

# Enterokoki – wyniki badań lat ostatnich

MARIAN TRUSZCZYŃSKI

Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Truszczyński M.

## Enterococci – research results of recent years

### Summary

The paper presents information about changes in classifying the *Enterococcus* genus up to the present day. It also presents phenotype characteristics enabling the identification of important representatives of *Enterococcus* and characterizes the role of enterococci in the food industry and as a probiotic. It describes the formers importance as a pathogen of animals and humans. In addition, it underlines the possibility of transferring genetic material by enterococci to other intestinal microflora, which, in turn, determines the degree of pathogenicity acquired by these bacteria and their resistance to antibiotics.

**Keywords:** *Enterococcus*, food, probiotics, pathogens

### Systematyka

Pozycja enterokoków w systematyce bakterii różni się zależnie od poglądów autorów, stosowanych metod badawczych i czasu publikacji (4, 41). Zgodnie z VIII wydaniem Bergey' a z 1986 r. (5) występują one w sekcji 12, Gram-dodatnich ziarenkowców (Gram-Positive Cocci) w rodzinie *Micrococcaceae*, jako osobny rodzaj *Enterococcus*. W tych ramach wymienione są gatunki: *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. bovis*, *E. equinus*, *E. avium* i *E. gallinarum*. Dane te potwierdzono w IX wydaniu Bergey' a z 1994 r. (6), w którym rodzaj *Enterococcus* został włączony do grupy VII Gram-dodatnich ziarenkowców.

W IX wydaniu z 1998 r. Topley and Wilson's *Microbiology and Microbial Infections* (45) znajduje się kolejne potwierdzenie ustanowienia rodzaju *Enterococcus*, utworzonego ze szczepów *Streptococcus faecalis* i *Streptococcus faecium*, wyłączonych z rodzaju *Streptococcus*. Podstawą były wyniki hybrydyzacji DNA – DNA i DNA – rRNA, jak też sekwencjonowanie 16S rRNA (26-28,

39). Niektóre właściwości fenotypowe, istotne w odróżnieniu szczepów *Enterococcus* i *Streptococcus*, przedstawia tabela 1.

Według Garrity i Holta (18), rodzaj *Enterococcus* został wraz z kilkoma innymi rodzajami włączony do nowo utworzonej rodziny *Enterococcaceae*. Oprócz wymienionych gatunków zaliczono do niego szereg innych, w sumie 22. Nie wszystkie one wytwarzają antygen D wg Lancefield uważany za cechę charakterystyczną enterokoków. Występuje on u *E. faecalis*, *E. faecium* (zmiennie), *E. avium*, *E. gallinarum*, *E. durans* (8).

Na podstawie porównawczej analizy sekwencji genów 16S rRNA utworzono drzewo filogenetyczne gatunków *Enterococcus*. Zawiera ono obejmujące po kilka gatunków grupy: *E. faecium*, *E. avium*, *E. gallinarum*, *E. dispar*, *E. saccharolyticus*, *E. cecorum*, *E. faecalis* i *E. trragenococcus* (16). Spośród znanych gatunków enterokoków – *E. faecium* i *E. faecalis* – stanowią najważniejsze, jako: czynniki etiologiczne chorób zwierząt i człowieka, jako szczepy stosowane w procesach fermentacyjnych smakowo uszlachetniających produkty żywnościowe oraz jako probiotyki (14).

Fenotypowe właściwości, wykorzystywane do odróżniania kilku gatunków rodzaju *Enterococcus*, podane zostały w tabeli 2 i 3.

Tab. 1. Właściwości fenotypowe szczepów rodzaju *Enterococcus* i *Streptococcus* (wg IX wydania Topleya i Wilsona, 45)

	VAN	GAS	NaCl	Wzrost	
				10°C	45°C
<i>Enterococcus</i>	S <sup>b</sup>	-	+	+	+
<i>Streptococcus</i>	S	-	-	V	V

Objaśnienia: S – wrażliwy na wankomycyne; S<sup>b</sup> – niektóre szczepy są odporne na wankomycyne; GAS – wytwarzanie gazu z glukozy; NaCl – rozmnażanie w bulionie zawierającym 6,5% NaCl; 10°C i 45°C – rozmnażanie w granicach tych temperatur; – – wynik ujemny; + – wynik dodatni; V – wynik dodatni lub ujemny zależnie od szczepu

