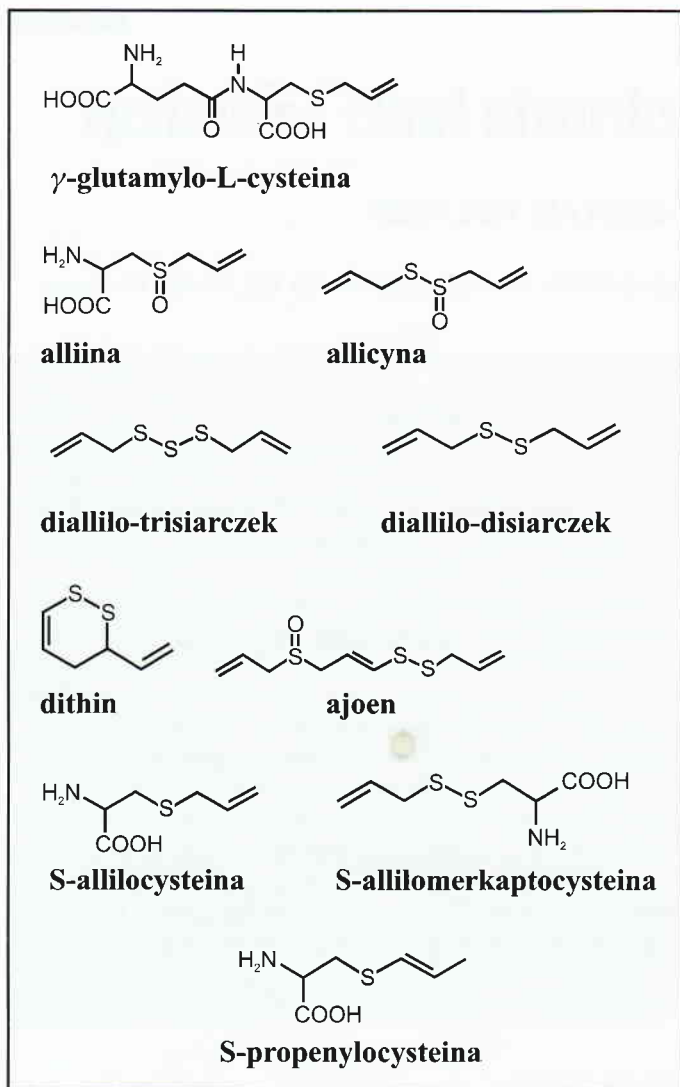
Czosnek (*Allium sativum*) należy do rodziny liliowatych (*Liliaceae*), w której skład wchodzi więcej niż 700 gatunków roślin, włączając w to cebulę, por, szczypiorek. Rahman (27) i Rivlin (31) w swoich pracach podają, że wzmianki o czosnku znajdują się w Biblii, że znaleziono go w piramidach egipskich oraz starożytnych świątyniach Grecji. Również starożytne teksty medyczne z Egiptu, Grecji, Rzymu, Chin i Indii opisują czosnek jako roślinę leczniczą i podają recepty, gdzie czosnek polecany był na różnorakie dolegliwości. Stosowano go przy zaburzeniach jelitowych, przy infekcjach dróg oddechowych, używany był także jako środek do przyspieszania gojenia się ran i w wielu innych przypadkach. W czasach starożytnych czosnek wykorzystywany był jako środek podnoszący wydajność pracy i siłę. Podawany był atletom olimpijskim w Grecji. W wiekach średnich uprawą i zastosowaniem czosnku zajmowali się zakonnicy. Podawany był robotnikom pracującym na powietrzu przeciwko przeziębieniom. W tym czasie po raz pierwszy zanotowano, że silniejsze właściwości lecznicze ma czosnek świeży niż gotowany (31). W Renesansie czosnek wszedł do użycia jako roślina lecznicza i używany był do leczenia bólu zębów, jako środek przeciwko zaparciom i obrzękom. Interesujące jest to, że różne społeczności, cywilizacje i kultury, bez kontaktowa-

nia się ze sobą, doszły do tego samego wniosku na temat biologicznego działania czosnku.

