

Kanatlı Hayvan Beslemede Bakteriyosinlerin Kullanım Olanakları

Ahmet Önder Üstündağ*, Mürsel Özdoğan

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

*e-posta: austundag@adu.edu.tr; Tel: +90 (256) 772 70 23 / 2006; Fax: +90 (256) 772 72 33

Özet

Antibiyotiklerin yasaklanmasının ardından antibiyotiklere alternatif arayışları hız kazanmıştır. Bu alternatiflerden birisi de bakteriyosinlerdir. Bakteriyosinler doğada yaygın halde bulunurlar ve bazı kritik roller oynarlar. Ayrıca yaygın kullanım alanına sahiptirler. Son yıllarda, bakteriyosinlerin insan sağlığı, hayvan sağlığı, beslenme ve yiyeceklerin korunmasında kullanımı hedeflenmektedir. Bu çalışmada, biyolojik ürün olan bakteriyosinlerin mikroflora düzenleyici olarak, kanatlı beslemede kullanım olanakları üzerinde durulacaktır.

Anahtar kelimeler: Kanatlı, besleme, bakteriyosin, performans, mikroflora

Use Facilities of Bacteriocins on Poultry Nutrition

Abstract

After the prohibition of antibiotics, the research for an alternative to antibiotics has accelerated. One of these alternatives is bacteriocin. Bacteriocins exist widely in nature and play some critical roles. Bacteriocins also have common use area. In recent years, the use of bacteriocin in human health, animal health, nutrition and protection of foods has aimed. In this review, it has been dwelled on the possibilities of using bacteriocins, which are biological products, in poultry nutrition as a microflora regulatory.

Key words: Poultry, nutrition, bacteriocin, performance, microflora

Giriş

Antibiyotikler, 50 yılı aşkın bir süredir hayvanlarda büyümeyi destekleyici olarak düşük miktarlarda yaygın şekilde kullanılmıştır (McDermott ve ark., 2002; Dibner ve Richards, 2005). Ancak son yıllarda, dirençli bakteri popülasyonlarının artması, hayvansal ürünlerde kalıntı bırakması ve organik tarıma olan talebin artması sonucunda, antibiyotiklere alternatif arayışları hız kazanmıştır (Shin ve ark., 2008). Antibiyotiklere alternatif ürünler arasında; probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler, esansiyel yağlar ve enzimler yer almıştır (Dahiya ve ark., 2006). Bunlardan probiyotikler; bağırsağın mikrobiyal dengesini geliştirerek konakçı hayvanda yararlı etkiler oluşturan, bu etkisiyle hayvanların yemden yararlanmalarını artıran, yeme veya suya katılarak verilen canlı mikrobiyal yem katkı maddeleridirler (Patterson ve Burkholder, 2003; Coeuret ve ark., 2004). Yem katkı maddesi olarak kullanılan mikroorganizmaların bakterisidal (yok edici) etkisi; organik asit, diasetil, hidrojen peroksit ve bakteriyosin gibi maddeler üretmesinden kaynaklanmaktadır (Shin ve ark., 2008).

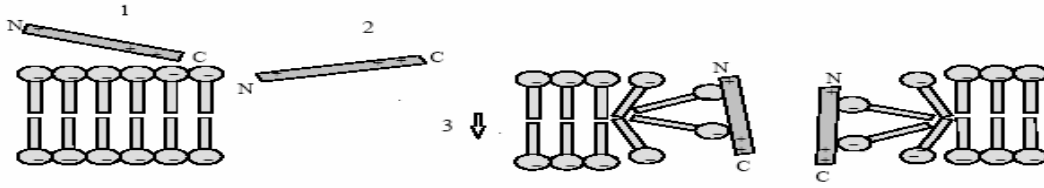
Bu derlemenin amacı, bakteriyosinler hakkında kısa bir bilgi vermek ve kanatlı hayvanların beslenmesindeki kullanım alanlarını irdelemektir.

