

DE BEHEERSING VAN *SALMONELLA*-INFECTIES IN DE VARKENSHOUDERIJ MET BETREKKING TOT DE VOEDSELVEILIGHEID

N. Nollet^{1,2}, D. Maes², L. De Zutter¹, M. Verdonck², A. de Kruif², J. Van Hoof¹

¹Vakgroep Diergeneeskundig Toezicht op Eetwaren, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, België

²Vakgroep Voortplanting, Verloskunde en Bedrijfsdiergeneeskunde, Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, België
nathalie.nollet@rug.ac.be

SAMENVATTING

Salmonella is één van de meest voorkomende zoönotische kiemen die in belangrijke mate via besmet varkensvlees kunnen overgedragen worden op de mens. Varkens zijn veelal subklinisch drager van de kiem. Belangrijke risicofactoren op het varkensbedrijf zijn onder andere onvoldoende hygiëne, het voedertype en stresssituaties. Op het bedrijf kunnen tal van maatregelen genomen worden om de prevalentie van dragers te verminderen. Gedurende het transport en in het slachthuis is vooral onvoldoende hygiëne het kritieke punt. Daarnaast is het optreden van (kruis)contaminatie tijdens het slachtproces medebepalend voor het aantal besmette varkensarkassen. Salmonellose is een probleem dat het beste kan aangepakt worden volgens de principes van de "Integrale Keten Bewaking".

INLEIDING

Sinds enkele jaren is er bij de consument sprake van een groeiende bezorgdheid omtrent de voedselveiligheid. De consument is zich overigens meer bewust van de mogelijke gevaren van eetwaren van dierlijke oorsprong (Fedorka-Cray, 1996; Blaha, 1999). Steeds vaker worden er vragen gesteld omtrent de veiligheid van vleesproducten. De consument eist een product dat vrij is van zoönotische kiemen, van residuen (onder andere antimicrobiële middelen, hormonen en tranquillizers) en van contaminanten (onder andere PCB's en dioxinen) (Waites en Arbuthnott, 1990). Eén van de belangrijkste zoönotische kiemen die via de voeding op de mens worden overgedragen is *Salmonella* (Fedorka-Cray, 1996).

Bij de mens wordt een voedselinfectie met *Salmonella* vooral veroorzaakt door besmette eieren en besmet kippenvlees, maar ook door besmet varkensvlees. Dit varkensvlees kan op verschillende manieren gecontamineerd worden met *Salmonella*. Varkens kunnen drager zijn van *Salmonella*-kiemen (Waites en Arbuthnott, 1990) en deze dragers kunnen in het slachthuis contaminatie van de karkassen veroorzaken. De infectie van de dieren zelf vindt meestal plaats op het varkensbedrijf; kruiscontaminatie is mogelijk tijdens het transport en in de wachtruimte

vóór het slachten; contaminatie van het vlees is mogelijk in het slachthuis, in de uitsnijderijen en de vleesverwerkende bedrijven en bij de bereiding in de keuken (Baird-Parker, 1990).

Het doel van deze literatuurstudie is een overzicht te geven van mogelijke risicofactoren voor het ontstaan van *Salmonella*-dragere op bedrijfsniveau, van de invloed van het transport naar het slachthuis op de uitscheiding van *Salmonella*-kiemen en van de kritische punten ten aanzien van karkascontaminatie tijdens het slachtproces (Tabel 1). Tenslotte wordt de huidige situatie in België ten aanzien van *Salmonella* kort weergegeven.

SALMONELLA BIJ HET VARKEN: ZOÖNOTISCH BELANG EN DIAGNOSTIEK

Salmonella is een frequent voorkomende bacterie die pathogeen is voor verschillende diersoorten en voor de mens (Baird-Parker, 1990; Van der Wolf *et al.*, 1999). Naast direct contact is consumptie van besmette producten van dierlijke oorsprong een belangrijke oorzaak van humane salmonellosis (Fedorka-Cray, 1996). De meest geïsoleerde serotypen bij de mens zijn Enteritidis en Typhimurium (Baird-Parker, 1990; Rapport Wetenschappelijk Instituut Volks-

Tabel 1. Overzicht van mogelijke risicofactoren en bijhorende preventieve maatregelen.

