

JACEK MAJEWSKI, MICHAŁ ORYLSKI, MACIEJ MAJEWSKI, JULIA RASAŁA

Wpływ substancji zawartych w pieczarkach na organizm człowieka

Effects of white button mushroom nutrients on the human body

Wydział Lekarski, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

KEYWORDS

white button mushroom,
Agaricus bisporus

SUMMARY

Agaricus bisporus (white button mushroom) contains significant amounts of dietary fibers, microelements and other important compounds. While it is often underrated, numerous studies prove its positive impact on health. Several compounds found in *Agaricus bisporus* provide beneficial effects on diabetic and cardiovascular diseases and may lower blood glucose, cholesterol and LDL. Those mushrooms are also a potential breast cancer chemopreventive agent since they were proven to suppress aromatase and estrogen synthesis. Therefore, it may be useful in estrogen-dependent breast tumors. What is more, white button mushroom contains low amount of fat and is low calorie. It can be effectively used in diets to lower body weight. Also, compounds found in white button mushroom have impact on human immune system. They lead to increase of IgA production and stimulates lymphocytes by increasing levels of interleukin. Therefore, white button mushroom is not only valuable thanks to its taste but also because of its impact on human health. Properly prepared it can be an important ingredient of everyday meals.

WSTĘP

Pieczarka dwuzarodnikowa, czyli *Agaricus bisporus*, to gatunek grzyba należący do rodziny pieczarkowatych (*Agaricaceae*). Grzyb wytwarza owocnik o mięsistym kapeluszu barwy szarobiałej z blaszkowatym hymenoforem. Walcowaty trzon o wysokości 3-8 cm i grubości 3 cm posiada wyraźnie zaznaczony pierścień. Pieczarka występuje powszechnie na terytorium Ameryki Południowej, Środkowej i Północnej, a także w Europie, Azji, Australii i na wielu wyspach.

Pieczarka jest powszechnie uprawiana i spożywana na całym świecie. Pierwsze wzmianki o uprawie *A. bisporus* prowadzonej we Francji pochodzą z XVI i początku XVII wieku. Przez wiele lat grzyby te uchodziły za rarytas, na który mogli pozwolić sobie tylko zamożni ludzie. Anthelme Brillat-Savarin, uważany za twórcę XIX-wiecznej kuchni, porównywał walory kulinarne pieczarek do trufli.

Światowa produkcja grzybów jadalnych w 1961 roku wyniosła 495 127 ton. W 2016 roku wskaźnik ten to już 10 378 163 ton (1). Ze wszystkich gatunków grzybów *A. bisporus* produkowany jest w największej ilości. Na czele producentów plasują się Chiny, które są odpowiedzialne za 73% produkcji światowej. Na kolejnych miejscach znajdują się Włochy i USA (1). Polska jest jednym z najważniejszych

producentów pieczarki dwuzarodnikowej w Europie, produkując rocznie 330 000 ton owocników tego gatunku. Oprócz właściwości smakowych na rosnące znaczenie grzybów w codziennej diecie wpływ mają również stosunkowo wysoka zawartość białka i polisacharydów przy zachowaniu niskiego poziomu tłuszczu, a także mikrośladniki, w tym witaminy i przeciwutleniacze (2). Wiele prac naukowych potwierdza, że spożywanie owocników *A. bisporus* wpływa prozdrowotnie.

SKŁAD I DZIAŁANIE

Poza smakiem i aromatem pieczarka dwuzarodnikowa posiada liczne substancje odżywcze oraz biologicznie aktywne składniki. W 100 g świeżych pieczarek znajduje się 92,45% wody, 3,09% białka, 3,26% sacharydów i 0,34% lipidów (3). Wartość odżywcza wynosi 22 kcal/100 g, jest to w efekcie produkt niskokaloryczny. Owocniki *A. bisporus* zawierają witaminy B₂, B₃, B₅ oraz niewielkie ilości witamin C i D. Stężenia minerałów są zróżnicowane w zależności od lokalizacji uprawy.

