Salmonellabronnen bij weidevarkens

Eindverslag

Baukje Nefs, Sam van Oers, Sofie Wesselink & Yannick Pinckers

Projectbegeleider: Liesbeth Dingboom

HAS Hogeschool

25-6-2021

Salmonella bronnen bij weidevarkens

Eindverslag

Baukje Nefs, Sam van Oers, Sofie Wesselink & Yannick Pinckers

HAS Hogeschool

25-6-2021

Samenvatting

De vraag naar diervriendelijker en biologisch vlees stijgt enorm. Varkens die buiten gehuisvest worden hebben een beter welzijn, maar hebben vaker ziektes zoals Salmonella. Om de juiste maatregelen te kunnen treffen tegen de verspreiding van Salmonella bij weidevarkens moet de bron van deze bacterie achterhaald worden. In dit onderzoek wordt de aanwezigheid van salmonellabacteriën in modderpoelen, uitwerpselen van ratten en in uitwerpselen van vogels in kaart gebracht.

Van alle drie de mogelijke bronnen zijn zes keer monsters genomen in opeenvolgende weken. Deze monsters worden in het lab getest op Salmonella aan de hand van een ELISA test. De uiteindelijke resultaten van deze test waren positief of negatief.

Uit de resultaten van de ELISA test is aangetoond dat er van de 30 genomen monsters drie monsters positief zijn getest op salmonella. Dit zijn monsters van zowel de modderpoelen, de vogelmest en de rattenmest. Het moment van monstername heeft geen significante invloed op de resultaten.

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat er Salmonella aanwezig is in zowel de modderpoelen, ratten uitwerpselen en vogel uitwerpselen. Aanbevolen wordt om gericht op deze drie bronnen maatregelen te nemen. Dit in de vorm van het actief bestrijden van ratten, het weren van vogels en het regelmatig volstorten van oude modderpoelen met zand om de Salmonellabacterie in te dammen. Hiernaast is het informeren van de consument over de mogelijke risico's van Salmonella van groot belang.

Inhoud

Samenvatting 2
1. Inleiding 4
2. Materiaal en Methode 5
2.1. Perceelbeschrijving 5
2.2. Monstername 5
Modderpoel 5
Ratten 5
Vogels 6
Monstercodering 6
2.3. Salmonelladetectie 6
Voorbewerking 6
TRANSIA PLATE Salmonella Gold ELISA test 6
Verkrijgen resultaten 7
2.4. Salmonella-antistoffentest 7
2.5. Statistiek 7
3. Resultaten 8
3.1. Salmonella in de omgeving 8
3.2. Salmonella-antilichamen in het bloed 8
4. Discussie & conclusie 9
5. Literatuurlijst 11

1. Inleiding

In Nederland zijn er ruim 12 miljoen varkens, waarvan de helft vleesvarken is en de andere helft fokvarkens en biggen zijn. Van deze varkens wordt veruit het grootste deel binnen gehuisvest (NVV, 2016). Afgelopen jaren zijn onderwerpen als dierenwelzijn en milieubewustzijn een steeds groter aandeel gaan spelen in de huidige maatschappij. De bio-industrie staat onder druk en de vraag naar diervriendelijker en biologisch vlees stijgt enorm (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2018). Om aan de wensen van de consument te voldoen gaan meer boeren over op het buiten huisvesten van varkens.

Varkens die binnen worden gehuisvest zitten vanaf een leeftijd van circa zeven maanden op het aflevergewicht van 100 kilogram (Kraai, T., 2011). Bij de weidevarkens gaat dit langzamer. Deze varkens zitten na een jaar op het aflevergewicht. Doordat buitenvarkens meer beweging krijgen dan binnen varkens duurt het langer voordat ze op aflevergewicht zitten. De weidevarkens hebben natuurlijke foerageermogelijkheden en worden dag en nacht buitengehouden met als onderkomen vaak een schuilstal (Den Elshorst, 2018). Op deze manier kunnen ze op een zo natuurlijk mogelijke manier buiten lopen en wordt het welzijn van de dieren ondersteund (Den Elshorst, 2018). Een varken buiten houden is niet alleen goed voor het welzijn maar kan ook bijdragen aan de biodiversiteit van het land. Ze worden dan ook ingezet voor verschillende gronden van beheereigenaren. Zo zijn de gronden vruchtbaarder en kunnen de gewassen als gevolg beter groeien.