	Risicofactor	Preventieve maatregel	Referentie
Bedrijf	Onvoldoende hygiëne	Adequate reiniging en desinfectie van alle stallen	Löhren, 1994 Van der Wolf, 2000
	Varkensvoeder	Decontaminatie in de voederfabriek, voederbakken regelmatig reinigen en desinfecteren	Wray en Todd, 1987
	Externe personen	Bezoek aan bedrijf beperken, bedrijfskledij, hygiënesluis	Moore, 1992
	Andere diersoorten (honden, katten)		Davies en Wray, 1997
	Knaagdieren (ratten, muizen)	Efficiënte knaagdierenbestrijding	Rose <i>et al.</i> , 2000
	Samenbrengen van biggen van verschillende herkomst en van verschillende leeftijden	All-in / all out werken, biggen afmesten op een gereinigd en gedesinfecteerd bedrijf, biggen zoveel mogelijk per leeftijdsgroep huisvesten	Dial <i>et al.</i> , 1992 Dahl <i>et al.</i> , 1996a Davies <i>et al.</i> , 1997b
	Stress door slecht stalklimaat	Ventilatie in orde brengen, zorgen voor een niet te hoge varkensdensiteit en een aangepast stalklimaat	Morgan <i>et al.</i> , 1987 Berends <i>et al.</i> , 1996 Schwartz, 1999
	Aanwezigheid van seropositieve zeugen	Werken met <i>Salmonella</i> -vrije zeugen	Letellier <i>et al.</i> , 1999 Dahl <i>et al.</i> , 2000 Davies <i>et al.</i> , 2000
	Structuur van het varkensvoeder	Geven van grofgemalen meelvoeder	Jørgensen <i>et al.</i> , 1999 Kjeldsen en Dahl, 1999
	Volle vloeren	Gebruik maken van roostervloeren	Davies <i>et al.</i> , 1997a
Transport Wachtruimte	Gevuld maag-darmpakket	Uitvasten van de varkens	Isaacson <i>et al.</i> , 1999
	Onvoldoende hygiëne	Reiniging en desinfectie van de vrachtwagen en van de wachtruimte	Rajkowski <i>et al.</i> , 1998 Swanenburg, 2000
	Duur van het verblijf in de wachtruimte	Zo kort mogelijk	Morgan <i>et al.</i> , 1987
Slachthuis	Aanvoer van salmonella-positieve dieren	Preventieve maatregelen op het bedrijf, tijdens transport en in de wachtruimte	Berends <i>et al.</i> , 1997 Swanenburg, 2000
	Gevuld maag-darmpakket	Uitvasten van de varkens	Miller <i>et al.</i> , 1997
	Onvoldoende hygiëne, manipulatie van de karkassen, veterinaire keuring	Adequate reiniging en desinfectie, zo weinig mogelijk contact met de karkassen, « hands-off » keuring	Berends <i>et al.</i> , 1997

gezondheid, 1999). Dit eerste serotype wordt vooral geïsoleerd uit pluimveeproducten, het tweede serotype komt bij verschillende diersoorten voor. Dit stemt overeen met de situatie in andere Europese landen, zoals Nederland (Berends *et al.*, 1998) en Denemarken (Mousing *et al.*, 1997).

Voor het varken zijn *S. Choleraesuis* en *S. Typhimurium* de 2 belangrijkste serotypen. De eerstgenoemde komt voornamelijk bij het varken voor, maar kan occasioneel ook andere diersoorten en de mens infecteren. De tweede is niet gastheerspecifiek en kan meerdere diersoorten evenals de mens infecteren (Schwartz, 1999).

S. Choleraesuis wordt in België en omliggende landen zelden of nooit geïsoleerd (Gresham, 1996; Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, 1999) en heeft voor de voedselveiligheid in onze streken dan ook weinig betekenis. Een infectie met *S. ser. Choleraesuis* veroorzaakt bij het varken een algemeen, septicemisch ziektebeeld dat vrij ernstig kan verlopen. Typische symptomen zijn apathie, anorexie, koorts (tot 41 °C), diarree, lichte hoest en ademhalingsproblemen (Baskerville en Dow, 1973).

S. ser. Typhimurium komt in België en de rest van Europa wijdverspreid voor, zowel bij verschillende diersoorten als bij de mens. Een infectie met dit serotype verloopt bij het varken meestal subklinisch. De kiem kan echter wel enteritis van zowel de dunne als de dikke darm veroorzaken met als meest typisch symptoom een waterig-gele diarree. Bij deze enterocolitis zijn vooral letsels waar te nemen ter hoogte van caecum, colon en rectum, en in mindere mate in de dunne darm (Schwartz, 1999). Zowel na een *S. Typhimurium* als na een *S. Choleraesuis* infectie kunnen de dieren subklinisch drager blijven, doordat de *Salmonella*-kiemen latent aanwezig blijven, vooral in de mesenteriale lymfeklieren, de tonsillen en het caecum (Fedorka-Cray *et al.*, 1994). Deze dieren scheiden intermitterend de kiem uit.

Het routinematig opsporen van *Salmonella*-dragers kan bij levende dieren zowel via bacteriologisch onderzoek van faeces als via serologisch onderzoek gebeuren. Bacteriologisch onderzoek biedt het voordeel dat verdere serotypering, faagtypering en genetische typering, zoals via PCR, kunnen plaatsvinden en dat een antibiogram kan aangelegd worden. Het nadeel van bacteriologisch onderzoek is dat de bacteriële isolatie uit faeces sterk bemoeilijkt wordt door de intermitterende uitscheiding en door het lage aantal bacteriën in de faeces (Wegener en Baggesen,

1997). Door de lage sensitiviteit en door het arbeidsintensieve karakter van bacteriologisch onderzoek wordt in vele gevallen gekozen voor de serologie.

Serologisch onderzoek gebeurt meestal met behulp van een indirecte ELISA (mix-ELISA) die ontwikkeld wordt op basis van de O-antigenen 1, 4, 5, 6, 7 en 12, afkomstig van *S. Typhimurium* en *S. Infantis* of *S. Choleraesuis* (Nielsen *et al.*, 1995). Bij levende dieren kunnen antistoffen in serum opgespoord worden, bij geslachte dieren kan ook vleessap gebruikt worden (Nielsen *et al.*, 1998). De ELISA kan vrij snel uitgevoerd worden, heeft een hoge specificiteit (100%) en sensitiviteit (>95%) (Stegé *et al.*, 2000) en heeft het voordeel dat positieve dieren over een langere tijd opgespoord kunnen worden. De nadelen zijn dat bepaalde serotypen (met andere O-antigenen) een geringe respons geven in de ELISA en dat bepaalde serotypen in het lichaam van het dier een zeer lage antistoffentiter induceren (Baggesen, persoonlijke mededeling, 2000). Daarbij komt nog dat, doordat er geen isolaties uitgevoerd worden, er geen informatie verkregen wordt omtrent de serotypen die circuleren.