Bakteriyosinler

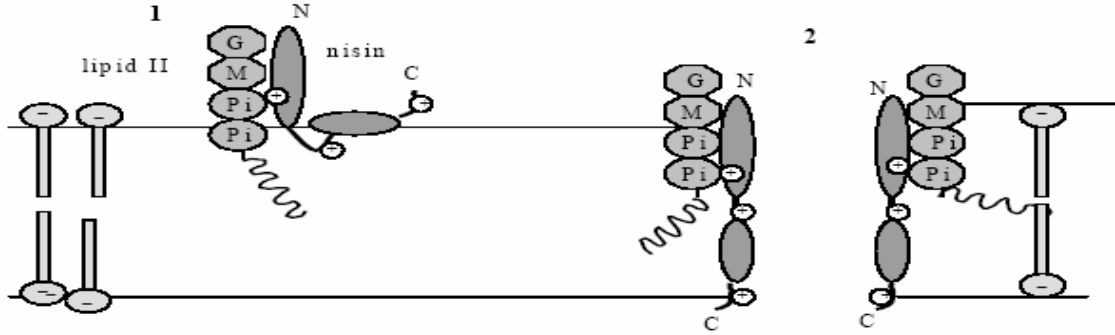
Bakteriyosinler; bazı mikroorganizmalar tarafından sentezlenen ve bu sentezleyen bakterilere genetik yakınlığı bulunan ya da bulunmayan bakterilere karşı antagonistik etkiye sahip peptid veya protein yapısındaki antimikrobiyal bileşiklerdir (De Vuyst ve Vandamme, 1994; Cigánková ve ark., 2004). Bakteriyosinler yaygın kullanım alanına sahiptirler ve doğada yaygın halde bulunurlar. Son yıllarda, bakteriyosinlerin insan sağlığı, hayvan sağlığı, beslemede kullanımı hedeflenmektedir (Cleveland ve ark., 2001; Bower ve ark., 2002; Diez-Gonzalez, 2007). Bakteriyosinler; insan, hayvan ve bitki patojenlerine karşı doğal olarak mücadele eden, büyük ölçüde yıkılabilen proteinlerdir ve insan hücrelerine herhangi bir zararı olmadığı bildirilmektedir (Gillor ve ark., 2005).

Bakteriyosinlerin Etki Mekanizması

Bakteriyosinlerin bakterisidal etkisi, hedef hücrelerin sitoplazmik membranlarında meydana gelmekte ve bu etki başlıca 2 şekilde gerçekleşmektedir (Montville ve ark., 1995; Abee ve ark., 1995; Moll ve ark., 1996). Bunların ilkinde; bakteriyosinlerin pozitif yüklü N ve C uçları, membranlarda bulunan negatif yüklü



Şekil 1. Bakteriyosinin fosfolipidlere bağlanarak por oluşturması



Şekil 2. Bakteriyosinlerin Lipid II molekülüne bağlanarak por oluşturması

- (1) Nisin ilk aşamada lipid II' nin karbonhidrat parçasına dıştan yönelimli olarak bağlanır. N-terminal bölgesi bağlanma için gereklidir.
 (2) C-terminal kısmı ise membranı geçerek por yapısını tamamlar.

fosfolipidlerle birleşerek, membran fonksiyonlarını por oluşturarak Şekil 1'de görüldüğü gibi bozar (Chung, 2003; Hampikyan ve Çolak, 2007). Diğer bir etki mekanizmasında ise; hücre duvarı sentezinin ön maddesi olan Lipid II molekülüne bakteriyosinler bağlanarak Lipid II molekülünün peptidoglikan zincirine bağlanmasını önleyerek hücre duvarı sentezini Şekil 2'de görüldüğü gibi durdurur (Van Kraaij ve ark., 1999; Guder ve ark., 2000; Anayol, 2006; Hampikyan ve Çolak, 2007).