W ostatnich latach, z powodu pojawiających się szkodliwych skutków ubocznych związków syntetycznych, nastąpił ogromny wzrost zainteresowania funkcjami biologicznymi i zastosowaniem w medycynie i żywieniu związków chemicznych pochodzenia naturalnego, przede wszystkim roślinnego. Czosnek jest dobrym przykładem rośliny, która ma zastosowanie zarówno jako składnik diety, nadając pokarmom charakterystyczny smak i zapach, jak i surowiec do produkcji wielu preparatów leczniczych. Ostatnio czosnek znajduje zastosowanie również jako dodatek do karm dla zwierząt gospodarskich, ponieważ coraz częściej wprowadzane są ograniczenia lub zakaz stosowania antybiotyków paszowych.

Bioaktywne związki czosnku

Chociaż zainteresowanie właściwościami biologicznymi czosnku sięga czasów antycznych i jest on jednym z najwcześniej udokumentowanych przykładów roślin wykorzystywanych w leczeniu chorób i poprawie zdrowia to jednak stosunkowo niedawno podjęto próby wyjaśnienia mechanizmu(ów) jego działania. Skład czosnku, ze względu na trudności analityczne oraz warunki i metody ekstrakcji również nie jest jesz-



Ryc. 1. Związki siarkowe występujące w czosnku i jego preparatach

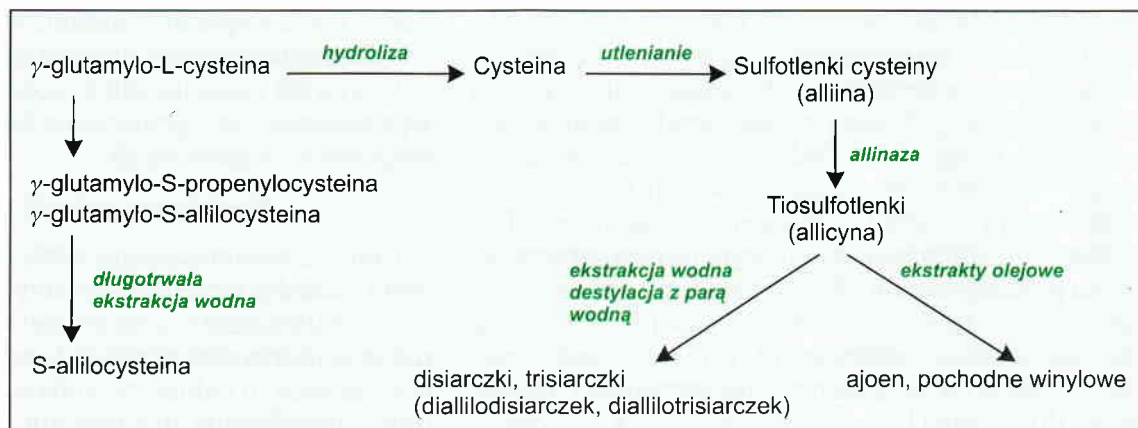
cze w pełni ustalony. Uważa się, że za wiele biologicznych właściwości czosnku odpowiedzialne są przede wszystkim związki siarki (14-35 mg/g świeżych cebul czosnku), których w czosnku jest czterokrotnie więcej niż w cebuli, brokułach, kalafiorze.

Substancją wyjściową dla wszystkich związków siarkoorganicznych obecnych w czosnku jest γ -glutamyl-S-cysteina (ryc. 1). Zawartość związków siarkoorganicznych i ich wzajemne proporcje w świeżym czosnku zależą od warunków klimatycznych i uprawowych, od metody przygotowania do konsumpcji i czasu pomiędzy zbiorem a konsumpcją. W sprzedaży znajduje się

