

# Charakterystyka i występowanie bakterii rodzaju *Paenibacillus* w mleku i przetworach mlecznych

MAŁGORZATA ZIARNO, DOROTA ZARĘBA

Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Oceny Żywności Wydziału Nauk o Żywności SGGW,  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa

Ziarno M., Zaręba D.

## Characteristics and occurrence of *Paenibacillus* bacteria in milk and milk products

### Summary

The paper characterizes *Paenibacillus* genera as well as species occurring in milk and its production environment. *Paenibacillus* bacteria are important part of environment. They are isolated from soil, rhizosphere especially, water, infected larvae, pasteurized food, cow manure, and municipal waste. The importance of these bacteria arises from their ability to form spores that survive the heat treatment of raw milk (pasteurization). *Paenibacillus* bacteria can enter raw milk during milking, from the bedding materials, feed, or teat surfaces, during the transfer of milk to the tank car, and as post-pasteurization recontamination in the dairy plant. The spores of *Paenibacillus* bacteria can germinate in cold storage, and vegetative cells are able to multiply in pasteurized milk stored at low temperatures and spoil it. So far, there are no Polish data on the presence of *Paenibacillus* bacteria or their spores (either their number or range) in raw milk and its production environment, or in pasteurized milk and milk products. New techniques, such as microfiltration and bactofugation, prove effective in eliminating psychotrophic bacteria spores (i.e. *Paenibacillus* bacteria) from raw milk.

**Keywords:** *Paenibacillus*, raw milk, pasteurization, cold storage conditions, shelf life

Nazwa *Paenibacillus* wywodzi się od słowa: *paene*, co z łac. oznacza „prawie”; w dosłownym tłumaczeniu *Paenibacillus* to „prawie *Bacillus*”. Do tego rodzaju zaliczane są bakterie Gram-dodatnie, przetrwalnikujące, ciepłooporne, pierwotnie przypisywane do rodzaju *Bacillus*. Przykładem jest gatunek *P. larvae* (kiedyś klasyfikowany jako *Bacillus larvae*) wywołujący zgnilec amerykański pszczoł (AFB) (5).

Bakterie z rodzaju *Paenibacillus* są znaczącym składnikiem środowiska przyrodniczego ze względu na różnorodność wytwarzanych enzymów, zdolność do wiązania azotu i działanie antagonistyczne w stosunku do fitopatogennych bakterii (1, 21, 25).

### Charakterystyka taksonomiczna *Paenibacillus*

Pomimo że bakterie z rodzaju *Paenibacillus* formalnie są zaliczane do morfotypu *B. subtilis*, wykazują wiele fizjologicznych i genetycznych cech odróżniających je od *B. subtilis*, w tym: aktywność zbliżoną do aktywności  $\beta$ -galaktozydazy, powodującą zmianę zabarwienia kolonii w podłożu X-gal oraz mechanizm wielolekowej oporności (multiple drug resistance, MDR) na ampicylinę, tetracyklinę i streptomycynę. Oporność na antybiotyki nie objawia się w hodowlach bulionowych, dlatego uważa się, że ta cecha wykrywana na podłożach stałych jest powodowana przez wytwarzanie substancji płynnych o właściwościach środka powierzchniowo

czynnego. Pomimo że oporność na antybiotyki i obecność genu  $\beta$ -gal, jak również szczególna morfologia tych bakterii są stosowane do wizualnej identyfikacji i charakterystyki rodzaju, trudno jest znaleźć selektywne kryteria dla szczepów zmutowanych pod względem oporności.

W 1993 r. Ash i wsp. (2) zaproponowali, aby bakterie zaliczane do „3 grupy” z rodzaju *Bacillus* przenieść do rodzaju *Paenibacillus*. W sumie, do rodzaju *Paenibacillus* zaklasyfikowano już 25 gatunków wcześniej należących do rodzaju *Bacillus* (m.in. *P. polymyxa*) oraz jeden należący do *Clostridium* (obecnie *P. durus*). W chwili obecnej klasyfikacja rodzaju *Paenibacillus* obejmuje 112 gatunków oraz 4 podgatunki (List of prokaryotic names with standing in nomenclature, [www.bacterio.cict.fr/p/paenibacillus.html](http://www.bacterio.cict.fr/p/paenibacillus.html)). Spośród wielu przedstawicieli rodziny *Paenibacillaceae* rodzaj *Paenibacillus* jest reprezentowany przez bogaty zbiór rozmaitych gatunków, których identyfikacja i klasyfikacja nie została jeszcze zakończona (13, 27, 32).