Er zitten echter ook nadelen aan het buiten houden van varkens omdat de dieren buiten aan veel meer omgevingsfactoren worden blootgesteld dan wanneer ze binnen zouden staan (Lamers, J., 2016). Zo is salmonellose een ziekte die vaker voorkomt bij weidevarkens dan bij varkens die binnengehouden worden (Holster, H. & Mul, M., 2013). Op het bedrijf 'Den Elshorst' is Salmonellabesmetting een voorkomend probleem omdat alle varkens hier buiten gehuisvest worden. Salmonella verspreidt zich via de ontlasting van andere dieren, dit kan zitten in het drinkwater en het voer van de varkens maar ook in de modderpoelen. Denk hierbij aan ontlasting van vogels en ongedierte uit de omgeving maar ook van de varkens zelf. Wanneer Salmonellabacteriën worden ingeslikt, passeren zij de maag en koloniseren de dunne en dikke darm. Daar dringen de bacteriën het darmslijmvlies binnen en vermenigvuldigen zich. De bacteriën kunnen soms de lymfeweefsels van het maagdarmkanaal binnendringen en zich naar de bloedbaan verspreiden. Door verspreiding naar de bloedbaan kan elk orgaan geïnfecteerd raken. De cyclus begint opnieuw wanneer de bacterie via de mest het varken verlaat (Vet, D., z.d.; CDC, 2013). Ook is Salmonella een risico voor de mens. Deze bacterie kan ervoor zorgen dat de mens buikpijn krijgt, misselijk wordt, moet overgeven en diarree krijgt. In sommige gevallen komt daar ook nog hoofdpijn, koorts of spierpijn bij (CWZ, z.d.).

Uit eerdere onderzoeken is gebleken dat Salmonella bij varkens verminderd kan worden door het nemen van een aantal voorzorgsmaatregelen. Zo kan er bijvoorbeeld voor worden gezorgd dat er geen ongedierte de verblijfplaatsen van de varkens in kan komen. Hiernaast moet ervoor worden gezorgd dat na iedere verplaatsing van dieren de verblijven van de dieren worden schoongemaakt en ontsmet. Ook kan het drinkwater en het voer van de varkens aangezuurd worden, wat ervoor kan zorgen dat er minder infecties optreden (Nederlandse Vakbond Veehouders, 2016).

