

Bioturvalisuse meetmed *Salmonella* spp. leviku piiramiseks seakasvatusevõttes

Töö teostaja:

Triin Tedersoo, peaspetsialist, veterinaararst

Riigi Laboriuuringute ja Riskihindamise Keskus, riskihindamise osakond

01.01.2024 - 01.02.2024

Sisukord

Küsimus.....	1
Küsimuse taust ja laiem selgitus.....	1
Lähteülesanne.....	2
Sissejuhatus.....	2
Metoodika.....	3
Tulemused.....	4
Kokkuvõte ja järeldused.....	6
Kirjanduse loetelu.....	7

Küsimus

Milliste bioturvalisuse meetmetega *Salmonella* spp. levikut seakasvatusevõttes piirata?

Küsimuse esitaja: Anne-Ly Veetamm, PTA loomatervise ja –heaolu osakonna juhtivspetsialist

Küsimuse taust ja laiem selgitus

Põllumajandus- ja Toiduameti (PTA) tellimusel koostati käesolev töö, selgitamaks välja bioturvalisuse meetmed, milledega *Salmonella* spp. levikut seakasvatusevõttes piirata.

Uue 01.01.2024 kehtima hakanud Salmonellooside tõrje eeskirja (vastu võetud 19.12.2023 nr. 105) muudatuste kohaselt, kui seakasvatusevõttes tuvastatakse zoonootiliselt oluline *Salmonella* spp., tuleb seakasvatusevõttel nakkuse tõrjumiseks üle vaadata ja tugevdada kasutusel olevad bioturvalisuse meetmeid.

Käesolev ülevaade keskendub bioturvalisuse meetmetele, mis aitavad vähendada *Salmonella* spp. levimust seakarjas.

Lähteülesanne

Selgitada välja, millised konkreetsed seapidamisettevõttes rakendatavad bioturvalisuse meetmed aitavad tõhusalt tõrjuda *Salmonella* spp. infektsiooni sigadel.

Sissejuhatus

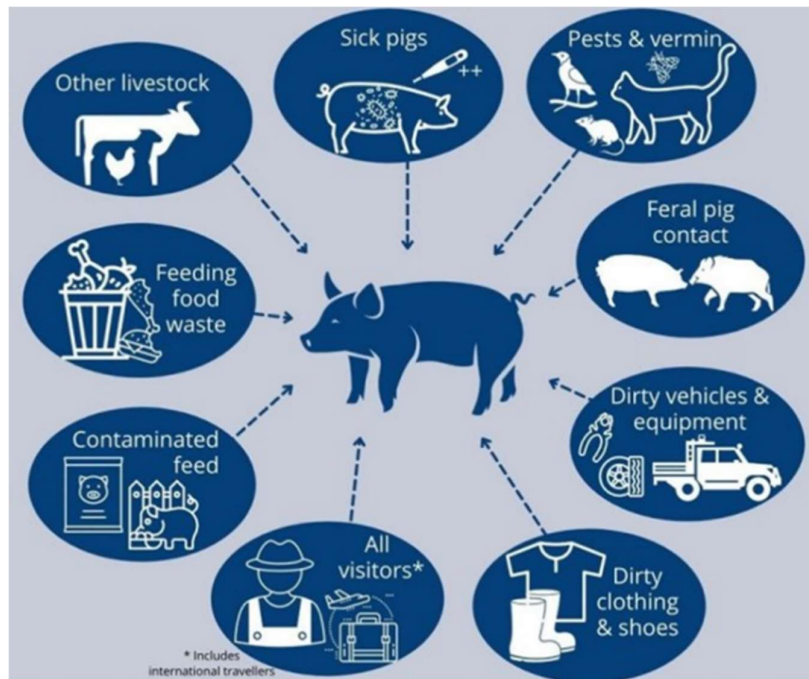
Salmonella spp. infektsioonid kulgevad sigadel enamasti subkliiniliselt, raskendades seega nakatunud sigade tuvastamist ja *Salmonella* spp. tõrjet seakasvatuseettevõttes. Inimestel võib *Salmonella* spp. põhjustada raskemaid infektsioone. Inimeste nakatumine toimub peamiselt saastunud loomse päritoluga toidu tarbimisel ning otsese või kaudse kontakti kaudu loomade väljaheidetega.