### Charakterystyka morfologiczno-chemiczna *Paenibacillus*

Komórki bakterii z rodzaju *Paenibacillus* są to ruchliwe pałeczki, pojedyncze, proste lub na końcach zaokrąglone, które sporadycznie mogą być lekko stożkowate lub zakrzywione. Występują jako Gram-ujemne lub

Gram-zmienne. Średnica komórek wynosi 0,6-0,9  $\mu\text{m}$ , zaś długość 3-6  $\mu\text{m}$ . Endospory są elipsoidalne lub cylindryczne, zlokalizowane subterminalnie lub czasami paracentralnie. Kolonie rosnące w podłożu TSA w temperaturze 30°C/4 dni nie są przezroczyste, mają lekko kremową barwę, są wypukłe, okrągłe, z szorstkimi lub rozlanymi przezroczystymi brzegami i matową powierzchnią. Ruchliwe mikrokolonie mogą rozprzestrzeniać się po powierzchni agaru ze skrzętem zgodnym z ruchem wskazówek zegara, czyli odwrotnie niż u *Bacillus mycoides*. Kolonie mają średnicę od 1 do 2 mm (26).

Zawartość par zasad G + C w DNA bakterii należących do tego rodzaju waha się od 51,6 mol% dla szczepu *P. lactis* MB 1871T do 51,7 mol% dla szczepów *P. lactis* MB 1928 i *P. lactis* MB 2035. Z kolei dominującymi kwasami w komórce bakterii z rodzaju *Paenibacillus* są: anteiso-C15:0 (38,5  $\pm$  5,3% wszystkich kwasów tłuszczowych), C16:0 (23,9%  $\pm$  6,7), iso-C15:0 (11,1%  $\pm$  1,4), anteiso-C17:0 (5,4%  $\pm$  1,9), iso-C16:0 (5,4%  $\pm$  1,4), iso-C17:0 (4,8%  $\pm$  1,2), C16:1v11c (4,3%  $\pm$  1,3), C14:0 (3,1%  $\pm$  1,4), iso-C14:0 (2,0%  $\pm$  0,6) i C15:0 (1,0%  $\pm$  0,7), procentowy udział kwasów tłuszczowych różnych szczepów z rodzaju *Paenibacillus* przedstawiono w tab. 1 (26, 28).

Bakterie z rodzaju *Paenibacillus* są izolowane z różnych środowisk, w tym z: gleby, ryzosfery, wody, larw zakażonych chorobami i żywności pasteryzowanej, a także z kału krów i ścieków komunalnych (1, 4, 7, 15, 26, 31). Wykrywane były również w linii produkującej masę papierową przeznaczoną na opakowania dla żywności (22).

### Aktywność biochemiczna *Paenibacillus*

Bakterie z rodzaju *Paenibacillus* rosną w warunkach tlenowych w zakresie temperatury 15-55°C, zaś optymalny zakres temperatur to 30-40°C. Optymalna wartość pH dla ich wzrostu wynosi 7,0, zaś minimalna znajduje się w zakresie 5,0-6,0, natomiast maksymalna 10,5-11. Fizjologicznie wykazują zróżnicowaną charakterystykę. Jedną z wyróżniających cech tych bakterii jest zdolność degradacji różnych cząsteczek o dużej masie, jak: białka, polisacharydy i policykliczne węglowodory aromatyczne (2, 7).