RISICOFACTOREN OP HET BEDRIJF EN MOGELIJKE MAATREGELEN TER PREVENTIE VAN *SALMONELLA*

In dit deel worden verschillende bedrijfsfactoren besproken die mogelijk een risico inhouden op een hogere prevalentie van *Salmonella*. De belangrijkste risicofactoren zijn een onvoldoende hygiëne, de bedrijfsvoering, de bedrijfsgrootte, stress, de zeugenstapel, het varkensvoeder en de huisvesting. Bij elke factor worden mogelijke preventieve maatregelen kort besproken.

Onvoldoende hygiëne

Hygiëne is een cruciale factor bij de preventie en de bestrijding van *Salmonella* (Oosterom en Notermans, 1983). Een gecontamineerde omgeving volstaat om verspreiding van de infectie naar nieuw geïntroduceerde dieren te veroorzaken (Baggesen *et al.*, 1996). Er moet onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds externe contaminatiebronnen (personen vreemd aan het bedrijf, knaagdieren, aangekochte dieren) en anderzijds bedrijfgebonden contaminatie (knaagdieren, voeder, soortgenoten).

1. Een varkensbedrijf dient zo weinig mogelijk contact te hebben met de buitenwereld om infecties

van buitenaf zoveel mogelijk te voorkomen. Elke persoon die het bedrijf betreedt, moet beschouwd worden als een mogelijke infectiebron (Moore, 1992), wat betekent dat bezoek aan de stallen door externe personen geminimaliseerd moet worden. Toegang tot de stallen mag enkel verkregen worden via een hygiënsluis en alle bezoekers moeten verplicht worden bedrijfslaarzen en -kledij te dragen. Ook de grootte van de oppervlakte rond het bedrijf voor vrachtwagens toegankelijk, blijkt een significante risicofactor te zijn voor contaminatie van het bedrijf met *Salmonella* (Odds Ratio (OR) 8,5 indien meer dan 58% van het bedrijf toegankelijk is voor vrachtwagens) (Rose *et al.*, 2000).

Alle andere diersoorten die op het bedrijf komen, moeten beschouwd worden als potentiële besmettingsbronnen, vermits de meeste *Salmonella* serotypen tussen diersoorten kunnen overgedragen worden (Davies en Wray, 1997). Om die reden mogen geen honden of katten tot de stallen worden toegelaten en dient een efficiënte knaagdierenbestrijding toegepast te worden.

2. Om verspreiding van een infectie binnen het bedrijf te voorkomen en te beheersen, zijn reiniging en desinfectie en knaagdierenbestrijding de belangrijkste factoren. Een studie uit de pluimveesector toonde aan dat er na desinfectie geen *Salmonella* kiemen meer konden geïsoleerd worden uit zichtbaar propere oppervlakten (Löhren, 1994). Het nut van een goede reiniging en desinfectie van de stallen kan echter niet steeds aangetoond worden. Van der Wolf (2000) vond dat op bedrijven die na het reinigen nooit een desinfectans gebruikten, de seroprevalentie lager was dan op bedrijven die zo nu en dan of regelmatig een desinfectans gebruikten. Dit zou verklaard kunnen worden doordat varkenshouders minder grondig reinigen bij gebruik van een desinfectans. Een desinfectans is alleen nuttig wanneer het adequaat gebruikt wordt.

Binnen elk bedrijf zijn er wel enkele kritische punten, zoals het voorkomen van knaagdieren en insecten, waardoor zo'n bedrijf niet volledig effectief gedesinfecteerd kan worden. Een verbetering van de knaagdierenbestrijding wordt dan ook als belangrijkste punt aangehaald om tot een betere hygiënestatus van het bedrijf te komen (Rose *et al.* (2000). Op rundveebedrijven werd eveneens aangetoond dat knaagdieren een belangrijk reservoir vormen voor *Salmonella* (Tablante en Lane, 1989).

Ook varkensvoeder kan fungeren als een indirecte bron van besmetting en kan verantwoordelijk zijn voor overdracht van kiemen tussen de dieren wanneer

het voeder gecontamineerd wordt met faeces. Vermits *Salmonella* een kiem is die lang kan overleven in het milieu (Wray en Todd, 1987) is het van belang de voerbakken regelmatig te reinigen en te desinfecteren.

Andere belangrijke bronnen van besmetting zijn de soortgenoten. *Salmonella*-kiemen worden overgedragen via de oro-faecale route. Dieren in eenzelfde hok kunnen door contact met faeces of via snuitcontact met een geïnfecteerd dier besmet raken, waardoor de infectie zich in het hok kan verspreiden. Op varkensbedrijven wordt frequent gezien dat een *Salmonella*-infectie beperkt blijft tot één of enkele hokken (Davies *et al.*, 1997b). Een hoge hokbezetting draagt eveneens bij tot een hogere *Salmonella*-prevalentie (Linton *et al.*, 1970). De rol van de soortgenoten in de verspreiding van *Salmonella* binnen het bedrijf hangt uiteraard ook af van de bedrijfsgrootte, de bedrijfsvoering, de huisvesting en andere.