wiele preparatów czosnkowych przeznaczonych przede wszystkim dla ludzi, chociaż ostatnio coraz częściej zalecanych również dla zwierząt i to zarówno dla zwierząt gospodarskich, jak i towarzyszących. Na skład tych preparatów oprócz czynników wcześniej wymienionych wpływa również istotnie sposób przygotowania preparatu. Większość popularnych preparatów czosnkowych sprzedawanych z powodu ich właściwości prozdrowotnych to czosnek sproszkowany, olejek czosnkowy uzyskany w destylacji z parą wodną i ekstrakty: alkoholowy lub olejowy. Preparaty proszkowe mogą być uzyskane poprzez liofilizację (suszenie zamrożonych ząbków czosnku w niskiej temperaturze i pod zmniejszonym ciśnieniem) lub przez suszenie świeżych ząbków w temperaturze niższej niż 50°C przez 3-4 dni. Czosnek sproszkowany ma najbardziej zbliżony skład do czosnku świeżego. Preparaty olejowe najczęściej sprzedawane są w postaci olejku czosnkowego rozpuszczonego w innych olejach roślinnych np. sojowym. Ekstrakty etanolowe dzieli się na krótkoterminowe (kilka dni), które otrzymuje się przez ekstrakcję 70% etanolem i długoterminowe (6-20 miesięcy) przez ekstrakcję 20% etanolem w temperaturze pokojowej. W wyniku ekstrakcji długoterminowej otrzymuje się preparat, którego angielska nazwa brzmi „aged garlic extract” (AGE), co można przetłumaczyć „stary ekstrakt czosnkowy”. Związki siarkowe obecne w świeżym czosnku i jego preparatach przedstawiono na ryc. 1. Chemiczne zmiany, jakie zachodzą podczas przetwarzania czosnku, ilustruje ryc. 2. Inne bioaktywne związki nie siarkowe obecne w czosnku, takie jak: flawonoidy, saponiny, lektyny, oligosacharydy, produkty reakcji Maillarda są również intensywnie badane, ale w tym artykule nie są opisywane.

Działanie czosnku na organizm

Współczesna nauka dąży do weryfikacji wielu przekonań starożytnych społeczności i kultur dotyczących czosnku, badając mechanizmy działania i wyjaśniając możliwości stosowania czosnku w zapobieganiu i leczeniu wielu chorób. Wykazano w licznych badaniach



Ryc. 2. Zmiany chemiczne związków siarkowych zachodzące podczas procesów przetwarzania świeżego czosnku

na zwierzętach laboratoryjnych oraz klinicznych, że związki występujące w czosnku wykazują działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwpierwotniakowe, zapobiegają chorobom układu krążenia, wzmagają system immunologiczny, działają przeciwnowotworowo. Mechanizm(y), przez jaki(e) działają te związki jest jednak w pełni niewyjaśniony, nie do końca jest również wiadomo, które związki zawarte w czosnku lub preparacie czosnkowym wykazują aktywność biologiczną.

Przeciwbakteryjne. Czosnek używany był do zapobiegania zainfekowania ran i psucia się żywności (2), do zwalczania infekcji płuc, do łagodzenia infekcji przewodu pokarmowego (7). Ponieważ wykazywał tak zróżnicowane działanie rozpoczęto badania pod kątem jego wpływu na różne rodzaje bakterii: Gram-dodatnie, Gram-ujemne, kwasooporne, między innymi: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* i *Helicobacter*. Stwierdzono, że czosnek ma działanie zróżnicowane. Przypuszcza się, że allicyna, której to przede wszystkim przypisuje się antibakteryjne właściwości czosnku, ma różne powinowactwo do błony komórkowej zależne od jej składu (22). W innym wyjaśnieniu przyjmuje się, że aktywność czosnku związana jest z reakcją pomiędzy ugrupowaniem $-S(O)-S-$ obecnym w allicynie a grupami $-SH$ obecnymi w białkach. Bardziej specyficzne wyjaśnienie wskazuje, że allicyna jest inhibitorem grup $-SH$ enzymów oddechowych i to specyficznie hamuje acetylo-CoA syntetazę potrzebną w syntezie kwasów tłuszczowych (32). Wiele badań obecnie prowadzi się z bakterią *Helicobacter pylori*, która powoduje uszkodzenia błony śluzowej przewodu pokarmowego, w konsekwencji prowadzące nawet do nowotworów żołądka. Bakteria ta jest bardzo oporna na antybiotyki, dlatego czosnek ze względu na swoje właściwości bakteriobójcze wzbudza duże zainteresowanie przy leczeniu uszkodzeń przewodu pokarmowego wywołanych przez tę bakterię (14, 15).