O szerokich zdolnościach metabolicznych bakterii z rodzaju *Paenibacillus* świadczy przykład *Paenibacillus macerans*, które są zdolne do fermentowania glicerolu, heksoz, deoksyheksoz, pentoz, celuloz i hemiceluloz. Bakterie te nie hydrolizują kazeiny. W teście API 20E, bakterie z rodzaju *Paenibacillus* dają pozytywny wynik dla hydrolizy o-nitrofenylu  $\beta$ -D-galaktopiranozydu, zaś ujemny w reakcji na dihydrolazę argininy, dekarboksylazę lizyny, dekarboksylazę ornityny, wykorzystanie cytrynianów, wytwarzanie siarkowodoru, urezy, deaminazy tryptofanu, wytwarzanie indolu i hydrolizę żelatyny. W teście API 50CH wynik pozytywny notuje się dla hydrolizy eskuliny, natomiast kwas jest wytwarzany (bez powstawania gazu) z: amygdaliny, L-arabinozy, arbutyny, D-celobiozy, D-fruktozy, D-glukozy, glikogenu, laktozy, maltozy, mannitolu, D-mannozy, D-melibiozy, D-rafinozy, rybozy, skrobi, sacharozy, D-trehalozy, D-turanozy, L-fukozy, galaktozy, gencjobiozy, glukonianów, D-melezytozy, metylo- $\alpha$ D-glukopiranozydu, metylo- $\beta$ D-ksylopiranozydu i salicyny. Wynik ujemny odnotowuje się dla: D-adonitolu, D-arabitolu, L-arabitolu,

Tab. 1. Skład komórkowych kwasów tłuszczowych szczepów bakterii z rodzaju *Paenibacillus* (udział procentowy w ogólnej zawartości kwasów tłuszczowych) (wg 26, 28)

Skład kwasów tłuszczowych	<i>P. lactis</i> sp. nov. MB 1871T	<i>Paenibacillus</i> sp. MB 2039	<i>P. lautus</i> NRRL NRS-666T	<i>P. glucanolyticus</i> DSM 5162T	<i>P. macerans</i> JCM 2500T	<i>P. polymyxa</i> JCM 2507T
<b>Nasycone kwasy tłuszczowe</b>						
C 14:0	0,9	0,8	1,1	0,8	3,7	0,4
C 15:0	2,7	6,6	0,3	0,7	0,5	0,3
C 16:0	9,7	9,2	15,6	11,2	17,9	9,3
C 17:0	0,6	1,6	NB	NB	NB	NB
<b>Nienasycone kwasy tłuszczowe</b>						
C16:1v7c alkohol	0,6	NB	NB	NB	NB	NB
C16:1v11c	4,2	NB	2,0	0,5	0,1	NB
<b>Rozgałęzione kwasy tłuszczowe</b>						
iso-C14:0	1,2	1,7	0,8	1,4	7,9	0,5
iso-C15:0	11,5	8,4	1,5	3,2	2,6	1,0
iso-C16:0	6,7	13,5	7,4	13,9	16,4	5,6
iso-C17:0	5,6	5,4	1,2	2,0	0,6	1,6
anteiso-C15:0	45,9	44,5	57,3	56,5	36,1	62,9
anteiso-C17:0	9,6	8,3	9,7	8,2	12,2	16,9
iso-C17:0v10c	0,9	NB	0,2	0,2	NB	NB

Objaśnienie: NB – nieobecne

dulcytolu, erytrytolu, D-fukozy, glicerolu, inuliny, 2-keto-D-glukonianu, 5-keto-D-glukonianu, ksylozy, metylo- $\alpha$ D-mannopironozydu, D-mannozydu metylu, ramnozy, sorbitolu, L-sorbozy, D-tagatozy lub ksylitolu (16, 26).

Inną cechą bakterii z rodzaju *Paenibacillus* występujących w środowisku roślinnym jest zdolność do wiązania azotu, chociaż azotany redukują zmiennie, zaś w reakcji Voges-Proskauera dają wynik ujemny lub słabo dodatni (4, 10, 32). Niektóre szczepy *Paenibacillus* wytwarzają także substancje o działaniu przeciwbakteryjnym lub grzybobójczym (3, 6, 20, 21). Niektóre *Paenibacillus* są silnie proteolityczne. Na przykład *P. polymyxa* są zdolne do wytwarzania lecytynazy, w czym przypominają bakterie z grupy *B. cereus*. Należy podkreślić, że zdolność *B. cereus* do wytwarzania lecytynazy (fosfolipazy C) dotychczas pozwalała na odróżnienie bakterii tego gatunku od pokrewnych gatunków z rodzaju *Bacillus* (8).