Bedrijfsvoering

Een strikt all in/all out systeem (waarbij de stal volledig leeggemaakt wordt alvorens er een nieuwe groep dieren binnenkomt) kan bijdragen tot een lagere prevalentie van sommige infectieuze agentia (Dial *et al.*, 1992). Het omschakelen van een continu systeem naar een dergelijk systeem bleek echter niet steeds voldoende te zijn om de seroprevalentie van *Salmonella* te doen verminderen (Dahl *et al.*, 1996a). Ook uit het onderzoek van Davies *et al.* (1997b) blijkt dat het toepassen van dit systeem niet steeds bijdraagt tot de reductie van de prevalentie van *Salmonella* in vergelijking met conventionele, continue systemen. All in/all out werken is niet per se effectief om *Salmonella* te bestrijden, vaak spelen ook andere bedrijfsfactoren zoals vloertype, voedertype en hygiëne een rol.

Een manier om varkens *Salmonella*-vrij af te mesten is het strategisch overplaatsen van biggen van geïnfecteerde bedrijven naar gereinigde en gedesinfecteerde bedrijven. Dahl *et al.* (1997) toonden aan dat biggen serologisch negatief waren bij het slachten wanneer ze bij het spenen overgeplaatst werden van een geïnfecteerd bedrijf naar een volledig gereinigd en gedesinfecteerd bedrijf.

Bedrijfsgrootte

Een toenemende bedrijfsgrootte vergroot het risico op *Salmonella*-infecties (Dahl, 1997; Van der Wolf *et al.*, 1999). Een verdubbeling van de bedrijfsgrootte verhoogt het risico op een *Salmonella*-infectie op het

bedrijf significant (O.R. 1,3) (Dahl, 1997). Wellicht houdt dit hoger risico verband met het feit dat als er meer dieren samen gehouden worden, het steeds moeilijker wordt om de verspreiding van een ziekte tegen te gaan (Berends *et al.*, 1996).

Stress

Stress veroorzaakt een toename van het aantal *Salmonella*-uitscheiders (Baird-Parker, 1990) en verhoogt de gevoeligheid voor infectie. Het eerste kan verklaard worden doordat er onder invloed van stress catecholamines vrijkomen. Daardoor wordt de zuurproductie in de maag onderdrukt en wordt de darmmotiliteit gestimuleerd (Committee on *Salmonella*, 1969). Stresssituaties komen voor tijdens het spenen, het verhoeken, het transport en het vaccineren (Morgan *et al.*, 1987; Berends *et al.*, 1996), maar kunnen ook veroorzaakt worden door een te hoge hokbezetting, een slecht stalklimaat of onvoldoende ventilatie (Schwartz, 1999). Het mengen van biggen van verschillende herkomst betekent ook een stresssituatie en leidt eveneens tot activering van de *Salmonella*'s bij latent geïnfecteerde dieren (Allred, 1972).

De zeugenstapel

Uit een Deense studie (Dahl *et al.*, 2000) kwam naar voren dat er een positief verband was tussen de serologische *Salmonella*-status van de zeugen en de faecale uitscheiding van *Salmonella* bij gespeende biggen.

Het aankopen van zeugen van andere bedrijven draagt bij tot het in stand houden van *Salmonella*-infecties op het bedrijf (Davies *et al.*, 2000). Dit was het besluit van een studie waarbij de faecale uitscheiding van *Salmonella* bij gelten bepaald werd vóór en na introductie in een varkensbedrijf. De prevalentie na introductie op het bedrijf was groter dan vóór introductie. Bovendien bleken er verschillen te bestaan tussen de serotypen gevonden vóór aankomst op het bedrijf en deze later teruggevonden, waaruit men besloot dat de verhoogde prevalentie te wijten was aan een infectie opgelopen in het bedrijf.

Op een varkensbedrijf zijn niet alle afdelingen even sterk besmet met *Salmonella*. Zo werd in Canada aangetoond dat in de afdelingen met de jonge zeugen het hoogste aantal *Salmonella*-positieve stalen geïsoleerd kon worden (Letellier *et al.*, 1999).

Om het risico op een hoge *Salmonella*-prevalentie te verminderen, moeten dus zo weinig mogelijk zeugen aangekocht worden.

Het varkensvoeder

De grondstoffen van varkensvoeder kunnen gecontamineerd zijn met *Salmonella*-kiemen (Berends *et al.*, 1996). Onderzoek toonde echter aan dat ser. Typhimurium slechts zelden geïsoleerd wordt uit varkensvoeder. De serotypen die wel geïsoleerd worden, zijn meestal exotische serotypen, zoals ser. Tennessee, ser. Panama en ser. Meleagridis die voor het varken en voor de mens waarschijnlijk minder klinische betekenis hebben (Bisping, 1993; Gresham, 1996).

De structuur van het voeder is belangrijk met betrekking tot de prevalentie van *Salmonella* bij varkens (Jørgensen *et al.*, 1999; Kjeldsen en Dahl, 1999). Zo bleek uit het onderzoek van Kjeldsen en Dahl (1999) dat bij gebruik van meelvoeder een significant lager aantal dieren seropositief (22%) was dan wanneer hitte-behandeld, gepelleteerd voeder (42%) werd verschaft. Het aantal *Salmonella*-seropositieve dieren was significant lager, indien grofgemalen voeder in plaats van fijngemalen meelvoeder werd toegediend (26% tegenover 34%). Nochtans geeft dit grofgemalen meelvoeder de minst goede productieresultaten. Dit wordt vooral veroorzaakt door een minder goede verteerbaarheid. Ook Jørgensen *et al.* (1999) toonden aan dat het aantal seropositieve dieren beïnvloed werd door zowel de structuur (fijngemalen tegenover grofgemalen) als de vorm (korrels tegenover meel) van het varkensvoeder. Het hoogste aantal seropositieve dieren (13 %) kwam voor bij het verstrekken van fijngemalen korrels, het laagste aantal (3 %) bij het verstrekken van meel. Hittebehandeling van het voeder bleek geen significant effect te hebben. Een verklaring voor deze bevindingen is dat niet-gepelleteerd meelvoeder in de maag een klimaat creëert voor *Salmonella*-kiemen waarbij er minder kiemgroei mogelijk is in vergelijking met gepelleteerd voeder.

