

Reduction of subclinical carriership of *Salmonella* organisms in the swine production chain

Trusczyński M., Pejsak Z., Department of Swine Diseases, National Veterinary Research Institute, Pulawy

This article discusses intervention points along the pork production chain and indicates how *Salmonella* can be introduced into and transported along the production chain including slaughter of the finishers and contamination of carcasses and products for human consumption. Serology, particularly ELISA, has been shown to be a valuable method for surveillance and identification of pigs infected subclinically. Epidemiological investigations cited in this paper have showed that in herds where animals were given purchased pelleted feed the seroprevalence was on average three times higher when compared to herds where home mixed feed was used. This was found to be surprising since pelleted feed seldom contains *Salmonella* and for home mixed feed often soya with *Salmonella* is being used. However, this system of feeding was connected with lower daily growth rate. It has also been shown that increasing the amount of barley in relation to wheat had a protective effect in reducing *Salmonella* carriership in swine. It was shown that the use of organic acids, particularly 0,8% formic acid or lactic acid could reduce *Salmonella* occurrence in finishers. The management and hygiene improvement has also contributed to the reduction of *Salmonella* carriership in the finishers. Immunization with anti-*Salmonella* vaccines had no effect on elimination of carrier animals. The adherence to the disinfection regime during the whole production chain, as well as during transport of the finishers to the slaughter and in the slaughter house exerted a positive effect on reducing contamination of pork and the pork products with *Salmonella*.

Keywords: salmonella control options, swine production chain, reduction of *Salmonella* contamination of pork.

Ograniczenie subklinicznego nosicielstwa salmoneli w łańcuchu produkcyjnym świń

Marian Trusczyński, Zygmunt Pejsak

z Zakładu Chorób Świń Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Subkliniczne zakażenia świń salmonelami

Zgodnie z oceną Europejskiego Urzędu do spraw Bezpieczeństwa Żywności – EFSA (1, cyt. wg Dahla, 2), w 2009 r. w krajach Unii Europejskiej 10–20% odzwierzęcych zakażeń ludzi salmonelami za pośrednictwem żywności miało jako źródło surowce lub produkty od świń klinicznie zdrowych oraz po uboju niewykazujących zmian chorobowych. Odpowiada to liczbie między 10 000 a 20 000 zarejestrowanych przypadków zakażeń salmonelami u ludzi. Miller i wsp. (3) określili w USA liczbę analogicznych przypadków na 99 000 rocznie. Z danych EFSA (1) dodatkowo wynika, że udział żywności pochodzenia zwierzęcego jako nośnika salmoneli wynosi odnośnie do mięsa i produktów mięsnych świń 3,7%, bydła 3,1%, brojlerów 5,2%, jaj i wyprodukowanych z nich produktów 49,1%.

O znaczeniu świń jako rezerwuarze salmoneli świadczą wyniki badań Griffitha i wsp. (4), którzy w Holandii wykazali, że tylko około 25% stad świń było w 2009 r. wolnych od bezobjawowego nosicielstwa salmoneli, 25% stad okazało się ciągle zakażonych, bez występowania objawów klinicznych i powodowania późniejszego niż normalnie osiągnięcia wagi rzeźnej u nosicieli pałeczek *Salmonella*. W pozostałych 50% stad

przez większość czasu cyklu produkcyjnego stwierdzano częściej lub rzadziej bezobjawowych nosicieli i siewców tych drobnoustrojów. Spotykane w piśmiennictwie na ten temat inne, ale analogiczne do wymienionych dane mogą różnić się ilościowo, zależnie od wieku badanych zwierząt, stosowanej metodyki i czasu, kiedy badania zostały przeprowadzone, jednak nosicielstwo salmoneli u świń nadal się utrzymuje i stanowi zagrożenie w odżywnościowych zakażeniach ludzi. Dotyczy to zapewne również Polski (1), chociaż w naszym kraju nie przeprowadzono podobnego monitoringu w odniesieniu do stad świń (4).