A. bisporus to dobre źródło aminokwasów, podstawowego budulca białek. Odnajdziemy tutaj zarówno aminokwasy endo-, jak i egzogenne. Łącznie w pieczarce występuje 18 aminokwasów, należy jednak zaznaczyć, że

nie we wszystkich stężenie jest na tyle duże, by pieczarki mogły stać się podstawowym źródłem pełnowartościowego białka. Alanina, kwas asparaginowy, arginina, leucyna, kwas glutaminowy, lizyna, fenyloalanina, prolina, seryna, tyrozyna oraz treonina występują w największym stężeniu. Aminokwasy zawierające siarkę oraz walinę odnajdziemy w owocnikach *A. bisporus* również w znaczących ilościach (4). Zawartość poszczególnych aminokwasów może być różna w zależności od sposobu uprawy, momentu zbioru oraz od warunków przechowywania zebranych owocników (5). Stosunkowo wysoka zawartość aminokwasów, szczególnie ze współlistniejącym niskim stężeniem lipidów, jak również ich szeroki wachlarz pozwalają na zdrowe wzbogacenie codziennej diety. Stanowią również dobre źródło białka dla osób niespożywających produktów mięsnych (6). Te osoby muszą jednak pamiętać o uzupełnieniu brakujących aminokwasów z innych produktów lub ich suplementacji.

Udział procentowy sacharydów w surowym owocniku *A. bisporus* to około 3,26%, po ususzeniu ich zawartość przekracza 30%. Powszechnie jako źródło błonnika utożsamia się produkty pochodzenia roślinnego ze względu na zawartość celulozy w ścianach komórkowych komórek roślinnych. Grzyby mogą także pełnić funkcje błonnika. Ściany komórkowe komórek grzyba bogate są w chitynę, której podobnie jak celulozy nie mamy zdolności trawić (7). W związku z tym spożywanie *A. bisporus* może poprawić funkcjonowanie przewodu pokarmowego przez wspieranie tworzenia prawidłowej mikroflory jelitowej (8). Komórki grzybów zawierają również chitosan wykorzystywany w przemyśle farmaceutycznym. Substancja ta wraz z chityną obniża ilość lipidów wchłanianych z pożywienia. Dzięki temu obie substancje wykorzystywane są w preparatach wspierających odchudzanie. W badaniach klinicznych pacjentów w grupie zażywającej preparat zawierający chitynę i chitosan traciło średnio 7 kg masy ciała, co jest istotnie lepszym wynikiem niż średni spadek 3 kg masy ciała w grupie kontrolnej (9). Oprócz tego chitosan i chityna znajdują zastosowanie w opatrunkach na rany. Dzięki ograniczeniu ekspozycji receptorów bólowych na czynniki środowiskowe wykazują działanie przeciwbólowe. Poza tym wspierają gojenie się ran i zmniejszają ryzyko powstania blizn. W komórkach *A. bisporus* znajduje się również trehaloza – dwucukier odpowiadający za stabilizację struktury białek. Kolejnym sacharydem obecnym w owocniku *A. bisporus* jest mannitol, który jest najobficiej występującym w nim cukrem prostym (10).

Owocniki *A. bisporus* są ubogie w tłuszcze. Zawierają jednak niektóre kwasy tłuszczowe, które są kluczowe dla prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu – jedno- i wielonienasycone kwasy tłuszczowe. Głównym kwasem tłuszczowym obecnym w komórkach *A. bisporus* jest kwas linolowy. Nie może być on syntetyzowany przez ludzki organizm, więc konieczne jest jego dostarczenie wraz z pokarmem. Kwas ten stanowi prekursor dla aktywnych biologicznie substancji, takich jak: prostaglandyny,

leukotrieny i tromboksany. Kwas linolowy bierze również udział w budowie błon komórkowych. Niedobory tej substancji w diecie mogą doprowadzić do zwiększonego wypadania włosów, nadmiernego złuszczenia się skóry, a także do pogorszenia gojenia się ran (11, 12). Kwas linolowy jest coraz częściej wykorzystywany w dermatologii ze względu na swoje przeciwzapalne działanie, łagodzenie trądziku czy poprawianie nawilżenia skóry (13, 14). Inne kwasy tłuszczowe wykryte w komórkach *A. bisporus* to kwas kaprylowy, palmowy, stearynowy, oleinowy, arachidowy, erukowy (15).