Kanatlı Hayvan Beslemede Bakteriyosinlerin Kullanımı

Gıda zehirlenmesi tüm dünyada giderek artan bir problemdir. Bu salgınların büyük bir çoğunluğuna kanatlıların neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle kanatlı ürünlerinin güvenliği, kanatlı endüstrisi, devlet kurumları ve tüketiciler için büyük önem kazanmaktadır (Zuckerman ve Abraham, 2002). Kanatlı karkasları, elde edilme aşamasında *Salmonella Typhimurium*, *Campylobacter jejuni* ve *Listeria monocytogenes* gibi çeşitli patojenik bakterilerle kontamine olma riskini içerir (Lillard, 1990; Clouser ve ark., 1995). *Salmonella*, toplam insan enfeksiyonları ve ölümleri temel alındığında muhtemelen en önemli gıda kaynaklı patojenik bakteridir (Mead ve ark., 1999). Çoğu

salmonellozis vakası, kontamine kanatlı eti ve yumurtasının tüketilmesiyle ilişkilidir. *Salmonella* serovar *Typhimurium* çoğunlukla kanatlıların sindirim sisteminde kolonize olurlarken, *Salmonella* serovar *Enteritidis* ise çoğunlukla yumurtacı tavukların sekumunda kolonize olmaktadır. Salmonellozis vakalarının önlenmesi için kanatlı populasyonunda bu patojenik bakteri grubunun yaygınlığının azaltılması gerekmektedir. Probiyotik bakteriler ve rekabetçi kültürlerin kullanımı, kanatlılarda salmonellanın kontrolü için kullanılan potansiyel yöntemlerdir. Ancak bu rekabetçi kültürler, *Campylobacter* kolonizasyonunu devamlı olarak düşürmemektedir (Stern ve ark., 2001; Mead, 2002). Dolayısıyla rekabetçi kültürlerin etkisini geliştirmeye yönelik araştırmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlarda bazı bakterilerin in vitro ortamda *Campylobacter* gelişimini engelleyen bakteriyosinler ürettikleri gözlemlenmiştir (Svetoch ve ark., 2005). Bakteriyosinlerin patojen mikroorganizmalar üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar, genellikle laboratuvar ortamında yürütülmüş olmakla beraber, hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar da mevcuttur. Yapılan çalışmalar sonucunda, *S. pneumoniae* ve MRSA (Metisilin Dirençli *S. aureus*)'nın neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde lantibiyotiklerin oldukça başarılı olduğu bulunmuştur. Akkoç ve ark., (2009),

tavuk kursağından izole edilen bakteriyosin üreticisi *Enterococcus faecium* J96 suşunun *S. pullorum* ile enfekte olmuş tavuklarda koruyucu etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir. Wooley ve ark. (1999), broylerlerde *S. Typhimurium*'u önlemeye yönelik yaptığı çalışmada, microcin-24 üreten *E.coli* AvGOB18 bakterisi türünün içme suyuna yaklaşık 10^6 hücre/ml konsantrasyonunda katılmasıyla birlikte 3 hafta sonunda tavukların sindirim sisteminde *S. Typhimurium*'a rastlanmadığını bildirmişlerdir. Stern ve ark. (2005), oral yolla *Campylobacter jejuni* enfekte edilmiş 1 günlük yaştaki kanatlıların yemlerine 0.25 g/kg *Paenibacillus polymyxa* NRRL-B-30509 türünün ürettiği bakteriyosin (sınıfı IIa; moleküler ağırlığı, 3,864 Da) ilavesiyle birlikte 10 günün sonunda kontrol grubuna nazaran *Campylobacter jejuni* sayısında önemli bir azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca *Paenibacillus polymyxa* NRRL-B-30509 ve *Lactobacillus salivarius* NRRL B-30514 türlerinin ürettikleri bakteriyosinlerin (sırasıyla B609 ve OR-7) *Campylobacter jejuni* sayısını azalttığı bildirilmiştir (Stern ve ark., 2006, 2008). Cole ve ark. (2006), 45 günlük yaştaki hindilerde yürüttüğü çalışmada, *Paenibacillus polymyxa* NRRL-B-30509 ve *Lactobacillus salivarius* NRRL B-30514 türlerinden elde ettikleri bakteriyosin B609 ve OR-7 nin sindirim sistemindeki *Campylobacter jejuni* sayısını azalttığını tespit etmiştir.