Celem tego artykułu przeglądowego jest ocena epidemiologicznego znaczenia subklinicznego zakażenia salmonelami u świń w porównaniu z salmonelozą świń jako źródeł zakażeń ludzi oraz charakterystyka różnych sposobów postępowania, zmierzającego do redukcji bezobjawowego nosicielstwa salmoneli w cyklu produkcji tuczników.

Kolonizacja, czyli zasiedlanie przez salmonelę przewodu pokarmowego zwierząt, w tym świń, ma bardzo często miejsce przy nierozwijaniu się objawów klinicznych. Jednak pewne szczepy po dotarciu do jelit, przede wszystkim w następstwie sprzyjających ujawnieniu się chorobotwórczości czynników, wywołują zapalenie jelit i biegunkę, a nawet ogólne zakażenie

krwi, czyli posocznicy (4). U świń dotyczy to zwłaszcza serowarów *S. Choleraesuis* i *S. Typhimurium*. Produkty przeznaczone do spożycia z tego rodzaju przypadków z reguły nie trafiają do łańcucha żywnościowego w wyniku nadzoru weterynaryjnego. Zatem prawie wyłącznym źródłem zakażenia człowieka są salmonelle niewywołujące zachorowań świń, a wywołujące postać subkliniczną, czyli bezobjawowe nosicielstwo i siewstwo tych drobnoustrojów do środowiska. Z tego względu również kał, mocz i pomieszczenia, w których przebywają świnię oraz po uboju tusze i narządy wewnętrzne mogą być zanieczyszczone salmonellami pochodzącymi od świń.

W związku z tym wskazane jest stosowanie procedur ograniczających nosicielstwo salmoneli w czasie chowu, z uwzględnieniem m.in. określonej diety, zasady całe pomieszczenie puste – całe pomieszczenie pełne, dezynfekcji i deratyzacji chlewni, serologicznego i w miarę możliwości bakteriologicznego monitoringu w kierunku nosicielstwa salmoneli. Piśmiennictwo polskie odnoszące się do ograniczania bezobjawowego nosicielstwa salmoneli u świń jest nieliczne (5).

Opcje zmierzające do ograniczania zanieczyszczeń salmonellami surowców i produktów żywnościowych pochodzących od świń, będących ich bezobjawowymi nosicielami, różnią się zależnie od geograficznej lokalizacji ferm. W USA i Australii większy nacisk położony jest na higienę w rzeźniach i pomieszczeniach, w których ma miejsce przetwórstwo, w tym na ustawną dekontaminację tego środowiska. Również według Millera i wsp. (3), znaczące w ograniczaniu występowania salmoneli w surowcach, produktach i żywności pochodzącej od świń jest stosowanie procedur bakteriobójczych w odniesieniu do tusz, jak też dezynfekcji uboju, rzeźni oraz pomieszczeń przygotowywania produktu finalnego. Natomiast w wielu krajach Unii Europejskiej, obok tych działań, duży nacisk położony jest na okres chowu, począwszy od porodu do przekazania tuczniaka do uboju, zmierzający do ograniczenia, a nawet eradykacji bezobjawowego nosicielstwa salmoneli. Postępowanie tego rodzaju obejmuje również zwierzęta stada podstawowego. Nadzór uwzględni stada zarodowe (nucleus herd), stada towarowe produkujące prosięta (weaners) i tuczarnie (finishers). Celem jest ograniczenie bezobjawowego nosicielstwa pałeczek *Salmonella*, a zatem dysponowanie świniami wszystkich grup technologicznych cyklu produkcyjnego tuczników jako wolnymi od salmoneli.

Warto dodać, że transport tuczników do uboju stanowi okres zwiększonego mnożenia się salmoneli w wyniku stresu oraz

zakażenia świń do tego momentu wolnych od tych bakterii.

