

ANNA MALM¹, RENATA ŁOŚ¹, MONIKA JACH², JOLANTA SZYMAŃSKA³, NINA GZIUT⁴

Probiotyki w XXI wieku

Probiotics in the 21st century

Streszczenie

Podstawowe znaczenie dla zdrowia, zarówno w wymiarze jednostkowym, jak i populacyjnym, ma odpowiedni styl życia, w tym prawidłowe odżywianie warunkujące właściwy skład naturalnej mikroflory naszego organizmu, głównie mikroflory przewodu pokarmowego. Probioza, czyli „poprawa” składu naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego, polegająca na zwiększeniu liczebności pożytecznych bakterii – probiotyków, jest postrzegana nie tylko jako alternatywna metoda walki z drobnoustrojami patogennymi, ale przede wszystkim jako sposób na „zdrowie i długie życie” w XXI wieku. „Probiotykoterapia” może obejmować stosowanie egzogennych probiotyków, stymulację rozwoju endogennych probiotyków poprzez stosowanie prebiotyków czy też stosowanie synbiotyków, tzn. egzogennych probiotyków z dodatkiem odpowiednich prebiotyków. W artykule przedstawiono przegląd aktualnej wiedzy na temat probiotyków i ich oddziaływań zdrowotnych.

Summary

An adequate style of life, including the proper diet determining composition of natural microflora of host organism, mainly intestinal microflora, has fundamental significance for health of both individuals and a population. Probiosis, i.e. “improvement” of intestinal microflora composition, associated with an increase of probiotics – the friendly bacteria possessing the favourable interactions with a host organism, appears to be not only an alternative method against the pathogenic microorganisms but also as a manner for “health and long life” in 21th century. “Probioticotherapy” may include an use of exogenous probiotics, prebiotics stimulating growth of endogenous probiotics, or synbiotics, i.e. exogenous probiotics together with the appropriate prebiotics. In this article an review of actual knowledge concerning probiotics and their impact on human health is presented.

Słowa kluczowe: probiotyki, prebiotyki, zdrowie publiczne

Key words: probiotics, prebiotics, public health

¹ Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej z Pracownią Diagnostyki Mikrobiologicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

² „BIOMED” Wytwórnia Surowic i Szczepionek Sp. z o.o. w Lublinie

³ Katedra i Zakład Stomatologii Wieku Rozwojowego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁴ Invent Farm Sp. z o.o., Lublin

PROBIOZA, PROBIOTYKI, „PROBIOTYKOTERAPIA”

Zdrowie jednostki i populacji uwarunkowane jest wieloma czynnikami, które można podzielić na cztery podstawowe grupy: 1. styl życia, w tym zachowania prozdrowotne, 2. środowisko fizyczne i społeczne dotyczące zarówno stopnia zanieczyszczenia powietrza, gleby i wody, jak i ograniczenia w dostępie do podstawowych zasobów materialnych niezbędnych dla utrzymania zdrowia, 3. czynniki genetyczne, 4. działania służby zdrowia zarówno z zakresu medycyny naprawczej, jak i oświaty czy promocji zdrowia. Podstawowe znaczenie dla zdrowia, zarówno w wymiarze jednostkowym jak i populacyjnym, ma jednak odpowiedni styl życia, w tym prawidłowe odżywianie warunkujące właściwy skład naturalnej mikroflory naszego organizmu. Wśród drobnoustrojów naturalnej mikroflory ważne miejsce zajmują bakterie o właściwościach probiotycznych, zwane probiotykami, obecne przede wszystkim w przewodzie pokarmowym, wykazujące wielokierunkowe, korzystne efekty dla funkcjonowania organizmu człowieka, zarówno miejscowe jak i ogólnoustrojowe, i odgrywające istotną rolę w jego homeostazie. Rozwój pożytecznych bakterii należących do naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego jest zależny od dostępności prebiotyków, substancji, które wybiórczo stymulują rozwój tych bakterii [1-4].