De toevoeging van organische zuren aan voeder en drinkwater blijkt een beschermend effect te hebben op het optreden van een *Salmonella*-infectie. Van der Wolf *et al.* (1999) toonden aan dat het voederen van aangezuurd of gefermenteerd voeder de *Salmonella*-prevalentie kan reduceren. Uit een Deense studie (Dahl *et al.*, 1996c) kwam naar voren dat het voederen van brijvoeder een beschermend effect had, wellicht door de productie van organische zuren als gevolg van fermentatieprocessen.

Huisvesting

Davies *et al.* (1997a) toonden aan dat het aantal *Salmonella*-uitscheiders lager was op roostervloeren dan op volle vloeren met een open afvoersysteem.

Herhaalde blootstelling aan gecontamineerde faeces kan bijdragen tot een verlengde faecale uitscheiding van *Salmonella*-kiemen.

Een andere risicofactor is de mogelijkheid tot neuscontact tussen varkens van verschillende hokken. Open hokafscheidingen blijken echter geen significante risicofactor te zijn in vergelijking met gesloten hokafscheidingen (Dahl *et al.*, 1996b). Uit de resultaten van het Salinpork (*Salmonella* in Pork) onderzoek blijkt dat niet zozeer het open of gesloten zijn van de hokafscheidingen een rol speelt, maar wel de mogelijkheid tot neuscontact tussen varkens van verschillende hokken (OR 1,7) (Wong Lo Fo en Hald, 2000), zoals bijvoorbeeld over de hokafscheidingen heen.

HET TRANSPORT EN DE WACHTRUIMTE IN HET SLACHTHUIS

Aan het einde van de afmestfase worden varkens in groep getransporteerd naar het slachthuis waar ze samengebracht worden in een wachtruimte. Uit een studie van Berends *et al.* (1996) blijkt dat tot 20% van de *Salmonella*-vrije varkens kan geïnfecteerd raken tijdens het transport en in de wachtruimte. Het aantal *Salmonella*-uitscheiders kan na 2-6 uur zelfs verdubbelen. De groep van uitscheiders bestaat uit dieren die reeds uitscheider waren, dieren geïnfecteerd tijdens het transport en dieren die latent geïnfecteerd waren. Voor deze toename van het aantal uitscheiders zijn twee verklaringen mogelijk: stress (veroorzaakt door het transport) en gebrek aan hygiëne.

Uit een Amerikaanse studie (Isaacson *et al.*, 1999) kwam naar voren dat wanneer varkens uitgevast worden gedurende 24 uren vóór het transport, dit transport geen invloed heeft op het aantal uitscheiders. Het transport van niet-uitgevaste varkens veroorzaakte echter wel een toename van het aantal *Salmonella*-uitscheiders. Dit betekent dat het belangrijk is varkens uit te vasten voor het transport, om het aantal *Salmonella*-uitscheiders dat in het slachthuis aankomt zo laag mogelijk te houden. Uitvasten gedurende 16-24 uren is een stressreducerende factor en kan bijdragen tot het verminderen van het aantal *Salmonella*-uitscheiders (Eikelenboom *et al.*, 1991).

Het aantal geïnfecteerde dieren kan toenemen door onvoldoende hygiëne in de vrachtwagen en in de wachtruimte van het slachthuis. Door het opeenvolgend transporteren van loten varkens van verschillende herkomst, zonder tussentijdse reiniging en desinfectie van de vrachtwagen, kunnen *Salmonella*-vrije

varkens in contact komen met gecontamineerde faeces van een vorig, *Salmonella* positief lot en op die manier zelf *Salmonella*-drager en -uitscheider worden (Rajkowski *et al.*, 1998). Ook in de wachtruimte van het slachthuis is het optreden van kruiscontaminatie mogelijk. Vaak wordt de wachtruimte onvoldoende gereinigd. Er kunnen dan ook regelmatig *Salmonella* kiemen in de wachtruimte gevonden worden (Swanenburg, 2000). Morgan *et al.* (1987) toonden aan dat er een positief verband is tussen de duur van het verblijf in de wachtruimte en het aantal dieren waarbij *Salmonella* kon geïsoleerd worden. Na een verblijf van minder dan 24 uren in de wachtruimte kon bij 18,5% van de dieren *Salmonella* geïsoleerd worden, na een verblijf van 48 uren bij 24,1% van de dieren en na een verblijf van 66 uren bij 47,7% van de dieren. De wachtruimte is een belangrijke factor voor contaminatie, ondanks het feit dat varkens er in de meeste gevallen slechts enkele uren doorbrengen.

KRITISCHE PUNTEN IN HET SLACHTHUIS

Voor contaminatie van karkassen in het slachthuis zijn er 2 mogelijke bronnen: de *Salmonella*-positieve dieren die het slachthuis binnenkomen en de contaminatie van de slachtlijn en de omgeving ervan.