Do poszczególnych typów stad poszczególnych etapów piramidy produkcyjnej, stanowiących w ostatnim etapie produkcję tuczników będących źródłem surowców i produktów żywnościowych, salmonelle dostają się z różnych źródeł i różnymi drogami.

Rezerwuarem jest pasza zanieczyszczona salmonellami. Jednak współzależności między tymi serowarami, które występują w paszy, a tymi, które stwierdza się u świń i u ludzi okazują się być niezbyt częste (2), co wskazuje też na inne źródła.

Gryzonie i ptaki są prawdopodobnie ważniejszym niż pasza źródłem salmoneli występujących u świń. Okazało się (2), że ptaki z pobliza zakażonych salmonellami stad świń są często nosicielami tych samych serowarów lub fagotypów, jak świnię, podczas gdy ptaki z dala od ferm znacznie rzadziej wykazują wymienione podobieństwa (2).

Niezależnie od tego w stadach trzody chlewnej, nawet typu SPF (czyli wolnych od specyficznych patogenów), pojawiają się salmonelle, których źródło i sposób zakażenia są nieznane. Dodatkowo może to mieć miejsce przy wysokim stopniu bioasekuracji w fermach konwencjonalnych, jak na przykład w Danii i innych krajach skandynawskich, gdzie skuteczna bioasekuracja została wdrożona (2).

Szerzenie się zakażeń w łańcuchu produkcji tuczników

Warunkiem niezbędnym remontu stad loch produkujących prosięta przekazywane następnie do tuczu jest przekonanie, udokumentowane również laboratoryjnymi przeglądami, że w stadach produkujących loszki uzupełniające stada loch nie występują zwierzęta będące nosicielami salmoneli i że w przeszłości taka ewentualność nie występowała.

Badania epidemiologiczne (6, 7) wykazały, że świnię ze stad, w których żywieniu stosowano paszę granulowaną, zakupowaną z zewnątrz, miały średnio trzykrotnie częstsze wyniki seropozytywne z antygenami *Salmonella* w porównaniu ze świniami stad, które spożywały karmę przyrządzaną we własnym zakresie. Takiego rezultatu się nie spodziewano, ponieważ pasza granulowana jest badana na obecność salmoneli i, jak podaje Dahl (2), informacje z Duńskiego Dyrektoriatu Roślinnego dowodzą, że występowanie salmoneli w duńskiej paszy granulowanej jest bardzo rzadkie. Dodatkowo nieliczne pozytywne próbki zawierają serowary, które rzadko wykrywano są w duńskich stadach świń. Zdziwienie budzi również fakt odnośnie do karmy przyrządzanej we własnym zakresie, która

okazuje się bardziej bezpieczna w związku z szerzeniem się za jej pośrednictwem salmoneli niż pasza granulowana, mimo że jej składnikiem jest niepoddawana obróbce termicznej soja, w której często stwierdzone są salmonelle (8).

Potwierdzając powyższe, Dahl (9) wykazał, że skarmianie nietraktowanej termicznie i niegranulowanej karmy u tuczników jest korzystne w porównaniu do skarmiania granulowanej i traktowanej termicznie paszy w stadzie zakażonym *S. Typhimurium*. Jednak świnię, które otrzymywały karmę niegranulowaną miały niższe przyrosty masy ciała i zmniejszoną efektywność tuczu. Również Jørgensen (20) stwierdził, że produkowana we własnym zakresie karma mogła być łączona z niższym nosicielstwem salmoneli w porównaniu do paszy peletkowanej.

W innych badaniach zmierzających do zmniejszenia liczby świń nosicieli salmoneli wykazano, że stada, w których stosowano paszę granulowaną, mających wysokie odsetki zwierząt seropozytywnych z antygenami *Salmonella*, można było zredukować liczbę seroreagentów przez dodatnie 25% nietraktowanej termicznie, niepeletkowanej pszenicy lub jęczmienia do diety, w porównaniu do stad w odniesieniu do których stosowano wyłącznie poprawę higieny i zarządzania fermą (10).