Związki indolowe to kolejne substancje wykryte w owocnikach *A. bisporus*. Te występujące w grzybach tego gatunku nie mają jednak działania halucynogennego. Odpowiadają za kontrolę cyklu komórkowego oraz biorą udział w krzepnięciu krwi (16). Zawartość związków indolowych w owocniku *A. bisporus* jest różna i wynosi od 0,06 do 6,21 mg/100 g (17).

Kwasy fenolowe obecne w owocnikach *A. bisporus* mają bardzo silne działanie antyoksydacyjne. Dzięki temu chronią struktury komórkowe przed uszkodzeniem przez wolne rodniki. Poza tym związki fenolowe mają działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwgrzybicze oraz przeciwzapalne, a także stymulują wydzielanie soku żołądkowego (18).

Liczne badania wykazały pozytywne działanie pieczarek w chorobach nowotworowych (19, 20). Do substancji wykazujących takie cechy zalicza się m.in. lektyny, w przypadku pieczarek jest to konkretnie *Agaricus bisporus agglutinin* (ABA). Lektyny to proteiny lub glikoproteiny, które wiążą węglowodany. W komórkach grzybów ich główną funkcją jest magazynowanie aminokwasów. Oprócz tego lektyny prawdopodobnie chronią komórki grzyba przed toksynami pochodzącymi ze środowiska czy bakteriami (21). Lektyny występujące w pieczarce dwuzarodnikowej mają również znaczenie dla ludzi. Substancje te mają działanie immunomodulujące, które polega na przyspieszaniu dojrzewania komórek układu odpornościowego oraz na działaniu przeciwnowotworowym. Lektyny hamują podziały komórkowe endotelialnych komórek nowotworowych bez jednoczesnego działania cytotoksycznego (22). W jednym z badań skupiających się na wpływie lektyn na komórki raka okrężnicy dowiedziono, że ABA zmniejszało adhezję międzykomórkową komórek raka jelita grubego oraz wykazano zależność od dawki spowolnienie ich proliferacji (23). Działanie to spowodowane jest wiązaniem się lektyn do błony komórkowej komórek nowotworowych. Działanie antyproliferacyjne znajduje również zastosowanie w okulistyce. Lektyny mogłyby być wykorzystane na przykład w celu kontroli bliznowacenia po operacji jaskry (24).

β-glukan stanowi składnik budulcowy ścian komórkowych grzybów. W badaniu przeprowadzonym na grupie kobiet chorych na nowotwory piersi udowodniono, iż suplementacja tego związku wpłynęła na nasilenie proliferacji monocytów, a także zwiększenie ekspresji markera

CD95 (receptora Fas) na ich powierzchni (25). Pobudzenie tego receptora skutkuje zwiększonym wydzielaniem prozapalnych cytokin, jak TNF- α oraz IL-8, które pełnią rolę w zwalczaniu komórek nowotworowych.

Kolejnym związkiem występującym w pieczarkach, który wykazuje ważne działanie terapeutyczne, jest ergosterol. Spełnia on u grzybów funkcje, za jakie u zwierząt odpowiada cholesterol. U myszy chorujących na raka płuca doustnie podawany ergosterol wpłynął na zmniejszenie objętości, a także masy guza względem osobników, u których nie suplementowano tego związku. Mechanizm tego zjawiska nie był związany z bezpośrednim efektem cytotoksycznym, ale z hamowaniem neowaskularyzacji indukowanej przez komórki raka (26).

Całościowy ekstrakt *Agaricus bisporus* wykazuje działania niezwiązane z obecnością substancji wcześniej opisanych. Występują w nim związki fitochemiczne, tzn. substancje produkowane przez rośliny oraz grzyby mające za zadanie m.in. obronę przed zwierzętami oraz patogenami. Zalicza się do nich flawony oraz izoflawony posiadające zdolność do hamowania enzymu aromatazy. Ekstrakt z pieczarki wykazał efekt inhibicji tego enzymu (27). Działanie to jest szczególnie istotne w raku gruczołu piersiowego. Dzięki zmniejszeniu aktywności aromatazy dochodzi do spadku stężenia estrogenu. W warunkach fizjologicznych pobudzenie receptora estrogenowego przez ten hormon stymuluje komórki nabłonka przewodów oraz zrazików. W komórkach nieobjętych procesem nowotworowym receptorów tych jest niewiele, jednak komórki nowotworowe często wykazują ich nadekspresję, przez co obecność estrogenu jest czynnikiem odpowiadającym za szybki wzrost guza (28). Hamowanie ekspresji tych receptorów zarówno poprzez zmniejszenie stężenia estrogenu we krwi, jak i poprzez bezpośrednie działanie na receptor za pomocą środków farmakologicznych jest stosowane w leczeniu estrogenozależnego raka gruczołu piersiowego. Wyniki badań sugerują, że spożycie pieczarek może mieć działanie pomocnicze w terapii (27).