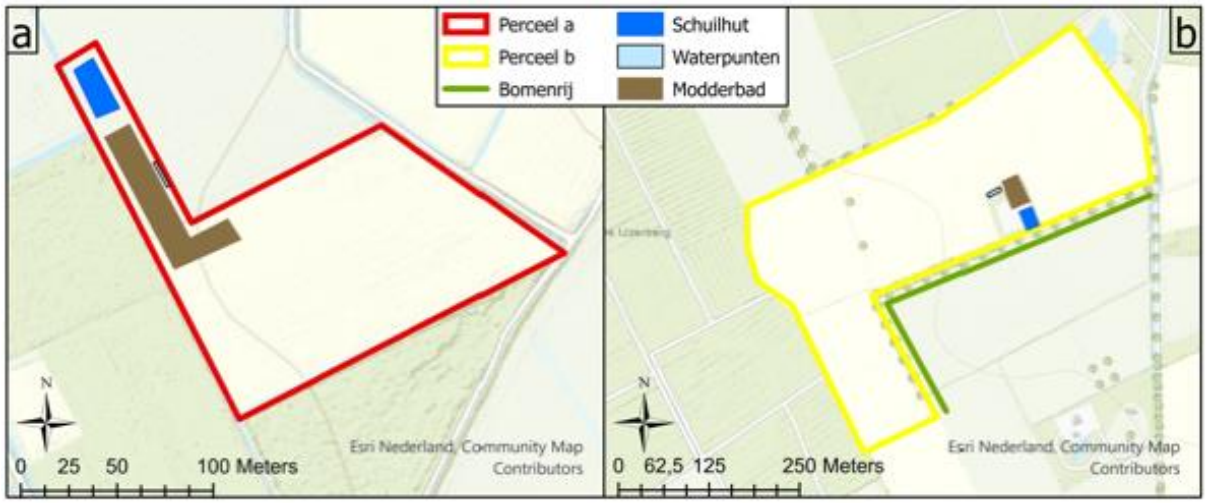
Om de juiste maatregelen te kunnen treffen tegen de verspreiding van Salmonella bij weidevarkens moet de bron van deze bacterie achterhaald worden. Salmonella staat erom bekend dat het in het water kan leven en dat het zich verspreidt doormiddel van andere dieren in de omgeving. Op het bedrijf 'Den Elshorst' lopen de varkens vermoedelijk Salmonella op door enkele omgevingsfactoren. In dit onderzoek wordt de aanwezigheid van Salmonellabacteriën in modderpoelen, uitwerpselen van ratten en in uitwerpselen van vogels in kaart gebracht door middel van een ELISA test om zo een beter beeld te krijgen van de grootse bronnen van Salmonellabacteriën bij weidevarkens.

2. Materiaal en Methode

2.1. Perceelbeschrijving

Voor dit onderzoek is er gekeken naar twee verschillende percelen waar de varkens in de buitenlucht gehouden worden. Het eerste perceel (perceel a), genaamd “de Hut” ligt aan een bosrand en een wandelroute en heeft een oppervlakte van 3,2 hectare (figuur 1). Het perceel heeft een dubbele omheining waar twee meter tussen zit. Op het perceel is een schuilhut aanwezig voor de varkens voor overnachting. Er zijn ook afgesloten watervoorzieningen in het weiland, hierdoor is de kans op besmetting van het water klein. Het is mogelijk dat er een kleine modderpoel ontstaat bij de watervoorziening die door de feces van ratten en vogels kan worden besmet. Bij het looppad richting de schuilhut ontstaat regelmatig een modderpoel, maar deze wordt regelmatig drooggelegd door er zand overheen te gooien.

Het tweede perceel (perceel b; figuur 1) is vergelijkbaar met het eerste perceel en heeft ook een schuilhut en een dubbele omheining. In tegenstelling tot het eerste perceel ligt dit niet in het bos maar hier net buiten, tussen andere weilanden in. Vlak bij de ingang van de schuilhut ontstaat regelmatig een modderpoel door het in- en uitlopen van de varkens. De rest van het perceel bestaat uit gras en zand. Het perceel heeft net als het andere perceel afgesloten watervoorzieningen.



Figuur 1: De twee onderzoekspercelen; links perceel a en rechts perceel b.

2.2. Monstername

Over een periode van zes weken zijn er één keer per week monsters genomen. Hierna zijn de monsters binnen enkele dagen na iedere monstername in duplo verwerkt in het laboratorium.

Modderpoel

Uit beide percelen is iedere week één monster van 20 gram genomen uit verse modderpoelen, deze werden opgeslagen in een afsluitbaar schoon potje.

Ratten

Er zijn twee monsters van 20 gram genomen van de ontlasting van ratten. De ontlasting is met een schone schep in afsluitbare schone potjes gebracht en opgeslagen. Deze monsters zijn in de omgeving van de slaap- en voederplaatsen van de varkens genomen op een leegstaand weiland. De ratten zijn gelokt doordat er voer op de grond is gestrooid.