Hansen (11) badał mechanizm związany z ochronnym efektem karmy niegranulowanej i wykazał, że żywienie nią skutkowało zróżnicowanymi fizycznie, chemicznie i mikrobiologicznie efektami odnośnie do treści żołądka. Podawanie paszy sypkiej zwiększało lepkość zawartości żołądka w porównaniu do paszy granulowanej. Następowala też redukcja liczby bakterii jelitowych (coliform), włącznie z salmonellami. Związana była ona według Hansena (11) z wyższą zawartością kwasu mlekowego wytwarzanego przez pałeczkę kwasu mlekowego. Rezultatem tego było zmniejszenie rozprzestrzeniania salmoneli drogą kałowo-doustną.

Jęczmień a pszenica dla tuczników

Jørgensen (12) na podstawie obserwacji klinicznych stwierdził, że zwiększona w paszy ilość jęczmienia wywierała większe ochronne działanie przeciw zasiedlaniu salmonellami przewodu pokarmowego w porównaniu z dietą opartą o pszenicę. Przyrosty masy ciała świń i żerność były jednak nieco lepsze w przypadku pszenicy.

Rola kwasów organicznych

Dahl (13) wykazał w teście klinicznym, że użycie 0,4% kwasów organicznych w paszy granulowanej mogło zredukować liczbę tuczników seropozytywnych z antygenami

Salmonella. Creus (14) potwierdził, że 0,8% kwas mrówkowy lub kwas mlekowy w karmie wpływały na zmniejszenie liczby tuczników z przeciwciałami anty-*Salmonella*. Wolf (15) podał, że ten sam efekt można było uzyskać, mieszając kwasy organiczne w wodzie (np. Salmacid).

Reasumując, najlepsze wyniki uzyskano przy użyciu kwasu mlekowego lub kwasu mrówkowego albo mieszanek tych kwasów. Inne kwasy nie były badane. Natomiast kwas benzoesowy ma być może wyższy potencjał w obniżaniu liczby seropozytywnych tuczników niż kwasy mlekowy i mrówkowy, ale pogląd ten nie jest wystarczająco udokumentowany (2).

Kwasy organiczne mają również pozytywny efekt na produktywność tuczników, chociaż szereg prób klinicznych wykonanych w Danii nie dawało w pełni powtarzalnych wyników (2). Natomiast wydają się one niewątpliwie mieć w tym aspekcie pozytywny efekt na produktywność prosiąt odsadzonych.

Karma płynna

Na podstawie badań epidemiologicznych okazało się, że stada, w których świnie żywiono płynną karmą miały 3 razy mniej osobników z mianami anty-*Salmonella*, w porównaniu do liczb zwierząt seropozytywnych stad żywionych paszą pełnoporcjową, na sucho (6). Wyniki te potwierdzono w przypadku fermentowanych płynnych karm, w których fermentacja generowała kwasy organiczne w dużych stężeniach i w efekcie powodowała wysokiego stopnia redukcję lub eliminację salmoneli z przewodu pokarmowego.

Kjærsgaard i wsp. (16) badali efekt działania karmy płynnej w porównaniu do paszy granulowanej dla macior i warchlaków. Autorzy ci nie byli jednak w stanie wykazać redukcji nosicieli salmoneli. Z tego względu wnioskowali, że efekt ograniczenia salmoneli prawdopodobnie jest mniej wyrażony u tych zwierząt w porównaniu z efektem obserwowanym u tuczników.

Kwasy organiczne prawdopodobnie również zwiększają odporność świń na zakażenia wywołane przez salmonelle (2), co wymaga potwierdzenia w kolejnych badaniach.