Zjawisko probiozy, czyli zwiększania liczebności bakterii probiotycznych w przewodzie pokarmowym zostało opisane na początku XX wieku. Termin probiotyk najprawdopodobniej wprowadzono w latach 60-tych XX wieku. Jednak dopiero poznanie wielokierunkowych, korzystnych oddziaływań mikroflory jelitowej na organizm człowieka spowodowało wzrost zainteresowania możliwościami profilaktycznego i leczniczego wykorzystania tego zjawiska. Świadczy o tym fakt, że w latach 2000-2009 opublikowano ponad 5000 artykułów oryginalnych i poglądowych z tej tematyki, podczas gdy w latach 1960-1999 – tylko około 300, w tym większość w latach 80-tych i 90-tych XX wieku. W świetle obecnej wiedzy probioza, czyli „poprawa” składu naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego, polegająca na zwiększeniu liczebności pożytecznych bakterii – probiotyków, jest postrzegana nie tylko jako alternatywna metoda walki z drobnoustrojami patogennymi, ale przede wszystkim jako sposób na „zdrowie i długie życie” w XXI wieku [5-9].

Do drobnoustrojów o działaniu probiotycznym należą przede wszystkim bakterie z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, należące do grupy bakterii kwasu mlekowego, których wspólną cechą jest zdolność beztlenowego rozkładu węglowodanów na drodze fermentacji mlekowej. Oprócz nich do probiotyków zaliczane są także inne bakterie kwasu mlekowego z rodzaju *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* i *Weissella*, niektóre szczepy *E. coli* (np. *E. coli* Nissle 1917) oraz *Bacillus spp.*, jak również drożdżaki z rodzaju *Saccharomyces*, np. *S. boulardii* [3, 10].

BAKTERIE PROBIOTYCZNE JAKO SKŁADNIKI NATURALNEJ MIKROFLORY PRZEWODU POKARMOWEGO I ICH ZNACZENIE DLA ORGANIZMU CZŁOWIEKA

Człowiek zawsze żył i będzie żył w środowisku pełnym drobnoustrojów, które stanowią dla niego potencjalne zagrożenie. Z drugiej jednak strony, organizm człowieka jest siedliskiem drobnoustrojów określanych terminem naturalnej mikroflory, zasiedlających głównie powierzchnię skóry oraz błon śluzowych górnych dróg oddechowych, przewodu pokarmowego, ujścia cewki moczowej i pochwy. Błony śluzowe układu pokarmowego stanowią główne miejsce kontaktu organizmu człowieka ze środowiskiem zewnętrznym, a więc są jedną z najważniejszych dróg penetracji drobnoustrojów do naszego organizmu. Całkowita powierzchnia przewodu pokarmowego wynosi około 250-400 m²; dla porównania powierzchnia skóry wynosi tylko około 2 m². Naturalna mikroflora przewodu pokarmowego, zwłaszcza jelita grubego, jest odpowiednio ukształtowanym zespołem licznych drobnoustrojów. W przewodzie pokarmowym dorosłego człowieka żyje około 500 gatunków drobnoustrojów. Najmniejsza liczba drobnoustrojów występuje w żołądku (0-103 komórek/ml treści), największa – w jelicie grubym, osiągając poziom 1010-1012 komórek/g treści. Na powierzchni śluzówki jelit bakterie tworzą specyficzną, wielogatunkową strukturę określaną jako biofilm, która jest naturalną „wielokomórkową” formą życia bakterii. Pierwszym etapem kolonizacji organizmu człowieka, w tym też przewodu pokarmowego przez drobnoustroje jest adhezja. Proces ten jest warunkiem skutecznej kolonizacji zarówno przez bakterie naturalnej mikroflory, jak i bakterie potencjalnie patogenne. Adhezyny są to struktury powierzchniowe komórek bakterii, które umożliwiają związanie się ze swoistymi receptorami na powierzchni komórek organizmu człowieka. Należą do nich wielocukry i białka zlokalizowane w strukturach powierzchniowych komórek bakterii, jak również fimbrie czy fibrylle [10-12].