### Znaczenie enterokoków w przemyśle spożywczym i jako probiotyków

Enterokoki znalazły szerokie zastosowanie w produkcji serów, wpływając na ich dojrzewanie i wartości smakowe (38). Dodatkowo, liczne szczepy wytwarzają bakteriocyny (20) lub enterocyny A i B (11), które przeciwdziałają rozmnażaniu się *Listeria monocytogenes* i tym samym zapobiegają groźnym dla zdrowia, a nawet życia infekcjom u ludzi. Na hamowanie przez bakteriocyny

Tab. 2. Właściwości fenotypowe kilku gatunków rodzaju *Enterococcus* (wg Derriese i wsp., 8, zmodyfikowana)

Gatunek	Wzrost w temp.		Wzrost przy lub w				Hydrolyza eskuliny	Antygen D
	10°C	45°C	pH 9,6	6,5% NaCl	40% żółci	0,04% azydka sodu		
<i>E. faecalis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. faecium</i>	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>E. avium</i>	V	+	+	V	V/+	n.d.	+	+
<i>E. gallinarum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>E. durans</i>	+	+	+	+	+	+	+	(+)

Objaśnienia: + – wynik dodatni; (+) – wynik słabo dodatni; V – wynik różny, zależnie od szczepu; n.d. – nieokreślony

Tab. 3. Fenotypowe właściwości wykorzystywane do odróżniania gatunków *Enterococcus* (wg IX wydania Topleya i Wilsona, 45)

Gatunek	MAN	SOR	ARG	ARA	SBL	RAF
<i>E. faecalis</i>	+	-	+	-	+	-
<i>E. faecium</i>	+	-	+	+	V	V
<i>E. avium</i>	+	+	-	+	-	-
<i>E. gallinarum</i>	+	-	+	+	V	+
<i>E. durans</i>	-	-	+	-	-	-

Objaśnienia: MAN – mannitol; SOR – sorboza; ARG – arginina; ARA – arabinoza; SBL – sorbitol; RAF – rafinoza; + – wynik dodatni; – – wynik ujemny

*E. faecium* rozmnażania występujących w produktach żywnościowych potencjalnie chorobotwórczych dla człowieka szczepów *Staphylococcus aureus* lub przedstawicieli rodzaju *Clostridium* i *Bacillus* wskazują badania Giraffy (19). Enterokoki wykorzystywane są też w produkcji wędlin, np. salami. Również w tym wypadku dzięki wytwarzaniu wymienionych czynników bakteriobójczych, skierowanych m.in. przeciw *L. monocytogenes*, zwiększają bezpieczeństwo tej żywności dla konsumenta (7).

Obecność enterokoków w kale zwierząt rzeźnych łączy się z kontaminacją mięsa w czasie uboju i obróbki. Najczęściej spotykanymi gatunkami w mięsie wieprzowym są *E. faecium* i *E. faecalis* (29). Ze względu na znaczną oporność na działanie wyższych temperatur mogą przeżywać w wędlinach poddawanych obróbce termicznej i następnie uczestniczyć w procesach gnilnych (33). *E. faecalis* dominuje wśród ziarenkowców izolowanych z mięsa drobiu (47). Bliższe dane na temat znaczenia enterokoków w przemyśle spożywczym przedstawia Franz i wsp. (16).

Probiotykami nazywamy hodowle bakterii, które po doustnym podaniu zwierzętom lub człowiekowi korzystnie oddziałują na ich mikroflorę jelitową, m.in. hamując rozwój drobnoustrojów wywołujących biegunki, a u zwierząt będąc oprócz tego promotorami wzrostu (22). W tym celu obok bakterii z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* znalazły zastosowanie szczepy *E. faecium* i *E. faecalis*. Bliższe dane na temat roli i stosowa-

nia bakteryjnych probiotyków u zwierząt i człowieka przedstawia Fuller (17) i Prost (36). Mimo stosowania określonych szczepów *E. faecium* ze skutkiem pozytywnym w leczeniu biegunki u dzieci i dorosłych oraz u zwierząt, podnoszone są obawy, że enterokoki użyte jako probiotyki mogą przekazywać szczepom normalnej mikroflory jelitowej człowieka lub zwierząt geny kodujące oporność na antybiotyki (2), tym samym utrudniając ingerencje terapeutyczne.

### Rola w wywoływaniu stanów chorobowych i antybiotykooporność

Enterokoki określane są jako patogeny warunkowo chorobotwórcze lub oportunistyczne, to jest ujawniające te właściwości jedynie w sprzyjających w tym względzie warunkach (opportunity – okazja). Zwłaszcza szczepy *E. faecalis* i *E. faecium* uważane są za jedną z przyczyn szeregu schorzeń zwierząt, w tym zapalenia stawów, pęcherza moczowego, otrzewnej i zakażeń przyrannych. U bydła i owiec mogą wywołać zapalenie płuc (46).

U człowieka opisano wywołaną przez enterokoki bakterię, zapalenie wsierdza, układu moczowego, występujące zwłaszcza w związku z zakażeniami szpitalnymi u pacjentów o obniżonej odporności na infekcję. *E. faecalis* izolowany był z ponad 80% tych przypadków, a *E. faecium* z pozostałych (24).

Ze względu na małą przydatność i koszt próby biologicznej na zwierzętach do identyfikowania chorobotwórczości drobnoustrojów warunkowo chorobotwórczych – istotne znaczenie mają badania zmierzające do doskonalenia metod *in vitro* określania ich pośrednich wskaźników chorobotwórczości. W tej dziedzinie osiągnięto znaczny postęp w odniesieniu do pałeczek *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*. Większe trudności w ocenie potencjalnej chorobotwórczości przedstawiają enterokoki ze względu na ich znacznie mniej zdefiniowaną rolę w wywoływaniu zachorowań u człowieka i zwierząt niż u uprzednio wymienionych drobnoustrojów. Niemniej również w tym wypadku uzyskano szereg wartościowych danych na temat pośrednich wskaźników chorobotwórczości.

W mechanizmie wywoływanych przez enterokoki schorzeń uczestniczą adhezyny, w związku z czym uważane są za ważne pośrednie wskaźniki chorobotwórczości. Jedną z nich, zwana substancją agregującą (aggregation substance, AS), kodowana jest przez materiał genetyczny plazmidów. Pośredniczy ona w tworzeniu agregatów komórek eukariotycznych np. nerki świni (30). Ułatwia penetrację nabłonków jelita lub układu moczowego i przechodzenie enterokoków do krwi lub limfy, co zapoczątkowuje zakażenie ogólne (21). AS zwiększa też wewnątrzkomórkowe przeżywanie enterokoków w makrofagach i neutrofilach (44). Enterokoki w procesie przemieszczania się łączą się dzięki adhezynom z wewnątrzkomórkowymi białkami, takimi jak fibronekty-

na, kolagen, trombospondyna, co wspomaga szerzenie się infekcji w organizmie i ma również znaczenie w wnikaniu zakażeń ran oraz w patogenezie zapalenia wsierdzia (37). Kolejną adhezyną enterokoków jest białko powierzchni komórki bakteryjnej (enterococcal surface protein, Esp). Jest ono kodowane przez geny chromosomu. Występuje częściej u szczepów izolowanych z przypadków chorobowych niż od osobników zdrowych. Przyczynia się do kolonizacji nabłonków układu moczowo-płciowego (40). Do grupy pośrednich wskaźników chorobotwórczości enterokoków zaliczono też kolagenazę (34), żelatynazę i tzw. antygeny endocarditis (42).

Ike i wsp. (23) za wskaźnik chorobotwórczości enterokoków uznali beta-hemolizynę, zwaną też cytolizyną. Podstawą było wykazanie, że 60% izolatów z przypadków chorobowych wytwarzało tę substancję w porównaniu z tylko 17% szczepów pochodzących z kału osób zdrowych. Obserwacji tej nie potwierdziły inne badania (12), w których jedynie 16% izolowanych z przypadków chorobowych szczepów *E. faecalis* posiadało właściwości hemolityczne. Dodatkowo okazało się też, że szczepy nie wytwarzające hemolizyny również mogły wykazywać właściwości chorobotwórcze (25).

Zgodnie z cytowanym przykładem, sprzeczne wyniki co do znaczenia pośrednich wskaźników chorobotwórczości są charakterystyczne dla drobnoustrojów oportunistycznych, w tym enterokoków. Wymienione wskaźniki należy zatem traktować ze świadomością o ich pomocniczej roli we wnioskowaniu o chorobotwórczości danego szczepu. Mimo to wykorzystywane są one powszechnie i wolno dodać, z pożytkiem, w określaniu zagrożeń zdrowia zwierząt i człowieka.

Większej pewności w definiowaniu potencjalnej chorobotwórczości enterokoków niż uprzednio omówione wskaźniki fenotypowe, dostarczają określone właściwości genomu enterokoków. Jednak również w tym wypadku wynik wskazujący na obecność tzw. genów patogenności nie zawsze pokrywa się z patogennością danego izolatu. Potwierdzają to wyniki Eatona i Garsona (13). Stwierdzili oni, że geny uznane za wskaźniki chorobotwórczości były obecne tak u izolowanych z kału szczepów enterokoków wywołujących biegunkę, jak też u szczepów izolowanych z żywności lub wchodzących w skład kultur starterowych – nie wywołujących u konsumentów objawów chorobowych.

W innych badaniach Lu i wsp. (31) zidentyfikowali u *E. faecium* gen, który kodował wytwarzanie toksyny powodującej u ludzi i świń syndrom szoku toksycznego. Jako pośrednie wskaźniki chorobotwórczości enterokoków zaproponowane zostały też geny *fsr* (35). Podstawą było ich wykazanie u wszystkich szczepów enterokoków izolowanych od osób z objawami biegunki, której przyczyny nie dopatrzono się w innych czynnikach etiologicznych, przy nie stwierdzaniu u szczepów izolowanych z kału osób zdrowych. Dodatkowo, wymienionych genów nie wykazano u enterokoków używanych w przemyśle spożywczym jako kultury starterowe oraz u szczepów stosowanych jako probiotyki.

Z medycznego punktu widzenia istotną właściwością poszczególnych gatunków względnie szczepów rodzaju

*Enterococcus*, oprócz wskaźników chorobotwórczości, jest ich antybiotykooporność. Enterokoki wykazują szczególnie dużą zdolność do nabywania oporności na stosowane w leczeniu człowieka i zwierząt antybiotyki, a u tych ostatnich też jako dodatki paszowe. Efektem są znaczne trudności w leczeniu stanów chorobowych, których są przyczyną. Nabywanie oporności związane jest z mutacją genów w obrębie chromosomu lub pozyskaniem przez DNA plazmidów nowego genu względnie genów, determinujących oporność. Warunkowana genetycznie oporność dotyczy  $\beta$ -laktamów (penicylina, ampicylina) aminoglikozydów (gentamycyna, streptomycyna) i glikopeptydów, zwłaszcza wankomycyny (1, 45).

O obecności w materiale genetycznym enterokoków genów determinujących występowanie wskaźników chorobotwórczości i oporności na antybiotyki świadczą badania Franza i wsp. (15). U 10,4% szczepów *E. faecium* i 78,7% szczepów *E. faecalis* wykazali oni co najmniej jeden spośród uprzednio wymienionych wskaźników chorobotwórczości, co łączyło się z dysponowaniem odnośnym materiałem genetycznym. Tylko 20,8% szczepów *E. faecium* i 12,8% szczepów *E. faecalis* nie było opornych na stosowane w leczeniu antybiotyki. Wskazuje to, że u dużego odsetka wykazano antybiotykooporność. Z cytowanych badań wynikało, że 45% szczepów *E. faecium* było opornych na penicylinę, 27,1% na erytromycynę, 10,4% na chloramfenikol, 6,3% na tetracyklinę i 2,1% na wankomycynę. Natomiast szczepy *E. faecalis* w 63,8% były odporne na chloramfenikol, w 44,7% na tetracyklinę, w 12,8% na penicylinę i w 2,1% na ampicylinę. Z przedstawionych danych wynika, że enterokoki dysponują w dużym odsetku materiałem genetycznym, determinującym oporność na stosowane powszechnie w leczeniu człowieka i zwierząt antybiotyki.

Na podstawie wyników badań DNA chromosomów i plazmidów wykazano (9), że szczepy enterokoków wyosobniane od człowieka i od zwierząt nie różniły się między sobą. Dodatkowo, Vancanneyt i wsp. (48) stwierdzili, że szczepy *E. faecium* izolowane z żywności i od różnych gatunków zwierząt zdrowych lub z objawami chorobowymi oraz z przypadków chorobowych ludzi nie wykazywały właściwości do zasiedlania wyłącznie przewodu pokarmowego człowieka lub określonego gatunku zwierząt i były pod względem genetycznym identyczne. Potwierdza to, że zwierzęta oraz ich produkty spożywcze są rezerwuarem enterokoków o potencjalnym zagrożeniu zdrowia człowieka. Oprócz bowiem wywołania zachorowań – co ma mniejsze znaczenie – mogą enterokoki dzięki zdolności przekazywania określonego materiału genetycznego przyczynić się do zwiększenia chorobotwórczości i/lub antybiotykooporności innych gatunków mikroflory jelitowej człowieka i zwierząt (3, 10, 43, 45). Możliwość przekazu genów determinujących chorobotwórczość lub antybiotykooporność od enterokoków do innych gatunków bakterii potwierdziły badania Eatona i Garsona (13). Dodatkowo Lund i Edlund (32) wykazali, że geny determinujące oporność na wankomycynę mogły być przeniesione z *E. faecium*, będą-

cego szczepem probiotycznym, na inne bytujące w przewodzie pokarmowym bakterie.

### Podsumowanie

Na podstawie cytowanego piśmiennictwa wolno stwierdzić, że oprócz znaczenia enterokoków w przemyśle spożywczym i w charakterze probiotyków, na podkreślenie zasługuje łączący się z tą grupą bakterii aspekt medyczny. Oprócz bowiem wywoływania, zwłaszcza u człowieka, trudno leczących się stanów chorobowych, przyczyniają się one poprzez przekazywanie innym bakteriom materiału genetycznego do nabywania przez nie chorobotwórczości i antybiotykooporności. W celu ograniczenia tego szkodliwego wpływu, każdy szczep stosowany w przemyśle spożywczym lub w chowie zwierząt jako promotor wzrostu, a u człowieka jako probiotyk, powinien być zbadany na obecność genów determinujących chorobotwórczość i antybiotykooporność i tylko wtedy użyty, jeżeli nie zawiera materiału genetycznego warunkującego występowanie wymienionych właściwości (16).

### Piśmiennictwo

- Asselt G. J., Cliegenthart J. S.: High-level aminoglycoside resistance among enterococci and group A streptococci. *J. Antimicrob. Chemother.* 1992, 30, 651-659.
- Bellomo G., Mangiagale A., Nicastro L., Frigerio G.: A controlled double-blind study of SF68 strain as a new biological preparation for the treatment of diarrhoea in pediatrics. *Curr. Ther. Res.* 1980, 28, 927-934.
- Berchieri A.: Intestinal colonization of a human subject by vancomycin-resistant *Enterococcus faecium*. *Clin. Microbiol. Infect.* 1999, 5, 97-100.
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Williams and Wilkins Company, Baltimore, USA 1974.
- Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. VIII Edition, Williams and Wilkins Company, Baltimore, USA 1986.
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. IX Edition, Williams and Wilkins Company, Baltimore, USA 1994.
- Cintas L. M., Casaus P., Herranz C., Havarstein L. S., Holo H., Hernández P., Nes I. F.: Biochemical and genetic evidence that *Enterococcus faecium* L50 produces enterocins L50 B, the sec-dependent enterocin P, and a novel bacteriocin secreted without and N-terminal extension termed enterocin Q. *J. Bacteriol.* 2000, 182, 6806-6814.
- Devriese L. A., Pot B., Collins M. D.: Phenotypic identification of the genus *Enterococcus* and differentiation of phylogenetically distinct enterococcal species and species groups. *J. Appl. Bacteriol.* 1993, 75, 399-408.
- Descheemaeker P. R. M., Chapelle S., Devriese L. A., Butaye P., Vandamme P., Gossens H.: Comparison of glycopeptide-resistant *Enterococcus faecium* isolates and glycopeptide resistance genes of human and animal origins. *Antimicrob. Agents Chemother.* 1999, 43, 2032-2037.
- Davies R., Roberts T. A.: Antimicrobial susceptibility of enterococci removed from commercial swine carcasses: effect of feed additives. *Letters in Applied Microbiol.* 1999, 29, 327-333.
- Ennahar S., Asou Y., Zendo T., Sonomoto K., Ishizaki A.: Biochemical and genetic evidence for production of enterocins A and B by *Enterococcus faecium* WHE 81. *Int. J. Food Microbiol.* 2001, 70, 291-301.
- Elsner H. A., Sobotka I., Mack D., Claussen M., Laufs R., Wirth R.: Virulence factors of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* blood culture isolates. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 2000, 19, 39-42.
- Eaton T. J., Garson M. J.: Molecular screening of *Enterococcus* virulence determinants and potential for genetic exchange between food and medical isolates. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, 67, 1628-1635.
- Franz C. M. A. P., Holzapfel W. H., Stiles M. E.: Enterococci at the crossroads of food safety? *Int. J. Food Microbiol.* 1999, 47, 1-24.
- Franz C. M. A. P., Muscholl-Silberhorn A. B., Yousif N. M. K., Vancanneyt M., Swings J., Holzapfel W. H.: Incidence of virulence factors and antibiotic resistance among enterococci isolated from food. *Appl. Environ. Microbiol.* 2001, 67, 4385-4389.
- Franz C. M. A. P., Stiles M. E., Schleifer K. H., Holzapfel W. H.: Enterococci in food – a conundrum for food safety. *Int. J. of Food Microbiology*, 2003, 88, 105-122.
- Fuller R.: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bact.* 1989, 66, 365-378.
- Garrity G. M., Holt J. G.: The road map to the manual, [in:] Boone D. R., Castenholz R. W., Garrity G. M. (Eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, vol. 1, 2<sup>nd</sup> ed. Springer Verlag, New York 2001, 119-166.
- Giraffa G.: Enterococcal bacteriocins: their potential use as anti-*Listeria* factors in dairy technology. *Food Microbiol.* 1995, 12, 291-299.
- González C., Langdon G. M., Bruix M., Gálvez A., Valdivia E., Maqueda M., Rico M.: Bacteriocin AS-48, a microbial cyclic polypeptide structurally and functionally related to mammalian NK-lysin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2000, 97, 11221-11226.
- Graninger W., Ragetle R.: Nosocomial bacteremia due to *Enterococcus faecalis* without endocarditis. *Clin. Infect. Dis.* 1992, 15, 49-57.
- Holzapfel W. H., Haberer P., Snel J., Schillinger U., Huis in't Veld J. H. J.: Overview of gut flora and probiotics. *Int. J. Food Microbiol.* 1998, 41, 85-101.
- Ike Y., Hashimoto H., Clewell D. B.: High incidence of hemolysin production by *Enterococcus (Streptococcus) faecalis* strains associated with human parenteral infections. *J. Clin. Microbiol.* 1987, 25, 1524-1528.
- Jett B. D., Huycke M. M., Gilmore M. S.: Virulence of enterococci. *Clin. Microbiol. Rev.* 1994, 7, 462-478.
- Johnson A. P.: The pathogenicity of enterococci. *J. Antimicrob. Chemother.* 1994, 33, 1083-1089.
- Kilpper-Bälz R., Schleifer K. H.: DNA-rRNA hybridization studies among staphylococci and some other Gram-positive bacteria. *FEMS Microbiology Letters* 1981, 10, 357-362.
- Kilpper-Bälz R., Fischer G., Schleifer K. H.: Nucleic acid hybridization of group N and D streptococci. *Current Microbiology* 1982, 7, 245-250.
- Kilpper-Bälz R., Schleifer K. H.: Nucleic acid hybridization and cell wall composition studies of pyogenic streptococci. *FEMS Microbiology Letters* 1984, 24, 355-364.
- Knudsen L. M., Hartman P. A.: Enterococci in pork processing. *J. Food Prot.* 1993, 56, 6-9.
- Kreft B., Marre R., Schramm U., Wirth R.: Aggregation substance of *Enterococcus faecalis* mediates adhesion to cultural renal tubular cells. *Infect. Immun.* 1992, 60, 25-30.
- Lu H. Z., Weng X. H., Li H., Yin Y. K., Pang M. Y., Tang Y. W.: *Enterococcus faecium* – related outbreak with molecular evidence of transmission from pig to humans. *J. Clin. Microbiol.* 2002, 40, 913-917.
- Lund B., Edlund C.: Probiotic *Enterococcus faecium* strain is a possible recipient of the van A gene cluster. *Clin. Infect. Dis.* 2001, 32, 1384-1385.
- Magnus C. A., McCurdy A. R., Ingledew W. M.: Further studies on the thermal resistance of *Streptococcus faecium* and *Streptococcus faecalis* in pasteurized ham. *J. Can. Inst. Food Sci. Technol.* 1988, 21, 209-212.
- Nallapaderdy S. R., Qin X., Weinstock G. M., Höök M., Murray B. E.: *Enterococcus faecalis* adhesion ace, mediates attachment to extracellular matrix proteins collagen type IV and laminin as well as collagen type 1. *Infect. Immun.* 2000, 68, 5218-5224.
- Pillai S. K., Sakoulas G., Gold H. S., Wennersten C., Eliopoulos G. M., Melling Jr. R. C., Inouye R. T.: Prevalence of the *fst* locus in *Enterococcus faecalis* infections. *J. Clin. Microbiol.* 2002, 40, 2651-2652.
- Prost E. K.: Probiotyki. *Medycyna Wet.* 1999, 55, 75-79.
- Rodzinski E., Marre R., Susa M., Wirth R., Muscholl-Silberhorn: Aggregation substance – mediated adherence of *Enterococcus faecalis* to immobilized extracellular matrix proteins. *Microb. Pathog.* 2001, 30, 211-220.
- Sarantinopoulos P., Kalantzopoulous G., Tsakalidon E.: Effect of *Enterococcus faecium* on microbiological physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. *Int. J. Food Microbiol.* 2002, 76, 93-105.
- Schleifer K. H., Kilpper-Bälz R.: Transfer of *Streptococcus faecalis* and *Streptococcus faecium* to the genus *Enterococcus* nom. rev. as *Enterococcus faecalis* comb. nov. and *Enterococcus faecium* comb. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1984, 34, 31-34.
- Shankar V., Baghdayan A. S., Huycke M. M., Lindahl G., Gilmore M. S.: Infection-derived *Enterococcus faecalis* strains are enriched in exp, a gene encoding a novel surface protein. *Infect. Immun.* 1999, 67, 193-200.
- Seelemann M.: *Biologie der Streptokokken*. Verlag Hans Carl, Nürnberg 1954.
- Singh K. V., Qin X., Weinstock G. M., Murray B. E.: Generation and testing of mutants of *Enterococcus faecalis* in a mouse peritonitis model. *J. Infect. Dis.* 1998, 178, 1416-1420.
- Sørensen T. L., Blom M., Monnet D. L., Frimodt-Møller N., Poulsen R. L., Espersen F.: Transient intestinal carriage after ingestion of antibiotic-resistant *Enterococcus faecium* from chicken and pork. *N. Engl. J. Med.* 2001, 345, 1161-1166.
- Süßmuth S. D., Muscholl-Silberhorn A., Wirth R., Susa M., Marre R., Rodzinski E.: Aggregation substance promotes adherence phagocytosis and intracellular survival of *Enterococcus faecalis* within human macrophages and suppresses respiratory burst. *Infect. Immun.* 2002, 68, 4900-4906.
- Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections, Ninth Edition, Vol. 2, Systematic Bacteriology, Arnold, London, Sidney, Auckland 1998.
- Truszczyński M.: *Bakteriologia Weterynaryjna*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1984.
- Turtura G. C., Lorenzelli P.: Gram-positive cocci isolated from slaughtered poultry. *Microbiol. Res.* 1994, 149, 203-213.
- Vancanneyt M., Lombardi A., Andrighetto C., Kniff E., Torriani S., Björkroth K. J., Franz C. M. A. P., Foulque Moreno M. R., Revets H., De Vuyst L., Swings J., Kersters K., Dellaglio F., Holzapfel W. H.: Intraspecific genomic groups in *Enterococcus faecium* and their correlation with origin and pathogenicity. *Appl. Environ. Microbiol.* 2002, 68, 1381-1391.

Adres autora: prof. dr hab. Marian Truszczyński, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy; e-mail: mtruszcz@piwet.pulawy.pl