Sigu ja sealiha peetakse teiseks levinuimaks zoonootilise *Salmonella* spp. nakkuse allikaks Euroopas (EFSA, 2011b; EFSA/ECDC, 2021). Kuna *Salmonella* spp. kontaminatsioon saab alguse juba farmitasandil, on oluline piirata ja tõrjuda *Salmonella* spp. levikut seafarmides, vähendamaks selle patogeeni zoonootilise leviku riski. Smith jt. (2023) kohaselt esines üheksas Euroopa riigis (Austria, Bulgaaria, Tšehhi, Saksamaa, Eesti, Itaalia, Holland, Poola, Ühendkuningriik) BIOPIGEE projekti käigus *Salmonella* spp. enam kui kolmandikes uuritud seafarmides ja 40% positiivsetest proovides leiti inimeste tervisele ohtlikke *Salmonella* spp. tüvesid (*S. Typhimurium* ja selle monofaasilised variandid või *S. Enteritidis*).

Salmonella spp. võib keskkonnas püsida mitu kuud kuni mitu aastat, mistõttu on oluline rakendada korrapäraseid hügieeni- ja desinfitseerimise võtteid, samuti tuleks teostada järjepidevalt kahjuritõrjet (Sandvang jt., 2000; Baloda jt., 2001). Eesti seafarmides on sigade Aafrika katku epideemia tõttu kehtestatud väga ranged bioturvalisuse reeglid (Viltrop jt., 2022), mis omakorda aitab vähendada ka *Salmonella* spp. levikut ja kontrolli seafarmides.

Mida suurem on seafarmide tihedus piirkonnas, seda suurem on risk sigadel haigestuda ja seda rangemaid bioturvalisuse meetmeid tuleb rakendada, vältimaks nakkuste levikut karjade vahel (Pritchard jt., 2005). Näiteks alla 2 km vahemaa puhul farmide vahel võib suurendada riski loomade nakatumisel *Salmonella* spp.-ga (Hotes jt., 2010).

Bioturvalisuse meetmed farmi tasandil mõjutavad suuresti *Salmonella* spp. nakkuse sisse toomist ja levikut farmis (Amass, 2005). Oluline on pöörata suurt tähelepanu võimalikele nakkuse „sissepääsuteedele“ farmis (Joonis 1.).



Joonis 1. *Salmonella* spp. nakkuse võimalikud seafarmi sisenemise teed (Allikas: <https://www.ils.nsw.gov.au/regions/north-coast/latest-news-and-newsletters/newsletter/summer-2021/pigs-and-swill-feeding>)

Metoodika

Vaadeldud on teaduskirjanduses avaldatud infot bioturvalisuse meetmete kohta seakasvatustetevõtetes *Salmonella* spp. leviku kontrollimist ja tõrjet sigadel. Bioturvalisuse meetmete loetelu tugineb teadusartiklites avaldatud teaduslikele tõenditele salmonellanakkuse vähendamisel seakarjas.

Arvamuses pole hinnatud Eesti seakasvatustetevõtetes rakendatavaid bioturvalisuse meetmeid ja *Salmonella* spp. levimust.

Tulemused

Järgnevalt on esitatud teadusartiklites avaldatud bioturvalisuse meetmed seafarmides salmonellanakkuse vähendamiseks.