Przewód pokarmowy noworodka jeszcze w trakcie porodu jest jałowy, ale natychmiast po nim zostaje kolonizowany przez drobnoustroje pochodzące od matki i ze środowiska, aż do osiągnięcia pełnej i zrównoważonej flory dorosłego człowieka. Proces ten przebiega najintensywniej podczas pierwszych dwóch lat życia. Najwcześniej zasiedlającymi przewód pokarmowy bakteriami są pałeczki jelitowe z rodziny *Enterobacteriaceae*, tj. bakterii względnie beztlenowych, mających możliwość rozwoju w bogatym w tlen środowisku jelitowym noworodka. Po fazie wzrostu względnych beztlenowców w jelicie noworodka rozwijają się bakterie beztlenowe z wyraźną dominacją *Bifidobacterium spp.* i *Lactobacillus spp.*, należące do bakterii kwasu mlekowego. Następnie zwiększa się liczba i różnorodność beztlenowców; bakterie te stanowią 99,99% mikroflory w jelicie grubym. Na rozwój mikroflory jelitowej u noworodków mają wpływ różne czynniki, wśród których należy wymienić rodzaj porodu, higienę, dietę czy stosowanie antybiotyków. U noworodków i niemowląt karmionych piersią dominuje w przewodzie

pokarmowym rozwój bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* ze względu na obecność w mleku matki tych bakterii oraz prebiotyków – oligosacharydów, stymulujących ich wzrost. U noworodków i niemowląt karmionych sztucznie występuje mikroflora jelitowa o składzie zbliżonym do osób dorosłych [10, 13, 14].

Liczny i różnorodny zespół drobnoustrojów mikroflory jelitowej stanowi ogromny potencjał w organizmie człowieka, którego aktywność może przynosić zarówno korzyści, jak i stanowić zagrożenie dla jego zdrowia. Wśród drobnoustrojów naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego ważne miejsce zajmują bakterie o właściwościach probiotycznych, zwane probiotykami. Jako niezmiennie ważne uznaje się bakterie probiotyczne z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, należące do bakterii kwasu mlekowego. Bakterie te wykazują wielokierunkowe, korzystne efekty dla funkcjonowania organizmu człowieka, zarówno miejscowe jak i ogólnoustrojowe. Bakterie te uczestniczą w syntezie witamin, głównie z grupy B (np. B1, B2, B12) oraz witaminy K; biorą udział w trawieniu niektórych pokarmów (np. laktozy) oraz zwiększają biodostępność wielu pierwiastków takich, jak miedź, wapń, żelazo, cynk czy mangan. Ponadto, probiotyki pobudzają perystaltykę jelit oraz stymulują różnicowanie i namnażanie komórek przewodu pokarmowego, dostarczając im krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych wytwarzanych w procesach fermentacji jako źródła węgla i energii. Obniżają też wchłanianie egzogenego cholesterolu, powodując jego konwersję do koprostanolu oraz poziom prokancerogenów i kancerogenów w świetle przewodu pokarmowego w wyniku hamowania rozwoju mikroflory jelitowej, której metabolizm związany jest z wytwarzaniem związków nitrozowych. Probiotyki dodatkowo uszczelniają barierę śluzówki jelita w wyniku syntezy substancji o działaniu cytoprotekcyjnym, co może chronić przed zjawiskiem translokacji bakterii, czyli ich przenikania do łożyska naczyniowego. Zjawisko translokacji może prowadzić do rozwoju zakażeń uogólnionych, związanych z obecnością bakterii we krwi, czyli bakteriemii, co w konsekwencji może być przyczyną sepsy [14-16].

Bakterie probiotyczne wykazują działanie antagonistyczne wobec licznych bakteryjnych patogenów przewodu pokarmowego takich, jak *Salmonella enterica*, *Shigella sonnei*, enteropatogenne szczepy *Escherichia coli* (EPEC), *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* czy *Clostridium difficile*. Zapobiegają adhezji tych patogenów do śluzówki jelita w wyniku

konkurencji o receptory, jak również hamują ich namnażanie, konkurując o składniki odżywcze czy też wytwarzając substancje o działaniu przeciwbakteryjnym, jak np. kwasy organiczne, nadtlenek wodoru i/lub bakteriocyny – białka o właściwościach antybiotycznych. Bakterie probiotyczne mogą również działać antagonistycznie wobec *Helicobacter pylori*; jednak nie jest znany dokładny mechanizm ich działania [11, 17].