Ogunbanwo ve ark. (2004), 3 haftalık yaştaki broylerlerde yaptıkları bir çalışma sonucunda, *E. coli* O2:KH6 enfekte edilmiş hayvanların içme suyuna 6400 AU/ml *L. plantarum* F1 in ürettiği bakteriyosin ve 1.2×10^9 cfu/ml *L. plantarum* F1 ilave edilmesiyle, *E. coli* O2:KH6'dan kaynaklanan olumsuzlukların bertaraf edilmesinde başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Gnotobiyotik (bakteri florası tanımlanmış) bıldırcınlarda yapılan çalışmaların sonunda, enterocin A üreten *Enterococcus faecium* EK 13 türü bakterinin, sindirim sistemindeki *Salmonella dusseldorf* SA31 sayısında azalma sağladığı ve *Salmonella dusseldorf* SA31'den kaynaklanan bağırsak epitel doku bileşenlerinde (enterositler, goblet hücreleri, paneth hücreleri ve endokrin hücreleri) oluşan zararları azalttığı bildirilmiştir (Lauková ve ark., 2003; Cigánková ve ark., 2004). Stropfová ve ark. (2003), 3200 AU/ml (0,10-0,25 ml oral doz) *Enterococcus faecium* EF 55 türünün ürettiği saf bakteriyosin ekstraktı ilavesinin Japon bıldırcınlarının dışkılarındaki *E.coli*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus* sayısını azalttığını bildirmiştir. Audisio ve ark. (2000), bakteriyosin üreten *Enterococcus faecium* J96'nın patojen *Salmonella Pullorum*'a karşı etkili olduğunu ve yumurtadan yeni

çıkış broyler civcivlerin yaşama gücünü artırdığını, *Enterococcus faecium* J96 verilmeyen civcivlerde ise 4. günden itibaren ölümlerin görüldüğünü bildirmişlerdir. *E. coli* tarafından üretilen mikrosinlerin yetişkin tavuklarda *Salmonella typhimurium* sayısını azalttığı bildirilmiştir (Portrait ve ark., 1999). Line ve ark. (2008), broylerlerde yaptığı çalışmaların sonucunda enterocin E-760 in *Campylobacter* kolonizasyonunu azalttığını bildirmiştir. Grilli ve ark. (2009), broylerlerde yaptıkları iki çalışmanın sonucunda, *Pediococcus pentosaceus* FBB61 tarafından üretilen pediocin A' nın *Clostridium perfringens*den kaynaklanan olumsuz etkileri ortadan kaldırmada etkili olduğunu gözlemişlerdir.

Wang ve ark. (2011), broiler rasyonlarına 2.5 g/kg *Ruminococcus albus* 7' nin ürettiği albusin B ilavesi yapılmış grubun canlı ağırlıklarının ve canlı ağırlık artışlarının kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığını bildirmişlerdir.