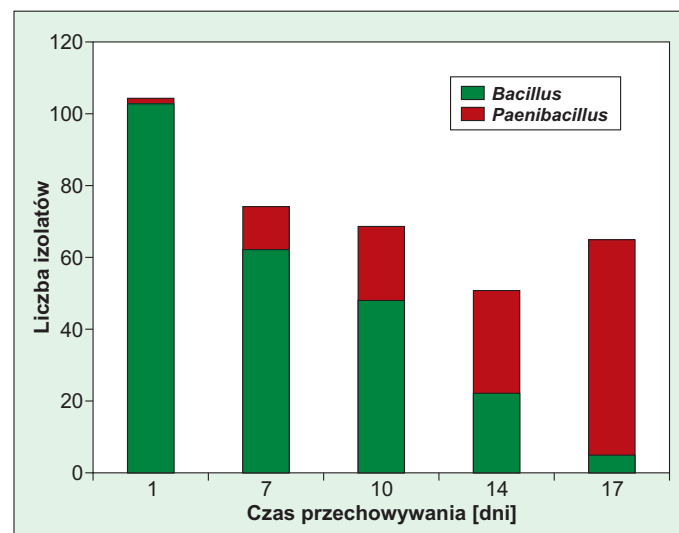
### Znaczenie bakterii z rodzaju *Paenibacillus* w mleczarstwie

Znaczenie bakterii tego rodzaju wynika z ich zdolności do wytwarzania przetrwalników, które przetrzymują proces obróbki termicznej mleka surowego. Po wyeliminowaniu mikroflory pochodzącej z reinfekcji popasteryzacyjnej (przede wszystkim Gram-ujemnych nieprzetrwalnikujących bakterii psychrotrofowych), to bakterie Gram-dodatnie ciepłooporne, w tym przetrwalnikujące, mają największy wpływ na jakość i trwałość mleka. Wielu autorów stwierdza, że po wstępnym ogrzaniu zawiesin przetrwalników w temperaturach subletalnych (np. 60°C przez 1 godz. lub 70°C przez 30 min.) może nastąpić przyspieszenie i zwiększenie tempa ich kiełkowania. Efekt ten określa się mianem aktywacji termicznej. Badania prowadzone w ostatnim dziesięcioleciu wskazują, że bakterie rodzaju *Paenibacillus* należą do mikroflory ciepłoopornej psychrotrofowej, pozostającej w mleku po pasteryzacji (9, 12, 17-19, 23). Zatem wydłużenie trwałości i poprawa jakości mikrobiologicznej mleka pasteryzowanego i produktów mleczarskich muszą być osiągane poprzez redukcję liczby tych bakterii (5, 12, 29, 33, 34). Przetrwalniki bakterii z rodzaju *Paenibacillus* mogą kiełkować w warunkach chłodniczych, zaś powstałe komórki wegetatywne rozwijać się w mleku pasteryzowanym przechowywanym w takich warunkach (tab. 2) (19, 24). Dotychczasowe badania realizowane w Polsce, wskazują na obecność *Paenibacillus taichungensis* i *P. zabuli* w mleku pasteryzowanym. Dotychczas brak jest jednak krajowych danych, dotyczących liczby i zakresu występowania tych bakterii oraz ich przetrwalników w mleku surowym i środowisku jego pozyskiwania oraz w mleku po pasteryzacji i w produktach mlecznych.

Bakterie z rodzaju *Paenibacillus* mogą dostawać się do mleka w czasie doju, ze ściółki, paszy, powierzchni strzyków, podczas przeładunku do tankocysterny i w czasie transportu oraz jako zanieczyszczenie popasteryzacyjne w zakładzie mleczarskim (14, 26, 30). Najczęstszym jednak źródłem zanieczyszczenia mleka przez bakterie z rodzaju *Paenibacillus* jest etap doju (18).