Ważne znaczenie bakterii probiotycznych dotyczy ich właściwości immunostymulujących i immunomodulujących. Bakterie te powodują stymulację układu immunologicznego związanego z błonami śluzowymi przewodu pokarmowego (GALT – gut-associated lymphoid tissue), głównie w zakresie produkcji przeciwciał wydzielniczych klasy sIgA. Ponadto, uczestniczą w przywróceniu odpowiedniej równowagi pomiędzy dwoma subpopulacjami limfocytów Th, centralnych komórek odpowiedzi immunologicznej – limfocytami Th1 i limfocytami Th2. U noworodka obserwuje się pewną, fizjologiczną dysfunkcję układu immunologicznego, polegającą na zwiększonej aktywności limfocytów Th2, związanych z produkcją cytokin proalergicznymi oraz niedostateczną aktywności limfocytów Th1, związanych z produkcją cytokin prozapalnych, istotnych z punktu widzenia odporności organizmu, zwłaszcza stanu zapalnego i fagocytozy. W okresie noworodkowym probiotyki wpływają nie tylko na kształtowanie mikroflory jelitowej w kierunku zasiedlania przewodu pokarmowego „bakteriami przyjaznymi”, ale również usprawniają funkcjonowanie układu immunologicznego w zakresie aktywacji limfocytów Th1 i hamowania aktywności limfocytów Th2, co prowadzi do równowagi Th1/Th2 i regulacji profilu cytokinowego oraz pobudzają układ immunologiczny do produkcji przeciwciał wydzielniczych klasy sIgA [18, 19].

PROBIOTYKI I PREBIOTYKI. PROBIOTYKI – ENDO- CZY EGZOGENNE? PROBIOTYKI, PREBIOTYKI CZY SYNBIOTYKI?

Drobnoustroje, aby zostały uznane za probiotyki muszą spełniać wiele wymagań; muszą być bezpieczne dla ludzi, czyli posiadać status GRAS (generally recognized as safe), a ich zdolność do kolonizacji przewodu pokarmowego i korzystne działanie na organizm człowieka powinny być udokumentowane badaniami przedklinicznymi i klinicznymi (tab.1). Należy zaznaczyć, że żaden probiotyk nie może

TABELA 1. Wymagania stawiane szczepom probiotycznym zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) i Światowej Organizacji Rolnictwa (FAO) [15, 26, 27].

– pochodzenie z mikroflory człowieka
– ściśle określona przynależność rodzajowa i gatunkowa, potwierdzona metodami biologii molekularnej
– brak działania patogenego, inwazyjnego oraz karcynogenego
– oporność na działanie soku żołądkowego i kwasów żółciowych po podaniu doustnym
– zachowywanie właściwości probiotycznych po procesie technologicznym oraz względnie długim okresie przechowywania
– zdolność do produkcji substancji o działaniu przeciwdrobnoustrojowym, w tym kwasów organicznych, nadtlenu wodoru oraz bakteriocyn
– właściwości powierzchniowe umożliwiające adhezję do komórek nabłonkowych
– antagonizm wobec typowych patogenów przewodu pokarmowego
– konkurencja o receptory z komórkami drobnoustrojów patogennymi takimi, jak <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella sonnei</i> czy <i>Salmonella enterica</i>
– korzystny wpływ na organizm gospodarza, potwierdzony w prawidłowo przeprowadzonych, kontrolowanych badaniach klinicznych

być stosowany jako panaceum; określone właściwości probiotyczne są cechą konkretnego szczepu [20].

Prebiotyki są składnikami pożywienia, które stymulują rozwój korzystnej dla zdrowia mikroflory przewodu pokarmowego, a ponadto muszą spełniać następujące warunki: nie ulegać hydrolizie ani wchłanianiu w jelicie cienkim, stanowić selektywny substrat dla określonych bakterii probiotycznych bytujących w okrężnicy oraz powodować wystąpienie korzystnych dla gospodarza skutków miejscowych w świetle przewodu pokarmowego. Składnikami pożywienia, które spełniają te warunki są węglowodany o małej liczbie cząsteczek. Właściwości prebiotyków w największym stopniu posiadają niektóre oligosacharydy (np. oligofruktoza) i polisacharydy (np. inulina). Związki zawierające głównie fruktozę sprzyjają namnażaniu się bakterii z rodzaju *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* w jelicie grubym. Inulina naturalnie występuje w wielu owocach i warzywach – cebuli, czosnku, porze, szparagach czy karczochach. Inulina pobudza zarówno ukrwienie, jak i perystaltykę jelit. Przyczynia się przez to do zwiększenia częstości wypróżnień oraz ogranicza występowanie zaparć. Ponadto, wykazano pozytywny wpływ inuliny na obniżenie poziomu cholesterolu oraz triglicerydów we krwi. Zatem może ona przyczyniać się do spadku ryzyka rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego [3, 21, 22].