LOOMAPIDAMINE / LOOMAD

MEEDE	VIIDE
Rakendatakse rangeid „all-in/all-out“ eeskirju (seda nii kõikidele karantiiniloomadele kui ka partiide vahel).	Wong jt., 2004; EFSA, 2011a; Gotter jt., 2012; Dors, 2015
Ostetud või farmi toodavad sead paigutatakse enne põhikarja viimist füüsiliselt eraldatud alale karantiini (piisavaks ajaks, konsulteerida veterinaararstiga).	Barcelo ja Marco, 1998
Uued sissetoodavad sead peaksid pärinema ühest päritolufarmist (ühelt tarnijalt).	Von Altrock jt., 2000; Meyer jt., 2005; Nowak jt., 2007
Nn. asendussead tuleks hankida samaväärse või parema tervisestaatusega farmidest vältimaks nakkuste sissetoomist. Teaduslikult on tuvastatud, et parema tervisestaatusega farmides on madalam <i>Salmonella</i> spp. levimus.	Funk ja Gebreyes, 2004; Dahl, 2014
Haiged loomad (s.h. aeglasema kasvuga nõrgemad loomad) eraldatakse (füüsiliselt) tervetest või eutaneeritakse.	Menter Moch Cymru, 2021; Smith jt., 2023
Pärast loomapartii välja viimist toimub rutiinne puhastamine ja desinfektsioon ¹ .	Dahl jt., 1997; Von Altrock jt., 2000; Van der Wolf jt., 2001; Fablet jt., 2005
Pärast loomapartii väljaviimisele järgnenud farmi puhastamist ning desinfitseerimist peab hoone seisma vähemalt 3 päeva tühjana enne kui uued loomad sisse tuuakse.	Belœil jt., 2004; Smith jt., 2023

¹ PM määrus nr. 82. 2002, §10 (4¹). Nõuded sigade pidamisele ja selleks ettenähtud ruumi või ehitise kohta, sigade suhtes rakendada lubatud veterinaarsete menetluste loetelu ja neid läbiviivad isikud ning nõuded nende menetluste teostamisele ja neid menetlusi teostava isiku ettevalmistusele

Sigade kokkupuude sõnnikuga on minimeeritud (puhastamine toimub igapäevaselt, seda eriti poegimiskarjades peetavatel emistel). Soovitus on kasutada restpõrandaid.	Davies jt., 1997; Belœil jt., 2004; Andres ja Davies, 2015
Torustikke ja söödaladusid puhastatakse/desinfitseeritakse vähemalt üks kord aastas. See on samas seotud <i>L. monocytogenes</i> 'e suurema levimusega (Belœil jt., 2003).	Meyer jt., 2005
Joogiveesüsteemi puhastatakse/desinfitseeritakse vähemalt üks kord aastas.	Cardinale jt., 2010
Orgaaniliste hapestatud söötade kasutamine. Eelistada tuleks märgsööta (mitte sööda niisutamist!). Hapestatud söötade kasutamine vähendab <i>Salmonella</i> spp. koloniseerimist soolestikus. Sööda ja vee hapestamine võib vähendada ka teisi happetalumatuid baktereid soolestikus (<i>E. coli</i> , <i>Campylobacter</i> spp.).	Creus jt., 2007; EFSA, 2011a; Wang, 2012; Argüello jt., 2013; Andres ja Davies, 2015; Belluco jt., 2015; Lynch jt., 2017; Roldan-Henao jt., 2023
Vaktsineerimine võib vähendada <i>Salmonella</i> spp. levimust sigadel, takistades <i>Salmonella</i> spp. koloniseerimist soolestikus ja vähendades levikut ja kandvust. Probleemiks on see, et vaktsiinid peavad olema serovari spetsiifilised (seda tingib <i>Salmonella</i> spp. antigeenne keerukus).	Wallis, 2001; Haesebrouck jt., 2004; Denagamage jt., 2007