Sonuç

Bakteriyosinlerin ya da bakteriyosin üreten bakterilerin hayvancılıkta kullanılması, henüz yeni bir ürün olmasından dolayı araştırma ve pazarlama bakımından muazzam olanaklar sunan bir alandır. Bu alanda çok kısıtlı araştırmalar olmasına karşın, son yıllarda yapılan çalışma sayısında önemli bir artış gözlenmektedir. Antibiyotik kullanımının yasaklandığı ülkelerde, antibiyotiklere alternatif antimikrobiyal ürünlere olan ihtiyaç, yeni bakteriyosinlerin tanımlanmasını ve var olanların da test edilmesini tetiklemiştir. Yem kaynaklı patojenlerin önceden kontrolünü sağlamak amacıyla, farklı kaynaklı bakteriyosinlerle yapılmış çalışmalar, bakteriyosinlerin hayvansal üretimde de kullanma olanaklarının olabildiği görülmektedir. Ancak bakteriyosinlerle, yapılan çalışmalara bakıldığında daha çok gıda sektöründe kullanıldığı görülmekte, besleme fizyolojisi açısından düşünüldüğünde domuz ve kanatlı hayvan türlerinde de katkı maddesi olarak kullanıldığında benzer sonuçların alınabileceği, kanatlı beslemedeki sınırlı sayıda çalışmalarla görülmektedir. Bu nedenle bu alanda, değişik kaynaklı bakteriyosinlerin kanatlı beslemedeki etkilerini ortaya koyan çalışmaların yürütülmesi, hem alternatif katkı maddelerinin ortaya çıkmasına hem de güvenli gıda üretimine katkı yapmasına olanak sağlayacaktır.

Kaynaklar

Abee, T., Krockel, L. and Hill, C. 1995. Bacteriocins: mode of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. Int. J. Food Microbiol. 28: 169-185.

- Akkoç, N., Şanlıbaba, P., Akçelik, M. 2009. Bakteriyosinler: alternatif gıda koruyucuları. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 25(1-2): 59–70.
- Anayol, E. 2006. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* EYL 38 suşunda nisin üretiminin genetik analiz ve konjugal aktarımı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. sf. 72.
- Audisio, M.C., Oliver, G., Apella, M.C. 2000. Protective effect of *Enterococcus faecium* J96, a potential probiotic strain, on chicks infected with *Salmonella pullorum*. J. Food. Prot. 63:1333–1337.
- Bower, C. K., Parker, J. E., Higgins, A. Z., Oest, M. E., Wilson, J. T., Valentin, B. A., Bothwell, M. K., and McGuire, J. 2002. Protein antimicrobial barrier to bacterial adhesion, in vitro and in vivo evaluation of nisin-treated implementable materials. Colloids Surfaces B, Biointerfaces 25: 81-90.
- Chung, H. J. 2003. Control of foodborne pathogens by bacteriocin-like substances from *lactobacillus* spp. In combination with high pressure processing. The Ohio State Üniversitesi Doktora Tez Çalışması. p. 196.
- Cigánková, V., Lauková, A., Guba, P., Nemcová, R. 2004. Effect of Enterocin a on the intestinal epithelium of Japanese Quails infected by *Salmonella* duesseldorf. Bull. Vet. Inst. Pulawy. 48: 25-27.
- Cleveland, J., Montville, T. J., Nes, I. F., and Chikindas, M. L. 2001. Bacteriocins, safe, natural, antimicrobials for food preservation. Int. J. Food Microbiol. 71: 1-20.
- Clouser, C. S., S. Doores, M. G. Mast, and S. Knabel. 1995. The role of decontamination of turkey skin by *Salmonella* species and *Listeria monocytogenes*. Poultry Sci. 74:723–731.