Volgens Berends *et al.* (1997) bestaat er een positieve correlatie tussen het aantal *Salmonella*-dragers en het aantal gecontamineerde karkassen aan het einde van de slachtlijn. In dezelfde studie wordt aangegeven dat de contaminatie van karkassen voor 70% veroorzaakt wordt doordat de dieren zelf kiemdrager zijn en voor 30% door kruiscontaminatie. De dieren zelf zijn dus de belangrijkste bron van contaminatie van de slachtlijn en van de karkassen. De contaminatie van de karkassen treedt voornamelijk op tijdens de evisceratie (55-90%) en tijdens het poetsen van de karkassen, de verdere vleesverwerking en de veterinaire keuring (5-35%).

Uit een uitgebreid slachthuisonderzoek (Swanenburg, 2000) blijkt dat varkens afkomstig van een seropositief bedrijf een significant hoger risico vormen op contaminatie van organen (lever, tong, tonsillen, rectale inhoud en mesenteriale lymfeklieren) maar niet op contaminatie van karkassen. Varkens afkomstig van een seronegatief bedrijf kunnen besmet raken in de wachtruimte. Deze besmetting kan in belangrijke mate bijdragen tot het ontstaan van karkascontaminatie.

Swanenburg stelt dat vooral de slachtlijn een bron is van contaminatie van de karkassen en spreekt over

het bestaan van een residentiële flora in de slachthuizen. Om tot deze bevindingen te komen, werden van zowel de verschillende organen, de karkassen, de transportwagens, de wachtruimte en verschillende machines in het slachthuis *Salmonella*-kiemen geïsoleerd, geserotypeerd en onderling vergeleken. In een onderzoek van Berends *et al.* (1997) werden stammen niet getypeerd, wat de verschillen in de besluitvorming kan verklaren. Beide onderzoekers menen echter wel dat wanneer er enkel aanvoer is van *Salmonella*-vrije dieren er meer kans is op het bekomen van *Salmonella*-vrij varkensvlees.

Uit beide studies blijkt ook dat naast de aanvoer van *Salmonella*-positieve dieren, de hygiëne tijdens het slachtproces van essentieel belang is. Verschillende stappen in het slachtproces vormen een significant risico op contaminatie. De stappen met het grootste risico zijn het poetsen van de varkens (onvoldoende gereinigde machines, OR = 6) en de evisceratie (aanprikken van de darmen en onvoldoende hygiënische werkwijze, OR = 11). Wanneer varkens gedurende een aantal uren voor het transport uitgevast worden, is het maag-darmpakket minder gevuld, wat de kans op aanprikken van de darm verkleint. Tevens is er minder kans op bevuilding van het karkas wanneer de darm toch accidenteel aangeprikt wordt tijdens het openen van de buikwand of tijdens de evisceratie (Miller *et al.*, 1997).

Reiniging en desinfectie dienen in elk slachthuis zorgvuldig uitgevoerd te worden volgens Good Manufacturing Practices (GMP)-procedures, hetgeen in belangrijke mate bijdraagt tot een goede hygiëne. Nochtans voorkomt dit niet voldoende de contaminatie en de kruiscontaminatie die ontstaan tijdens het slachtproces door het slachten en verwerken van *Salmonella*-positieve dieren. Volgens verschillende onderzoekers zou wat dit betreft decontaminatie van karkassen met bijvoorbeeld melkzuur een goede maatregel zijn. Dit is tot nu toe echter verboden door de Europese regelgeving (Richtlijn 64/433/EEG).

HUIDIGE SITUATIE IN BELGIË TEN AANZIEN VAN *SALMONELLA*

In België bestaat er momenteel geen officieel bestrijdingsprogramma voor *Salmonella*. In 1998 werd een preliminaire studie, gebaseerd op bacteriologisch onderzoek, uitgevoerd met als doel het inschatten van de prevalentie op bedrijfsniveau.

Uit de screening bleek dat 27% van zowel de zeugen- als van de vleesvarkensbedrijven positief was

(CODA, 1998, niet gepubliceerde gegevens). Een bedrijf werd als positief beschouwd als uit minstens één van de genomen mengmeststalen *Salmonella* kon geïsoleerd worden. De meeste positieve bedrijven waren in Vlaanderen gelegen (29-30% tegenover 5-8% in Wallonië). De meest voorkomende serotypen waren Typhimurium (54%) en Derby (15%).

In België worden bij de mens jaarlijks ca. 15.000 gevallen van salmonellose vastgesteld (Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, 1999); het werkelijk aantal ligt vermoedelijk aanzienlijk hoger. De meest frequent geïsoleerde serotypen bij de mens zijn Enteritidis (58%) en Typhimurium (24%). In hetzelfde rapport worden eveneens de resultaten weergegeven van onderzoek op voedingswaren voor menselijke consumptie. Uit deze cijfers blijkt dat vooral pluimvee- en varkensvlees gecontamineerd zijn met *Salmonella*.

Begin 2000 werd in België het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) opgericht, een orgaan dat de bestaande instanties met bevoegdheden voor de volksgezondheid overkoepelt. De twee belangrijkste doelstellingen ervan zijn het garanderen van de veiligheid van de voedselketen en het produceren van voedsel van hoogstaande kwaliteit. Het FAVV zal wellicht een rol kunnen spelen bij het beheersen van *Salmonella* in de Belgische varkenshouderij.

BESLUIT

Salmonellose is een voedselinfectie die bij de mens vaak voorkomt. Eén van de belangrijkste bronnen is gecontamineerd varkensvlees. Deze contaminatie van varkensvlees vindt plaats bij de verschillende schakels van de productieketen.