FARM JA INVENTAR

MEEDE	VIIDE
Territoorium on tarastatud nii, et tara välistab muude loomade/inimeste/transpordivahendite sissepääsu farmi territooriumile, sealhulgas juurdepääsu kasutatavale söödale, allapanule, veele, inventarile ning sõnniku ja läga ladestuskohtadele.	Kich jt., 2005; Andres ja Davies, 2015; Smith, 2018
Veovahendite pääs farmi territooriumile toimub läbi desobarjääri.	Twomey jt., 2018

Korrektne kahjuritõrjerežiim vältimaks nakkuse levikut kahjuritega (närilised, metslinnud, putukad).	Rajic jt., 2007; San Román jt., 2007; Vico jt., 2011; Correia-Gomes jt., 2012; Andres ja Davies, 2015
Vältida tuleb heitvee sattumist pinnavette ja pinnavee liikumist farmi territooriumil, kuna liikuv heitvesi võib kanda edasi patogeene.	Abu-Ashour jt., 1994
Kasutatakse eraldi töövahendeid (nt. liikumislauad, labidad) igale sigade vanusegrupile. Vastasel juhul puhastatakse/desinfitseeritakse neid enne kasutamist.	Cardinale jt., 2010; Gotter jt., 2012
Kui farmid paiknevad tasasel maastikul, on üks soovituslik bioohutusmeede puude istutamine farmi ümbrusesse, kuna see oletatavasti vähendab õhuga levivate patogeenide levikut. Puud ja põõsad võiksid toimida nn. füüsilise barjäärina ka muu eluslooduse eest.	Madec jt., 2010

TÖÖTAJAD

MEEDE	VIIDE
Sigadega kontaktis olnud isikutel piiratakse farmi sissepääs 24-48 tunniks.	Andres ja Davies, 2015; Smith jt., 2023
On olemas pesu- ja tualettruumid.	Wong jt., 2004
Jalatsid vahetatakse või puhastatakse ja desinfitseeritakse enne farmi sisenemist ning farmi erinevate osade/tootmisetappide vahel.	Belœil jt., 2004, Hautekiet jt., 2008; Twomey jt., 2010; Gotter jt., 2012
Riided vahetatakse enne farmi sisenemist/farmi erinevate osade/tootmisetappide vahel.	Wong jt., 2004; San Román jt., 2007

Kokkuvõte ja järeldused

Salmonella spp. nakkuse kontrollimiseks farmis on oluline välja töötada farmispetsiifiline kontrollkava. Edu saavutamiseks tuleb kontrollikava väljatöötamisel arvesse võtta kõiki käesolevas ülevaates käsitletud bioturvalisuse meetmeid komplekselt.