- Coëuret, V., Gueguen, M., Vernoux, J. P. 2004. Numbers and strains of lactobacilli in some probiotics products. Int. J. Food Microbiol. 97: 147-156.
- Cole, K., Farnell, M. B., Donoghue, A. M., Stern, N. J., Svetoch E. A., Eruslanov, B. N., Volodina, L. I., Kovalev, Y. N., Perelygin, V. V., Mitsevich, E. V., Mitsevich, I. P., Levchuk, V. P., Pokhilenko, V. D., Borzenkov, V. N., Svetoch, O. E., Kudryavtseva, T. Y., Reyes-Herrera, I., Blore, P. J., Solis de los Santos, F., and Donoghue, D. J. 2006. Bacteriocins reduce campylobacter colonization and alter gut morphology in turkey poults. Poultry Sci. 85: 1570-1575.
- Dahiya, J.P., Wilkie, D.C., Van Kessel, A.G. and Drew, M.D. 2006. Potential strategies for controlling necrotic enteritis in broiler chickens in post-antibiotic era. Anim. Feed. Sci. Technol. 129: 60–88.
- De Vuyst, L. and Vandamme, E. J. 1994. Bacteriocins of lactic acid bacteria. Microbiology, genetics and applications, pp. 539, Chapman & Hall. New York.
- Dibner, J.J. and Richards, J.D. 2005. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. Poultry Sci. 84: 634–643.
- Diez – Gonzalez, F. 2007. Applications of bacteriocins in livestock. Curr. Issues Intestinal Microbiol. 8: 15-24.
- Gillor, O., Nigro, L. M., and Riley, M. A. 2005. Genetically engineered bacteriocins and their potential as the next generation of antimicrobials. Curr. Pharm. Des. 11: 1067-1075.
- Grilli, E., Messina, M. R., Catelli, E., Morlacchini, M. and Piva, A. 2009. Pediocin A improves growth performance of broilers challenged with *Clostridium perfringens*. Poultry Sci. 88: 2152-2158.
- Guder, A., Wiedemann, I., Sahl, H.G. 2000. Posttranslationally modified bacteriocins—the lantibiotics. John Wiley & Sons, Inc. Biopoly 55: 62–73.
- Hampikyan, H. ve Çolak, H. 2007. Derleme. Nisin ve gıdalardaki antimikrobiyal etkisi. TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni 6(2): 142-147.
- Lauková, A., Guba, P., Nemcová, R., Vasilková, Z. 2003. Reduction of *Salmonella* in gnotobiotic Japanese Quails caused by the enterocin-A producing EK13 strain of *Enterococcus faecium*. Vet Res Commun. 27: 275-280.
- Lillard, H. S. 1990. The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination and cross contamination of broiler carcasses. J. Food Protec. 53:202 204.
- Line, J. E., Svetoch, E. A., Eruslanov, B. V., Perelygin, V. V., Mitsevich, E. V., Mitsevich, I. P., Levchuk, V. P., Svetoch, O. E., Seal, B. S., Siragusa, G. R., and Stern, N. J. 2008. Isolation and purification of enterocin E-760 with broad antimicrobial activity against gram-positive and gram-negative bacteria. Antimicrob. Agents Chemother. 52(3): 1094–1100.
- McDermott, P.F., Zhao, S., Wagner, D.D., Simjee, S., Walker, R. D., and White, D.G. 2002. The food safety perspective of antibiotic resistance. Anim. Biotechnol. 13: 71–84.
- Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., and Tauxe, R.V. 1999. Food-related illness and death in the United States. Emerg. Infect. Dis. 5: 607–625.
- Mead, G. C. 2002. Factors affecting intestinal colonization of poultry by *Campylobacter* and role