Vogels

Voor het nemen van monsters van vogelontlasting zijn in de omgeving van de leefgebieden van de varkens vogelvoederbakken geplaatst met daaronder mestopvangplaten. Er werden twee potjes gevuld met elk 20 gram vogelontlasting. Hier is de bovenste laag van de ontlasting, die geen direct contact had met de bodem van de opvangplaat geschept en overgebracht in afsluitbare schone potjes.

Monstercodering

Er zijn op twee verschillende percelen monsters genomen. De codering hiervan is perceel “a” of “b”. De monsters zijn opgedeeld in verschillende groepen; modderpoel, ratten en vogels. De codering hiervan betreft: “M” = Modderpoel, “R” = ratten en “V” = vogels. Het weeknummer waarin de monsters zijn genomen is de derde variabele. Dit zal zijn van week 1 tot en met week 6. Verder bepaalt het aantal genomen monsters de laatste numerieke variabele van de codering. Dus bij het eerste genomen monster van een modderpoel in gebied “a” in week 3 is de codering: aM3-1.

2.3. Salmonelladetectie

Voorbewerking

Om de monsters voor te behandelen voor de ELISA-test werd er 25 gr van het monster en 225 ml gebufferd pepton water (BPW) toegevoegd in een stomacherzak en 60 seconden gehomogeniseerd met behulp van de stomacher. Hierna zijn de oplossing van BPW en het monster 20 uur in een 37°C stoof geïncubeerd zodat de bacteriën kunnen groeien en ophopen. Er is daarna 0,1 ml van de oplossing toegevoegd aan 10ml Rappaport-Vassiliadis (RV) medium. Hierdoor wordt de selectieve groei van de Salmonellabacteriën bevorderd waardoor deze zich zullen ophopen. Deze oplossing wordt gedurende 48 uur in een 42°C stoof geïncubeerd. Na het incuberen werd er 2 ml van de oplossing met RV-medium 15-20 minuten verhit in een waterbad bij 100°C zodat de groei van de bacteriën wordt geremd doordat ze sterven. Hierna moest de oplossing afkoelen tot kamertemperatuur (BioControl, 2019).

TRANSIA PLATE Salmonella Gold ELISA test

De ELISA-test die wordt gebruikt is van het merk BioControl en toont de aanwezigheid van het Salmonella genus aan (geen specifieke ondersoort). De wand van deze cupjes van de ELISA-test bevat een anti-Salmonella konijnen antilichaam waar de Salmonella-antigenen aan binden (Crowther, J., 2001). Eén cup van een teststrip werd gevuld met 100 µl positieve controle, één met 100 µl negatieve controle en de andere met het aantal genomen monsters van dat moment in duplo. Hierna werd de strip afgedekt en 60 minuten geïncubeerd bij kamertemperatuur zodat de Salmonella-antigenen aan de antilichamen kunnen binden (Crowther, J., 2001). Na incubatie werd de plaat leeggemaakt met de microtiterplaatwasser en enkele keren gewassen met wasbuffer om de niet gebonden antilichamen weg te spoelen. Na het wassen werden de laatste resten wasbuffer verwijderd en werd er 100 µl conjugaat, een anti-Salmonella geiten antilichamen met een HRP-enzym eraan gebonden, in alle cups gepipetteerd. De strip werd afgedekt en 30 minuten geïncubeerd bij kamertemperatuur. Hierbij binden de antilichamen in het conjugaat aan de Salmonella antigenen (Crowther, J., 2001). Vervolgens werd het wasproces weer uitgevoerd en werd er 100 µl van het TMB-substraat, een fluorescent label dat bindt aan het HRP-enzym van het conjugaat, in de cups gepipetteerd. Bij deze reactie ontstaat een blauwe kleur als restproduct. De strip werd weer afgedekt en 15 minuten geïncubeerd op kamertemperatuur. Daarna werd 100 µl zwavelzuur stop-oplossing in alle cups gepipetteerd en gemengd zodat de reactie stopt. De positieve monsters kleuren hierdoor geel en de negatieve monsters blijven blauw (BioControl, 2019).