Kirjanduse loetelu

- Abu-Ashour, J., Joy, D., Lee, H., Whiteley, H., Zelin, S. (1994). Transport of microorganisms through soil. *Water Air Soil Poll*, 75:141–58.
- Amass, S. F. (2005). Biosecurity: stopping the bugs from getting in. *Pig Journal*, 55, 104.
- Andres, V. M., & Davies, R. H. (2015). Biosecurity measures to control *Salmonella* and other infectious agents in pig farms: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(4), 317-335.
- Argüello, H., Carvajal, A., Costillas, S., & Rubio, P. (2013). Effect of the addition of organic acids in drinking water or feed during part of the finishing period on the prevalence of *Salmonella* in finishing pigs. *Foodborne pathogens and disease*, 10(10), 842-849.
- Baloda, S. B., Christensen, L., & Trajcevska, S. (2001). Persistence of a *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT12 clone in a piggery and in agricultural soil amended with *Salmonella*-contaminated slurry. *Applied and environmental microbiology*, 67(6), 2859-2862.
- Barcelo, J., Marco, E. (1998). On farm biosecurity. Proceedings of the 15th Intl. Pig Veterinary Society Congress. July 5–9. Birmingham, England: Nottingham Univ. Press.
- Belluco, S., Cibin, V., Davies, R., Ricci, A., & Wales, A. (2015). A review of the scientific literature on the control of *Salmonella* spp. in food-producing animals other than poultry. OIE (World Organisation for Animal Health).
- Belœil, P. A., Chauvin, C., Toquin, M. T., Fablet, C., Le Nôtre, Y., Salvat, G., Madec, F., Fravallo, P. (2003). *Listeria monocytogenes* contamination of finishing pigs: an exploratory epidemiological survey in France. *Veterinary research*, 34(6), 737-748.
- Belœil, P. A., Fravallo, P., Fablet, C., Jolly, J. P., Eveno, E., Hascoet, Y., ... & Madec, F. (2004). Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* shedding by market-age pigs in French farrow-to-finish herds. *Preventive veterinary medicine*, 63(1-2), 103-120.
- Cardinale, E., Maeder, S., Porphyre, V., & Debin, M. (2010). *Salmonella* in fattening pigs in Reunion Island: Herd prevalence and risk factors for infection. *Preventive veterinary medicine*, 96(3-4), 281-285.
- Correia-Gomes, C., Economou, T., Mendonça, D., Vieira-Pinto, M., & Niza-Ribeiro, J. (2012). Assessing risk profiles for *Salmonella* serotypes in breeding pig operations in Portugal using a Bayesian hierarchical model. *BMC veterinary research*, 8(1), 1-10.
- Creus, E., Pérez, J. F., Peralta, B., Baucells, F., & Mateu, E. (2007). Effect of acidified feed on the prevalence of *Salmonella* in market-age pigs. *Zoonoses and Public Health*, 54(8), 314-319.
- Dahl, J. (2014). *Salmonella* reduction in pig herds and pork: the Danish experience. In *Proceedings of the Teagasc Pig Farmers' Conference Co Tipperary and Co Cavan. October* (pp. 21-22).
- Dahl, J., Wingstrand, A., Nielsen, B., & Baggesen, D. L. (1997). Elimination of *Salmonella typhimurium* infection by the strategic movement of pigs. *Veterinary Record*, 140(26), 679-681.
- Davies, P. R., Morrow, W. E. M., Jones, F. T., Deen, J., Fedorka-Cray, P. J., & Gray, J. T. (1997). Risk of shedding *Salmonella* organisms by market-age hogs in a barn with open-flush gutters. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 210(3), 386-389.
- Denagamage, T. N., O'Connor, A. M., Sargeant, J. M., Rajić, A., & McKean, J. D. (2007). Efficacy of vaccination to reduce *Salmonella* prevalence in live and slaughtered swine: A systematic review of literature from 1979 to 2007. *Foodborne pathogens and disease*, 4(4), 539-549.
- Dors, A., Pomorska-Mól, M., Czyżewska, E., Wasyl, D., & Pejsak, Z. (2015). Prevalence and risk factors for *Lawsonia intracellularis*, *Brachyspira hyodysenteriae* and *Salmonella* spp. in finishing pigs in Polish farrow-to-finish swine herds. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 18(4).
- EFSA (2011a). Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in holdings with breeding pigs, in the EU, 2008-Part B: factors associated with *Salmonella* pen positivity. *EFSA Journal*, 9(7), 2329.
- EFSA (2011b) Estimation of the relative contribution of different food and animal sources to human *Salmonella* infections in the European Union. *EFSA Journal*, 8, 184E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2011.EN-184>
- EFSA/ECDC (2021) The European Union one health 2020 Zoonoses report. *EFSA Journal*, 19, e06971. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6971>