Pieczarki mogą być pomocne w obniżeniu poziomu trójglicerydów we krwi oraz obniżają stres oksydacyjny (29). Odpowiedzialna jest za to ergotioneina – naturalnie występujący aminokwas niesyntetyzowany przez człowieka. Jej obecność we krwi jest całkowicie zależna od diety. Pokarmami, które zawierają ten aminokwas, są m.in.: otręby owsiane oraz fasola, ale w największym stężeniu występuje on w grzybach. Ergotioneina wykazuje właściwości antyoksydacyjnych (30). Stres oksydacyjny pełni ważną rolę w patogenezie miażdżycy – reaktywne formy tlenu oddziałują na lipoproteiny o małej gęstości (LDL), w wyniku czego dochodzi do ich utlenienia. Produkty tej reakcji mają właściwości proaterogenne – sprzyjające miażdżycy (31).

Poprzez działanie antyoksydacyjne ergotioneiny zawartej w pieczarkach dieta bogata w te grzyby może być działaniem profilaktycznym w stosunku do miażdżycy. Przemawia za tym także fakt, że w badaniach na szczurach pieczarki wykazały zdolność do obniżenia stężenia

cholesterolu całkowitego i frakcji LDL oraz podwyższenia stężenia frakcji HDL (32). Lipoproteina o małej gęstości odpowiedzialna jest za odkładanie cholesterolu we włóknach mięśni gładkich ścian tętnic, gdzie dochodzi do rozwoju blaszki miażdżycowej. Z kolei lipoproteina o wysokiej gęstości (HDL) transportuje cholesterol z tkanek obwodowych do wątroby i ma właściwości antyaterogenne. Poza zdolnością do transportu lipidów HDL ma także działanie przeciwoksydacyjne, dzięki czemu hamuje proces utleniania LDL, co ma ważne znaczenie w zapobieganiu powstawania blaszek miażdżycowych (33).

Kolejną z chorób stanowiących duży problem zdrowotny w dzisiejszym świecie, na którą pozytywny wpływ może mieć konsumpcja pieczarek, jest cukrzyca. Wykazano, że spożycie przez szczury z cukrzycą sproszkowanej pieczarki obniżało stężenie glukozy we krwi w stosunku do osobników, w których pokarmie nie było pieczarek (32). Przypuszcza się, że mogło to być spowodowane przez zwiększenie sekrecji insuliny, a co za tym idzie nasilenie zużycia glukozy zawartej w osoczu. Jeśli w kolejnych badaniach udałoby się potwierdzić taki sam efekt u ludzi, pieczarki mogłyby stanowić stały punkt w diecie osób chorych na cukrzycę, która wraz z farmakoterapią stanowi istotny element leczenia.

Konsumpcja tych grzybów może także zwiększyć naszą odporność i w efekcie zmniejszyć ryzyko infekcji. Badania wykazały, że u osób spożywających pieczarki wzrasta miano przeciwciał z klasy IgA w ślinie (34). Ta klasa przeciwciał odpowiada za odporność m.in. w zakresie błon śluzowych, które wyścielają układ pokarmowy, układ oddechowy czy układ moczowo-płciowy. Zapobiegają one adhezji oraz penetracji patogenów w głąb organizmu. Stanowią pierwszą linię obrony swoistej odporności immunologicznej.