Verkrijgen resultaten

De uiteindelijke resultaten van deze test kunnen positief (+) of negatief (-) zijn. Met de spectrofotometer werd de optische dichtheid (OD) van de positieve controle, de negatieve controles en de monsters bepaald en hierna werden de positieve en negatieve grenswaardes berekend:

Positieve grenswaarde = $OD_{(negatieve\ controle)}$ + 0,20

Negatieve grenswaarde = positieve grenswaarde * 0,9

Positieve monsters moesten een OD hebben die groter of gelijk is aan de positieve grenswaarde in tabel 1. Bij negatieve monsters is de OD lager dan de negatieve grenswaarde zoals weergegeven in tabel 2 (BioControl, 2019). Als één of beide van de monsters binnen een duplo meting een positieve uitslag hebben wordt het monster als positief verondersteld. Als beide monsters binnen een duplo een negatieve uitslag hebben wordt deze als negatief beschouwd.

Tabel 2: Positieve grenswaardes die zijn gebruikt om de monsters te classificeren.

Positieve grenswaarde	Week
0,282	1
0,280	2
0,272	3
0,299	4
0,282	5
0,283	6

Tabel 1: Negatieve grenswaardes die zijn gebruikt om de monsters als negatief te classificeren.

Negatieve grenswaarde	Week
0,253	1
0,252	2
0,245	3
0,269	4
0,254	5
0,255	6

2.4. Salmonella-antistoffentest

Er zijn bloedmonsters genomen bij een zestal varkens in het slachthuis en hier is met een ELISA-test bepaald of er antistoffen tegen Salmonella aanwezig waren in het bloed. Deze test is uitgevoerd door Veterinair Laboratorium Gelderland. De uitslagen zijn in percentage optische dichtheid (%OD). Naarmate het %OD hoger wordt zitten er meer antistoffen in het bloed. Bij afwezigheid van antistoffen is het %OD nul (IKB Varken, 2021).