Nawiązując do powyższego wykazano wielokrotnie, że stada, w których stosuje się płynną karmę dla tuczników rzadko wykazują obecność świń z mianami anty-*Salmonella*. Dahl (2) kontrolował wiele stad z wysoką seroprevalencją przeciwciał anty-*Salmonella*, gdzie stosowano płynną karmę o pH powyżej 5,5. Mimo że naukowo nie zostało to potwierdzone, zalecał stosowanie płynnej karmy, ale o pH poniżej 4,5.

Rola zarządzania fermą i znaczenie higieny

Udawało się przekazać do uboju wolne od salmoneli tuczniaki, które jako prosięta były odsadzane od loch ze stad zakażonych przez *S. Typhimurium*, pod warunkiem, że były od odsadzenia do momentu uboju pod ścisłą kontrolą przeciwdziałającą zakażeniu (17). Wyniki te potwierdziły, że zasada „all in – all out”, wraz z często przeprowadzaną dezynfekcją w odniesieniu do pomieszczeń prosiąt odsadzonych, warchlaków i tuczników, stanowi ważną część programu zwalczania nosicielstwa salmoneli. Okazało się jednak, że czasem uzyskuje się sukces, a czasem nie, bez możliwości wyjaśnienia dlaczego. Czynnikiem zapewniającym powodzenie jest stosowanie właściwej paszy.

Szczepienie

Denagamage (18) dokonał przeglądu piśmiennictwa dotyczącego wpływu szczepień przeciw zakażeniom salmonelami na ich występowanie u tuczników. Żadna z tych publikacji nie dotyczyła wpływu szczepień na występowanie salmoneli w tuszach. Również żadna praca nie wykazała jednoznacznie pozytywnego efektu w sensie likwidowania u zwierząt szczepionych nosicielstwa salmoneli w trakcie całego cyklu produkcyjnego. Potwierdzono, że szczepienia przeciwdziałają klinicznej postaci salmonelozy świń, ale nie eliminują nosicielstwa.

Efekty interwencji

Oceniając wymienione w tym artykule działania, zmierzające do redukcji lub eradykacji bezobjawowego nosicielstwa salmoneli u tuczników oraz w mięsie i żywności pochodzącym od świń, należy stwierdzić, że zadanie to jest niezmiernie trudne. Jednak znaczącą skuteczność można łączyć z właściwym zarządzaniem fermą oraz kontrolowaniem efektów przy użyciu monitoringu stad w całym cyklu produkcyjnym, przy użyciu testów serologicznych i bakteriologicznych. Bardzo istotna jest okresowa dezynfekcja pomieszczeń, w których przebywają świnie w trakcie całego cyklu produkcji tuczników, począwszy od wolnego od nosicieli salmoneli stada zarodowego, a skończywszy na okresie przekazywania tuczników do uboju. W celu zapobiegania wtórnym zakażeniom surowców, produktów i żywności pochodzących od świń niezbędne jest ustawiczne stosowanie dezynfekcji i działań przeciwbakteryjnych w ubojni i pomieszczeniach, w których przygotowane są produkty spożywcze.

Pewne znaczenie w obniżaniu odsetka bezobjawowych nosicieli salmoneli ma wskazywana w artykule dieta, zwłaszcza karma o określonej zawartości kwasów mlekowego i mrówkowego. Niestety, tym sposobem osiąga się tylko redukcję nosicielstwa salmoneli, a nie likwidację. W większości przypadków może to stanowić obniżenie ryzyka do 1/3 w porównaniu do grupy świń bez tych interwencji. Przykładowo, jak wynika z danych duńskich (2), świnie żywione paszą granulowaną miały trzykrotnie wyższe nosicielstwo salmoneli niż świnie żywione karmą płynną. Aktualnie 50% duńskich świń żywionych jest tego rodzaju karmą, a pozostałe paszą granulowaną. Zatem przy objęciu całego pogłowia karmą płynną z kwasami organicznymi znacząco obniżono by częstość wykazywania u tuczników przed ubojem salmoneli (2).