Op het varkensbedrijf kan het aantal dragers en uitscheiders drastisch verminderd worden door het nemen van een aantal maatregelen, zoals het starten met *Salmonella*-vrije biggen, het zorgvuldig reinigen en desinfecteren van de stallen, een efficiënte knaagdierenbestrijding, het aanpassen van de structuur van het voeder.

Daarnaast is het noodzakelijk om maatregelen te nemen tijdens het transport naar het slachthuis en in het slachthuis. Hierbij is vooral de hygiëne de cruciale factor, zowel in de wachtruimte als tijdens het slachtproces.

Bij het opstarten van een *Salmonella* beheersingsprogramma is het belangrijk dat de volledige keten daarin wordt opgenomen. De oorsprong van de conta-

minatie ligt op het varkensbedrijf, maar ook in de verdere schakels van het productieproces moeten er maatregelen genomen worden. Indien dit niet gebeurt, wordt het effect van de maatregelen op het varkensbedrijf teniet gedaan. Daartegenover staat dat, wanneer *Salmonella*-positieve varkens aangevoerd worden in het slachthuis, hygiënemaatregelen onvoldoende zijn om dit te corrigeren. Het *Salmonella*-probleem in de voedselketen dient aangepakt te worden door strikte toepassing van de principes van de Integrale Keten Bewaking (IKB).

LITERATUUR

- Allred J. (1972). Comments on salmonellosis in swine. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 160; 601-602.
- Baggesen D., Dahl J., Wingstrand A., Nielsen B. (1996). Critical Control Points (CCP) in pig herds in relation to subclinical *Salmonella* infection. In: *Proceedings of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy*, p.171.
- Baird-Parker A. (1990). Foodborne illness. *The Lancet* 336, 1231-1235.
- Baskerville A., Dow C. (1973). Pathology of experimental pneumonia in pigs produced by *Salmonella choleraesuis*. *Journal of Comparative Pathology* 83, 207-215.
- Berends B., Urlings H., Snijders J., Van Knapen F. (1996). Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pigs. *International Journal of Food Microbiology* 30, 37-53.
- Berends B., Van Knapen F., Snijders J., Mossel D. (1997). Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *International Journal of Food Microbiology* 36, 199-206.
- Berends B., Van Knapen F., Mossel D., Burt S. Snijders J. (1998). Impact on the human health of *Salmonella* on pork in the Netherlands and the anticipated effects of some currently proposed control strategies. *International Journal of Food Microbiology* 44, 219-229.
- Bisping W. (1993). Salmonellen in Futtermitteln. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 100, 262-263.
- Blaha T. (1999). Epidemiology and quality assurance application to food safety. *Preventive Veterinary Medicine* 39, 81-92.
- Committee on Salmonella (1969). An evaluation of the Salmonella problem. Washington D.C. : Nat. Acad. Sci.
- Dahl J. (1997). Cross-sectional epidemiological analysis of the relations between different herd factors and *Salmonella*-seropositivity. In: *Proceedings of the International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics*, p. 04.23.
- Dahl J., Kranker S., Wingstrand A. (2000). Risk factors for high *Salmonella*-sero-prevalence in finishing pigs. In: *Proceedings of the 16th IPVS Congress, Melbourne, Australia*, p.203.
- Dahl J., Wingstrand A., Baggesen D., Nielsen B. (1996a). Salmonella reduction at the farm level. In: *Proceedings of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy*, p.181.
- Dahl J., Wingstrand A., Baggesen D., Nielsen B. (1996b). Spread of *Salmonella* infection in pens and between pens. In: *Proceedings of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy*, p.172.
- Dahl J., Wingstrand A., Baggesen D., Nielsen B. (1997). Eradication of *Salmonella typhimurium* by strategic removal of pigs in infected herds. *The Veterinary Record* 140, 679-681.
- Dahl J., Wingstrand A., Baggesen D., Nielsen B., Thomsen L. (1996c). The effect of a commercial, organic acid preparation on seroprevalence and shedding of *Salmonella* in finishing pigs. In: *Proceedings of the 14th IPVS Congress, Bologna, Italy*, p.178.
- Davies P., Morrow W., Jones F., Deen J., Fedorka-Cray P., Gray T. (1997a). Risk of shedding *Salmonella* organisms by market-age hogs in a barn with open-flush gutters. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 210, 386-389.
- Davies P., Morrow W., Jones F., Deen J., Fedorka-Cray P., Harris I. (1997b). Prevalence of *Salmonella* in finishing swine raised in different production systems in North Carolina, USA. *Epidemiology and Infection* 119, 237-244.
- Davies P., Funk J., Morrow M. (2000). Fecal shedding of *Salmonella* by gilts before and after introduction to a swine breeding farm. In *Swine Health Production* 8, 25-29.
- Davies R., Wray C. (1997). Distribution of *Salmonella* contamination in ten animal feedmills. *Veterinary Microbiology* 51, 159-169.
- Dial G., Wiseman B., Davies P. (1992). Methods used in the USA for improving the health status of swine herds. *Pig news information* 13, 111-123.
- Eikelenboom G., Bolink A., Sybesma W. (1991). Effect of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yields. *Meat science* 29, 25-30.
- Fedorka-Cray P., Whipp S., Isaacson R., Nord N., Lager K. (1994). Transmission of *Salmonella typhimurium* to swine. *Veterinary Microbiology* 41, 333-344.
- Fedorka-Cray P. (1996). The connection between *Salmonella*, swine and food safety. *George A. Young Swine Conference*, p.25-44.
- Gresham A. (1996). An old disease of increasing significance, *Salmonella* infection in pigs in Great-Britain. *The Pig Journal* 37, 36-39, 59-64.
- Isaacson R., Firkins L., Weigel R., Zuckermann F., Di Pietro J. (1999). Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of *Salmonella typhimurium* among experimentally infected pigs. *American Journal of Veterinary Research* 60, 1155-1158.
- Jørgensen L., Dahl J., Wingstrand A. (1999). The effect of feeding pellets, meal and heat treatment on the salmonella-prevalence in finishing pigs. In: *Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Washington*, p. 308.
- Kjeldsen N., Dahl J. (1999). The effect of feeding non-heat treated, non-pelleted feed compared to feeding pelle-