Tab. 2. Liczba izolatów bakterii z rodzajów *Bacillus* i *Paenibacillus* w mleku pasteryzowanym i chłodniczo przechowywanym (19, 24)

Temperatura pasteryzacji (°C)	Czas przechowywania (dni)	Rodzaj	
		<i>Bacillus</i>	<i>Paenibacillus</i>
72,9	1	39	2
	7	21	7
	14	3	22
	21	0	23
	łącznie	63	54
77,2	1	31	4
	7	19	8
	14	3	27
	21	1	25
	łącznie	54	64
79,9	1	29	0
	7	20	6
	14	3	18
	21	0	31
	łącznie	52	55
85,2	1	32	1
	7	22	8
	14	2	24
	21	4	24
	łącznie	60	57



Ryc. 1. Liczba izolatów bakterii zidentyfikowanych jako należących do rodzajów *Bacillus* (n = 222 w każdym dniu analiz) lub *Paenibacillus* (n = 125 w każdym dniu analiz) (wg 24)

W 2007 r. Huck i wsp. (17, 19) wykazali, że wśród 385 izolatów bakteryjnych pobranych z mleka pasteryzowanego przechowywanego chłodniczo lub środowiska produkcyjnego 35% stanowiły bakterie z rodzaju *Bacillus*, zaś 65% *Paenibacillus*. Wyniki zostały potwierdzone analizą genetyczną izolatów. Ranieri i Boor



(24) stwierdzili obecność izolatów *Paenibacillus* z mleka HTST z 18 zakładów mleczarskich (odsetek izolatów bakterii z rodzaju *Paenibacillus* wyniósł 21% spośród wyizolowanych bakterii). Wykazano także wzrost liczby komórek z rodzaju *Paenibacillus* wraz z upływem czasu chłodniczego przechowywania mleka (ryc. 1). Dotychczas brak jest informacji dotyczących przetrzymywania przez bakterie z rodzaju *Paenibacillus* sterylizacji mleka systemem tradycyjnym lub UHT. Niektóre szczepy *Paenibacillus* mogą jednak wytwarzać superciepłooporne przetrwalniki wytrzymujące temperaturę przewyższającą 120°C (14).

Badania amerykańskie dowodzą, że bakterie z rodzaju *Paenibacillus*, które są obecne w mleku surowym na poziomie znacznie niższym niż 1 przetrwalnik/cm<sup>3</sup>, są zdolne do namnożenia się w liczbie ponad 2,0 × 10<sup>4</sup> j.t.k./cm<sup>3</sup> i mogą powodować zepsucie mleka HTST przetrzymywanego w warunkach chłodniczych (6°C) przez ponad 14 dni. Pod tym względem przewyższają liczbę bakterii z rodzaju *Bacillus* dominujących w mikroflorze przetrwalnikującej mleka surowego i mleka bezpośrednio po pasteryzacji (24). Bakterie z rodzajów *Bacillus* i *Paenibacillus*, głównie szczepy psychrotrofowe, powodują nie tylko zepsucie produktów mlecznych, ale wywołują w nich również szereg wad smakowo-zapachowych. Znane są jako przyczyna wady zwanej z angielskiego „broken” lub „bitty cream”, objawiającej się w początkowym stadium powstaniem flokulacji w warstwie śmietanki w pasteryzowanym mleku. Uważa się, że jest to efekt działalności lecytynazy (fosfolipazy C) wytwarzanej przez niektóre szczepy tych bakterii. Ponadto, obecność szczepów o zdolnościach proteolitycznych może prowadzić do koagulacji kazeiny bez wzrostu kwasowości mleka, a taka wada określana jest nazwą „skrzep na słodko”.

W skutecznym eliminowaniu z mleka surowego przetrwalników bakterii psychrotrofowych pomocne okazują się nowe techniki stosowane w produkcji mleka spożywczego pasteryzowanego, takie jak mikrofiltracja czy baktofugacja (8, 11).