Przeciwpierwotniacze. Niewiele jest danych na temat działania przeciwpierwotniaczego czosnku. Wczesne prace z zastosowaniem czosnku przeciwko *Giardiasis* prowadzone były przez Kramarenko w 1951 r. (16). W 1987 r. Mirelman i wsp. (21) przeprowadzili badania nad możliwościami użycia czosnku przeciwko *Entamoeba histolytica*. W innych pracach wykazano działanie czosnku przeciwko *Opalina ranarum*, *O. dimidicita*, *Balantidium entozoon*, *Entamoeba histolytica*, *Trapanosomes*, *Leishmania*, *Leptomonas* i *Crithidia* (29, 30).

Przeciwgrzybicze. Sprawdzono wrażliwość wielu grzybów, między innymi z rodzaju *Candida* (11), *Torulopsis*, *Trichophyton*, *Cryptococcus* (6), *Aspergillus* (42), *Trichosporon*, *Rhodotorula*, *Aspergillus niger*, *C. Albicans* i *Paracocidiodes* (29, 30) na działanie ekstraktu z czosnku. Okazało się, że ekstrakt powodował obniżenie wylapywania tlenu, redukcję wzrostu grzybów, hamowanie syntezy lipidów, białek i kwasów

nukleinowych oraz uszkodzenie ich błon komórkowych (1).

Przeciwwirusowe. W porównaniu z bardzo licznymi badaniami dotyczącymi właściwości przeciwgrzybiczych czosnku bardzo niewiele jest prac związanych z badaniami jego właściwości przeciwwirusowych. Tylko w kilku badaniach wykazano, że ekstrakt z czosnku w badaniach *in vitro* działa przeciwko wirusom grypy A i B (9), cytomegalowirusowi (20, 24), rhinowirusowi, HIV, wirusowi opryszczki 1 (9, 35) i 2 (38), wirusom wywołującym pneumonię i rotawirusom. W wyniku tych badań wydaje się, że aktywne są tylko allicyna i allicyno-pochodne.

Choroby krążenia. Dieta, otyłość, wysokie ciśnienie krwi, palenie papierosów, brak aktywności fizycznej i stres to główne czynniki ryzyka zachorowania na choroby układu krążenia. Wpływ czosnku na rozwój tych chorób badano w wielu modelach doświadczalnych – na komórkach, zwierzętach laboratoryjnych, prowadzono również badania na ludziach. Badania dotyczą zarówno poznania mechanizmów działania czosnku, budowy związku czynnego, jak również działania czosnku na pośrednie czynniki ryzyka (27, 28, 34).

Wielu autorów wykazało, że czosnek redukuje stężenie lipidów w osoczu wprost proporcjonalnie do zastosowanej dawki (41). Uważa się, że może to być spowodowane hamowaniem syntezy lipidów i/lub wzrastającym wydalaniem lipidów, ale również wpływem czosnku na odwrócony transport cholesterolu z tkanek. W tych badaniach używany był zarówno świeży czosnek, jak i olejek czosnkowy. Wykazano również, że u hiperlipidemicznych pacjentów otrzymujących wodno-alkoholowy wyciąg z cebul czosnku (AGE) następuje obniżenie stężenia cholesterolu w osoczu. Preparat ten podawany zdrowym pacjentom nie wpływa na stężenie lipidów we krwi. Mechanizm, przez który czosnek i jego preparaty działają, jest intensywnie badany, chociaż do tej pory nie jest jasny. Wykazano, że czosnek podawany w diecie obniża aktywność enzymów, między innymi: syntazę kwasów tłuszczowych, dehydrogenazę glukozo-6-fosfatową i reduktazę 3-hydroksy-3-metyloglutarylo-CoA. Pochodne siarkowe obecne w czosnku są zdolne wchodzić w reakcje z grupami tiolowymi $-SH$, funkcjonalnej części CoA, która jest konieczna przy biosyntezie lipidów, redukcję biosyntezy lipidów przez traktowanie czosnkiem może być właśnie związane z inaktywacją tych grup. Badane były różne preparaty czosnkowe (ekstrakty wodne, metanolowe i eterowe ze świeżego czosnku, AGE oraz czyste związki) i okazało się, że zarówno hydrofilne, jak i lipofilne związki obecne w czosnku hamują syntezę cholesterolu. Należy jednak podkreślić, że maksymalne hamowanie syntezy cholesterolu wykazują preparaty zawierające różne związki siarkowe (17, 41). W licznych badaniach na zwierzętach wykazano również, że czosnek zapobiega wzrostowi stężenia fibrynogenu w oso-

czu i redukuje czas krzepnięcia oraz podnosi aktywność fibrynolityczną (3, 18).