Ilościowa ocena (1) całego łańcucha produkcji tuczników, do uboju włącznie, wykazała przy średnim do wysokiego występowaniu salmoneli w badanych populacjach, że przy stosowaniu przedstawionych w tym artykule procedur istotnie obniżyła się liczba zakażonych przed ubojem tuczników i zagrożenie u ludzi. Miało to jednak przede wszystkim miejsce dzięki przeciwdziałaniu przechodzeniu salmoneli od loch do prosiąt przeznaczonych na tucz. Było jednak trudne do osiągnięcia, jeżeli udział z przeciwciałami anty-*Salmonella* pozytywnych loch był wysoki. Nie ma jednak procedur, z wyjątkiem całkowitej depopulacji, pozwalających na uwolnienie od *S. Typhimurium* tego rodzaju stad. Dlatego, zdaniem ekspertów duńskich, z takich dostawców należy zrezygnować, dysponując wcześniejszymi informacjami co do występowania salmoneli.

Ilościowa ocena ryzyka wykonana przez EFSA (1) wykazała, że ograniczenie wśród tuczników nosicieli *Salmonella* zmniejszyło proporcjonalnie liczbę przypadków zakażenia ludzi salmonelami.

W nawiązaniu do skuteczności omówionych zabiegów, zmierzających do redukcji bezobjawowego nosicielstwa salmoneli przez świnie do momentu dostarczenia tuczników do uboju, Smid (19) wykazał, że duży odsetek tusz ulegał zanieczyszczeniu salmonelami dopiero w ubojni – rzeźni, co wskazywałoby na rolę skutecznej stałej dezynfekcji tych miejsc. Baptista i wsp. (20) podali natomiast, że redukcja odsetka tuczników, nosicieli salmoneli, miała stosunkowo mały wpływ na liczbę tusz pozytywnych, zwłaszcza w dużych oraz średnich rzeźniach. Udział zanieczyszczonych salmonelami tuczników w małych rzeźniach był dużo niższy, gdyż zapewnienie w nich eliminacji salmoneli było łatwiejsze. Dekontaminacja chemiczna surowców za pomocą kwasów

organicznych, w tym rozpylanych oraz innych związków chemicznych, wchodziła by również w rachubę. EFSA badała (21) efekt działania kwasu mlekowego na tusze bydłce i wykazała relatywną redukcję liczby salmoneli od 33 do 91%. Goldbach (22) przeprowadził analizę kosztów i korzyści odnośnie do licznych procedur dekontaminacyjnych i wykazał, że najskuteczniejsza oraz ekonomicznie korzystna okazała się dekontaminacja przy użyciu gorącej wody.