- Fablet, C., Fravallo, P., Robinault, C., Jolly, J. P., Eono, F., & Madec, F. (2005). Reduction of Salmonella shedding of finishing pigs with the implementation of sanitary measures in a French farrow to finish farm. In *12th International Congress on Animal Hygiene* (Vol. 1, pp. 351-5).
- Funk, J., & Gebreyes, W. A. (2004). Risk factors associated with Salmonella prevalence on swine farms. *Journal of Swine Health and Production*, 12(5), 246-251.
- Galipó, E., Zoche-Golob, V., Sassu, E. L., Prigge, C., Sjölund, M., Tobias, T., Rzeżutka, A., Smith, R. P., & Burow, E. (2023). Prioritization of pig farm biosecurity for control of *Salmonella* and hepatitis E virus infections: results of a European expert opinion elicitation. *Porcine Health Management*, 9(1), 8.
- Gotter, V., Klein, G., Koesters, S., Kreienbrock, L., Blaha, T., & Campe, A. (2012). Main risk factors for Salmonella infections in pigs in north-western Germany. *Preventive veterinary medicine*, 106(3-4), 301-307.
- Hautekiet, V., Geert, V., Marc, V., & Rony, G. (2008). Development of a sanitary risk index for Salmonella seroprevalence in Belgian pig farms. *Preventive veterinary medicine*, 86(1-2), 75-92.
- Haesebrouck, F., Pasmans, F., Chiers, K., Maes, D., Ducatelle, R., & Decostere, A. (2004). Efficacy of vaccines against bacterial diseases in swine: what can we expect?. *Veterinary microbiology*, 100(3-4), 255-268.
- Hotes, S., Kemper, N., Traulsen, I., Rave, G., & Krieter, J. (2010). Risk factors for Salmonella infection in fattening pigs—An evaluation of blood and meat juice samples. *Zoonoses and public health*, 57, 30-38.
- Kich, J. D., Mores, N., Piffer, I. A., Coldebella, A., Amaral, A., Ramming, L., & Cardoso, M. (2005). Factors associated with seroprevalence of Salmonella in commercial pig herds. *Ciência Rural*, 35, 398-405.
- Lynch, H., Leonard, F. C., Walia, K., Lawlor, P. G., Duffy, G., Fanning, S., Markey, B. K., Brady, C., Gardiner, G. E., & Argüello, H. (2017). Investigation of in-feed organic acids as a low cost strategy to combat Salmonella in grower pigs. *Preventive Veterinary Medicine*, 139, 50–57.
- Madec, F., Humik, D., Porphyre, V., & Cardinale, E. (2010). Good practices for biosecurity in the pig sector: issues and options in developing and transition countries.
- Menter Moch Cymru. (2021). *Salmonella* in Pigs. [Available on the internet: <https://menterabusnes.cymru/mentermochcymru/wp-content/uploads/sites/6/2021/09/MMC-Salmonella-in-Pigs-Article-09-21-EN.pdf#:~:text=Direct%20contact%20with%20pigs%20should%20be%20avoided%20and,survive%20for%20long%20periods%20of%20time%20in%20slurry>]
- Nielsen, B., Alban, L., Helle, S., Sørensen, L., Møgelmoose, V., Bagger, J., ... & Baggesen, D. (2001). A new Salmonella surveillance and control programme in Danish pig herds and slaughterhouses.
- Nowak, B., von Müffling, T., Chaunchom, S., & Hartung, J. (2007). Salmonella contamination in pigs at slaughter and on the farm: a field study using an antibody ELISA test and a PCR technique. *International journal of food microbiology*, 115(3), 259-267.
- Pritchard, G., Dennis, I., Waddilove, J. (2005). Biosecurity: reducing disease risks to pig breeding herds. *In Practice*, 27(5), 230-237.
- Rajić, A., O'Connor, B. P., Deckert, A. E., Keenlside, J., McFall, M. E., Reid-Smith, R. J., ... & McEwen, S. A. (2007). Farm-level risk factors for the presence of *Salmonella* in 89 Alberta swine-finishing barns. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 71(4), 264.
- Roldan-Henao, M., Dalsgaard, A., Cardona-Castro, N., Restrepo-Rivera, L., Veloza-Angulo, L. C., & Alban, L. (2023). Pilot study of the productivity and *Salmonella* seroprevalence in pigs administered organic acids. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1123137.
- Sandvang, D., Jensen, L. B., Baggesen, D. L., & Baloda, S. B. (2000). Persistence of a *Salmonella enterica* serotype Typhimurium clone in Danish pig production units and farmhouse environment studied by pulsed field gel electrophoresis (PFGE). *FEMS microbiology letters*, 187(1), 21-25.
- San Román, B., Garrido, V., Sánchez, S., Martínez-Ballesteros, I., Garaizar, J., Mainar-Jaime, R. C., ... & Grilló, M. J. (2018). Relationship between *Salmonella* infection, shedding and serology in fattening pigs in low–moderate prevalence areas. *Zoonoses and public health*, 65(5), 481-489.
- Smith, R. P., Andres, V., Cheney, T. E., Martelli, F., Gosling, R., Marier, E., ... & Davies, R. H. (2018). How do pig farms maintain low *Salmonella* prevalence: a case-control study. *Epidemiology & Infection*, 146(15), 1909-1915.
- Smith, R. P., May, H. E., Burow, E., Meester, M., Tobias, T., Sassu, E. L., ... & Prigge, C. (2023). Assessing pig farm biosecurity measures for the control of *Salmonella* on European farms. *SafePork*, 14(1).