Choroby nowotworowe. Wiele badań epidemiologicznych, również badania na zwierzętach laboratoryjnych, wskazuje na przeciwnowotworowe właściwości czosnku (19). Badania laboratoryjne na zwierzętach wykazały, że właściwości przeciwnowotworowe wykazują obecne w czosnku związki siarki zarówno rozpuszczalne w wodzie, jak i w tłuszczach. Wykazano również, że ochronne działanie czosnku dotyczy wielu tkanek i przeciwdziała różnym karcinogenom. Badania te wykazują także, że siarkoorganiczne związki są aktywne w obydwu fazach rozwoju nowotworu (inicjacji i promocji) (10, 23, 33). Aktywują one enzymy wątrobowe, takie jak cytochromy 450 i enzymy II fazy, które biorą czynny udział w metabolizmie karcinogenów (19). W efekcie tych wszystkich badań czosnek został uznany za dietetyczny środek przeciwnowotworowy.

Czosnek w żywieniu zwierząt gospodarskich i towarzyszących

Od paru lat próbuje się zastąpić antybiotyki paszowe różnymi dodatkami, które dawałyby podobne efekty jak antybiotyki, tzn. wyższe dzienne przyrosty zwierząt, lepsze wykorzystanie paszy, mniejszą zachorowalność spowodowaną zakażeniami mikrobiologicznymi. Czosnek ze względu na swoje silne właściwości przeciwbakteryjne budzi więc duże zainteresowanie hodowców zwierząt gospodarskich. Szczególnie wrażliwe na zakażenia mikrobiologiczne są zwierzęta w okresie poodsadzeniowym. W hodowli zwierząt gospodarskich w Dutch Animal Research Centre w Lelystad (Holandia) stwierdzono, że w pierwszych dwóch tygodniach po odsadzeniu u prosiąt, którym podawano preparat zawierający czosnek nastąpił wzrost wykorzystania paszy oraz mniejsza śmiertelność z powodu problemów z przewodem pokarmowym (26). Podobne badanie na świniach prowadzone przez Hortona i wsp. (12) nie wykazały jednak pozytywnego wpływu czosnku na wykorzystanie i pobieranie paszy. U świń otrzymujących czosnek zaobserwowano również mniejsze przyrosty niż u świń kontrolnych, nie stwierdzając wpływu na rozwój mikroorganizmów w przewodzie pokarmowym. Podobne wyniki otrzymali inni autorzy (36). Zastosowanie mieszanki ziołowej zawierającej czosnek jako zamiennik antybiotyku w paszy dla tuczników wpłynęło korzystnie na przebieg tuczu oraz poprawiło kruchość i soczystość mięsa (37). W badaniach na cielętach rasy holsztyńskiej wykazano, że dodatek paszowy Enteroguard zawierający tylko jeden ze składników czosnku – allicynę dodawany do preparatu mlekozastępczego posiada podobne właściwości do stosowanych powszechnie w USA antybiotyków oksytetracykliny i neomycyny. Mierzone parametry to pobieranie i wykorzystanie paszy, dzienne średnie przyrosty oraz przypadki biegunki (8).

Niewiele jest informacji o korzystnym działaniu czosnku u zwierząt towarzyszących, chociaż wiele odżywek dla psów zawiera dodatek czosnku. Podawanie surowej cebuli psom z chroniczną zakrzepicą naczyń wieńcowych może powodować hamowanie trombozy (5).