Piśmiennictwo

- Anon.: The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009. *EFSA Journal* 2011, **9**, 2090.
- Dahl J.: Salmonella control options in the pork production chain – risk factors, control options and limitations. *22nd International Pig Veterinary Society Congress*, Korea 2012, LS-001, 19-25.
- Miller G.Y., Liu X., McNamara P.E., Barber D.A.: Influence of *Salmonella* in pigs preharvest and during post processing on human health costs and risks from pork. *J. Food Prot.* 2005, **68**, 1788-1798.
- Griffith R.W., Schwartz K.J., Meyerholz D.K.: *Salmonella*. W: Straw B.E., Zimmerman J.J., D'Allaires S., Taylor D.J. (edit.): *Diseases of Swine*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa USA, 2006, s. 739-754.
- Trusczyński M., Pejsak Z.: Mechanizmy kolonizacji przewodu pokarmowego świń przez *Salmonella* spp. *Medycyna Wét.* 2012, **68**, 143-147.
- Dahl J.: Cross-sectional epidemiological analysis of the relations between different herd factors and *Salmonella*-seropositivity. *Proceedings of the 8th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics*. Paris, France, 1-7 July 1997, **1**, 04.23, s. 1-3.
- Dahl J., Kranker S., Wingstrand A.: Risk factors for high *Salmonella* sero-prevalence in finishing pigs. *Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress*, Melbourne, Australia, 17-20 September 2000, 203.
- Anon.: WWW.plantedir.dk/Default.aspx?ID=2862.
- Dahl J.: The relationship between *Salmonella*-shedding and the Danish *Salmonella*-mix-ELISA on the pig level. *Proceedings of the 15th International Pig Veterinary Society Congress*, Birmingham, England, 1998, P.125, 279.
- Dahl J., Joergensen L., Wingstrand A.: An intervention study of the effect of implementing *Salmonella*-controlling feeding strategies in *Salmonella*-high prevalence herds. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork*. Washington, USA, 5-7 August 1999, 340-342.
- Hansen C.E.: *Choice of dry feed influences gastric conditions, incidence of Salmonella and performance in growing-finishing pigs*. Ph.D. thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, Denmark, 2004.
- Jørgensen L., Kranker S., Wachmann H., Boes J.: Effekten af salmonella-reducerende færdigfoder på forekomst af *Salmonella* og på produktivitet hos slagtesvin. *Meddelelse nr. 619*, Landsudvalget for Svin., 2003.
- Dahl J., Wingstrand A., Baggesen D.L., Thomsen L.K.: The effect of a commercial organic acid preparation on seroprevalence and shedding of *Salmonella* in finishing pigs. *Proceedings of the 14th International Pig Veterinary Society Congress*, Bologna, Italy, 7-10 July 1996, 178.
- Creus E., Pérez J.F., Peralta B., Baucells F., Mateu E.: Effect of acidified feed on the prevalence of *Salmonella* in market-age pigs. *Zoonoses Public Health* 2007, **54**, 314-319.
- van der Wolf P.J., van Schie F.W., Elbers A.R.W., Engel B., van der Heijden H.M.J.F., Hunneman W.A., Tielens M.J.M.: Addition of organic acids to the drinking water of finishing pigs: preliminary results of an interventions study to prevent *Salmonella* infections. *Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress*, Melbourne, Australia, 17-20 September 2000, 214.
- Kjærsgaard H.D., Jørgensen L., Wachmann H., Dahl J.: Effect of meal feed or pelleted feed on *Salmonella* prevalence in sows. *Proceedings of the 17th Congress of the International Pig Veterinary Society*, Ames, Iowa, USA, 2-5 June 2002, s. 148.
- Dahl J., Wingstrand A., Nielsen B.: Elimination of *Salmonella* Typhimurium infection by the strategic movement of pigs. *Vet. Rec.* 1997, **140**, 679-681.
- Denagamage T.N., O'Connor A.M., Sargeant J.M., Rajić A., McKean J.D.: Efficacy of vaccination to reduce *Salmonella* prevalence in live and slaughtered swine: a systematic review of literature from 1979 to 2007. *Foodborne Pathog. Dis.* 2007, **4**, 539-549.
- Smid J.H., Heres L., Havelaar A.H., Pielaa A.: A Biotracing model of *Salmonella* in the pork production chain. *J. Food Prot.* 2012, **2**, 270-280.
- Baptista F.M., Dahl J., Nielsen L.R.: Factors influencing *Salmonella* carcass prevalence in Danish pig abattoirs. *Prev. Vet. Med.* 2010, **95**, 231-238.
- Anon: Scientific Opinion on the evaluation of the safety and efficacy of lactic acid for the removal of microbial surface contamination of beef carcasses, cuts and trimmings. *EFSA Journal* 2011, **9**, 2317.
- Goldbach S.G., Alban L.: A cost-benefit analysis of *Salmonella*-control strategies in Danish pork production. *Prev. Vet. Med.* 2006, **77**, 1-14.

Prof. dr hab. Marian Trusczyński, Państwowy Instytut Weterynaryjny, Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy, e-mail: mtruszcz@piwet.pulawy.pl