Wykazano, że spożycie pieczarek powoduje u myszy cierpiących na ostre zapalenie jelita grubego wzmoczone wydzielanie interleukiny 23 (IL-23) (35). Jest to cytokina produkowana głównie przez komórki dendrytyczne, która bierze udział w reakcjach immunologicznych skierowanych przeciw patogenom z jelit. Stymuluje ona nieswoistą odpowiedź immunologiczną oraz reakcje zapalne poprzez oś IL-23/IL-17. Interleukina 23 wraz z IL-6 pobudza dziewicze limfocyty CD4⁺ do różnicowania się w limfocyty Th-17, które z kolei poprzez wydzielanie IL-17 powodują napływ neutrofilów do obszaru objętego stanem zapalnym.

PODSUMOWANIE

Pieczarki, często niedoceniane, mają pozytywny wpływ na organizm człowieka. Ich skład zapewnia wielokierunkowe działanie i może ograniczyć ryzyko wystąpienia licznych chorób, w tym także nowotworowych. Prowadzone aktualnie badania mogą przynieść nowe zastosowania związków występujących w pieczarkach w przyszłości, a wyniki eksperymentów na zwierzętach są obiecujące. Pieczarki mogą stanowić bardzo dobre uzupełnienie diety, zwłaszcza przy ich niskiej kaloryczności. Trzeba jednocześnie pamiętać o konieczności prawidłowego przygotowania pieczarek przed spożyciem.

KONFLIKT INTERESÓW
CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES DO KORESPONDENCJI

Jacek Majewski
ul. Strońska 9a/11, 50-540 Wrocław
tel.: +48 880-876-662
jmajewski3@gmail.com

PIŚMIENNICTWO

1. FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. <http://www.fao.org>.
2. Rodrigues D, Freitas AC, Pereira L et al.: Chemical composition of red, brown and green macroalgae from Buarcos bay in Central West Coast of Portugal. *Food Chemistry* 2015; 183: 197-207.
3. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. <http://ndb.nal.usda.gov>.
4. Muszyńska B, Kała K, Rojowski J et al.: Composition and biological properties of *Agaricus bisporus* fruiting bodies – a review. *Pol J Food Nutr Sci* 2017; 67(3): 173-181.
5. Guillamon E, Garcia-Lafuente A, Lozano M et al.: Edible mushrooms: role in the prevention of cardiovascular diseases. *Fitoterapia* 2010; 81(7): 715-723.
6. Cheung PCK: Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Sci Human Wellness* 2013; 2: 162-166.
7. Meijer K, De Vos P, Priebe MG: Butyrate and other short-chain fatty acids as modulators of immunity: what relevance for health? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010; 13: 715-721.
8. Carvalho-Wells AL, Helmolz K, Nodet C et al.: Determination of the *in vivo* prebiotic potential of a maize-based whole grain breakfast cereal: a human feeding study. *Br J Nutr* 2010; 104: 1353-1356.
9. Rajewska J, Bałasińska B: Biologically active compounds of edible mushrooms and their beneficial impact on health. *Postepy Hig Med Dosw* 2004; 58: 352-357.
10. Barros L, Cruz T, Baptista P et al.: Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology* 2008; 46: 2742-2747.
11. Cunnane S, Anderson M: Pure linoleate deficiency in the rat: influence on growth, accumulation of n-6 polyunsaturates, and [1-14C] linoleate oxidation. *J Lipid Res* 1997; 38(4): 805-812.
12. Ruthig DJ, Meckling-Gill KA: Both (n-3) and (n-6) fatty acids stimulate wound healing in the rat intestinal epithelial cell line, IEC-6. *J Nutr* 1999; 129(10): 1791-1798.
13. Diezel WE, Schulz E, Skanks M, Heise H: Plant oils: Topical application and anti-inflammatory effects (croton oil test). *Dermatologische Monatsschrift* 1993; 179: 173.
14. Letawe C, Boone M, Pierard GE: Digital image analysis of the effect of topically applied linoleic acid on acne microcomedones. *Clin Exp Dermatol* 1998; 23(2): 56-58.
15. Sadiq S, Bhatti HN, Hanif MA: Studies on chemical composition and nutritive evaluation of wild edible mushrooms. *Iran J Chem Chem Eng* 2008; 27(3): 151-154.
16. Muszyńska B, Sułkowska-Ziaja K, Wójcik A: Levels of physiologically active indole derivatives in the fruiting bodies of some edible mushrooms (Basidiomycota) before and after thermal processing. *Mycoscience* 2013b; 54: 321-326.
17. Muszyńska B, Sułkowska-Ziaja K, Ekiert H: Indole compounds in fruiting bodies of some edible Basidiomycota species. *Food Chem* 2011; 125: 1306-1308.
18. Czapski J: Antioxidant activity and phenolic content in some strains of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Veg Crop Res* 2005; 62: 165-173.
19. John JH, Ziebland S, Yudkin P et al.: Effects of fruit and vegetable consumption on plasma antioxidant concentrations and blood pressure: a randomized controlled trial. *Lancet* 2002; 359: 1969-1974.
20. Novaes MRCG, Valadares F, Reis MC et al.: The effects of dietary supplementation with Agaricales mushrooms and other medicinal fungi on breast cancer: Evidence-based medicine. *Clinics* 2011; 66(12): 2133-2139.
21. Ng TB: Peptides and proteins from fungi. *Peptides* 2004; 25: 1055-1073.
22. Singh SS, Wang H, Chan YS et al.: Lectins from edible mushrooms. *Molecules* 2015; 20: 446-469.
23. Jordinson M, El-Hariry I, Calnan D et al.: Vicia faba agglutinin, the lectin present in broad beans, stimulates differentiation of undifferentiated colon cancer cells. *Gut* 1999; 44(5): 709-714.
24. Batterbury M, Tebbs CA, Rhodes JM, Grierson I: *Agaricus bisporus* (Edible Mushroom Lectin) inhibits ocular fibroblast proliferation and collagen lattice contraction. *Exp Eye Res* 2002; 74: 361-370.
25. Demir G, Klein HO, Mandel-Molinas N, Tuzuner N: Beta glucan induces proliferation and activation of monocytes in peripheral blood of patients with advanced breast cancer. *Int Immunopharmacol* 2007; 7(1): 113-116.

26. Takeshi T, Yoshiyuki K, Hiromichi O: Isolation of an antitumor compound from *Agaricus blazei* Murill and its mechanism of action. *J Nutr* 2001; 131(5): 1409-1413.
27. Grube BJ, Eng ET, Kao YC et al.: White Button Mushroom Phytochemicals Inhibit Aromatase Activity and Breast Cancer Cell Proliferation. *J Nutr* 2001; 131(12): 3288-3293.
28. Biela A, Pacholska-Bogalska J: Nowotwory hormonozależne u kobiet. *Nowa Med* 2011; 4: 76-81.
29. Weigand-Heller AJ, Kris-Etherton PM, Beelman RB: The bioavailability of ergothioneine from mushrooms (*Agaricus bisporus*) and the acute effects on antioxidant capacity and biomarkers of inflammation. *Preventive Med* 2012; 54: S75-S78.
30. Hand CE, Honek JF: Biological Chemistry of Naturally Occurring Thiols of Microbial and Marine Origin. *J Nat Prod* 2005; 68(2): 293-308.
31. Bryk D, Olejarz W, Zapolska-Downar D: Rola stresu oksydacyjnego i oksydazy NADPH w patogenezie miażdżycy. *Postepy Hig Med Dosw* 2017; 71: 57-68.
32. Sang CJ, Yong TJ, Byung KY et al.: White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats. *Nutrition Research* 2010; 30(1): 49-56.
33. Kuliszewicz-Janus M, Mohamed AS, Abod N: Biologia lipoproteiny HDL i jej przeciwmiażdżycowe działanie. *Postepy Hig Med Dosw* 2006; 60: 307-315.
34. Jeong SC, Koyyalamudi SR, Pang G: Dietary intake of *Agaricus bisporus* white button mushroom accelerates salivary immunoglobulin A secretion in healthy volunteers. *Nutrition* 2012; 28(5): 527-531.
35. Chandra LC, Traore D, French C et al.: White button, portabella, and shiitake mushroom supplementation up-regulates interleukin-23 secretion in acute dextran sodium sulfate colitis C57BL/6 mice and murine macrophage J.744.1 cell line. *Nutr Res* 2013; 33(5): 388-396.

nadesłano: 8.05.2018

zaakceptowano do druku: 29.05.2018