Chociaż czosnek i inne rośliny z rodzaju *Allium* mają korzystny wpływ na zdrowie ludzi, nie wywołując u nich żadnych toksycznych efektów, to jednak karmienie zwierząt paszami z dodatkiem czosnku może być związane z pojawieniem się u tych zwierząt anemii. U owiec i bydła, którym podawano odpady po zbiorze cebuli pojawiały się selektywne uszkodzenia czerwonych ciałek krwi. Podobnie było u koni i owiec, które wypasały się na pastwiskach, na których rosły dzikie odmiany czosnku i cebuli (12). Szczególnie wrażliwe na toksyczne działanie czosnku i cebuli są psy i koty. U zwierząt tych po podaniu nie tylko surowego, ale i gotowanego czosnku występuje anemia hemolityczna. Munday i wsp. (23) w swojej pracy podjęli próbę zbadania, które ze związków siarczkowych obecnych w czosnku odpowiedzialne są za wywołanie tej choroby oraz w jaki sposób działają te związki na enzymy 2 fazy istotne przy chorobach nowotworowych. Badania przeprowadzili na psach i w wyniku tych badań stwierdzili, że dwu-, trzy- i czterosiarczki w obecności hemoglobiny i glutationu zredukowanego (badania *in vitro*) generują wodę utlenioną i poprzez utlenianie powodują uszkodzenia erytrocytów, przy czym silniejsze właściwości uszkodzające wykazują związki zawierające więcej atomów siarki w cząsteczce. Jednocześnie podstawnik allilowy charakteryzował się silniejszymi właściwościami niż propylowy. W badaniach *in vivo* aktywność hemolityczną wykazywały tylko czterosiarczki niezależnie od podstawnika (allilowy i propylowy). Wpływ na aktywność enzymatyczną reduktazy chinonowej i S-transferazy-glutationowej (enzymy 2 fazy) wykazywała tylko pochodna allilowa. Podobne badania przeprowadzone na psach wykazały, że przyczyną hemolizy jest formowanie się ciałek Heinz'a w erytrocycie na skutek utleniania hemoglobiny przez związki zawarte w czosnku (39, 40). W innych badaniach na psach (13) zauważono, że podawanie czosnku psom może wywoływać również inne niepożądane efekty, jak zaczerwienienie śluzówki jelita, a nawet jej uszkodzenie.

Zwierzęta laboratoryjne są bardziej odporne na działanie toksyczne czosnku. Dlatego szczury są wykorzystane w licznych badaniach obejmujących między innymi takie zagadnienia, jak właściwości przeciwutleniające czosnku (4), jego wpływ na metabolizm białka (25), cholesterolu (27, 34, 41).

Podsumowanie

Czosnek jest rośliną intensywnie badaną i wzbudającą powszechne zainteresowanie. Na temat właściwości czosnku organizuje się specjalne międzynarodowe konferencje. Publikuje się wiele wyników ba-

dań. Wyniki tych badań są jednak trudne do porównania, gdyż wielu autorów nie tylko nie podaje składu zastosowanych preparatów, ale nawet nie informuje o rodzaju rozpuszczalnika użytego do ekstrakcji. Za wiele właściwości biologicznych czosnku odpowiedzialne mogą być inne substancje aktywne obecne w czosnku, jak np. lektyny, fruktooligosacharydy, które równie silnie wpływają na rozwój bakterii w przewodzie pokarmowym jak związki siarkowe. Uzyskane wyniki w przypadku podawania czosnku w postaci proszku mogą pochodzić właśnie od tych związków, a nie siarkowych, jak powszechnie się przyjmuje.

Różnorodność związków obecnych w czosnku sprawia, że ma on bardzo szerokie spektrum działania, tym szersze, im więcej tych związków znajdzie się w preparacie. Niektóre ze związków siarkowych wykazują jednak działanie toksyczne dla zwierząt, dlatego przed zastosowaniem preparatów czosnkowych w żywieniu zwierząt należałoby określić skład preparatu, aby uniknąć ujemnych wpływów na stan ich zdrowia i efekty produkcyjne.