## Piśmiennictwo

- Aguilera M., Monteoliva-Sanchez M., Suarez A., Guerra V., Lizama C., Bennisar A., Ramos-Cormenzana A.: *Paenibacillus jamilae* sp. nov., an exopolysaccharide-producing bacterium able to grow in olive-mill wastewater. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2001, 51, 1687-1692.
- Ash C., Priest F. G., Collins M. D.: Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR probe test. Proposal for the creation of a new genus *Paenibacillus*. *Antonie van Leeuwenhoek* 1993, 64, 253-260.
- Beatty P. H., Jensen S. E.: *Paenibacillus polymyxa* produces fusaricidin-type antifungal antibiotics active against *Leptosphaeria maculans*, the causative agent of blackleg disease of canola. *Can. J. Microbiol.* 2002, 48, 159-169.
- Berge O., Guinebretiere M. H., Achouak W., Normand P., Heulin T.: *Paenibacillus graminis* sp. nov. and *Paenibacillus odorifer* sp. nov., isolated from plant roots, soil and food. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2002, 52, 607-616.
- Buczek K.: Charakterystyka biochemiczna, patogenność i genotypowanie *Paenibacillus* larvae, patogenu pszczoły miodnej. *Medycyna Wet.* 2008, 64, 1287-1290.
- Chung Y. R., Kim C. H., Hwang I., Chun J.: *Paenibacillus korensis* sp. nov., a new species that produces an iturin-like antifungal compound. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2000, 50, 1495-1500.
- Daane L. L., Harjono I., Barns S. M., Launen L. A., Palleroni N. J., Haggblom M. M.: PAH-degradation by *Paenibacillus* spp. and description of *Paenibacillus naphthalenovorans* sp. nov., a naphthalenedegrading bacterium from the rhizosphere of salt marsh plants. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2002, 52, 131-139.
- De Jonghe V., Coorevits A., De Block J., Van Coillie E., Grijspeerd K., Herman L., De Vos P., Heyndrickx M.: Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk. *In: J. Food Microbiol.* 2010, 136, 318-325.
- Durak M. Z., Fromm H. I., Huck J. R., Zadoks R. N., Boor K. J.: Development of molecular typing methods for *Bacillus* spp. and *Paenibacillus* spp. isolated from fluid milk products. *J. Food Sci.* 2006, 71, 50-56.
- Elo S., Suominen I., Kampfer P., Juhanoja J., Salkinoja-Salonen M., Haah-tela K.: *Paenibacillus borealis* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from spruce forest humus in Finland. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2001, 51, 535-545.
- Elwell M. W., Barbano D. M.: Use of microfiltration to improve fluid milk quality. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 20-30.
- Fromm H. I., Boor K. J.: Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes. *J. Food Sci.* 2004, 69, 207-214.
- Garbeva P., van Overbeek L. S., van Vuurde J. W. L., van Elsas J. D.: Analysis of endophytic bacterial communities of potato by planting and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) of 16S rDNA based PCR fragments. *Microb. Ecol.* 2001, 41, 369-383.
- Giffel M. C., Wagendorp A., Herrewegh A., Driehuis F.: Bacterial spores in silage and raw milk. *Antonie van Leeuwenhoek* 2002, 81, 625-630.
- Guinebretiere M. H., Berge O., Normand P., Morris C., Carlin F., Nguyen-The C.: Identification of bacteria in pasteurized zucchini purees stored at different temperatures and comparison with those found in other pasteurized vegetable purees. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, 67, 4520-4530.
- Gupta A., Murarka A., Campbell P., Gonzalez R.: Anaerobic fermentation of glycerol in *Paenibacillus macerans*: metabolic pathways and environmental determinants. *Appl. Environ. Microbiol.* 2009, 75, 5871-5883.
- Huck J. R., Hammond B. H., Murphy S. C., Woodcock N. H., Boor K. J.: Tracking spore-forming bacterial contaminants in fluid milk processing systems. *J. Dairy Sci.* 2007, 90, 4872-4883.