- Stärk, K. D., Wingstrand, A., Dahl, J., Møgelmoose, V., & Wong, D. M. L. F. (2002). Differences and similarities among experts' opinions on *Salmonella enterica* dynamics in swine pre-harvest. *Preventive Veterinary Medicine*, 53(1-2), 7-20.
- Twomey, D. F., Miller, A. J., Snow, L. C., Armstrong, J. D., Davies, R. H., Williamson, S. M., ... & Cook, A. J. C. (2010). Association between biosecurity and *Salmonella* species prevalence on English pig farms. *The Veterinary Record*, 166(23), 722.
- Van der Wolf, P. J., Wolbers, W. B., Elbers, A. R. W., Van der Heijden, H. M. J. F., Koppen, J. M. C. C., Hunneman, W. A., ... & Tielen, M. J. M. (2001). Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in The Netherlands. *Veterinary microbiology*, 78(3), 205-219.
- Vico, J. P., Rol, I., Garrido, V., San Román, B., Grilló, M. J., & Mainar-Jaime, R. C. (2011). Salmonellosis in finishing pigs in Spain: prevalence, antimicrobial agent susceptibilities, and risk factor analysis. *Journal of food protection*, 74(7), 1070-1078.
- Viltrop, A.; Niine, T.; Nurmoja, I.; Neare, K.; Smith, R. P. (2022). Biosecurity measures in the Estonian pig farms from a *Salmonella* perspective. Abstract for oral presentation in the conference: "Terve loom, tervislik toit 2022". DOI: 10.5281/zenodo.6618806 .
- Von Altröck, A., Schütte, A., & Hildebrandt, G. (2000). Results of the German investigation on the EU project "Salmonella in Pork (Salin pork)"--1. Investigations in the farms. *Berliner Und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 113(5), 191-201.
- Wales, A. D., Cook, A. J. C., & Davies, R. H. (2011). Producing *Salmonella*-free pigs: a review focusing on interventions at weaning. *Veterinary Record*, 168(10), 267-276.
- Wallis, T. S. (2001). *Salmonella* pathogenesis and immunity: we need effective multivalent vaccines. *The Veterinary Journal*, 2(161), 104-106.
- Wang, J. P. C., & Chen, D. W. (2012). Perspective: How organic acid and essential oils work together as an alternative for antibiotics. [Available on the internet: http://www.feedenzymesworkshops.com/assets/Cheng_Organic_acid_and_essential_oil_final.pdf]
- Wong, D. L. F., Dahl, J., Stege, H., Van Der Wolf, P. J., Leontides, L., Von Altröck, A., & Thorberg, B. M. (2004). Herd-level risk factors for subclinical *Salmonella* infection in European finishing-pig herds. *Preventive veterinary medicine*, 62(4), 253-266.