Piśmiennictwo

1. *Adetumbi M. A., Javor G. T., Lau B. H. S.*: Allium sativum (garlic) inhibits lipid synthesis by *Candida albicans*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1986, 30, 499-501.
2. *Arora S. D., Kaur J.*: Antimicrobial activity of spices. *J. Antimicrob. Agents.* 1999, 12, 257-262.
3. *Bordia A., Vema S. K., Srivastava K. C.*: Effect of garlic on platelet aggregation in humans: a study in healthy subjects and patients with coronary artery disease. *Prostaglandin Leukot. Essent. Fatty Acids.* 1996, 55, 201-205.
4. *Borek C.*: Antioxidant health effects of aged garlic extract. *J. Nutr.* 2001, 131, 1010-1015.
5. *Briggs W. H., Folts J. D., Osman H. E., Goldman I. L.*: Administration of raw onion inhibits platelet mediated thrombosis in dogs. *J. Nutr.* 2001, 131, 2619-2622.
6. *Cai Y.*: Anticryptococcal and antiviral properties of garlic. *Cardiol. Pract.* 1991, 9, 11.
7. *Delaha E. C., Garagusi V. F.*: Inhibition of mycobacteria by garlic extract (*Allium sativum*). *Antimicrob. Agents Chemother.* 1985, 27, 485-486.
8. *Donovan D. C., Franklin S. T., Chase C. C. L., Hippan A. R.*: Growth and health of Holstein calves red milk replaces supplemented with antibiotics or Enteroguard. *J. Dairy Sci.* 2002, 85, 947-950.
9. *Fenwick G. R., Hanley A. B.*: The genus *Allium*. *CRC Rev. Food Sci. Nutr.* 1985, 22, 199-377.
10. *Fleischauer A. T., Arab L.*: Garlic and cancer: a critical of the epidemiological literature. *J. Nutr.* 2001, 131, 1032.
11. *Ghannoum M. A.*: Inhibition of *Candida* adhesion to buccal epithelial cells by an aqueous extract of *Allium sativum* (garlic). *J. Appl. Bacteriol.* 1990, 68, 163-169.
12. *Horton G. M. J., Blethen D. B., Prasad B. M.*: The effect of garlic (*Allium sativum*) on feed palatability of horses and feed consumption, selected performance and blood parameters in sheep and swine. *Can. J. Anim. Sci.* 1991, 71, 607.
13. *Hoshino T., Kashimoto N., Kasuga S.*: Effects of garlic preparations on the gastrointestinal mucosa. *J. Nutr.* 2001, 131, 1109-1113.
14. *Jimuro M., Shibata H., Kawamori T., Matsumoto T., Arakawa T., Sugimura T., Wakabayashi K.*: Suppressive effects of garlic on *Helicobacter pylori*-induced gastritis in Mongolian gerbils. *Cancer Lett.* 2002, 187, 61-68.
15. *Jonkers D., van den Broek E., van Dooren I., Thijs C., Dorant E., Hageman G., Stobberingh E.*: Antibacterial effect of garlic and omeprazole on *Helicobacter pylori*. *J. Antimicrob. Chemother.* 1999, 43, 837-839.
16. *Kramarenko L. E.*: Same notes to the therapy of Lamblia with the phytoncides of onion and garlic. *Voen Med. Zh.* 1951, 44-46.
17. *Kwon M., Song Y., Choi M., Park S., Jeong K., Song Y.*: Cholesterol ester transfer protein activity and atherogenic parameters in rabbits supplemented with cholesterol and garlic powder. *Life Sci.* 2003, 72, 2953-2964.
18. *Lawson L. D., Ransom D. K., Hughes B. G.*: Inhibition of whole blood platelet-aggregation by compounds in garlic clove extracts and commercial products. *Throm. Res.* 1992, 65, 141-156.
19. *Le Bon A., Vernevaux M., Guenot L., Kahane R., Auger J., Arnault I., Hafener T., Siess M.*: Effects of garlic powders with varying alliin contents on hepatic drug metabolising enzymes in rats. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 7617-7623.
20. *Meng Y., Lu D., Guo N., Zhang G., Zhou G.*: Anti-HCMV effect of garlic components. *Virolog. Sin.* 1993, 8, 147-150.
21. *Mirelman D., Monheit D., Varon S.*: Inhibition of growth of *Entamoeba histolytica* by allicin, the active principle of garlic extract (*Allium sativum*). *J. Infect. Dis.* 1987, 156, 243-244.
22. *Miron T., Rabinov A., Mirelman D., Wichek H., Weiner L.*: The mode of action of allicin: its ready permeability through phospholipid membranes may contribute to its biological activity. *Biochem. Biophys. Acta* 2000, 1463, 20-30.