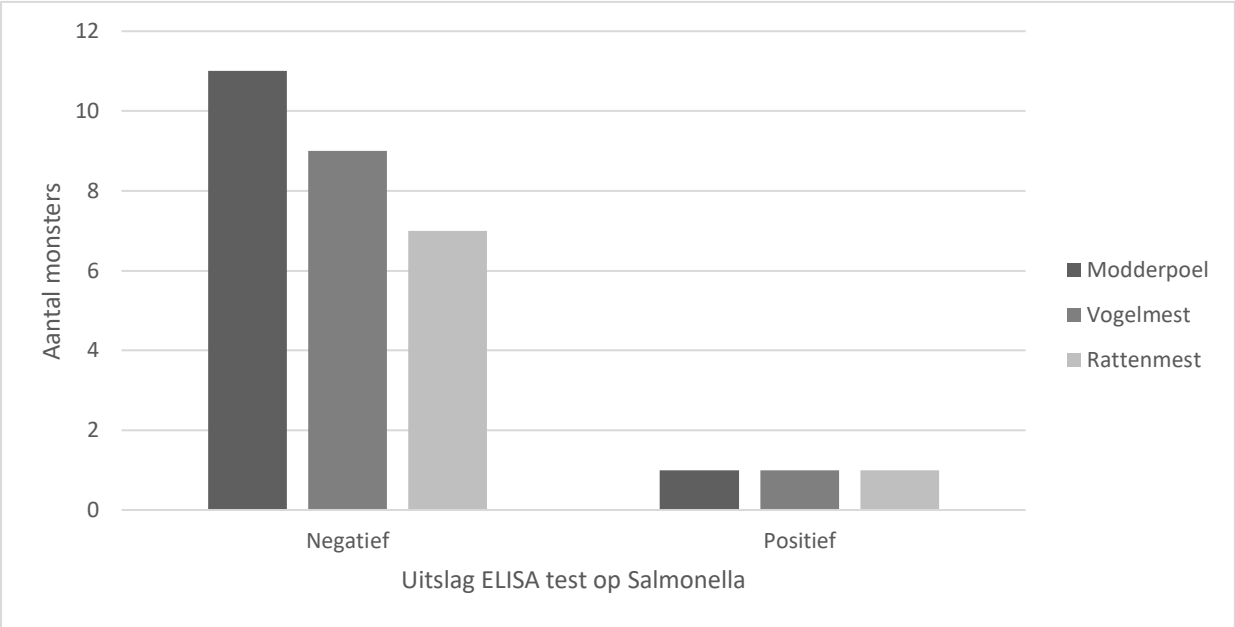
2.5. Statistiek

Met behulp van de logistische regressieanalyse zijn per perceel en per monsterreeks de resultaten van de zes verschillende monsternamemomenten vergeleken met elkaar. Er wordt gebruik gemaakt van een betrouwbaarheidsinterval van 95% (α = 0,05). Deze toets is uitgevoerd in IBM SPSS Statistics 24.

3. Resultaten

3.1. Salmonella in de omgeving

Uit de resultaten van de ELISA test is aangetoond dat er van de 30 genomen monsters drie monsters positief zijn getest op Salmonella. Dit zijn monsters van zowel de modderpoelen, de vogelmest en de rattenmest (figuur 2). In week één waren de modderpoelen en vogelmest positief en in week vier was de rattenmest positief getest. Het moment van monstername heeft geen significante invloed op de resultaten van de ELISA test (p = 1,000). Het monstertype heeft ook geen invloed op de resultaten van de ELISA test (p = 1,000).



Figuur 2: De uitslagen van de TRANSIA PLATE Salmonella Gold ELISA test van de genomen monsters van de modderpoelen (n=12), vogelmest (n=10) en rattenmest (n=8).

3.2. Salmonella-antilichamen in het bloed

Met behulp van de ELISA test is aangetoond dat in alle zes de bloedmonsters antistoffen tegen Salmonella aanwezig zijn. In tabel 3 is te zien dat de laagste waarde 4%OD is en de hoogste waarde 17%OD.

Tabel 3: Uitslagen Salmonella antistoffen ELISA-test (n=6).

Varken	Salmonella antistoffen %OD
1	4
2	5
3	8
4	11
5	17
6	15

4. Discussie & conclusie

In dit onderzoek is er doormiddel van de ELISA-test gekeken naar de bron van de aanwezige salmonella bij weidevarkens. De bronnen die zijn onderzocht zijn modderpoelen en de mest van ratten en vogels. Van alle drie de bronnen is er tijdens het onderzoek één positief resultaat aangetoond. Dit betekent dat er daadwerkelijk salmonella in de bronnen aanwezig is. Daarnaast is doormiddel van bloedmonsters van de varkens aangetoond dat er ook antistoffen tegen salmonella in het bloed zaten. De varkens hebben dus salmonellose doorgemaakt tijdens hun leven op Den Elshorst (Veterinair Laboratorium Gelderland, 2021).

Van de genomen modderpoel monsters was er maar één positief. Wel is het zo dat de salmonellabacteriën bevriezen bij een lage temperatuur, dit zorgt ervoor dat de bacteriën sterven (Arrus, K.M. et al., 2006). De monsters zijn genomen tijdens de winterperiode en hierdoor is de kans groot dat de salmonellabacteriën al dood waren en dus niet meer konden worden aangetoond. Ook is de groei van de bacteriën minder in de winter dan in de zomer vanwege de lagere temperatuur. Dit is omdat Salmonella het beste groeit bij een temperatuur tussen de 5°C en 45°C met een optimale temperatuur van 37°C (Parra, M. et al., 2002). In de zomermaanden wroeten de varkens ook meer in de modderpoelen dan in de wintermaanden. De toename van dit gedrag wordt veroorzaakt door de toename in temperatuur (Olczak, K., et al., 2015). Doordat de varkens meer in de modderpoelen wroeten in de zomer is de kans om in aanraking te komen met Salmonella groter. De monsters uit de modderpoelen zijn op twee verschillende plekken genomen. De oppervlakte van de modderpoelen zijn erg groot. De kans dat je besmet materiaal in je monster hebt zitten is hierdoor kleiner. Het is aan te raden om in een vervolgonderzoek meer monsters te nemen op verschillende plekken in de modderpoel en deze te mengen met elkaar. Ook wordt het aangeraden om het onderzoek in de zomer door te zetten.