- ted, heat-treated feed on the Salmonella-prevalence of finishing pigs. In: *Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork*, Washington, p. 313.
- Letellier A., Messier S., Paré J., Ménard J., Quessy S. (1999). Distribution of *Salmonella* in swine herds in Québec. *Veterinary Microbiology* 67, 299-306.
- Linton A., Heard T., Grimshaw J. *et al.* (1970). Computer-based analysis of epidemiological data arising from salmonellosis in pigs. *Research in Veterinary Science* 11, 523-526.
- Löhren U. (1994). Measures for desinfection and cleaning of poultry stables after *S. enteritidis*. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 101, 290-292.
- Miller M., Carr M., Bawcom D., Ramsey C., Thompson L. (1997). Microbiology of pork carcasses from pigs with differing origin and feed withdrawal times. *Journal of Food Protection* 60, 242-245.
- Moore C. (1992). Biosecurity and minimal disease herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 8, 461-475.
- Morgan I., Krautil F., Craven J. (1987). Effect of time in lairage on caecal and carcasses salmonella contamination of slaughter pigs. *Epidemiology and Infection* 98, 323-330.
- Mousing J., Thode Jensen P., Halgaard C., Bager F., Feld N., Nielsen B., Nielsen J.P., Bech-Nielsen S. (1997). Nation-wide *Salmonella enterica* surveillance and control in Danish slaughter swine herds. *Preventive Veterinary Medicine* 29, 247-261.
- Nielsen B., Baggesen D., Bager F., Haugegaard J., Lind P. (1995). The serological response to *Salmonella* serovars typhimurium and infantis in experimentally infected pigs. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations. *Veterinary Microbiology* 47, 205-218.
- Nielsen B., Ekeroth L., Bager F., Lind P. (1998). Use of muscle fluid as a source of antibodies for serological detection of *Salmonella* infection in slaughter pig herds. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 10, 158-163.
- Oosterom J., Notermans S. (1983). Further research into possibility of *Salmonella*-free fattening and slaughter of pigs. *Journal of Hygiene Camb* 91, 59-69.
- Rajkowski K., Eblen S., Laubauch C. (1998). Efficacy of washing and sanitizing trailers used for swine transport in reduction of *Salmonella* and *E.coli*. *Journal of Food Protection* 61, 31-35.
- Rapport Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (1999). *Salmonella en Shigella stammen in België afgezonderd in 1999*.
- Richtlijn 64/433/EEG van de Raad van 26 juni 1964 inzake gezondheidsvraagstukken op het gebied van het intracommunautaire handelsverkeer van vers vlees, artikel 5.
- Rose N., Beaudou F., Drouin P., Toux J., Rose V., Colin P. (2000). Risk factors for *Salmonella* persistence after cleansing and disinfection in French broiler-chicken houses. *Preventive Veterinary Medicine* 44, 9-20.
- Schwartz K. (1999). *Salmonellosis*. In: *Diseases of Swine, 8th edition, chapter 39*, Iowa State University Press.
- Steghe H., Christensen J., Nielsen J., Baggesen D., Enoe C., Willeberg P. (2000). Prevalence of subclinical *Salmonella enterica* infection in Danish finishing pig herds. *Preventive Veterinary Medicine* 44, 175-188.
- Swanenburg M. (2000). *Salmonella in the pork production chain: sources of Salmonella on pork*. PhD thesis, University of Utrecht.
- Tablante N. Jr., Lane M. (1989). Wild mice as potential reservoirs of *Salmonella dublin* in a closed dairy herd. *Canadian Veterinary Journal* 30, 590-592.
- Van der Wolf P., Bongers J., Elbers A., Franssen F., Hunne-man W., van Exsel A., Tielens M. (1999). *Salmonella* infections in finishing pigs in The Netherlands: bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection. *Veterinary Microbiology* 67, 263-275.
- Van der Wolf P. (2000). *Salmonella in the pork production chain: Feasibility of Salmonella-free pig production*. PhD thesis, University of Utrecht, 2000.
- Waites W., Arbuthnott J. (1990). Foodborne illness: an overview. *The Lancet* 336, 722-725.
- Wegener H., Baggesen D. (1997). Comparison of conventional culture methods and two commercial enzyme immunoassays for detection of *Salmonella* in porcine fecal samples and cecal contents. *Journal of Veterinarian Diagnostic Investigation* 9, 352-356.
- Wong Lo Fo D., Hald T. (2000). *Salmonella in Pork (SALINPORK): Pre-harvest and harvest control options based on epidemiologic, diagnostic and economic research, final report, chapter II*. Editors Wong Lo Fo D., Hald T.
- Wray C., Todd N. (1987). Epidemiology of *Salmonella typhimurium* infection in calves: excretion of *S. typhimurium* faeces of calves in different management systems. *The Veterinary Record* 121, 293-296.