Działania zmierzające do przywrócenia równowagi mikroflory przewodu pokarmowego w ekosystemie pożytecznych bakterii mogą obejmować stosowanie egzogennych probiotyków, stymulację rozwoju endogennych probiotyków poprzez stosowanie prebiotyków czy też stosowanie synbiotyków, tzn. egzogennych probiotyków z dodatkiem odpowiednich prebiotyków [23].

Probiotykoterapia obejmuje przede wszystkim stosowanie probiotyków, prebiotyków czy synbiotyków w profilaktyce i leczeniu chorób przewodu pokarmowego zarówno o podłożu infekcyjnym (np. biegunki rotawirusowe, biegunki podróżnych, biegunki poantybiotykowe), jak i nieinfekcyjnym (np. zaburzenia perystaltyki jelit w wieku podeszłym). Jest to związane z przywróceniem równowagi w mikroflorze przewodu pokarmowego, przeciwdziałaniem zjawisku dysbakteriozy, oznaczającym zakłócenia w składzie jakościowym i ilościowym mikroflory, jak również działaniem cytoprotekcyjnym, uszczelniającym barierę śluzówkową. Należy zauważyć, że efekty prozdrowotne probiotyków dotyczą nie tylko prawidłowego funkcjonowania przewodu pokarmowego, ale również całego organizmu. W związku z tym pojawiły się i pojawiają nowe kierunki probiotykoterapii, czyli celowanej „poprawy” składu naturalnej mikroflory przewodu pokarmowego, polegającej na zwiększeniu liczebności probiotyków. Należą do nich: stymulacja układu immunologicznego, zwłaszcza układu immunologicznego związanego z błonami śluzowymi przewodu pokarmowego (GALT – gut-associated lymphoid tissue), czy profilaktyka alergii w wyniku modulacji aktywności układu immunologicznego, polegającej na obniżeniu aktywności limfocytów proalergicznym Th2.

Ponadto, probiotykoterapia może znaleźć zastosowanie w profilaktyce miażdżycy (obniżenie wchłaniania cholesterolu), czy nowotworów przewodu pokarmowego (hamowanie rozwoju mikroflory jelitowej wytwarzającej metabolity o potencjalnym działaniu nowotworogennym) [15, 19, 24-27].