De rattenmonsters bevatte ook één positief monster. Eerdere onderzoeken en deze resultaten geven aan dat de ratten zeker een bron kunnen zijn voor de verspreiding van salmonella (Backhans, A. & Fellström, C., 2012). Een besmette rattenpopulatie in de omgeving kan ervoor zorgen dat Salmonella continu verspreid wordt op boerderijen. Het is daarom belangrijk om de ratten in de omgeving te bestrijden (Meerburg, B. G. & Kijlstra, A., 2007).

Bij de genomen monsters van de vogelmest was er één positieve besmetting van salmonella. Salmonellose is een veel voorkomende ziekte bij vogels. Voorgaande onderzoeken geven aan dat vogels daadwerkelijk een bron zijn voor het verspreiden van salmonella (De Lucia A. et al., 2018). De kans dat de vogels salmonella verspreiden in de winter is alleen een stuk kleiner gezien de meeste vogels naar de warmere landen trekken in de winter (Ottens, G., 2018). Het wordt daarom aangeraden om in het vervolgonderzoek ook in de zomer monsters te nemen van de vogelpoep.

Met het onderzoek is niet naar voren gekomen welke serotypen Salmonella zijn aangetroffen in de monsters, maar alleen dát er Salmonella in de monsters aanwezig is. Uit literatuur blijkt dat de meest voorkomende serotypen van Salmonella in varkens de S. *Derby*, S. *Typhimurium* en S. *Typhimurium 1,4,[5],12:i:-* zijn. Deze drie serotypen behoren ook tot de top vijf Salmonella serotypen die het meest worden geassocieerd met salmonellose in de mens (Campos, J. et al., 2019). Salmonella bij de mens heeft een grote invloed op de gezondheid. Het is dus belangrijk dat er goed wordt toegelicht wat de gevolgen kunnen zijn van Salmonella. Om de gevolgen te verminderen moet de oorzaak worden aangepakt. Dit kan worden gedaan door de biggen en zeugen in te enten, zo kan ervoor worden gezorgd dat de salmonella besmettingen flink dalen (de la Cruz, M. et al., 2017). Het verzuren van het voedsel en drinkwater van de varkens, verplaatsen van de schuilplaatsen en het

dicht gooien van de modderpoelen zijn ook allemaal voorzorgsmaatregelen die kunnen worden genomen om besmettingen te voorkomen (Gavin C. et al., 2018).

Uit het onderzoek kan geconcludeerd worden dat er Salmonella aanwezig is in zowel de modderpoelen, ratten uitwerpselen en vogel uitwerpselen. Aanbevolen wordt om gericht op deze drie bronnen maatregelen te nemen in de vorm van het actief bestrijden van ratten, het weren van vogels en het volstorten van modderpoelen met zand om de Salmonellabacterie in te dammen. Tot het moment dat de varkens volledig Salmonella vrij zijn wordt er aanbevolen om de consument bij aankoop schriftelijk te wijzen op de risico's van Salmonella.