23. *Munday R., Munday J. S., Munday C.*: Comparative effects of mono-, di-, tri-, and tetrasulfides derived from plants of the *Allium* family: redox cycling in vitro and hemolytic activity and phase 2 enzyme induction in vivo. *Free Rad. Biol. Med.* 2003, 34, 1200-1211.
24. *Nai-Lan G., Cao-Pei L., Woods G. L., Reed E., Gui-Zhen Z., Li-Bi Z., Waldman R. H.*: Demonstration of antiviral activity of garlic extract against human cytomegalovirus in vitro. *Clin. Med. J.* 1993, 106, 93-96.
25. *Oi Y., Imafuku M., Shishido C., Kominato Y., Nishimura S., Iwai K.*: Garlic supplementation increases testicular testosterone and decreases plasma corticosterone in rats fed a high protein diet. *J. Nutr.* 2001, 131, 2150-2156.
26. *Peet-Schwering C. M. C., Swinkels J. W. G. M.*: Enteroguard as an alternative feed additive to antibiotics in weaning pig diets. *J. Anim. Sci.* 2000, 78, 184.
27. *Rahman K.*: Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *J. Nutr.* 2001, 131, 977-980.
28. *Rahman K., Bilington D.*: Dietary supplementation with aged garlic extract inhibits ADP-induced platelet aggregation in humans. *J. Nutr.* 2000, 130, 2662-2665.
29. *Reimers F., Smolka S. E., Werres S., Plank-Schmacher K., Wagner G.*: Effect of ajoene, a compound derived from *Allium sativum*, on phytopathogenic and epiphytic micro-organisms. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz.* 1993, 100, 622-633.
30. *Reuter H. D., Koch H. P., Lawson L. D.*: Therapeutic effects and applications of garlic and its preparations, [w:] Koch H. P., Lawson L. D.: *Garlic, The Science and Therapeutic Application of Allium sativum L. and Related Species*. Williams and Wilkins, Baltimore, Md, 1996, s. 135-212.
31. *Rivlin R. S.*: Historical perspective on the use of garlic. *J. Nutr.* 2001, 131, 951-954.
32. *Ross Z. M., O'Gara E. A., Hill D. J., Sleightholme H. V., Maslin D. J.*: Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: evolution of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, 7, 475-480.
33. *Sang K., Milner J. A.*: The influence of heating on the anticancer properties of garlic. *J. Nutr.* 2001, 131, S1054-1057.
34. *Spigielski D., Jones P. J. H.*: Efficacy of garlic supplementation in lowering serum cholesterol levels. *Nutr. Rev.* 2001, 59, 236-244.
35. *Tsai Y., Cole L. L., Davis L. E., Lockwood S. J., Simmons V., Wild G. C.*: Antiviral properties of garlic: in vitro effects on influenza B, herpes simplex virus, and coxsackie viruses. *Planta Med.* 1985, 51, 460-461.
36. *Turner J. L., Dritz P. S. S., Minton J. E.*: Review: Alternatives to conventional antimicrobials in swine diets. *Profess. Anim. Sci.* 2001, 17, 217-226.
37. *Urbańczyk J., Hanczakowska E., Świątkiewicz M.*: Mieszanka ziołowa jako zamiennik antybiotyku w paszy dla tuczników. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 887-889.
38. *Weber N. D., Anderson D. O., North J. A., Murray B. K., Lawson L. D., Hughes B. G.*: In vitro virucidal activity of *Allium sativum* (garlic) extract and compounds. *Planta Med.* 1992, 58, 417-423.
39. *Yamato O., Sugiyama Y., Matsuura H., Lee K., Goto K., Hossain A. H., Maeda Y.*: Isolation and identification of sodium 2-propenyl thiosulfate from boiled garlic (*Allium sativum*) that oxidizes canine erythrocytes. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2003, 67, 1594-1596.
40. *Yang Q., Hu Q., Yamoto O., Lee K., Maeda Y., Yoshihara T.*: Organosulfur compounds from garlic (*Allium sativum*) oxidizing canine erythrocytes. *Z. Naturforsch.* 2003, 58, 408-412.
41. *Yeh Y., Liu L.*: Cholesterol lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: human and animal studies. *J. Nutr.* 2001, 131, 989-993.
42. *Yoshida S., Kasuga S., Hayashi N., Ushiroguchi T., Matsura H., Nakagawa S.*: Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.* 1987, 53, 615-617.