- of microflora in control. World's Poult. Sci. J. 58:169-178.
- Moll, G. N., Roberts, G. C. K., Konings, W. N. and Dressen, A. J. M. 1996. Mechanism of lactibiotic-induced pore-formation. *Antonie van Leeuwenhoek*. 69: 185-191.
- Montville, T. J., Winkowski, K. and Ludescher, R. D. 1995. Models and mechanisms for bacteriocin action and application. *Int. Dairy J.* 5: 797-814.
- Ogunbanwo, S.T., Sanni, A.I. and Onilude, A.A. 2004. Influence of bacteriocin in the control of *Escherichia coli* infection of broiler chickens in Nigeria. *World J Microbiol Biotechnol.* 20: 51-56.
- Patterson, J. A. and Burkholder, K. M. 2003. Application of probiotics in poultry production. *Poult. Sci.* 82: 627-631.
- Portrait, V., Gendron-Gaillard, S., Cotteceau, G., Pons, A.M. 1999. Inhibition of pathogenic *Salmonella enteritidis* growth mediated 604 *Appl Microbiol Biotechnol* 81:591-606 by *Escherichia coli* microcin J25 producing strains. *Can. J. Microbiol.* 45:988-994.
- Shin, M.S., Han, S.K., Ji, A.R., Kim, K.S. and Lee, W.K. 2008. Isolation and characterization of bacteriocin-producing bacteria from the gastrointestinal tract of broiler chickens for probiotic use. *J. Appl. Microbiol.* 105: 1364-5072.
- Stern, N. J., Cox, N. A., Bailey, J. S., Berrang, M. E., and Musgrove, M. T. 2001. Distribution of *Campylobacter* spp. in selected U.S. poultry production and processing operations. *Poult. Sci.* 80: 156-160.
- Stern, N. J., Svetoch, E. A., Eruslanov, B. V., Kovalev, Y. N., Volodina, L. I., Perelygin, V. V., Mitsevich, E. V., Mitsevich, I. P., and Levchuk, V. P. 2005. *Paenibacillus polymyxa* purified bacteriocin to control *Campylobacter jejuni* in chickens. *J. Food Prot.* 68: 1450-1453.
- Stern, N. J., Svetoch, E. A., Eruslanov, B. V., Perelygin, V. V., Mitsevich, E. V., Mitsevich, I. P., Pokhilenko, V. D., Levchuk, V. P., Svetoch, O. E., and Seal, B. S. 2006. Isolation of a *Lactobacillus salivarius* strain and purification of its bacteriocin, which is inhibitory to *Campylobacter jejuni* in the chicken gastrointestinal system. *Antimicrob. Agents Chemother.* 50: 3111-3116.
- Stern, N. J., Eruslanov, B. V., Pokhilenko V. D., Kovalev Y. N., Volodina L. L., Perelygin V. V., Mitsevich E. V., Mitsevich I. P., Borzenkov V. N., Levchuk V. P., Svetoch O. E., Stepanshin Y. G., Svetoch E. A. 2008. Bacteriocins reduce *Campylobacter jejuni* colonization while bacteria producing bacteriocins are ineffective. *Microb. Ecol. Health. Dis.* 20: 74-79.
- Strompfová, V., Lauková, A., Mudronová, D. 2003. Effect of Bacteriocin-Like Substance Produced by *Enterococcus faecium* EF55 on the Composition of Avian Gastrointestinal Microflora. *Acta Vet. Brno.* 72: 559-564.
- Svetoch, E. A., Stern, N. J., Eruslanov, B. V., Kovalev, Y. N., Volodina, L. I., Perelygin, V. V., Mitsevich, E. V., Mitsevich I. P., Pokhilenko, V. D., Borzenkov, V. N., Levchuk, V. P., Svetoch, O. E., and Kudryavtseva, T. Y. 2005. Isolation of *Bacillus circulans* and *Paenibacillus polymyxa* strains inhibitory to *Campylobacter jejuni* and characterization of associated bacteriocins. *J. Food Prot.* 68: 11-17.
- Van Kraaij, C., de Vos, W. M., Siezen, R. J., Kuipers, O. P. 1999. Lantibiotics: biosynthesis, mode of action and applications. *Nat. Prod. Rep.* 16: 575-587.
- Wang, H. T., Yu, C., Hsieh, Y. H., Chen, S. W., Chen, B. J., Chen, C. Y. 2011. Effects of albusin B (a bacteriocin) of *Ruminococcus albus* 7 expressed by yeast on growth performance and intestinal absorption of broiler chickens – its potential role as an alternative to feed antibiotics. *J. Sci. Food Agric.* DOI 10.1002/jsfa.4463.
- Wooley, R. E., Gibbs, P. S. and Shotts, Jr., E. B. 1999. Inhibition of *Salmonella typhimurium* in the chicken intestinal tract by a transformed avirulent avian *Escherichia coli*. *Avian Dis.* 43: 245-250.
- Zuckerman, H. and Abraham, R. B. 2002. Quality improvement of kosher chilled poultry. *Poult. Sci.* 81: 1751-1757.