5. Literatuurlijst

- Arrus, K. M., Holley, R. A., Ominski, K. H., Tenuta, M. & Blank, G. (2006). Influence of temperature on Salmonella survival in hog manure slurry and seasonal temperature profiles in farm manure storage reservoirs. *Livestock Science*, *102*(3), 226–236.
- Backhans, A. & Fellström, C. (2012). Rodents on pig and chicken farms – a potential threat to human and animal health. *Infection Ecology & Epidemiology*, *2*(1), 17093.
- Biocontrol (2019). Transia Plate Salmonella Gold. Biocontrol, 5 p.
- Campos, J., Mourão, J., Peixe, L. & Antunes, P. (2019). Non-typhoidal Salmonella in the Pig Production Chain: A Comprehensive Analysis of Its Impact on Human Health. *Pathogens*, *8*(1), 19.
- CDC. (2013). *Infection with salmonella*. https://www.cdc.gov/training/SIC_CaseStudy/Infection_Salmonella_ptversion.pdf
- Centraal Bureau Voor Statistiek. (2018). Biologische landbouw groeit. https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/29/biologische-landbouw-groeit. Geraadpleegd: 2-10-20.
- Crowther, J. (2001). The Elisa Guidebook. Humana Press, Totowa, New Jersey. 420 p.
- CWZ. (z.d.). Salmonellavergiftiging. www.cwz.nl/patient/aandoeningen/salmonellavergiftiging. Geraadpleegd: 2-10-2020.
- De la Cruz, M., Conrado, I., Nault, A., Perez, A., Dominguez, L. & Alvarez, J. (2017). Vaccination as a control strategy against Salmonella infection in pigs: A systematic review and meta-analysis of the literature. *Research in Veterinary Science*, *114*, 86–94.
- De Lucia, A., Rabie, A., Smith, R. P., Davies, R., Ostanello, F., Ajayi, D., Petrovska, L. & Martelli, F. (2018). Role of wild birds and environmental contamination in the epidemiology of Salmonella infection in an outdoor pig farm. *Veterinary Microbiology*, *227*, 148–154.
- Den Elshorst. Weidevarkens. https://www.elshorst.nl/boerderij-bezoek/weidevarkens. Geraadpleegd: 2-10-2020.
- Gavin, C., Simons, R., Berriman, A., Moorhouse, D., Snary, E., Smith, R. & Hill, A. (2018). A cost-benefit assessment of Salmonella-control strategies in pigs reared in the United Kingdom. *Preventive Veterinary Medicine*, *160*, 54–62.
- Holster, H. & Mul, M, (2013). Laat de varkens los, e-book. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 20 p.
- IKB Varken (2021). Salmonella. http://www.ikbvarken.nl/Over-IKB-Varken/Salmonella.aspx. Geraadpleegd: 8-4-2021.
- Kraai, T. (2011). Levenscyclus van de intensieve veehouderij. https://dier-en-natuur.infonu.nl/diversen/73089-levenscyclus-van-vee-in-de-intensieve-veehouderij.html. Geraadpleegd: 2-10-2020.
- Lamers, J. (2016). Aantal concepten voor buitenvarkens groeit. Nieuwe Oogst.
- Meerburg, B. G. & Kijlstra, A. (2007). Role of rodents in transmission of Salmonella and Campylobacter. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *87*(15), 2774–2781.
- Nederlandse Vakbond Veehouders (2016). Factsheet Veehouderij. Factsheet. 15 p.
- Olczak, K., Nowicki, J. & Klocek, C. (2015). Pig behaviour in relation to weather conditions – a review. *Annals of Animal Science*, *15*(3), 601–610.
- Ottens, G. (2018). *Vogeltrek: gejaagd door de wind*. Vogelbescherming. https://www.vogelbescherming.nl/actueel/bericht/vogeltrek-gejaagd-door-de-wind. Geraadpleegd: 19-05-2021
- Parra, M., Durango, J. & Máttar, S (2002). Microbiologie, pathogenese, epidemiologie, klinische en diagnose van infecties veroorzaakt door Salmonella. Tijdschrift voor de Faculteit Diergeneeskunde en Zoötechniek van de Universiteit van Córdoba 7: (2), 187-200.

- Vet, D. (z.d.). Houd uw Salmonella-status onder controle. http://www.kanters.nl/houd-Salmonella-status-controle. Geraadpleegd: 4-10-2020.
- Veterinair Laboratorium Gelderland. (2021, februari). Onderzoeksresultaten. F.A. Kamphuis.