- Huck J. R., Sonnen M., Boor K. J.: Tracking Heat-Resistant, Cold-Thriving Fluid Milk Spoilage Bacteria from Farm to Packaged Product. *J. Dairy Sci.* 2008, 91, 1218-1228.
- Huck J. R., Woodcock N. H., Ralyea R. D., Boor K. J.: Molecular subtyping and characterization of psychrotolerant endospore-forming bacteria in two New York State fluid milk processing systems. *J. Food Prot.* 2007, 70, 2354-2364.
- Martin N. L., Hu H., Moake M. M., Churey J. J., Whittall R., Worobo R. W., Vederas J. C.: Isolation, structural characterization, and properties of mattacin (polymyxin M), a cyclic peptide antibiotic produced by *Paenibacillus kobensis* M. *J. Biol. Chem.* 2003, 278, 13124-13132.
- Piuri M., Sanchez-Rivas C., Ruzal S. M.: A novel antimicrobial activity of a *Paenibacillus polymyxa* strain isolated from regional fermented sausages. *Lett. Appl. Microbiol.* 1998, 27, 9-13.
- Raaska L., Sillanpaa J., Sjoberg A. M., Suihko M. L.: Potential microbiological hazards in the production of refined paper products for food applications. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2002, 28, 225-231.
- Ralyea R. D., Wiedmann M., Boor K. J.: Bacterial tracking in a dairy production system using phenotypic and ribotyping methods. *J. Food Prot.* 1998, 61, 1336-1340.
- Ranieri M. L., Boor K. J.: Bacterial ecology of high-temperature, short-time pasteurized milk processed in the United States. *J. Dairy Sci.* 2009, 92, 4833-4840.
- Reynaldi F. J., De Giusti M. R., Alippi A. M.: Inhibition of the growth of *Ascosphaera apis* by *Bacillus* and *Paenibacillus* strains isolated from honey. *Rev. Argent. Microbiol.* 2004, 36, 52-55.
- Scheldeman P., Goossens K., Rodriguez-Diaz M., Pil A., Goris J., Herman L., De Vos P., Logan N. A., Heyndrickx M.: *Paenibacillus lactis* sp. nov., isolated from raw and heat-treated milk. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2004, 54, 885-891.
- Seldin L., Rosado A. S., Cruz D. W., Nobrega A., van Elsas J. D., Paiza E.: Comparison of *Paenibacillus* azotofixans strain isolated from rhizoplane, rhizosphere and non-rhizosphere soil from maize planted in two different Brazilian soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 1998, 64, 3860-3868.
- Shida O., Takagi H., Kadowaki K., Nakamura L. K., Komagata K.: Transfer of *Bacillus alginolyticus*, *Bacillus chondroitinus*, *Bacillus curdlanolyticus*, *Bacillus glucanolyticus*, *Bacillus kobensis*, and *Bacillus thiaminolyticus* to the genus *Paenibacillus* and emended description of the genus *Paenibacillus*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1997, 47, 289-298.
- Simon M., Hansen A. P.: Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavor of pasteurized milk. *J. Dairy Sci.* 2001, 84, 767-773.
- Vaerewijck M. J., De Vos P., Lebbe L., Scheldeman P., Hoste B., Heyndrickx M.: Occurrence of *Bacillus* sporothermodurans and other aerobic spore-forming species in feed concentrate for dairy cattle. *J. Appl. Microbiol.* 2001, 91, 1074-1084.
- Velazquez E., de Miguel T., Poza M., Rivas R., Rossello-Mora R., Villa T. G.: *Paenibacillus favisporus* sp. nov., a xylanolytic bacterium isolated from cow faeces. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2004, 54, 59-64.
- Weid I., Von der Duarte G. F., van Elsas J. D., Seldin L.: *Paenibacillus brasiliensis* sp. nov., a novel nitrogen-fixing species isolated from the maize rhizosphere in Brazil. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2002, 52, 2147-2153.
- Ziarno M., Molska I., Gronczyńska M.: Jakość i trwałość mleka pasteryzowanego w 84°C/19-22 s. *Medycyna Wet.* 2005, 61, 1165-1168.
- Ziarno M., Molska I., Sobota A.: Jakość i trwałość mleka pasteryzowanego w 74°C/19-22 s wolnego od zanieczyszczeń po pasteryzacji. *Medycyna Wet.* 2005, 61, 1052-1056.

Adres autora: dr hab. inż. Małgorzata Ziarno, ul. Nowoursynowska 159c, 02-667 Warszawa; e-mail: malgorzata\_ziarno@sggw.pl