PIŚMIENNICTWO

1. Płotka A. Zdrowy styl życia. Lublin: NeuroCentrum; 2003.
2. Malik M, Zarzycka D, Ilzecka J, Jarosz MJ. Wartość zdrowia jako czynnik motywacyjny do działań prozdrowotnych. Zdr Publ. 2009;119(1):33-9.
3. Schrezenmeir J, de Vrese M. Probiotics, prebiotics, and synbiotics – approaching a definition. Am J Clin Nutr. 2001;73(2 suppl):361S-364S.
4. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002.
5. Metchnikoff E. The prolongation of life. Optimistic studiem, London Wiliam Heinemann, 1907.
6. Woźniak-Kosek A, Kosek J. Żywność probiotyczna a zdrowie człowieka. Wiadomości Probiotyczne 2006;1:4-11.
7. Wysocka M. Probiotyki – nowe, obiecujące zastosowania w terapii. Nowa Pediatria 2001;3:19-24.
8. Koivula M. You've Got a friend in ... bacteria. An introduction to probiotic therapy. Adv Nurse Pract. 2010;18(2):43-4.
9. Gareau MG, Herman PM, Walker WA. Probiotics and the gut microbiota in intestinal health and disease. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2010; Jul 27:[Epub ahead of print].
10. Libudzisz Z. Ekosystem jelitowy a probiotyki. W: Libudzisz Z, Walczak P, Bardowski J. (red.) Bakterie fermentacji mlekowej - metabolizm, genetyka, wykorzystanie. Wyd. ITFM; 2003. s. 76-84.
11. Grajek W, Sip A. Aktywność antagonistyczna mikroorganizmów probiotycznych wobec drobnoustrojów chorobotwórczych. Zakażenia 2006;1:49-54.
12. Knight SD, Berglund J, Choudhury D. Bacterial adhesions: structural studies reveal chaperone function and pilus biogenesis. Current Opinion Chem Biol. 2000;4:653-60.
13. Libudzisz Z. Mikroflora jelitowa człowieka a probiotyki. Zakażenia 2004;6:47-51.
14. de Vrese M, Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics and synbiotics. Adv Biochem Engin/Biotechnol. 2008;111:1-66.
15. Szajewska H. Probiotyki w chorobach infekcyjnych przewodu pokarmowego i dróg oddechowych. Stand Med Ped. 2009;6:915-921.
16. Antoine JM. Probiotics: beneficial factors of the defence system. Proc Nutr Soc. 2010;69(3):429-33.
17. Chauvière G, Coconnier MH, Kerneis S, Darfeuille-Michaud A, Joly B, Servin AL. Competitive exclusion of diarrheagenic *Escherichia coli* (ETEC) from human enterocyte-like Caco-2 cells by heat-killed *Lactobacillus*. FEMS Microbiol Lett. 1992;91(3):213-17.
18. Romeo J, Nova E, Wörnberg J, Gómez-Martínez S, Díaz Ligia LE, Marcos A. Immunomodulatory effect of fibres, probiotics and synbiotics in different life-stages. Nutr Hosp. 2010;25(3):341-49.
19. Szajewska H. Probiotyki, prebiotyki i synbiotyki w zapobieganiu alergii. Zakażenia 2007;3:42-6.
20. Dunne C, O'Mahony L, Murphy E, Thornton G, Morrissey D, O'Halloran S, Feeney M, Flynn S, Fitzgerald G, Daly C, Kiely B, O'Sullivan GC, Shanahan F, Collins JK. In vitro selection criteria for probiotic bacteria of human origin: correlation with in vivo findings. Am J Clin Nutr. 2001;73(2 suppl):386S-392S.
21. Stolarczyk A, Socha P, Socha J. Probiotics and prebiotics in prophylactic and therapeutic use in children. Terapia 2002;116(1):39-42.
22. Robertfroid MB. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? Am J Clin Nutr. 2000; 71(suppl):1682-87.
23. Shah NP. Functional foods from probiotics and prebiotics. Food-technol. Chicago: Institute of Food Technologists 2001;5(11):46-56.
24. Femia AP, Lucern C, Dolara P, Giannini A, Biggeri A, Salvadori M, Cluney, Collins KJ, PPaglierani M, Caderini G. Antitumorigenic activity of the prebiotic inulin enriched with oligofructose in combination with the probiotics *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium lactis* on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. Carcinogenesis 2002;23:1953-60.

25. McNaught CE, MacFie J. Probiotics in clinical practice: a critical review of the evidence. *Nutr Res.* 2001;21:343-53.
26. Heath and nutritional properties of probiotics in food including milk with live lactic acid bacteria. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Cordoba, Argentina, 1-4 September 2001.
27. Libudzisz Z, Klewicka E. Bakterie fermentacji mlekowej w produktach probiotycznych. *Zakażenia* 2006;4:57-62.

Informacje o Autorach

Dr hab. n. farm ANNA MALM, prof. UM – kierownik; dr n. farm. RENATA ŁOŚ – adiunkt, Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej z Pracownią Diagnostyki Mikrobiologicznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie; mgr MONIKA JACH – kierownik działu medycznego, „BIOMED” Wytwórnia Surowic i Szczepionek Sp. z o.o. w Lublinie; dr hab. n. med. JOLANTA SZYMAŃSKA – adiunkt, Katedra i Zakład Stomatologii Wieków Rozwojowego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie; mgr NINA GZIUT – konsultant ds. suplementów diety, Invent Farm Sp. z o.o., Lublin.

Adres do korespondencji

Katedra i Zakład Mikrobiologii Farmaceutycznej z Pracownią Diagnostyki Mikrobiologicznej
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin