



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Surveillance zöonosen in vleeskuikens 2018-2019**

RIVM-rapport 2020-0073  
T. Cuperus et al.





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Surveillance zoönosen in vleeskuikens 2018-2019**

RIVM-rapport 2020-0073

## Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0073

T. Cuperus (auteur), RIVM  
M. Opsteegh (auteur), RIVM  
B. Wit (auteur), NVWA  
E. Gijsbers (auteur), RIVM  
C. Dierikx (auteur), RIVM  
P. Hengeveld (auteur), RIVM  
C. Dam (auteur), RIVM  
A. van Hoek (auteur), RIVM  
J. van der Giessen (auteur), RIVM

### Contact:

Joke van der Giessen  
Infectieziekten en Vaccinologie/Zoönosen en  
Omgevingsmicrobiologie/Dier en Vector  
joke.van.der.giessen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van NVWA in het kader van Monitoring pathogenen landbouwhuisdieren

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

## Publiekssamenvatting

### Surveillance zoönosen in vleeskuikens 2018-2019

Dieren kunnen ziekteverwekkers bij zich dragen waar mensen ook ziek van kunnen worden. De ziekten die ze veroorzaken noemen we zoönosen. In 2018 en 2019 onderzochten het RIVM en de NVWA hoe vaak een aantal van deze ziekteverwekkers voorkwamen bij vleeskuikens. Hiervoor zijn vleeskuikens op 198 Nederlandse bedrijven onderzocht.

Daarnaast hebben 132 veehouders, gezinsleden en medewerkers meegedaan aan dit onderzoek. Het RIVM heeft gekeken of dezelfde ziekteverwekkers ook bij deze mensen voorkwamen. De meeste van deze ziekteverwekkers veroorzaken diarree, maar soms kunnen infecties ernstiger verlopen. Er is ook naar ESBL-producerende bacteriën gekeken, omdat zij ongevoelig zijn voor een belangrijke groep antibiotica.

Bij de onderzochte vleeskuikens komen een aantal ziekteverwekkers vaak voor. Ze zitten in de darmen van de dieren en dus ook in de mest. Vlees kan besmet raken in het slachthuis als er mest op komt. Mensen kunnen een besmetting voorkomen door alleen kip te eten als het goed gaar is. Ook is het belangrijk te voorkomen dat ander voedsel in contact komt met rauw vlees.

Van de onderzochte ziekteverwekkers kwamen ESBL-producerende bacteriën het vaakst voor bij de vleeskuikens: op 36 procent van de bedrijven. Bij veehouders en gezinsleden kwam dit type bacterie bij 7 procent van de deelnemers voor. Dit is ongeveer even vaak als bij de hele Nederlandse bevolking.

De bacterie *Campylobacter* is op 32 procent van de bedrijven gevonden. Dit is ongeveer even vaak als bij onderzoek naar *Campylobacter* tussen 1999-2002. Bij twee van de deelnemers is deze bacterie ook gevonden.

Op vleeskuikenbedrijven wordt volgens Europese regels standaard *Salmonella*-onderzoek gedaan. Op 11 procent van de bedrijven kwam de salmonellabacterie voor bij de vleeskuikens. De typen salmonellabacteriën die zijn gevonden, kunnen bij mensen diarree veroorzaken. *Salmonella* is ook bij één deelnemer gevonden.

STEC en *Listeria* kwamen heel weinig voor bij de vleeskuikens. Deze bacteriën zijn op 1 procent (*Listeria*) of minder (STEC) van de bedrijven gevonden.

Kernwoorden: vleeskuikens, kippen, pluimvee, zoönosen, prevalentie, *Campylobacter*, *Salmonella*, ESBL-producerende *E. coli*, *Listeria*, STEC



## Synopsis

### **Surveillance into zoonoses in broilers 2018-2019**

Animals can carry pathogens that can cause disease in humans. The diseases which they cause are known as zoonoses. In 2018 and 2019 the National Institute for Public Health and the Environment [Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu] (RIVM) and the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority [Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit] (NVWA) investigated how often some of these pathogens occurred in broilers. This study involved broilers at 198 farms as well as 132 livestock farmers, family members and employees. RIVM assessed whether the same pathogens also occurred in these persons. Most of these pathogens usually cause diarrhoea, but the infections can sometimes be more severe. ESBL-producing bacteria were also assessed, as they are resistant to an important group of antibiotics.

A number of pathogens occur frequently in the investigated broilers. They are present in the animals' intestines and therefore in the manure as well. Meat can become contaminated in the slaughterhouse if it comes into direct contact with the manure. People can prevent an infection by only eating chicken that has been thoroughly cooked. It is also important to prevent other food from coming into contact with raw meat.

Of the pathogens investigated, ESBL-producing bacteria were found most often, namely in the broilers on 36% of the farms. Among livestock farmers and family members, these bacteria were found in 7% of participants. This is comparable to the percentage in the general Dutch population.

*Campylobacter* was found on 32% of broiler farms. This is comparable to the numbers from *Campylobacter* surveillance conducted between 1999 and 2002. *Campylobacter* was also found in two of the human participants.

*Salmonella* surveillance is carried out on all broiler farms according to European legislation. *Salmonella* was reported in broilers from 11% of the farms. The types of *Salmonella* bacteria identified are those that can cause diarrhoea in people. *Salmonella* was also found in one human participant.

STEC and *Listeria* were found on very few broiler farms. These bacteria were detected on 1% (*Listeria*) or less (STEC) of the investigated farms.

Keywords: broilers, chickens, poultry, zoonoses, prevalence, *Campylobacter*, *Salmonella*, ESBL-producing *E. coli*, *Listeria*, STEC





## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Achtergrond — 9</b>
1.1	Doel van het surveillanceprogramma — 9
1.2	Pathogenen — 9
1.2.1	<i>Campylobacter</i> — 9
1.2.2	ESBL-producerende <i>Escherichia coli</i> — 10
1.2.3	<i>Listeria monocytogenes</i> — 11
1.2.4	Meticilline-resistente <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA) — 11
1.2.5	<i>Salmonella</i> — 12
1.2.6	Shiga toxine-producerende <i>Escherichia coli</i> (STEC) — 12
<b>2</b>	<b>Methode — 15</b>
2.1	Algemeen — 15
2.2	Microbiologische analyse — 16
2.2.1	<i>Campylobacter</i> — 16
2.2.1.1	Vleeskuikens — 16
2.2.1.2	Humaan — 16
2.2.2	ESBL-producerende <i>Escherichia coli</i> — 16
2.2.2.1	Vleeskuikens — 16
2.2.2.2	Humaan — 16
2.2.3	<i>Listeria monocytogenes</i> — 17
2.2.3.1	Vleeskuikens — 17
2.2.4	MRSA — 17
2.2.4.1	Vleeskuikens — 17
2.2.4.2	Humaan — 17
2.2.5	<i>Salmonella</i> — 17
2.2.5.1	Vleeskuikens — 17
2.2.5.2	Humaan — 18
2.2.6	Shiga toxine-producerende <i>Escherichia coli</i> (STEC) — 18
2.2.6.1	Vleeskuikens — 18
2.3	Data-analyse — 18
2.3.1	Beschrijvende statistiek — 18
2.3.2	Risicofactoranalyse — 18
<b>3</b>	<b>Resultaten — 21</b>
3.1	Respons — 21
3.2	Beschrijvende statistiek vleeskuikenhouderij — 21
3.2.1	Bedrijfskenmerken — 21
3.2.2	Aan- en afvoer — 23
3.2.3	Huisvesting — 24
3.2.4	Voeding en drinkwater — 25
3.2.5	Hygiëne — 26
3.2.6	Diergezondheid — 28
3.3	Zoönotische pathogenen bij vleeskuikens — 29
3.3.1	Prevalentie — 29
3.3.2	Typering — 30
3.3.2.1	<i>Campylobacter</i> — 30
3.3.2.2	ESBL-producerende <i>E. coli</i> — 30
3.3.2.3	<i>Salmonella</i> — 31
3.3.2.4	STEC — 32
3.4	Beschrijvende statistiek humane deelnemers — 32

3.5	Zoönotische pathogenen bij humane deelnemers — 33
3.5.1	Prevalentie — 33
3.5.2	Typering — 34
<b>4</b>	<b>Risicofactoren — 37</b>
4.1	Risicofactoren voor <i>Campylobacter</i> bij vleeskuikens — 37
4.2	Risicofactoren voor ESBL-producerende <i>E. coli</i> bij vleeskuikens — 38
4.3	Risicofactoren voor <i>Salmonella</i> bij vleeskuikens — 39
<b>5</b>	<b>Discussie — 41</b>
5.1	<i>Campylobacter</i> — 41
5.1.1	Prevalentie vleeskuikens — 41
5.1.2	Risicofactoren vleeskuikens — 41
5.1.3	Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden — 43
5.1.4	Risico voor de mens — 43
5.2	ESBL-producerende <i>E. coli</i> — 44
5.2.1	Prevalentie vleeskuikens — 44
5.2.2	Risicofactoren vleeskuikens — 45
5.2.3	Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden — 46
5.2.4	Risico voor de mens — 46
5.3	<i>Listeria monocytogenes</i> — 47
5.3.1	Prevalentie vleeskuikens — 47
5.3.2	Risicofactoren vleeskuikens — 47
5.3.3	Risico voor de mens — 47
5.4	MRSA — 48
5.4.1	Prevalentie vleeskuikens — 48
5.4.2	Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden — 48
5.4.3	Risico voor de mens — 49
5.5	<i>Salmonella</i> — 50
5.5.1	Prevalentie vleeskuikens — 50
5.5.2	Risicofactoren vleeskuikens — 50
5.5.3	Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden — 52
5.5.4	Risico voor de mens — 52
5.6	STEC — 53
5.6.1	Prevalentie vleeskuikens — 53
5.6.2	Risicofactoren vleeskuikens — 53
5.6.3	Risico voor de mens — 53
<b>6</b>	<b>Conclusie — 55</b>
	<b>Referenties — 57</b>
	<b>Bijlage 1 <i>Campylobacter</i>: uitkomsten univariate logistische regressie — 65</b>
	<b>Bijlage 2 ESBL-producerende <i>E. coli</i>: uitkomsten univariate logistische regressie — 69</b>
	<b>Bijlage 3 <i>Salmonella</i>: uitkomsten univariate logistische regressie — 75</b>

## 1 Achtergrond

Alle EU-lidstaten dienen in het kader van de Zoönosenrichtlijn (2003/99/EC) informatie te verzamelen over het vóórkomen en de trends van zoönoseverwekkers bij de mens, dieren en (dierlijke) producten en daarover jaarlijks aan ECDC (humaan) en EFSA (dier en dierlijke producten) te rapporteren. In dit kader voert het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in samenwerking met de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) een surveillanceprogramma naar zoönotische agentia bij landbouwhuisdieren uit.

### 1.1 Doel van het surveillanceprogramma

Het doel van dit surveillanceprogramma is om inzicht te krijgen in het vóórkomen en de trends van zoönosenverwekkers bij landbouwhuisdieren, evenals de antibioticumresistentie van (een deel van) deze pathogenen. Daarnaast is het doel om aan de hand van de typering van pathogenen epidemiologische verbanden te kunnen leggen tussen het vóórkomen van deze pathogenen bij landbouwhuisdieren en het optreden van infecties bij veehouders en hun gezinsleden, die nauw contact hebben met landbouwhuisdieren. Een analyse van risicofactoren kan handvatten bieden voor interventie maatregelen waarmee verspreiding van zoönoseverwekkers onder dieren en van dieren naar mensen kan worden voorkómen.

In een meerjarige cyclus wordt ieder jaar een dierketen onder de loep genomen. De ketens die worden gemonitord op diverse relevante pathogenen zijn varkens, pluimvee, runderen, vleeskalveren en kleine herkauwers. In 2013 is gestart met varkensbedrijven, daaropvolgend zijn in 2015 legpluimveebedrijven, in 2016 melkgeiten- en melkschapenhouderijen en in 2017 vleesveebedrijven onderzocht.

In 2018 en 2019 zijn vleeskuikenbedrijven nader onderzocht. Op alle bezochte bedrijven zijn mestmonsters verzameld die geanalyseerd zijn op de aanwezigheid van *Campylobacter*, ESBL-producerende *E. coli*, *Listeria monocytogenes* en Shiga toxine-producerende *E. coli* (STEC). Daarnaast zijn stofmonsters verzameld en onderzocht op de aanwezigheid van Meticilline-resistente *S. aureus* (MRSA). Tenslotte zijn van de bemonsterde koppels *Salmonella* uitslagen van de reguliere monitoring opgevraagd uit KIPnet. Daarnaast zijn ontlastingsmonsters van veehouders, medewerkers en gezinsleden verzameld en onderzocht op *Campylobacter*, ESBL-producerende *E. coli* en *Salmonella*. Verzamelde neusswabs zijn onderzocht op MRSA. In dit rapport worden de prevalentieschattingen en de risicofactoranalyse uit het surveillanceprogramma in 2018/2019 beschreven.

### 1.2 Pathogenen

#### 1.2.1 *Campylobacter*

De bacterie *Campylobacter* is de belangrijkste veroorzaker van voedselinfecties in Nederland. Het aantal gevallen van gastro-enteritis

door *Campylobacter*-infecties in Nederland werd in 2018 geschat op ongeveer 71.000 (Vlaanderen et al., 2019).

Er zijn meer dan 30 *Campylobacter* soorten, waarvan de meest voorkomende *C. jejuni* en *C. coli* zijn. Deze soorten zijn ook het meest van belang voor humane infecties. De meest voorkomende oorzaak van humane *Campylobacter*-infecties is de consumptie van rauw of niet geheel gaar vlees. Andere mogelijke besmettingsbronnen zijn verontreinigd water en direct contact met besmette dieren of hun mest.

Nederlandse bronattributiestudies schatten dat humane gevallen van campylobacteriose voor 60-70% kunnen worden toegeschreven aan pluimvee. Dit betreft de som van alle mogelijke besmettingsroutes en niet alleen consumptie van besmet voedsel (Mughini Gras et al., 2012). Op vers kippenvlees in de winkel wordt regelmatig *Campylobacter* gevonden, in de laatste 3 jaar op zo'n 35-40% van de geteste producten (Vlaanderen et al., 2019).

Monitoring van *Campylobacter* bij pluimvee vindt plaats in slachthuizen. Sinds het begin van 2018 wordt deze monitoring uitgevoerd volgens EU-wijde systematiek. Hierbij wordt per slachterij wekelijks één koppel geselecteerd en hiervan worden nekvelen en blindedarmen onderzocht. In 2018 waren 41,9% van de geteste koppels positief voor *Campylobacter* in de blindedarm en gemiddeld 10-15% op het nekvel (Anonymous, NEPLUVI, 2019).

### 1.2.2 *ESBL-producerende Escherichia coli*

ESBL-producerende bacteriën produceren 'Extended Spectrum  $\beta$ -Lactamase' enzymen. Deze enzymen kunnen een specifieke groep antibiotica afbreken, de  $\beta$ -lactam antibiotica zoals penicillines en cephalosporines. Bacteriën die een ESBL produceren zijn daarmee veel minder gevoelig voor deze belangrijke groep antibiotica. ESBL enzymen kunnen in verschillende bacteriën vóórkomen. *E. coli* is een indicatororganisme voor het vóórkomen van ESBL's.

De resistentie van ESBL-producerende bacteriën kan zich snel en efficiënt verspreiden doordat de genen die coderen voor ESBL's vaak op mobiele elementen liggen, zoals plasmiden.

Er zijn verschillende reservoirs van ESBL-producerende bacteriën aangetoond, waaronder voedsel, milieu en gezelschaps- en landbouwhuisdieren. In de recent gepubliceerde ESBLAT rapportage (ESBL-Attributieanalyse, Mevius et al. (2018)) wordt beschreven dat de types ESBL-producerende *E. coli* die vaak bij mensen worden gevonden, relatief weinig teruggevonden worden in dierlijke bronnen. Dit suggereert dat vee en vlees een relatief kleine bijdrage leveren aan ESBL's bij de mens, in vergelijking tot de overdracht van mens-tot-mens. Dit wordt tevens bevestigd door een recente modelleringsstudie, waarbij berekend is wat de relatieve bijdrage is van verschillende bronnen aan ESBL-dragerschap bij mensen. De mens bleek hierbij de belangrijkste bron voor de mens (Mughini-Gras et al., 2019). Daarnaast laat een studie onder vegetariërs en niet-vegetariërs zien dat vegetariërs geen verlaagd risico op ESBL-dragerschap bleken te hebben ten opzichte van vleeseters (Dierikx et al., 2018). Een uitzondering

hierop vormen mensen die beroepsmatig veel contact met dieren hebben, waaronder pluimveehouders. De ESBL types in deze bevolkingsgroep vertonen vaak een sterke gelijkheid met die in het eigen vee en deze mensen zijn vaker drager van ESBLs dan mensen in de algemene bevolking (Dierikx et al., 2013a; Dohmen et al., 2015).

De prevalentie van ESBL-producerende *E. coli* bij landbouwhuisdieren wordt elk jaar gerapporteerd in de MARAN rapportage. In 2018 waren 23% van de bemonsterde koppels vleeskuikens positief. De prevalentie van ESBL-producerende *E. coli* bij vleeskuikens is gestaag gedaald vanaf de start van deze monitoring in 2014 (66%, Anonymous (2019b)).

### 1.2.3 *Listeria monocytogenes*

*Listeria monocytogenes* is een ubiquitair voorkomende bacterie, die onder andere voorkomt in grond, water, feces en op vegetatie. Onder bepaalde omstandigheden, zoals op voedsel in de koelkast, kan deze bacterie zich vermeerderen, terwijl veel andere soorten bacteriën door de lage temperatuur juist worden geremd. Veel dieren dragen *Listeria* symptomloos bij zich en scheiden deze uit in de feces. Mensen raken vooral geïnfecteerd door de consumptie van met *Listeria* besmet voedsel. Humane *Listeria* infecties worden voornamelijk toegeschreven aan de consumptie van zuivel, vis en schaal- en schelpdieren (Pijnacker et al., 2019). Met behulp van WGS (Whole Genome Sequencing) is het sinds enkele jaren mogelijk om *Listeria* stammen van patiënten heel direct te koppelen aan voedselbronnen. In oktober 2019 werd bekend gemaakt dat met behulp van deze techniek een cluster van 20 patiënten kon worden gekoppeld aan vleeswaren van één bepaalde producent (RIVM, 2019)

Sinds 2005 bestaat een geïntensiveerde surveillance van *Listeria monocytogenes* in Nederland, vanaf 2008 is dit pathogeen daarnaast meldingsplichtig bij mensen. In 2018 werden 78 patiënten gemeld, in 2017 was de hoogste incidentie te zien sinds de meldingsplicht met 115 gevallen (Uiterwijk et al., 2018; Vlaanderen et al., 2019).

Bij onderzoek van de NVWA naar vóórkomen van *L. monocytogenes* in levensmiddelen wordt regelmatig *Listeria* geïsoleerd vanuit vers pluimveevlees (64 keer in 2018, Vlaanderen et al. (2019)). De prevalentie van *Listeria* bij vleeskuikens in Nederland is echter onbekend. In Frankrijk was in 2005/2006 32% van de onderzochte vleeskuikenbedrijven positief voor *L. monocytogenes*, maar in Iran in 2009 slechts 1% (Aury et al., 2011; Hosseinzadeh et al., 2012).

### 1.2.4 *Meticilline-resistente Staphylococcus aureus (MRSA)*

*Staphylococcus aureus* is een bacterie die bij veel mensen voorkomt op de huid of de slijmvliezen. Het merendeel van deze dragers heeft geen klachten. Wanneer er echter beschadigingen van de huid zijn kunnen er wond- of invasieve infecties ontstaan.

MRSA zijn *S. aureus* die ongevoelig zijn voor  $\beta$ -lactam antibiotica zoals penicilline of cephalosporines. MRSA infecties bij mensen waren in eerste instantie geassocieerd met ziekenhuizen en verpleeghuizen (hospital acquired of HA-MRSA), maar werd later ook in de algemene bevolking (community acquired of CA-MRSA) en in landbouwhuisdieren

(livestock associated of LA-MRSA) aangetroffen. Sinds het begin van deze eeuw is het duidelijk dat LA-MRSA kan worden overgedragen van landbouwhuisdieren naar mensen die veelvuldig contact met deze dieren hebben (Wagenaar and Van de Giessen, 2009). Recente ontdekkingen lijken erop te wijzen dat LA-MRSA ook van mens-tot-mens kan worden overgedragen en daarmee vervagen de grenzen tussen de verschillende MRSA types (Bal et al., 2016; Bosch et al., 2016).

De MRSA prevalentie bij vleeskuikens is in 2008-2009 gemeten in koppels bij slachthuizen (Mulders et al., 2010) en in 2010-2011 op vleeskuikenbedrijven (Geenen et al., 2013). De gevonden prevalenties waren respectievelijk 8,6% en 8% op koppel- en bedrijfsniveau.

Door maatregelen om het gebruik van antibiotica in de veehouderij terug te dringen is het veterinaire antibiotica gebruik het afgelopen decennium sterk verminderd (64% vanaf 2009 gemeten over alle sectoren, Anonymous (2019b)) Het is belangrijk om in kaart te brengen of deze afname ook leidt tot een afname van MRSA bij dieren. Dit is niet altijd een vanzelfsprekendheid, laat een studie bij vleesvarkens zien (Dierikx et al., 2016). In deze studie werd in 2015 een hogere prevalentie van MRSA (83%) gemeten bij varkens in het slachthuis dan in 2005 (39%), ondanks een daling van het antibioticagebruik met 50% in deze sector.

#### 1.2.5

##### *Salmonella*

*Salmonella* is een bacterie die voorkomt in de darmen van dieren en bij zowel mens als dier diarree kan veroorzaken. Een infectie door *Salmonella* komt in Nederland veel voor, naar schatting lopen zo'n 27.000 mensen per jaar salmonellose op, waarvan ongeveer 1.100 personen in het ziekenhuis moeten worden opgenomen (Pijnacker et al., 2019).

Hoewel veel humane *Salmonella* infecties worden toegeschreven aan pluimvee, betreft dit vooral leghennen/eieren. Vleeskuikens en/of kippenvlees zijn slechts een relatief kleine bron van humane salmonellose: in 2018 7% (Vlaanderen et al., 2019). Toch wordt nog regelmatig *Salmonella* op vers kippenvlees in winkels gevonden, in 2018 op 3% van de onderzochte partijen (Vlaanderen et al., 2019).

De monitoring en bestrijding van zoönotische *Salmonella* bij pluimvee is op Europees niveau geregeld en wordt in Nederland, sinds het opheffen van de Productschappen voor Vee, Vlees en Eieren in 2015, gecoördineerd door de NVWA. Voor vleeskuikens bestaat de monitoring in de bedrijfsfase uit het bemonsteren van aangevoerde eendagskuikens en bemonstering van de stal met overschoentjes in de laatste drie weken voor de slacht. De doelstelling van de EU verordening is dat op jaarbasis maximaal 1% van de koppels vleeskuikens is besmet met *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium*. Voor Nederlandse koppels vleeskuikens is deze doelstelling de laatste jaren behaald, de prevalentie schommelt rond de 0,1% (Anonymous, 2018, 2019a).

#### 1.2.6

##### *Shiga toxine-producerende Escherichia coli (STEC)*

STEC zijn *E. coli* bacteriën die Shiga toxine produceren. Symptomen van STEC-infecties bij mensen kunnen variëren van milde diarree tot

gecompliceerde bloederige diarree (colitis). In 2-7% van de gevallen kan het hemolytisch uremisch syndroom optreden wat gepaard gaat met acuut nierfalen. Humane STEC infecties zijn in Nederland meldingsplichtig sinds 2007. In 2018 werden in totaal 487 patiënten gemeld (Vlaanderen et al., 2019).

Net als andere pathogene *E. coli*, wordt STEC serologisch getypeerd naar O- en H- antigenen. STEC O157:H7 is het meest bekende serotype, maar er zijn meer dan 200 STEC serotypen beschreven. Recent is door EFSA een rapport gepubliceerd wat aangeeft dat alle serotypen in principe kunnen leiden tot ernstig verloop infecties (BIOHAZ et al., 2020). In de afgelopen 10 jaar zijn bij humane patiënten O26, O91, O103, O146 en O63 samen met O157 de meest voorkomende serotypen. Deze serotypen vormen samen 43% van de getypeerde humane STEC-infecties (Vlaanderen et al., 2019).

Herkauwers zoals runderen, geiten en schapen vormen het belangrijkste reservoir van STEC. De bacterie wordt via de mest uitgescheiden en kan op deze manier ook op karkassen en in het milieu terecht komen. Mensen kunnen besmet raken via voedselproducten (bijvoorbeeld het eten van onvoldoende verhit (rund)vlees) of door contact met besmette mest. Een recente Nederlandse bronattributiestudie stelt dat zo'n 50% van de humane STEC besmettingen kunnen worden toegeschreven aan rundvee (Mughini-Gras et al., 2017). Pluimvee werd beschreven als de minst belangrijke bron voor humane STEC, met een attributie van 3%.

In de periode van 1996-1999 werd bij 1,7% van een selectie van Nederlandse vleeskuikenbedrijven STEC O157 gevonden (Schouten et al., 2005). Andere STEC serotypen zijn bij vleeskuikens in Nederland niet eerder onderzocht. Bij de surveillance van leghennen in 2015 werd geen STEC gevonden (Van Roon et al., 2016).





## 2 Methode

### 2.1 Algemeen

Volgens cijfers van de CBS-Landbouwtelling waren er in 2018 in Nederland zo'n 625 vleeskuikenbedrijven. Deze bedrijven kunnen bestaan uit meerdere locaties.

Voor deze studie zijn alleen de bedrijven geselecteerd waar minimaal 3000 stuks vleeskuikens worden opgezet. Uit de dataset van 823 bedrijfslocaties zijn 230 KIP (Koppel Informatiesysteem Pluimvee) nummers random geselecteerd waarbij de kans op selectie toenam met het geschatte aantal vleeskuikens op het bedrijf (R software, probability sampling without replacement). Wanneer meerdere locaties van één BRS (bedrijfsrelatienummer) in de steekproef terecht zijn gekomen, zijn deze als apart bedrijf bemonsterd. De steekproefgrootte is berekend met behulp van Winepi.net en is gebaseerd op het aantal benodigde bedrijven om een uitspraak te kunnen doen over de prevalenties van de verschillende pathogenen met een betrouwbaarheid van 95%. Van de steekproef zijn 200 bedrijven random toegewezen voor bemonstering in een bepaalde maand en de overige 30 bedrijven op een reservelijst geplaatst.

Geselecteerde bedrijven kregen een brief en informatiefolder toegestuurd en zijn door de NVWA bezocht tussen juli 2018 en mei 2019. Bedrijven werden bij voorkeur bemonsterd in de laatste drie weken voor de slacht van de vleeskuikens. Per bedrijf werden, indien aanwezig, twee stallen bemonsterd. Verspreid (voor, midden, achter) over de stal zijn willekeurig drie gepoolde mestmonsters genomen, bestaande uit 12 verse droppings per monster. Daarnaast werden per stal drie stofmonsters genomen door met een veegdoekje 20-30 cm van de voerleiding te bemonsteren.

De mestmonsters zijn door de NVWA onderzocht op het vóórkomen van *Campylobacter*, ESBL-producerende *E. coli*, *Listeria monocytogenes* en STEC. De stofmonsters zijn door de NVWA onderzocht op de aanwezigheid van MRSA. Van de bemonsterde koppels zijn de *Salmonella* uitslagen van de reguliere monitoring opgevraagd uit KIPnet. Voor de risicofactoranalyse is samen met de veehouder een digitale bedrijfsvragenlijst ingevuld met vragen over bedrijfskenmerken, hygiënemaatregelen en diergezondheid.

Parallel aan het nemen van de mestmonsters van de vleeskuikens zijn de bedrijven benaderd voor deelname aan het humane deel van het onderzoek. Hierbij werden de veehouder, hun gezinsleden en medewerkers ( $\geq 18$  jaar) gevraagd een ontlastingsmonster en een neusswab op te sturen en een vragenlijst in te vullen. Deze materialen zijn door het RIVM onderzocht op de aanwezigheid van *Campylobacter*, ESBL-producerende *E. coli*, MRSA en *Salmonella*.

## 2.2 Microbiologische analyse

### 2.2.1 *Campylobacter*

#### 2.2.1.1 *Vleeskuikens*

De kweekmethode is gebaseerd op ISO 10272 deel 1B: Microbiology of food and feeding stuff – Horizontal method for detection and enumeration of *Campylobacter* spp. Part 1B 'Detection in products with high background of non-campylobacters'. Een fecesswab werd opgehoopt in 10 ml Preston bouillon en na bebroeding afgestreeken op Modified Charcaol Cefoperazone Deoxycholate Agar (mCCDA). Een selectie van isolaten van *Campylobacter* werden getest op gevoeligheid voor verschillende klassen antibiotica met de Micro Broth Dilution methode gelijkwaardig aan ISO 20776. Gebruikte panels van antibiotica zijn conform EU regelgeving voor monitoring van antimicrobiële resistentie (AMR, uitvoeringsbesluit 2013/652/EU).

#### 2.2.1.2 *Humaan*

De deelnemers hebben via de reguliere post een fecesmonster en een fecesswab (Transwab met Cary Blair medium) opgestuurd. Na ontvangst werd dezelfde dag de kweek voor *Campylobacter* ingezet. De swab werd direct afgestreeken op mCCDA en vervolgens opgehoopt in 5 ml Preston bouillon. Daarnaast werd ongeveer 1 gram feces afgewogen en opgehoopt in 9 ml Preston bouillon. Incubatie vond plaats onder micro-aerofiel milieu bij 41,5 °C, de ophopingen 24 uur en de mCCDA-plaat 48 uur. Van beide ophopingen werd 10 µl met een öse afgestreeken op mCCDA en 48 uur geïncubeerd. *Campylobacter* verdachte koloniën zijn microscopisch beoordeeld en bevestigd met behulp van de MALDI-TOF.

### 2.2.2 *ESBL-producerende Escherichia coli*

#### 2.2.2.1 *Vleeskuikens*

Een fecesswab werd rechtstreeks afgestreeken op MacConkey agar met cefotaxime (1 mg/l) en opgehoopt in BPW en na incubatie (16-20 uur bij 37 °C) eveneens afgestreeken op MacConkey agar met cefotaxime. Bevestiging van verdachte *E. coli* vond plaats met MALDI-TOF. Karakteristieke isolaten werden verzameld en door RIVM getypeerd zoals beschreven bij de humane isolaten (zie hieronder).

De ESBL verdachte isolaten werden getest op gevoeligheid voor verschillende klassen antibiotica met de Micro Broth Dilution methode gelijkwaardig aan ISO 20776. Gebruikte panels van antibiotica zijn conform EU regelgeving voor monitoring van antimicrobiële resistentie (AMR, uitvoeringsbesluit 2013/652/EU).

#### 2.2.2.2 *Humaan*

Met een swab werd materiaal van het opgestuurde fecesmonster uitgestreken op zowel Brilliance *E. coli*/coliform selective agar (BECSA) als BECSA met cefotaxime (1 mg/l). Dezelfde swab werd selectief opgehoopt in 2 ml Luria Bertani broth met cefotaxime (1 mg/l). De platen en ophoping zijn overnacht geïncubeerd bij 37 °C. Van de ophoping werd 10 µl met een öse afgestreeken op BECSA met cefotaxime (1 mg/l) en de plaat werd overnacht geïncubeerd bij 37 °C. Per monster zijn, indien aanwezig, drie verdachte koloniën onderzocht, bij voorkeur van de plaat zonder selectieve ophoping. *E. coli* verdachte koloniën (blauw en paars) zijn getypeerd en bevestigd door MLST (Wirth et al.,

2006). *K. pneumoniae* en minder voorkomende *E. coli* verdachte koloniën (roze) zijn eerst geanalyseerd met behulp van de MALDI-TOF. Alle *E. coli* isolaten zijn onderzocht op aanwezigheid van ESBL/AmpC-genen (CMY groep 2, CTX-M groep 1, 2 en 9, OXA-1-like, SHV en TEM) met behulp van PCR en sequentie-analyse. Op isolaten waarbij geen van deze genen zijn gevonden, is een disk diffusie test uitgevoerd. Isolaten met een AmpC fenotype zijn vervolgens onderzocht op aanwezigheid van ACC, ACT en DHA genen met behulp van PCR

### 2.2.3 *Listeria monocytogenes*

#### 2.2.3.1 *Vleeskuikens*

De methode is gebaseerd op ISO 11290-1:1996. Van 25 gram mest (of een 1:10 verdunning daarvan) werd een 1:10 verdunning gemaakt in Half Fraser bouillon en 24 uur geïncubeerd bij 30 °C. Uit deze voorophoping werden Fraser bouillon buizen en twee selectieve platen (ALOA en Listeria Prisma-plaat) beënt en gedurende 48 uur bij 37 °C bebroed. Verdachte koloniën werden na reinkweek op TSA ingezet en afgelezen in Microbact 12L, een aanvullende hemolysetest, katalasereactie en gramkleuring.

### 2.2.4 *MRSA*

#### 2.2.4.1 *Vleeskuikens*

De isolatie van MRSA werd uitgevoerd op Brilliance MRSA-2 agar na een voorophoping van de veegdoekjes in Mueller-Hinton broth met 6,5% NaCl. Brilliance MRSA-2 agar remt de groei van meticilline-gevoelige *Staphylococci* en de meeste andere bacteriën en schimmels. Vermoedelijke MRSA kolonies zijn blauw op de Brilliance MRSA-2 agar. Bevestiging van *Staphylococcus aureus* is uitgevoerd met behulp van het MALDI Biotyper systeem. Verdachte isolaten worden bevestigd met PCR waarbij *mecA* en/of *mecC* genen worden aangetoond.

#### 2.2.4.2 *Humaan*

Voor de kweek van MRSA werd door deelnemers een neusswab (Dryswab) opgestuurd. De swab werd opgehoopt in 10 ml Mueller Hinton Broth met 6,5% NaCl en overnacht geïncubeerd bij 37 °C. Van de ophoping werd 10 µl met een öse afgestreeken op Brilliance MRSA2 agar en 1 ml werd overgepipetteerd naar een selectieve ophoping (9 ml Tryptone Soy Broth met 3,5 mg/l cefoxitine en 75 mg/l aztreonam). De plaat en selectieve ophoping hebben overnacht geïncubeerd bij 37 °C. Van de selectieve ophoping werd 10 µl met een öse afgestreeken op Brilliance MRSA2 agar en de plaat werd overnacht geïncubeerd bij 37 °C. MRSA verdachte koloniën zijn met een multiplex PCR getest op aanwezigheid van de genen *lukF-PV*, *mecA*, *mecC* en *spa* (Stegger et al., 2012). Na bevestiging zijn de MRSA isolaten getypeerd met *multi locus variable tandem repeat analysis* (MLVA, Schouls et al. (2009)).

### 2.2.5 *Salmonella*

#### 2.2.5.1 *Vleeskuikens*

Bij Nederlandse vleeskuikenbedrijven vindt een reguliere monitoring van *Salmonella* plaats in het kader van het Nationaal Controle Programma *Salmonella*. Eén van deze monsternamemomenten vindt plaats maximaal 21 dagen voor de slacht. Door een dierenarts wordt met overschoentjes door de stal van de vleeskuikens gelopen. Deze

overschoentjes worden vervolgens door een erkend laboratorium onderzocht op de aanwezigheid van *Salmonella*. De uitslagen worden geregistreerd in de nationale databank KIPnet. Voor de in dit onderzoek bemonsterde koppels zijn deze *Salmonella* uitslagen en typeringen door de NVWA in KIPnet opgezocht.

#### 2.2.5.2 *Humaan*

Ongeveer 1 g feces werd afgewogen in 9 ml gebufferd pepton water (BPW) en overnacht geïncubeerd bij 37 °C. Van deze ophoping werd 100 µl overgebracht op een MRSV plaat met novobiocine. Na incubatie van 24 of 48 uur bij 41,5 °C werd van verdachte platen een reinstrijk gemaakt op Brilliance Salmonella Agar (BSA) platen. BSA platen werden 24 uur geïncubeerd bij 37 °C. Per BSA plaat werden drie kolonies biochemisch bevestigd en geënt op bloedagar. Positief bevestigde *Salmonella* isolaten werden voor serotypering aangeboden aan het IDS laboratorium van het RIVM.

#### 2.2.6 *Shiga toxine-producerende Escherichia coli (STEC)*

##### 2.2.6.1 *Vleeskuikens*

Fecesswabs werden conform ISO/TS 13136 (2012) onderzocht. Kortweg bestaat dit uit een verrijking, een PCR screening op *stx*<sub>1</sub> en *stx*<sub>2</sub> genen, en isolatie in het geval van positieve PCR screening. Uit de positief gescreende monsters, werd getracht STEC te isoleren en indien succesvol, werd typering, O en H antigenen en/of bepaling van aanwezigheid van aanhechtingsgenen, van de isolaten uitgevoerd.

## 2.3 **Data-analyse**

### 2.3.1 *Beschrijvende statistiek*

De bedrijfsvragenlijsten zijn geanalyseerd om inzicht te krijgen in bedrijfsaspecten van de vleeskuikenhouderij.

Per pathogeen wordt de prevalentie met 95% betrouwbaarheidsinterval berekend op bedrijfs- en monsterniveau. Een bedrijf wordt positief genoemd als ten minste één van de onderzochte mengmonsters positief was voor het betreffende pathogeen. Voor het 95% betrouwbaarheidsinterval is gebruik gemaakt van de webtool van Ausvet en de Clopper-Pearson methode (<http://epitools.ausvet.com.au/content.php?page=CIProportion>).

### 2.3.2 *Risicofactoranalyse*

Ten behoeve van de risicofactoranalyse zijn de uitslagen van de microbiologische analyse gekoppeld aan de ingevulde vragenlijsten. De risicofactoranalyses zijn uitgevoerd op stalniveau. Met het clustereffect van de twee stallen per bedrijf is rekening gehouden door het toevoegen van een random effect op bedrijfsniveau.

In SAS (Statistical Analysis System, IBM) wordt met behulp van kruistabellen meer inzicht verkregen in de data voor de risicofactoranalyse. Variabelen met te weinig variatie in de gegeven antwoorden worden niet meegenomen in de verdere analyse. Indien nodig worden de antwoordopties van categorische variabelen anders ingedeeld. Met een univariate logistische regressie wordt per ziekteverwekker gekeken naar mogelijke risicofactoren die geassocieerd

zijn met infectie. Alle mogelijke risicofactoren met een P-waarde  $\leq 0,10$  zijn beoordeeld op overlap tussen variabelen en getest op onderlinge correlaties en interacties. Een selectie van variabelen wordt vervolgens meegenomen naar de multivariate analyse. Voor *Campylobacter* en *Salmonella* zijn er twee lijsten van variabelen gemaakt op basis van biologische verklaarbaarheid: 1<sup>e</sup> keus en 2<sup>e</sup> keus. Voor ESBL-producerende *E. coli* is er specifiek gekeken naar de correlatie van variabelen met antibioticagebruik door middel van een bivariate analyse.

In de multivariate logistische regressie worden de (1<sup>e</sup> keus) risicofactoren geïdentificeerd met behulp van achterwaartse selectie met significantie ( $P < 0,05$ ) in de *likelihood ratio-test* als criterium. Op deze manier wordt het best passende model gezocht. Per stap (het verwijderen van een variabele uit het model) wordt gekeken of deze variabele wel of niet significant bijdraagt aan het model en of er mogelijk *confounders* (variabelen die de uitkomst van andere variabelen kunnen beïnvloeden) in het model aanwezig zijn. Indien de variabele wel significant bijdraagt aan het model of indien er *confounding* optreedt, blijft de variabele in het model.

In het geval van *Campylobacter* en *Salmonella* zijn vervolgens de 2<sup>e</sup> keus variabelen met behulp van een voorwaartse selectie één voor één toegevoegd aan het model. Indien de toegevoegde variabele significant bijdraagt aan het model, blijft deze variabelen in het model.



## 3 Resultaten

### 3.1 Respons

In totaal zijn er 198 bedrijven bezocht en bemonsterd. Van alle 198 bedrijven is een ingevulde bedrijfsvragenlijst beschikbaar. Op de meeste bedrijven zijn twee stallen bemonsterd, op 17 bedrijven was slechts één stal aanwezig. In totaal zijn 379 stallen bemonsterd en 1120 mestmonsters en 1065 stofmonsters onderzocht.

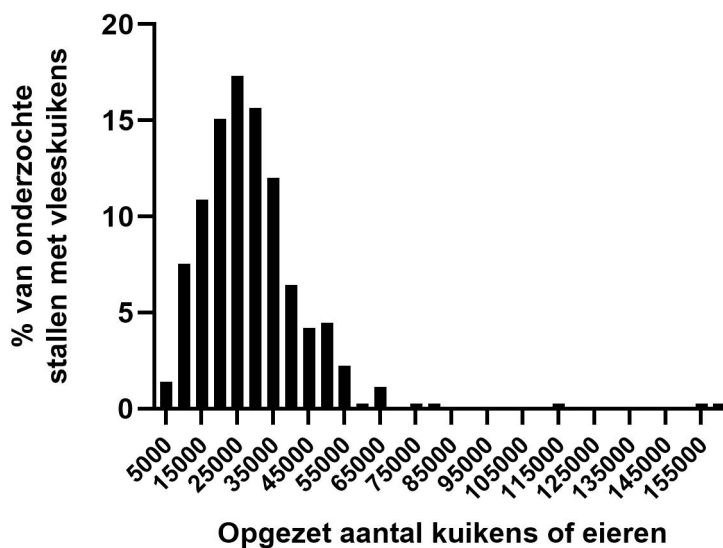
Van de 198 bedrijven hebben 81 bedrijven ook meegedaan met het humane deel van het onderzoek (41%). In totaal deden 132 veehouders, medewerkers en gezinsleden mee. Gemiddeld waren er 1,6 deelnemers per bedrijf (range 1-6). Van alle deelnemers is een ingevulde vragenlijst ontvangen.

### 3.2 Beschrijvende statistiek vleeskuikenhouderij

De bedrijfsvragenlijsten die samen met de veehouder zijn ingevuld geven waardevolle informatie over de sector. Hieronder worden verschillende bedrijfsaspecten verder toegelicht.

#### 3.2.1 Bedrijfskenmerken

Op de vleeskuikenbedrijven in deze studie werden gemiddeld 107.853 vleeskuikens gehouden (range 14.400-465.000). Op de bedrijven waren tussen de 1 en 12 vleeskuikenstallen aanwezig, met een gemiddelde van 4 stallen per locatie. Gemiddeld werden per stal 29.175 kuikens opgezet (range 3060-160.000, Figuur 1).

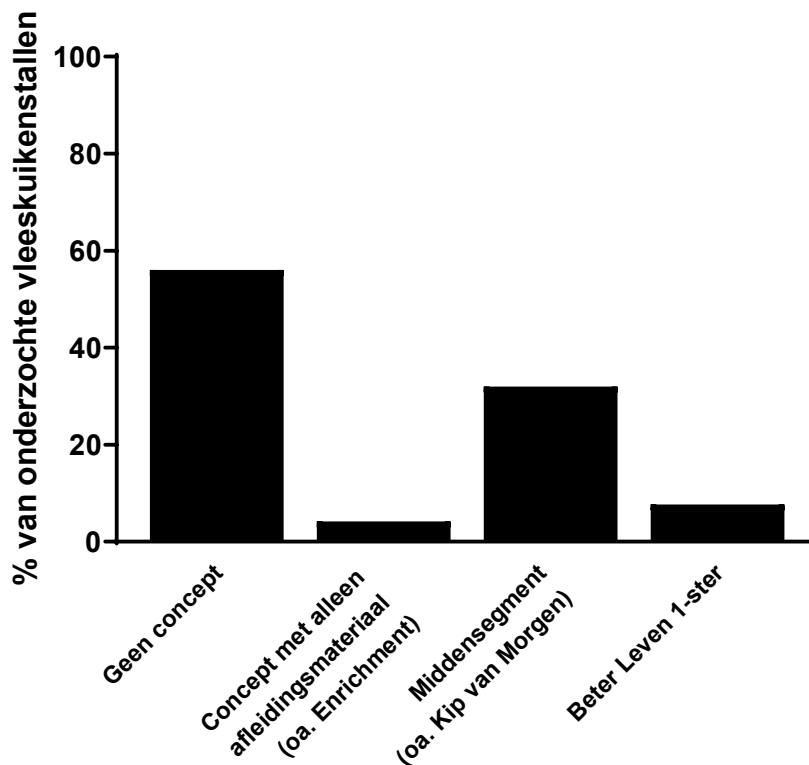


Figuur 1 Verdeling van het aantal opgezette kuikens of eieren per stal op de onderzochte vleeskuikenbedrijven

Van de bezochte bedrijven was 99% gecertificeerd voor IKB Kip, het belangrijkste kwaliteitssysteem binnen de Nederlandse pluimveesector.

De overige 2 bedrijven (1%) gaven aan gedeeltelijk te zijn gecertificeerd voor dit systeem.

Binnen de vleeskuikenhouderij zijn er in de afgelopen jaren een toenemend aantal concepten geïntroduceerd. In 44% van de bemonsterde stallen werd volgens een concept gewerkt (Figuur 2). Onder het middensegment worden de kipconcepten van de verschillende supermarkten verstaan. Deze concepten hebben veel verschillende namen, waaronder Goed Nest Kip, Comfort Kip, Nieuwe Standaard Kip en Langzaam Groeiende Kip. In al deze concepten worden minder kippen per m<sup>2</sup> gehouden (13-16 i.p.v. 20-24) en groeien kippen langzamer dan in de reguliere vleeskuikenhouderij. Kuikens die worden gehouden volgens het Beter Leven 1-ster concept worden met maximaal 10,5 kip per m<sup>2</sup> gehouden en hebben daarnaast een (overdekte) uitloop. Tenslotte zijn er een aantal kipconcepten (Royal Top, Enrichment) waarbij er geen restricties zijn aan de groei van de kuikens en de bezettingsgraad gelijk is aan reguliere vleeskuikens, maar waarbij afleidingsmateriaal in de vorm van bijvoorbeeld strobalen en het strooien van graan wordt geboden. Geen van de bezochte bedrijven was biologisch (SKAL gecertificeerd).



Figuur 2 Deelname aan concepten in de onderzochte vleeskuikenstallen

De meeste bedrijven waar aan een concept werd deelgenomen gaven aan hier in 2015 (22%) of 2016 (41%) mee te zijn begonnen. Dit komt overeen met het feit dat per 1 januari 2016 drie grote supermarkten zijn overgestapt op de verkoop van kip met een concept (Pluimveeweb, 2015).



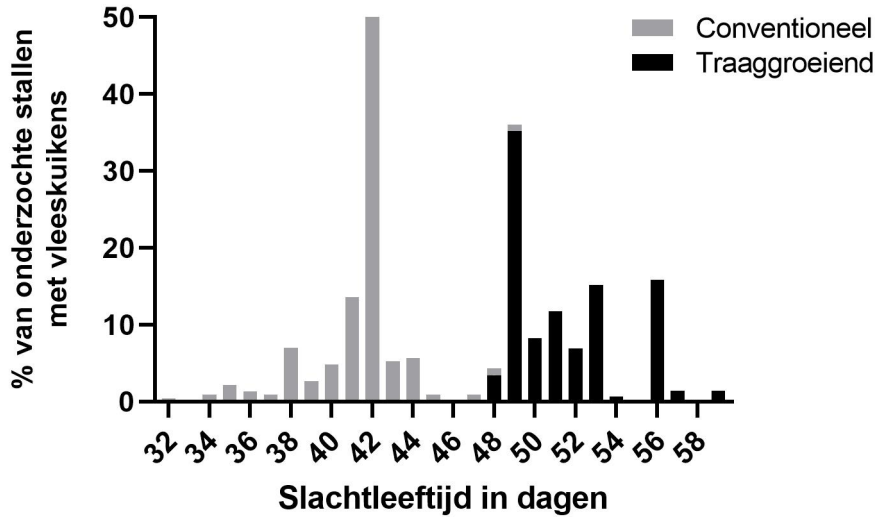
In de onderzochte vleeskuikenstallen werd een relatief beperkt aantal verschillende rassen kuikens gehouden. In 61% van de stallen werd een conventioneel kippenras gehouden, voor het overgrote merendeel Ross 308 van Aviagen. In de overige 39% van de stallen werd een traaggroeiend kippenras gehouden, in enkele stallen werd meer dan één ras gehouden. Hier was de variatie aan rassen iets groter: Hubbard JA 7575 (9%), Hubbard 987 (8%), Ranger Classic (7%), Ross Ranger (6%), Hubbard 757 (4%) en andere Hubbard typen (7%).

Naast vleeskuikens gaf 18% van de bedrijven aan ook ander bedrijfsmatig vee te houden. Het grootste aandeel hiervan was melkvee, wat op 6% van de vleeskuikenbedrijven werd gehouden. Daarnaast werden op 4% van de bedrijven varkens gehouden (vleesvarkens en/of fokzeugen) en op 2% van de bedrijven vleeskalveren. Op geen van de bezochte vleeskuikenbedrijven werden beroepsmatig leghennen gehouden.

### 3.2.2 *Aan- en afvoer*

In het merendeel van de onderzochte stallen worden de kuikens als eendagskuikens aangevoerd vanaf de broederij (91%). In 7% van de bemonsterde stallen zijn eieren aangevoerd en zijn de kuikens in de stal uitgekomen, bij de overige 2% zijn ouderdieren en een broederij op dezelfde locatie aanwezig. In totaal werden 20 verschillende leveranciers van vleeskuikens genoemd, waarvan de top 3 bestaat uit Probroed & Sloot, Van Hulst en Lagerwey. De meeste bedrijven hadden in het voorgaande jaar één leverancier van kuikens (74%). De leeftijd van de ouderdieren van de bemonsterde koppels was gemiddeld 43 weken (range 22-84 weken). In 8% van de stallen werden kuikens gehouden van ouderdieren met diverse leeftijden.

De slachtleeftijd van de bemonsterde vleeskuikens varieerde van 32-59 dagen. Er is een groot verschil te zien tussen de slachtleeftijd van conventionele kuikens (gemiddeld 41 dagen) en traaggroeiende kuikens (gemiddeld 52 dagen, Figuur 3). In 57% van de stallen worden de vleeskuikens deels voor het einde van de ronde weggevoerd (uitladen), de leeftijd waarop dit gebeurde varieerde van 28-56 dagen. Het gemiddelde aflevergewicht van kuikens is 2430 gram (range 1900-3750 gram).



Figuur 3 Verdeling van de slachtleeftijd van de onderzochte koppels, onderverdeeld naar ras van de vleeskuikens

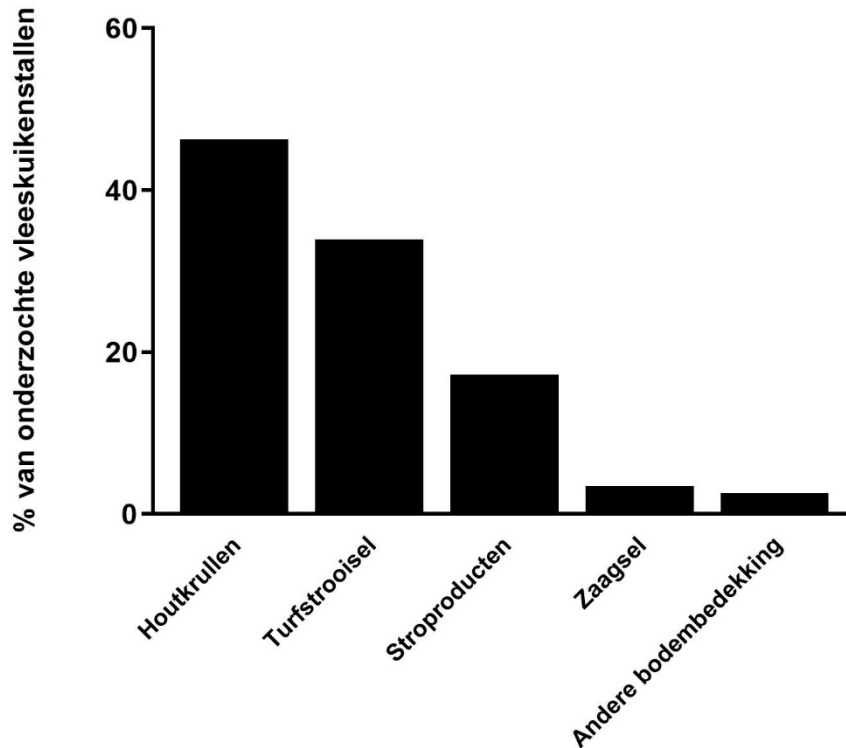
In het jaar voorafgaand aan monsternamen zijn gemiddeld 6,6 rondes afgeleverd voor de slacht. De stallen staan tussen twee koppels gemiddeld 7 dagen leeg (range 3-14 dagen).

### 3.2.3

#### Huisvesting

Voor de vleeskuikens in de onderzochte stallen worden verschillende soorten bodembedekking gebruikt, voornamelijk houtkrullen (46%) of turfstrooisel (34%, Figuur 4). De strooiselkwaliteit was een belangrijk speerpunt van de Nederlandse vleeskuikenhouderij in de afgelopen jaren in verband met het terugdringen van voetzollaesies. Strooiselkwaliteit wordt in 93% van de bezochte stallen als goed of voldoende beoordeeld door de monsternemer ('droog en los' of 'droog en niet erg los'). In de overige 7% van de stallen is de strooiselkwaliteit 'nat en blijft aan schoen plakken' (4%) of 'vochtig' (3%).

Vleeskuikenstallen worden voornamelijk verwarmd met een heteluchtkanon (57%) en in mindere mate met centrale verwarming (20%) of indirect gestookte heaters (bijv. Wesselman, 15%). Van de onderzochte stallen maakt 22% gebruik van een warmtewisselaar.



Figuur 4 Gebruikte bodembedekking in de onderzochte vleeskuikenstallen

Van de onderzochte koppels heeft 7,5% toegang tot een (overdekte) uitloop, gemiddeld is er 12 uur per dag toegang tot deze uitloop (range 8-24 uur). In 29% van de onderzochte stallen is daglicht aanwezig. Daarnaast worden er in 35% van de stallen stro- of luzernebalen geplaatst als afleidingsmateriaal voor de kuikens. Van andere verrijkingmaterialen, zoals zitstokken (4%) of pikstenen/pikkettingen (3%) wordt minder gebruik gemaakt.

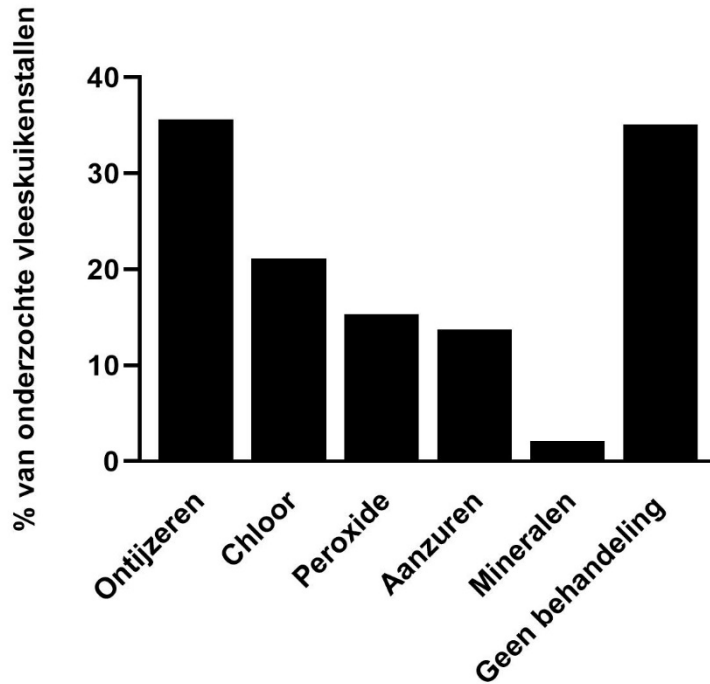
#### 3.2.4 Voeding en drinkwater

In totaal werden 14 voerleveranciers genoemd door de bezochte vleeskuikenhouders, waarvan de top 3 bestaat De Heus Voeders, De Hoop Mengvoerders en Agrifirm. In 85% van de stallen wordt tarwe bijgevoerd. In een deel van deze stallen (15%) wordt de tarwe handmatig gestrooid. Een minderheid van de vleeskuikenhouders voert producten van eigen teelt, slechts in 5% van de stallen is dit aan de orde.

In het voer van de vleeskuikens worden verschillende toevoegingen gebruikt. In 9% van de stallen wordt pro- of prebiotica toegevoegd aan het voer. In 36% van de stallen worden overige voederadditieven toegevoegd, dit gaat voornamelijk om (organische) zuren, maar ook het toevoegen van vitamines en sporenelementen (koper) wordt genoemd.

Ongeveer de helft van de stallen (47%) gebruikt kraanwater als drinkwater voor de kuikens. In de overige stallen wordt grondwater gebruikt. In het merendeel van de stallen drinken de kuikens uit drinknippels met cups (85%), de overige stallen hebben drinknippels

zonder cups. In 65% van de stallen wordt het drinkwater op één of meerdere manieren behandeld (Figuur 5). Het ontijzeren van het water is de meest genoemde behandeling (36%). Bij 95% van de bedrijven wordt de kwaliteit van het drinkwater minimaal 1x per jaar gecontroleerd, zoals wordt voorgeschreven door IKB Kip.

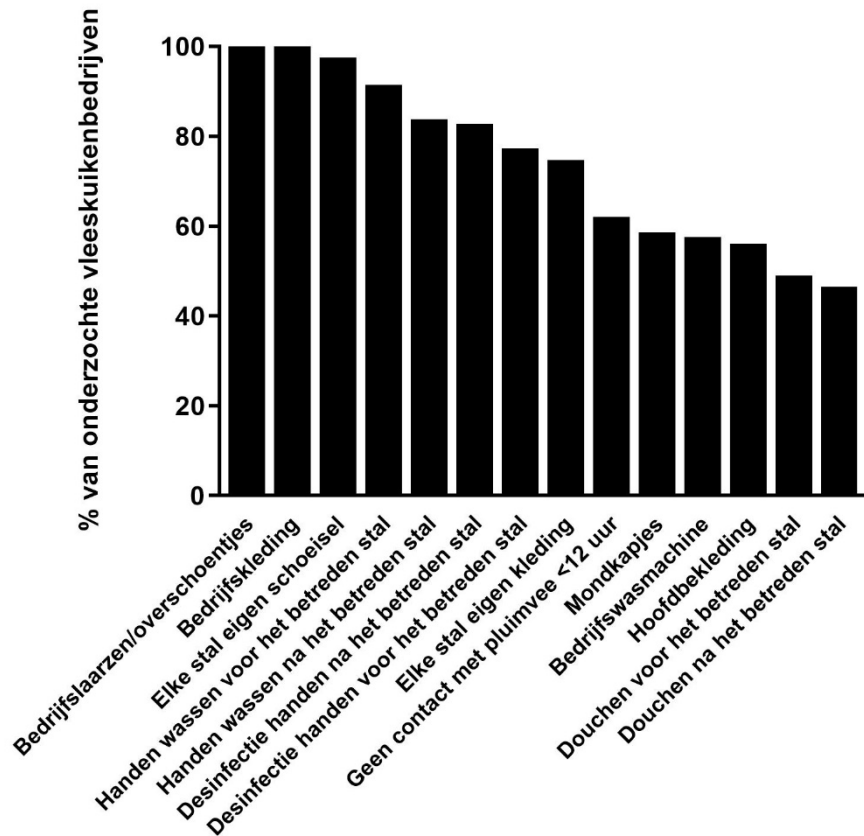


*Figuur 5 Behandeling van drinkwater in de onderzochte vleeskuikenstallen. Meerdere typen behandeling per stal zijn mogelijk.*

### 3.2.5

#### *Hygiëne*

De gebruikte hygiënemaatregelen op de bezochte vleeskuikenbedrijven zijn weergegeven in Figuur 6. Het gebruik van bedrijfslaarzen of overschoentjes en bedrijfskleding werd door alle bedrijven toegepast. Ook wordt op 98% van de bedrijven eigen schoeisel gebruikt voor elke afzonderlijke stal. Op ongeveer de helft van de bedrijven (49%) wordt er gedoucht voor het betreden van de vleeskuikenstallen.



Figuur 6 Hygiënemaatregelen op de onderzochte vleeskuikenbedrijven

Van de beroepsgerelateerde bezoekers kwam de dierenarts en de vangploeg verreweg het vaakst in de vleeskuikenstallen, op 99% van de bedrijven minimaal 1x per ronde. Daarnaast zijn ook het reinigings- of ontsmettingsbedrijf (85%) en enters (56%) regelmatige bezoekers in de stallen van veel vleeskuikenbedrijven. Niet-beroepsgerelateerd bezoek komt slechts op 7% van de bedrijven met enige regelmaat in de stallen.

Op 61% van de bezochte bedrijven is het bedrijfsterrein afgescheiden van de rest van het perceel met een hek of een ketting. Daarnaast is op 14% van de bedrijven het bedrijfsterrein aangegeven met borden of markering. Op de overige 25% van de bedrijven is het bedrijfsterrein in het geheel niet afgescheiden van de rest van het perceel. Het principe van 'schone weg/vuile weg' wordt op 35% van de bedrijven in meer of mindere mate aangehouden. Op 49% van de bedrijven worden wielen of wielkasten van voertuigen altijd gereinigd voor het betreden van het bedrijfsterrein. In de toelichting bij deze vraag wordt vaak gemeld dat deze maatregel voornamelijk in crisissituaties streng wordt toegepast. Ook merken veel vleeskuikenhouders op dat zij zelf geen inrichting hebben voor het reinigen van wielen en dat deze maatregel dus alleen wordt toegepast wanneer een bezoekende (vracht)auto hier zelf een mechanisme voor bezit.

Van de bezochte bedrijven geeft 39% aan dat er soms gereedschap zonder tussendoor ontsmetten wordt gedeeld met andere stallen. In het merendeel van de gevallen is dit met andere vleeskuikenstallen op

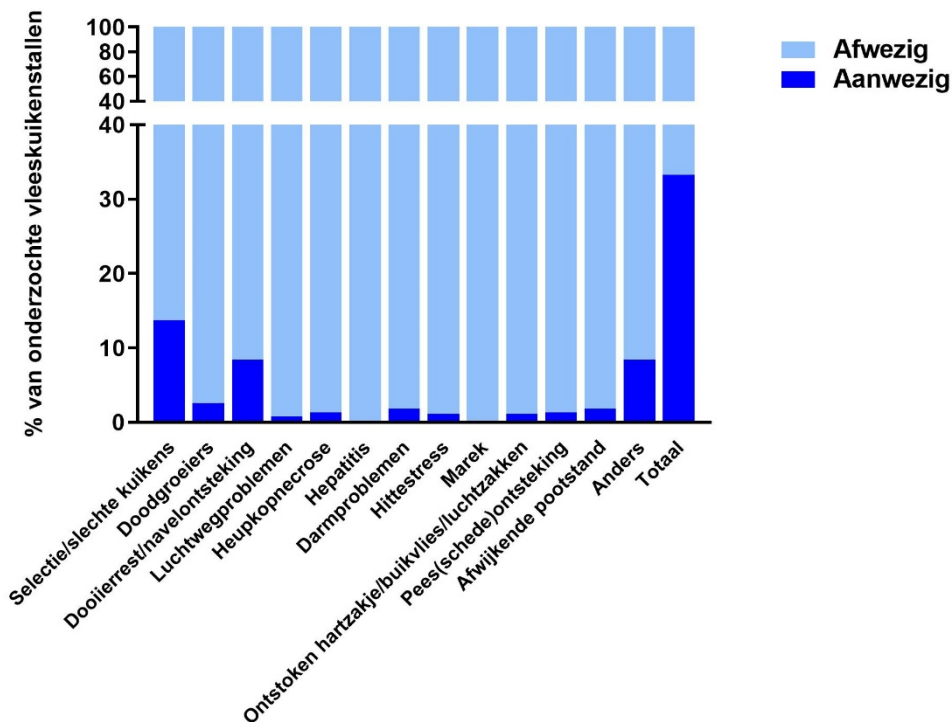
dezelfde locatie (35%), maar in mindere mate wordt er ook gedeeld met vleeskuikenstallen op andere locaties (3%). Ook met andere takken van dierhouderij op dezelfde locatie wordt gereedschap gedeeld (15% van alle locaties waar andere dierhouderij aanwezig was).

De vleeskuikenstallen worden na de ronde in de meeste gevallen (77%) gereinigd door een professioneel bedrijf, al dan niet met hulp van de veehouder en/of medewerkers. De mest van de vleeskuikens wordt op 98% van de bedrijven afgevoerd voordat het volgende koppel wordt opgezet.

In slechts 3% van de bezochte stallen is in het afgelopen jaar overlast van ongedierte ervaren door de veehouder. Dit ging voornamelijk om overlast door ratten. Van de bezochte bedrijven wordt 66% bezocht door een professionele ongediertebestrijder.

### 3.2.6 Diergezondheid

In 33% van de onderzochte stallen heeft de veehouder voor het bemonsterde koppel opvallende ziekteverschijnselen of problemen gerapporteerd (Figuur 7). De meest genoemde ziekteverschijnselen waren selectie/slechte kuikens (14%) en dooierrest/navelontsteking (8%). Andere ziekteverschijnselen zoals luchtwegproblemen of een afwijkende pootstand werden slechts zeer zelden genoemd.



Figuur 7 Ziekteverschijnselen in de onderzochte koppels vleeskuikens. Bij 'Anders' werd o.a. enterococcon, coccidiose en leeftijd ouderdieren genoemd.

Van de onderzochte koppels was de uitval in de eerste levensweek gemiddeld 1,05% (range 0,01-9%). Van de onderzochte koppels heeft 14,5% tot het moment van monsternamen antibiotica ontvangen. In 45% van de gevallen ging dit

om antibiotica uit de klasse van de sulfonamiden/trimethoprim. Daarnaast werden  $\beta$ -lactam antibiotica vaak gebruikt (21%). Van de gerapporteerde antibiotica behandelingen werd 47% in de eerste levensweek toegediend. Aangezien de koppels in de laatste drie weken voor de slacht zijn bemonsterd, zijn de gegevens voor de laatste weken mogelijk niet volledig. Van de bemonsterde bedrijven was de dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar gemiddeld 7,2 (range 0-44).

Coccidiostatica zijn onderdeel van het voer bij 95% van de onderzochte koppels. De twee meest gebruikte middelen zijn salinomycine (45%) en narasin (72%), voornamelijk in combinatie met nicarbazine (68%).

Naast de verplichte vaccinatie tegen Newcastle Disease (NCD) wordt in de onderzochte stallen ook zeer veel gevaccineerd tegen Infectieuze Bronchitis (99%) en Gumboro (IBD, 91%). Daarnaast zijn 3% van de onderzochte koppels gevaccineerd tegen Marek (MDV). Tegen coccidiose, Infectieuze Larynchotracheïtis (ILT) en Turkey Rhinotracheïtis (TRT), zijn slechts 1% of minder van de onderzochte koppels gevaccineerd.

### 3.3 Zoönotische pathogenen bij vleeskuikens

#### 3.3.1 Prevalentie

Behalve MRSA zijn alle onderzochte zoönotische pathogenen aangetoond, met een prevalentie variërend van 0,5% voor STEC tot 34,8% voor ESBL-producerende *E. coli* op bedrijfsniveau (Tabel 1) en van 0,2% (STEC) tot 22,7% (*Campylobacter*) op monsterniveau (Tabel 2).

Tabel 1 Prevalentie van de onderzochte pathogenen in vleeskuikens op bedrijfsniveau (op stalniveau tussen haakjes)

	Aantal bedrijven (stallen)	Aantal positief	Prevalentie (%)	95% BI** bedrijfsniveau
<i>Campylobacter</i>	193 (369)	61 (92)	31,6 (24,9)	25,1-38,7
ESBL-producerende <i>E. coli</i> *	195 (372)	68 (99)	34,8 (26,6)	28,2-42,1
<i>Listeria monocytogenes</i>	196 (373)	2 (2)	1,0 (0,5)	0,1-3,6
MRSA	190 (358)	0 (0)	0,0 (0,0)	0,0-1,9
<i>Salmonella</i>	194 (373)	22 (33)	11,3 (8,9)	7,2-16,7
STEC	196 (375)	1 (1)	0,5 (0,3)	0,1-2,8

\* Op 72 bedrijven werden ESBL-verdachte koloniën gevonden, bij 68 bedrijven is de aanwezigheid van ESBL-producerende *E. coli* moleculair bevestigd

\*\* BI= betrouwbaarheidsinterval

Tabel 2 Prevalentie van de onderzochte pathogenen in vleeskuikens op monsterniveau

	Aantal monsters	Aantal positief	Prevalentie (%)	95% BI***
<i>Campylobacter</i>	1099	249	22,7	20,2-25,3
ESBL-producerende <i>E. coli</i> *	1114	247	22,2	19,8-24,7
<i>Listeria monocytogenes</i>	1116	3	0,3	0,1-0,8
MRSA	1065	0	0,0	0,0-0,8
<i>Salmonella</i> **	nvt	nvt	nvt	nvt
STEC	1120	2	0,2	0,1-0,6

\* Dit is de prevalentie van ESBL-verdachte monsters. Per stal is slechts bij één monster de aanwezigheid van ESBL-genen bevestigd.

\*\* Voor *Salmonella* is vanuit de reguliere monitoring slechts één uitslag per stal beschikbaar

\*\*\* BI = betrouwbaarheidsinterval

### 3.3.2 Typering

#### 3.3.2.1 *Campylobacter*

Van de 249 positieve *Campylobacter* monsters is voor 187 isolaten (75%) een soort-typering bekend. Van deze isolaten bleek 78% *Campylobacter jejuni* en 22% *Campylobacter coli*.

Op 31 bedrijven was meer dan één stal positief voor *Campylobacter*, op 8 van deze bedrijven werd zowel *C. jejuni* als *C. coli* gevonden. Ook wanneer binnen één stal meerdere isolaten zijn getypeerd, werd er soms zowel *C. jejuni* als *C. coli* gevonden, namelijk in 6 stallen. Dit is ongeveer 10% van de stallen waar alle isolaten zijn getypeerd (63 stallen).

Veertig *Campylobacter* isolaten van verschillende bedrijven zijn getest op gevoeligheid voor antibiotica (Tabel 3). Er werd voornamelijk verminderde gevoeligheid voor ciprofloxacin, naladixinezuur en tetracycline gevonden.

Tabel 3 Percentage verminderde gevoeligheid (volgens EFSA guidelines) voor verschillende typen antibiotica van *C. jejuni* en *C. coli* geïsoleerd uit vleeskuikenmest

Antibioticum	<i>C. jejuni</i> (n=28)	<i>C. coli</i> (n=12)
Ciprofloxacin	60,7%	67,7%
Erythromycine	0,0%	0,0%
Gentamicine	0,0%	0,0%
Naladixinezuur	60,7%	67,7%
Streptomycine	10,7%	8,3%
Tetracycline	57,1%	66,7%

#### 3.3.2.2 ESBL-producerende *E. coli*

In 108 stallen werden ESBL-verdachte isolaten gevonden, hiervan zijn er 107 getypeerd met behulp van MLST en is het ESBL-gen bepaald. In vier isolaten kon geen ESBL-gen worden gevonden.

In totaal werden er acht verschillende ESBL/AmpC-genen gevonden in 34 verschillende *E. coli* sequence types (STs, Tabel 4). Van de 31 bedrijven waar beide bemonsterde stallen positief waren, zijn bij 12 bedrijven *E. coli* met verschillende genen aanwezig in de verschillende



stallen. In al deze gevallen zijn de isolaten uit de verschillende stallen ook van een verschillend ST. Daarnaast werd bij één bedrijf in twee stallen hetzelfde gen gevonden (*bla*<sub>CTX-M-1</sub>) in twee verschillende STs. Omdat per stal één isolaat is getypeerd is de variatie aan ESBL/AmpC-genen binnen één stal niet te bepalen.

Enkele isolaten met identieke STs en dezelfde ESBL-genen werden op meerdere bedrijven gevonden. Zo werd *bla*<sub>SHV-12</sub> in ST 117 gevonden op 8 bedrijven, *bla*<sub>CMY-2</sub> in ST 2040 op 6 bedrijven en zowel *bla*<sub>SHV-12</sub> in ST 4663 als *bla*<sub>CMY-2</sub> in ST 355 op 5 bedrijven. Tussen deze bedrijven is geen duidelijke geografische clustering te vinden. Ook een gezamenlijke bron van insleep, zoals broederij of voerleverancier, bleek tussen deze bedrijven niet te bestaan op basis van informatie uit de vragenlijsten.

Tabel 4 Typering van bevestigde ESBL-producerende *E. coli* geïsoleerd uit vleeskuikenmest: ESBL/AmpC genen en *E. coli* sequentie types (ST)

ESBL/AmpC variant	Aantal bedrijven	Aantal stallen	<i>E. coli</i> ST (aantal stallen)
CMY-2	20	24	155, 162 (3x), 355 (6x), 602, 1196, 1594 (2x), 1844, 2040 (7x), 2705 (2x)
CTX-M-1	26	34	10 (2x), 57 (2x), 58, 88 (2x), 90, 101 (2x), 117 (4x), 155, 189 (2x), 665 (4x), 1072, 1771 (3x), 1818 (3x), 2463, 2485, 5203, nieuw (3x)
CTX-M-3	1	1	361
CTX-M-15	1	1	410
SHV-2a	1	1	57
SHV-12*	21	28	10, 43 (2x), 57, 117 (11x), 155, 453, 1011, 1564, 4663 (6x), 5776 (2x), nieuw
TEM-52	6	8	34 (2x), 115, 189 (5x)
TEM-135 <sup>§</sup>	1	1	1011
Niet te bepalen**	2	2	10, nieuw

\* Geen onderscheid te maken tussen SHV-12 en SHV-129

\*\* 1x CTX-M groep, 1x TEM groep

§ In combinatie met SHV-12

### 3.3.2.3 *Salmonella*

De hier besproken *Salmonella* uitslagen zijn opgevraagd uit de database KIPnet en afkomstig uit de reguliere *Salmonella*-monitoring met overschoentjes. In de in dit onderzoek geselecteerde bedrijven en stallen zijn in het kader van deze monitoring 22 positieve bedrijven gevonden, waar vijf verschillende *Salmonella* serotypes werden aangetoond (Tabel 5). Bij 11 bedrijven waren beide stallen positief, bij negen bedrijven is in één van de twee geselecteerde stallen *Salmonella* gevonden en op twee bedrijven was slechts één stal aanwezig. *Salmonella* Enteritidis en *S. Typhimurium* werden niet gevonden.

Tabel 5 Typering van *Salmonella* geïsoleerd uit vleeskuikenmest (bron KIPnet)

Serotype	Aantal bedrijven	Aantal monsters
<i>S. Agona</i>	1	1
<i>S. Goldcoast</i>	1	1
<i>S. Infantis</i>	9	14
<i>S. Paratyphi B variant Java</i>	10	16
<i>S. Saint Paul</i>	1	1

Naast deze positieve stallen is er op zeven bedrijven in dezelfde ronde in andere, niet voor dit onderzoek bemonsterde stallen, *Salmonella* aangetroffen op overschoentjes. Op vijf bedrijven ging dit om *S. Infantis*, op één bedrijf om *S. Paratyphi B variant Java* en van één bedrijf is geen serotypering bekend.

#### 3.3.2.4 STEC

In één van de bemonsterde stallen is uit twee mestmonsters STEC geïsoleerd. Het gevonden isolaat in beide monsters had als serotype O24:H18, was positief voor het virulentiegen *stx*<sub>2</sub> en negatief voor het aanhechtingsgen *eae*.

### 3.4 Beschrijvende statistiek humane deelnemers

In totaal hebben 132 deelnemers, afkomstig van 81 bedrijven, een vragenlijst ingevuld. Van deze deelnemers waren 38 vrouw en 94 man. De gemiddelde leeftijd was 48 jaar (range 12-78 jaar).

De meeste deelnemers waren zelf vleeskuikenhouder (62%), of veehouder én gezinslid (5%). Verder waren 22 deelnemers (17%) alleen echtgeno(o)te/partner en 14 deelnemers (11%) alleen familielid (ouder of kind). Slechts 6 deelnemers (4,5%) waren alleen medewerker. Drie van deze medewerkers woonden echter wel op het vleeskuikenbedrijf. De gemiddelde grootte van het huishouden van de deelnemers was 3,7 personen (range 1-8).

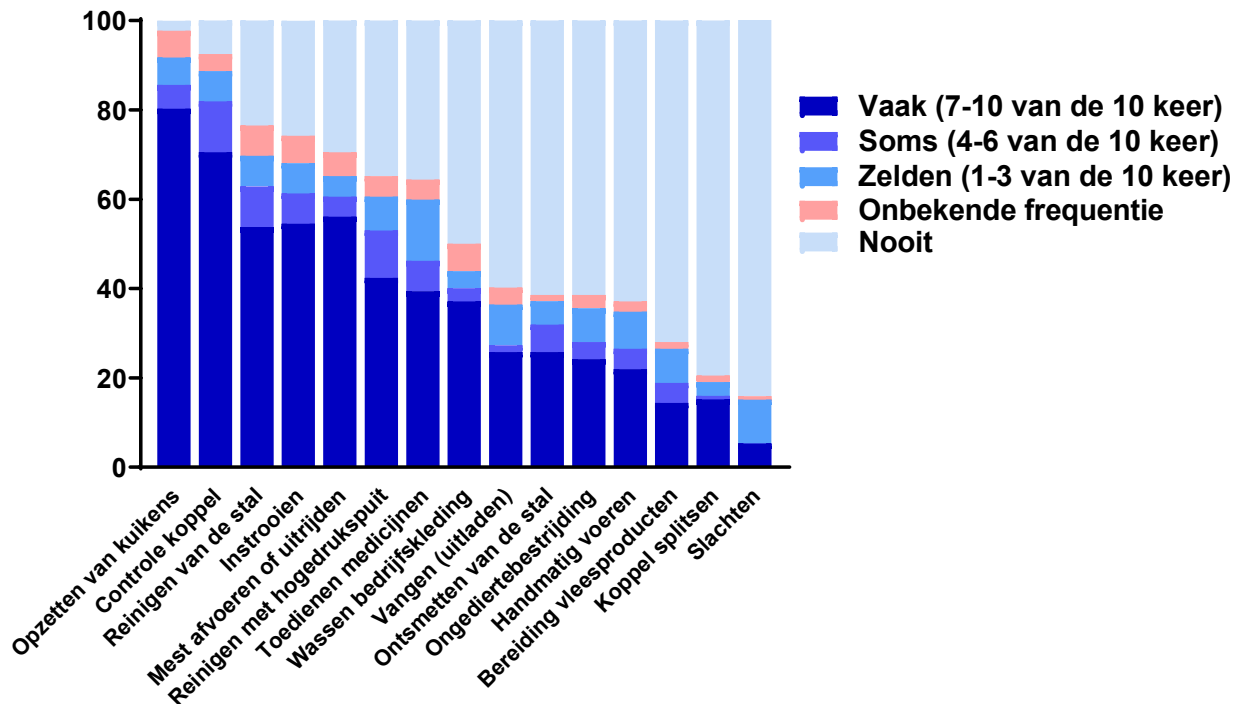
Vrijwel alle deelnemers (92%) woonden op het vleeskuikenbedrijf. Gemiddeld waren deelnemers 25 jaar werkzaam en/of woonachtig op het vleeskuikenbedrijf (range 1- 62 jaar).

Veel deelnemers kwamen regelmatig in de stallen van de vleeskuikens, 76% gaf aan 1 of meerdere keren per dag in de stallen te komen. Slechts één van de deelnemers kwam nooit in de stallen. Stallen van andere vleeskuikenbedrijven werden door de deelnemers weinig bezocht, 74% gaf aan nooit in andere vleeskuikenstallen te komen. Slechts zeven deelnemers (5%) gaven aan meer dan 1x per week in andere vleeskuikenstallen te komen.

Onder de deelnemers was er veel contact met andere diersoorten. Slechts 6% gaf aan nooit contact te hebben met andere soorten landbouwhuisdieren of gezelschapsdieren. Diersoorten waar veel contact mee was waren honden (81%), katten (38%), paarden/pony's (32%), melkvee (25%) en hobbyschapen of -geiten (17%).

Door alle deelnemers werden in meer of mindere mate werkzaamheden op het vleeskuikenbedrijf uitgevoerd. Het opzetten van de kuikens is de

activiteit die het meest frequent wordt uitgevoerd door de deelnemers (Figuur 8), de controle van het koppel en het reinigen of instrooien van de stal gebeurde ook frequent.



Figuur 8 Werkzaamheden op vleeskuikenbedrijven uitgevoerd door deelnemende veehouders, gezinsleden en werknemers.

### 3.5 Zoönotische pathogenen bij humane deelnemers

#### 3.5.1 Prevalentie

Vanwege de zeer lage prevalentie bij de vleeskuikens is de aanwezigheid van *Listeria monocytogenes* en STEC niet bij de humane deelnemers onderzocht.

Alle onderzochte pathogenen zijn aangetoond bij de humane deelnemers aan dit onderzoek (Tabel 6). De prevalentie van ESBL was het hoogst, deze bacterie werd bij 9 deelnemers gevonden. Eén deelnemer was positief voor zowel *Campylobacter* als MRSA.

Tabel 6 Prevalentie van de onderzochte pathogenen bij humane deelnemers

	Aantal deelnemers	Aantal positief	Afkomstig van aantal bedrijven	Prevalentie (%)	95% BI*
<i>Campylobacter</i>	132	2	2	1,5%	0,2-5,4
ESBL-producerende <i>E. coli</i>	132	9**	9	6,8%	3,2-12,6
MRSA	132	4	4	3,0%	0,8-7,6
<i>Salmonella</i>	132	1	1	0,8%	0,0-4,2

\* BI = betrouwbaarheidsinterval

\*\* Bij 12 humane deelnemers werden ESBL-verdachte koloniën gevonden, bij 9 deelnemers is de aanwezigheid van ESBL-producerende *E. coli* moleculair bevestigd.

Deelname aan de humane studie was vergelijkbaar op positieve en negatieve bedrijven (Tabel 7;  $\chi^2$ -toets, p-waarde >0.05 voor alle drie pathogenen).

Tabel 7 Deelname aan de humane studie op positieve en negatieve vleeskuikenbedrijven per pathogeen

	Percentage positieve bedrijven met humane deelname (95% BI*)	Percentage negatieve bedrijven met humane deelname (95% BI*)
<i>Campylobacter</i>	42,6% (30,0-55,9)	40,2% (31,7-49,0)
ESBL-producerende <i>E. coli</i>	35,7% (24,6-48,1)	44,0% (35,1-53,2)
<i>Salmonella</i>	45,5% (24,4-67,8)	41,3% (33,8-49,0)

\* BI=betrouwbaarheidsinterval

### 3.5.2

#### Typering

Bij twee deelnemers van twee verschillende bedrijven werd *Campylobacter* aangetroffen in de ontlasting. Van een persoon werd dit isolaat getypeerd als *C. jejuni*, bij de andere persoon werd *C. coli* gevonden. Op het bedrijf horend bij de *C. jejuni* positieve deelnemer werd bij de vleeskuikens ook *C. jejuni* gevonden. Op de bedrijven met *Campylobacter* positieve deelnemers waren respectievelijk 2 en 1 andere humane deelnemers, bij wie geen *Campylobacter* is aangetoond.

Bij 12 humane deelnemers van 12 verschillende bedrijven zijn ESBL-verdachte isolaten aangetroffen (Tabel 8). Eén isolaat bleek geen *E. coli*, maar een *Citrobacter* te zijn. Bij twee humane deelnemers kon geen ESBL gen worden aangetoond in de geïsoleerde *E. coli*'s. Bij negen deelnemers werd tenslotte de aanwezigheid van ESBL-producerende *E. coli* bevestigd. Bij twee van deze deelnemers werd een ESBL gen gevonden in twee verschillende *E. coli* typen (STs).

Bij de negen deelnemers met bevestigde ESBL-producerende *E. coli* werd er in vijf gevallen ook ESBL-producerende *E. coli* gevonden bij de vleeskuikens. Bij twee deelnemers werd in vleeskuikens en deelnemers dezelfde combinatie van ESBL-gen (*bla<sub>CMY-2</sub>*) en *E. coli* ST gevonden. Daarnaast werd bij één deelnemer hetzelfde ESBL-gen gevonden als in de vleeskuikens op het bedrijf (*bla<sub>CMY-2</sub>*), maar in twee verschillende *E. coli* STs.

Tabel 8 Typering van ESBL-verdachte *E. coli* uit humane monsters vergeleken met de aan- of afwezigheid en typering van ESBL-producerende *E. coli* op het bijbehorende bedrijf. Per deelnemer en per stal zijn drie isolaten getypeerd.

Code Deelnemer	Bedrijf	Deelnemers op bedrijf	Humaan		Vleeskuikens	
			ESBL	ST	ESBL	ST
14	4	2	CTX-M-15	38/501	-	-
17	108	2	Niet gevonden	88	-	-
32	64	1	CMY-2	2040/nieuw	CMY-2	162
46	120	2	CMY-2	429	CTX-M-1	1818
50	5	3	Niet gevonden	88	CMY-2	1196
55	93	1	CMY-2	355	CMY-2	355
109	180	2	SHV-12**	58	-	-
111	78	2	CMY-2	2040	CTX-M-1 stal A CMY-2 stal B	2485 2040
119	116	2	CTX-M-15	1722	-	-
141	177	1	Geen <i>E.coli</i> *		-	-
144	56	2	CTX-M-1	88	-	-
148	46	3	CTX-M-15/TEM-84	131	CMY-2	2040

\* *Citrobacter*

\*\* Geen onderscheid gemaakt tussen SHV-12 en SHV-129

Bij vier deelnemers van verschillende bedrijven werd MRSA aangetroffen in de neusswab. Alle vier isolaten vallen onder het *livestock-associated* MLVA complex 398. Er werden verschillende MLVA typen gevonden, waarbij één deelnemer twee typen bij zich droeg (Tabel 9). Alle gevonden MRSA isolaten waren daarnaast *mecA* positief en PVL negatief.

Tabel 9 Typering van MRSA isolaten uit humane monsters. Per deelnemer zijn drie isolaten getypeerd.

Code deelnemer	Deelnemers op bedrijf	MLVA type
38	1	569
99	6	398
151	3	398 en 565
164	2	572

Bij één deelnemer is *Salmonella* aangetroffen in de ontlasting. Dit isolaat is getypeerd als *S. infantis*. Op het bijbehorende bedrijf zijn in de bemonsterde koppels vleeskuikens of andere koppels tijdens dezelfde ronde op het bedrijf geen *Salmonella* aangetroffen.



## 4 Risicofactoren

### 4.1 Risicofactoren voor *Campylobacter* bij vleeskuikens

De risicofactoranalyse voor *Campylobacter* werd uitgevoerd op stalniveau waarbij rekening werd gehouden met de clustering per bedrijf. Uit de univariate analyse kwamen meer dan 35 variabelen naar voren die geassocieerd waren met het vóórkomen van *Campylobacter* in de stal ( $p < 0,1$ , Bijlage 1). Een selectie van deze variabelen, op basis van biologische verklaarbaarheid en correlatie met andere variabelen, werd meegenomen in de multivariate analyse. Twee variabelen, namelijk 'Leeftijd bij monstername in dagen' en 'Seizoen bij monstername' zijn als vaste covariabelen meegenomen in de multivariate analyse.

In het definitieve model zijn tien variabelen opgenomen, waarvan negen variabelen significant geassocieerd ( $p < 0,05$ ) zijn met het vóórkomen van *Campylobacter* (Tabel 10). Alleen het aantal werknemers op het bedrijf is niet significant geassocieerd met het vóórkomen van *Campylobacter*. Deze variabele is desondanks wel in het model meegenomen, omdat het weglaten van de variabele de OR van 'Seizoen monstername' met  $>10\%$  veranderd. Daarnaast geeft het model inclusief de variabele 'Aantal werknemers op het bedrijf' een betere verklaring van de data (lagere AIC-score).

Tabel 10 Variabelen geassocieerd met het vóórkomen van *Campylobacter* bij vleeskuikens op basis van multivariate risicofactoranalyse

Variabele	OR*	95%-BI**	p-waarde <sup>§</sup>
Leeftijd bij monstername in dagen Continue	1,11	1,05-1,17	0,0002
Drinkwatervoorziening Drinknippels met cups Drinknippels zonder cups	Ref 4,54	1,98-10,39	0,0003
Aantal stallen op het bedrijf 1-3 >4	Ref 3,57	1,74-7,34	0,0005
Wateropname van het koppel Normaal of beter dan normaal Slechter dan normaal	Ref 7,46	1,99-27,98	0,0029
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> ) <14 14-20 >20	Ref 0,79 2,98	0,28-2,22 1,00-8,93	0,0061
Paarden of pony's aanwezig op het bedrijf Nee Ja	Ref 3,02	1,37-6,64	0,0061
Strooiselkwaliteit Droog Vochtig	Ref 3,57	1,19-10,74	0,0235

Variabele	OR*	95%-BI**	p-waarde <sup>§</sup>
Seizoen monsternamen			0,0473
Winter (dec, jan, feb)	Ref		
Voorjaar (maart, apr, mei)	1,79	0,55-5,81	
Zomer (jun, jul, aug)	5,20	1,45-18,69	
Herfst (sept, okt, nov)	3,26	1,06-10,05	
Leegstand tussen rondes			0,0495
≤7 dagen	Ref		
>7 dagen	2,17	1,00-4,70	
<b>Niet significant</b>			
Aantal werknemers op het bedrijf			0,0822
1	Ref		
2	1,17	0,59-2,31	
>2	0,29	0,09-0,99	

\* OR = odds ratio

\*\* BI = betrouwbaarheidsinterval

§ Maximum Likelihood Ratio test

#### 4.2 Risicofactoren voor ESBL-producerende *E. coli* bij vleeskuikens

De risicofactoranalyse voor ESBL-producerende *E. coli* werd uitgevoerd op stalniveau waarbij rekening werd gehouden met de clustering per bedrijf. Uit de univariate analyse kwamen 53 unieke variabelen naar voren die geassocieerd waren met het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli* in de stal ( $p < 0,1$ , Bijlage 2). Er werd een eerste selectie uitgevoerd waarbij werd gekeken naar de biologische verklaarbaarheid van variabelen en eventuele overlap tussen variabelen.

Omdat antibioticumgebruik een sterke en bekende risicofactor is voor ESBL-producerende *E. coli* bij vleeskuikens, werd vervolgens een bivariate analyse uitgevoerd, waarbij antibioticagebruik in het bemonsterde koppel als vaste variabele werd meegenomen. Na de bivariate analyse bleken 9 variabelen niet langer significant (Bijlage 2).

Daarnaast werd gekeken of variabelen waren gecorreleerd met de variabele 'Antibioticagebruik in het koppel'. Indien dit het geval was en indien de variabele de OR van 'Antibioticagebruik in het koppel' met >10% veranderde, werd deze variabele niet meegenomen in de multivariate analyse (Bijlage 2).

In het definitieve model (Tabel 11) bleken vijf variabelen significant geassocieerd te zijn met het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli* in de stal.



Tabel 11 Variabelen geassocieerd met het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli* bij vleeskuikens op basis van multivariate risicofactoranalyse

Variabele	OR*	95%-BI**	p-waarde <sup>§</sup>
Leeftijd bij monstername in dagen Continue	0,96	0,93-0,99	0,0059
Drinkwater aangezuurd Ja Nee	2,44 Ref	1,24-4,80	0,0099
Gebruik van antibiotica in het koppel Ja Nee	Ref 2,21	1,15-4,23	0,0173
Wateropname van het koppel Normaal of beter dan normaal Slechter dan normaal	Ref 3,89	1,23-12,32	0,0207
Frequentie van reiniging van voedersilo's 1x per jaar Minder dan 1x per jaar Vaker dan 1x per jaar Nvt/nooit	Ref 3,10 1,00 1,59	1,46-6,56 0,38-2,64 0,86-2,94	0,0240

\* OR = odds ratio

\*\* BI = betrouwbaarheidsinterval

§ Maximum Likelihood Ratio test

### 4.3 Risicofactoren voor *Salmonella* bij vleeskuikens

De risicofactoranalyse voor *Salmonella* werd uitgevoerd op stalniveau waarbij rekening werd gehouden met de clustering per bedrijf. Uit de univariate analyse kwamen 32 unieke variabelen naar voren die geassocieerd waren met het vóórkomen van *Salmonella* in de stal ( $p < 0,1$ , Bijlage 3). Een selectie van deze variabelen, op basis van biologische verklaarbaarheid en correlatie met andere variabelen, werd meegenomen in de multivariate analyse. De variabele 'Leeftijd bij monstername in dagen' is als vaste covariabele meegenomen in de multivariate analyse. In het definitieve model zijn 8 variabelen opgenomen, waarvan 6 variabelen significant geassocieerd zijn met het vóórkomen van *Salmonella* (Tabel 12). De bodembedekking in de vleeskuikenstal is niet significant geassocieerd met het vóórkomen van *Salmonella*. Deze variabele is desondanks wel in het model meegenomen, omdat het model inclusief deze variabele een betere verklaring van de data geeft (lagere AIC-score).

Tabel 12 Variabelen geassocieerd met het vóórkomen van Salmonella bij vleeskuikens op basis van multivariate risicofactoranalyse

Variabele	OR*	95%-BI**	p-waarde <sup>§</sup>
Huisdieren aanwezig op het bedrijf Ja Nee	0,12 Ref	0,04-0,39	0,0005
Hygiënemaatregel: geen contact met ander pluimvee in de afgelopen 12 uur Ja Nee	Ref 11,55	2,59-51,52	0,0013
Hygiënemaatregel: handen wassen na het betreden van de stal Ja Nee	Ref 10,80	2,51-46,38	0,0014
Dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar 0 <7 7-15 >15	Ref 0,49 3,78 14,58	0,06-3,85 0,62-23,14 1,90-111,76	0,0103
Frequentie van desinfectie van voedersilo's Nvt/nooit Minder dan 1x per jaar 1x per jaar Vaker dan 1x per jaar	Ref 25,72 7,30 21,06	3,10-213,89 1,03-51,51 2,44-181,86	0,0127
Gebruik van probiotica of prebiotica Ja Nee	6,42 Ref	1,47-28,05	0,0135
<b>Niet significant</b>			
Bodembedekking Houtkrullen of zaagsel Stroproduct of vlas Turfstrooisel (evt in combinatie)	Ref 1,75 4,53	0,22-13,73 1,27-16,20	0,0598
Leeftijd bij monstername in dagen Continue	0,96	0,87-1,05	0,3668

\* OR = odds ratio

\*\* BI = betrouwbaarheidsinterval

§ Maximum Likelihood Ratio test

## 5 Discussie

### 5.1 *Campylobacter*

#### 5.1.1 *Prevalentie vleeskuikens*

In deze studie werd op 31,6% van de onderzochte vleeskuikenbedrijven *Campylobacter* aangetroffen in de mest van de vleeskuikens.

Tot en met 2008 voerden de Productschappen voor Vee, Vlees en Eieren (PVE) een *Campylobacter* monitoringsprogramma uit bij vleeskuikens, zowel in mestmonsters op de boerderij als door middel van caecum swabs in het slachthuis (Aalten et al., 2010; Van Asselt et al., 2008). Bij levende vleeskuikens schommelde het aantal positieve koppels in de periode van 1998 tot 2008 tussen de 10 en 18%. De prevalentie in caecum swabs lag hoger, tussen de 29 en 48%. In dezelfde periode (1999-2002) werd door het RIVM in het kader van de zoönose surveillance eveneens de *Campylobacter* prevalentie gemeten op vleeskuikenhouderijen (Van de Giessen et al., 2006). In die studie werd een bedrijfsprevalentie tussen 18-27% gevonden. De prevalentie van 31,6% gevonden in de huidige studie wijkt niet significant af van de prevalenties gevonden in de surveillance tussen 1999-2002 met een zeer vergelijkbare sampling methode. Ook in de tien jaar dat de *Campylobacter*-prevalentie gemeten is door de PVE (1998-2008) werd geen significante afnemende of toenemende trend in *Campylobacter*-prevalentie bij levend pluimvee waargenomen (Aalten et al., 2010). Ondanks ingevoerde hygiënemaatregelen lijkt de prevalentie van *Campylobacter* bij levend pluimvee maar moeilijk omlaag te brengen.

In de afgelopen jaren is monitoring van *Campylobacter* bij pluimvee in slachthuizen uitgevoerd volgens een convenant tussen de pluimveesector (vertegenwoordigd door NEPLUVI) en het ministerie van VWS. Vanaf januari 2018 wordt de monitoring uitgevoerd op basis van een wettelijk Europees proceshygiëne criterium. In 2018 waren van de onderzochte koppels 41,8% besmet met *Campylobacter*, gebaseerd op onderzochte caeca (10 kuikens per koppel, NEPLUVI (2019)). De prevalentieschatting gebaseerd op onderzoek van caeca is dus hoger dan de door in dit onderzoek gevonden prevalentie gebaseerd op mestmonster op boerderijen. Dit verschil tussen beide monstertypen was ook te zien in de periode van PVE monitoring (1998-2008).

Bij een steekproef van 40 *Campylobacter* isolaten werd gevoeligheid voor antibiotica getest. Hierbij werd voornamelijk verminderde gevoeligheid voor ciprofloxacine (>60%), naladixinezuur (>60%) en tetracycline (>55%) gezien. De percentages verminderde gevoeligheid komen sterk overeen met resultaten uit de MARAN rapportage (Anonymous, 2019b).

#### 5.1.2 *Risicofactoren vleeskuikens*

In de multivariate analyse werden negen significante risicofactoren gevonden voor de aanwezigheid van *Campylobacter* in de stal (Tabel 10).

Het seizoen waarin de monstername heeft plaatsgevonden en de leeftijd van de vleeskuikens bij monstername zijn vast meegenomen in het model. Beide variabelen bleken ook significant geassocieerd met het vóórkomen van *Campylobacter*. Monstername in de zomer (juni-augustus) of de herfst (september-november) en bij kuikens van een hogere leeftijd gaf een hoger risico op het vóórkomen van *Campylobacter* in het monster. Deze effecten van seizoen en de leeftijd van kuikens op het vóórkomen van *Campylobacter* zijn welbekend en zowel in eerdere studies in Nederland als in publicaties uit andere landen beschreven (Bouwknegt et al., 2004; McDowell et al., 2008; Torralbo et al., 2014; Van de Giessen et al., 2006; Wallace et al., 1997).

Het gebruik van drinknippels zonder cups werd als risicofactor geïdentificeerd ten opzichte van het gebruik van drinknippels met cups (OR= 4,54). Dit is een verrassende uitkomst, aangezien in een tweetal eerdere studies juist het gebruik van drinknippels met cups als risicofactor werd geïdentificeerd (Borck Hog et al., 2016; Nather et al., 2009). Als hypothese werd hier genoemd dat het stilstaande water in de cups een broedplaats en reservoir voor *Campylobacter* kan zijn. Het is onduidelijk waarom in de huidige studie een omgekeerde relatie tussen het type drinkwatervoorziening en de aanwezigheid van *Campylobacter* naar voren komt.

In het hier beschreven model kwam strooiselkwaliteit als risicofactor naar voren, waarbij bij vochtig strooisel het risico op de aanwezigheid van *Campylobacter* hoger is (OR=3,57). Een hoger risico bij vochtig strooisel werd niet eerder in de literatuur genoemd in een risicofactor studie. Wel leek in een experimentele studie de vochtigheid van strooisel geen effect te hebben op de overleving van *Campylobacter* (Smith et al., 2016).

Een hoger aantal stallen op het vleeskuikenbedrijf is een risicofactor (OR=3,57 bij meer dan vier stallen). Deze risicofactor is eerder beschreven in studies uit verschillende landen (Borck Hog et al., 2016; Bouwknegt et al., 2004; McDowell et al., 2008). Een mogelijke verklaring is het verhoogde risico van insleep van *Campylobacter* van buiten of van transmissie tussen de verschillende stallen, door meer bewegingen van medewerkers of gereedschappen wanneer de werkzaamheden niet beperkt zijn tot één stal. Een hoger aantal stallen hoeft overigens niet te betekenen dat er ook een hoger aantal dieren op het bedrijf aanwezig zijn. Ook op relatief kleine bedrijven worden de dieren soms verdeeld over verschillende stallen gehouden. Het aantal dieren op het bedrijf bleek niet geassocieerd met het vóórkomen van *Campylobacter*, ook niet in een interactie met het aantal stallen.

De aanwezigheid van paarden en/of pony's op het vleeskuikenbedrijf werd geïdentificeerd als risicofactor voor de aanwezigheid van *Campylobacter* (OR=3,02). In enkele eerdere studies werd de aanwezigheid van andere landbouwhuisdieren op het vleeskuikenbedrijf als risicofactor geïdentificeerd, maar niet eerder werden specifiek paarden genoemd (Bouwknegt et al., 2004; Ellis-Iversen et al., 2009). Paarden kunnen gekoloniseerd zijn met *Campylobacter*, hoewel de prevalentie bij gezonde paarden onbekend is. Ook kunnen paarden (en

ook andere landbouwhuisdieren) dezelfde types *Campylobacter* dragen als pluimvee en deze potentieel overdragen (Zweifel et al., 2008).

Bezettingsgraad was een andere risicofactor in het multivariate model. Bij een bezettingsgraad van  $>20$  dieren/m<sup>2</sup> was er een verhoogde kans op de aanwezigheid van *Campylobacter* (OR=2,98). Een recente modelleringsstudie liet een sterke correlatie zien tussen bezettingsgraad en prevalentie van *Campylobacter* in een koppel, waarbij bij een hoge bezettingsgraad snel alle dieren besmet raken (Rawson et al., 2019). Bezettingsgraad heeft ook invloed op de microbiota van vleeskuikens (Guardia et al., 2011), wat wellicht invloed kan hebben op de kolonisatie door *Campylobacter*.

Tenslotte was de leegstand van de vleeskuikenstal tussen twee rondes een significante risicofactor. Bij een leegstand van langer dan 7 dagen is het risico op *Campylobacter* significant hoger (OR=2,17). In eerdere studies werd deze risicofactor ook tweemaal gevonden (Borck Hog et al., 2016; Georgiev et al., 2017), echter werd ook eenmaal de omgekeerde relatie beschreven, waarbij een kortere leegstand als een risico werd gevonden (Lyngstad et al., 2008). Een omgekeerde relatie, waarbij het risico op *Campylobacter* toeneemt bij een kortere leegstand, zou te verklaren zijn met een grotere kans van transmissie tussen opeenvolgende koppels. Mogelijk is een langere leegstand gerelateerd aan andere factoren die de kans op *Campylobacter* verhogen maar niet in de vragenlijst zijn opgenomen.

Samenvattend werden in deze studie meerdere variabelen bevestigd uit een eerdere Nederlandse risicofactorenstudie naar *Campylobacter* in vleeskuikens (Bouwknegt et al., 2004) en studies uit andere landen. Een eenduidige verklaring voor de gevonden risicofactoren is niet in alle gevallen gemakkelijk te vinden, gevonden risicofactoren zijn daarom niet direct om te zetten in aanbevelingen.

#### 5.1.3 Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden

Bij twee humane deelnemers werd *Campylobacter* aangetoond: één keer *C. jejuni* en één keer *C. coli*. Alhoewel *Campylobacter* meestal niet voorkomt bij mensen zonder gastro-intestinale klachten (Kaarme et al., 2016), rapporteren deze twee deelnemers geen diarree of andere maag-darmklachten.

Op het bedrijf waar de humane deelnemer positief was voor *C. jejuni*, werd bij de vleeskuikens ook *C. jejuni* gevonden. Gedetailleerde Whole Genome Sequencing (WGS) zou uitsluitel kunnen geven of hier sprake is geweest van transmissie tussen vleeskuikens en mensen. Op het andere bedrijf met een positieve humane deelnemer werd geen *Campylobacter* aangetroffen bij de vleeskuikens in de voor dit onderzoek bemonsterde stallen. Op het betreffende bedrijf waren echter nog vier andere stallen aanwezig, waardoor een directe overdracht van dier op mens niet is uit te sluiten.

#### 5.1.4 Risico voor de mens

Een Nederlandse bronattributiestudie schat dat humane gevallen van campylobacteriose voor 60-70% kunnen worden toegeschreven aan stammen met een herkomst uit pluimvee (Mughini Gras et al., 2012).

Dit betreft wel de som van alle mogelijke besmettingsroutes en niet alleen de consumptie van besmet pluimveevlees. Wanneer bronattributie wordt gecombineerd met patiënt-controle analyses is de schatting dat maximaal 40% van de humane gevallen direct is geassocieerd met bereiding of consumptie van besmet kippenvlees. Veel aan pluimvee gerelateerde *Campylobacter*-stammen lijken mensen dus te infecteren via andere routes, waaronder milieu en direct diercontact.

*Campylobacter* wordt vaak gevonden in oppervlaktewater. Recent is de oorsprong onderzocht van *Campylobacter*-stammen uit oppervlaktewater in Nederland (Mughini-Gras et al., 2016). Ongeveer 52% van de stammen konden worden toegeschreven aan pluimvee. In de pluimveerijke provincies in Nederland was dit percentage nog hoger (62%). De verspreiding van *Campylobacter*-stammen van pluimveebedrijven (en slachthuizen) lijkt dus aanzienlijk te zijn. Sinds 2017 werkt het RIVM, in samenwerking met onder andere de UU en WBVR aan een onderzoek (ZonMw DEPiCT) waarbij de oorsprong en verspreiding van *Campylobacter* in het milieu beter in kaart zullen worden gebracht.

Direct en veelvuldig contact met landbouwhuisdieren in het algemeen of pluimvee in het bijzonder wordt in meerdere studies in verband gebracht met een hoger risico op *Campylobacter* (Cawthraw et al., 2000; Price et al., 2007; Su et al., 2017). Recent is ook in een Nederlands cohort onderzocht of beroepsmatig contact met dieren een verschil maakt voor het risico op *Campylobacter* (Duijster et al., 2019). Het risico op gerapporteerde campylobacteriose bleek bijna tweemaal zo hoog wanneer een persoon contact had met levende dieren. De studieopzet van het onderzoek beschreven in dit rapport is niet geschikt om dezelfde conclusie te trekken, aangezien er geen controlegroep (humane deelnemers zonder contact met vleeskuikens) is meegenomen.

*Campylobacter* in vleeskuikens kan dus op drie manieren een risico vormen voor de mens: via besmet pluimveevlees, door verspreiding via het milieu en via direct contact met vleeskuikens.

## 5.2 ESBL-producerende *E. coli*

### 5.2.1 Prevalentie vleeskuikens

Op basis van de jaarlijkse MARAN-monitoring is de laatste jaren een gestage daling van ESBL-producerende *E. coli* bij vleeskuikens te zien. In deze studie werd op 34,8% van de bedrijven en in 26,6% van de stallen ESBL-producerende *E. coli* gevonden. Over 2018 werd in MARAN een prevalentie gerapporteerd van 23% (Anonymous, 2019b). Wat betreft methodiek is de MARAN prevalentie het beste vergelijkbaar met de hier beschreven prevalentie op bedrijfsniveau, die met 34,8% dus hoger lijkt te liggen. Voor MARAN wordt slechts één koppel per bedrijf bemonsterd, terwijl voor de huidige studie in de meeste gevallen twee stallen (koppels) per bedrijf bemonsterd zijn. De kans dat bij de huidige studie een bedrijf positief bevonden wordt is dus hoger dan bij MARAN, wat het verschil in prevalentie kan verklaren.

De meest voorkomende ESBL/AmpC-genen in deze studie waren *bla*<sub>CTX-M-1</sub>, *bla*<sub>CMY-2</sub> en *bla*<sub>SHV-12</sub>. Dit komt overeen met de meest gevonden

genen beschreven in recente MARAN-rapportages en artikelen over ESBL-producerende bacteriën bij Nederlandse vleeskuikens (Anonymous, 2019b; Dierikx et al., 2013a; Huijbers et al., 2014). Waar *bla*<sub>CTX-M-1</sub> in de meeste reservoirs een veelvoorkomend ESBL-gen is, worden *bla*<sub>CMY-2</sub> en *bla*<sub>SHV-12</sub> voornamelijk bij vleeskuikens en vleeskuikenhouders veel gevonden (Dorado-Garcia et al., 2018).

### 5.2.2 *Risicofactoren vleeskuikens*

In de multivariate analyse werden vijf significante risicofactoren gevonden voor de aanwezigheid van ESBL-producerende *E. coli* in de stal (Tabel 11).

Het gebruik van antibiotica in het bemonsterde koppel was een significante risicofactor (OR=2,21) voor het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli*. Het is algemeen bekend dat gebruik van antibiotica leidt tot selectie van antibioticaresistente bacteriën. Het gebruik van (bepaalde) antibiotica werd ook in eerdere studies als risicofactor geïdentificeerd voor het vóórkomen van ESBL-producerende bacteriën (Jones et al., 2013; Persoons et al., 2011).

De leeftijd van de kuikens bij monsternamen bleek significant te zijn geassocieerd met ESBL-producerende *E. coli*, waarbij bij oudere kuikens minder vaak ESBL-producerende *E. coli* werd gevonden (OR=0,96). Dit verband is mogelijk verklaarbaar door een zich ontwikkelende darmflora en zogenaamde kolonisatieresistentie. Bij oudere dieren is de darmflora meer ontwikkeld en kunnen ESBL-producerende bacteriën de darm daarom minder gemakkelijk koloniseren. Dit bleek ook uit een eerdere longitudinale studie (Huijbers et al., 2016). Daarnaast wordt antibiotica bij vleeskuikens in Nederland het meest gebruikt in de eerste levensweek (AVINED, 2019), wat ook bleek uit de gegevens uit de vragenlijst van het huidige onderzoek (3.2.6). Mogelijk is daarom bij jongere dieren de selectiedruk door het gebruik van antibiotica nog terug te zien in een verhoogde prevalentie van ESBL-producerende *E. coli*.

De frequentie van reiniging van de voedersilo's bleek significant gecorreleerd met het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli*. Ten opzichte van 1x per jaar reinigen is het minder dan 1x per jaar reinigen van de silo's een risicofactor (OR=3,10). De relevantie van deze variabele is onbekend. Het is aangetoond dat voeder in de pluimveestal besmet kan raken met ESBL-producerende *E. coli* (Dierikx et al., 2013b), maar of voer in de silo's eveneens besmet kan raken is niet eerder onderzocht.

Het aanzuren van het drinkwater werd geïdentificeerd als risicofactor voor het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli* (OR=2,44). In de pluimveehouderij wordt het drinkwater aangezuurd als maatregel tegen de verspreiding van pathogene en zoönotische bacteriën. In ongeveer 15% van de voor dit onderzoek onderzochte stallen werd deze maatregel gebruikt. Het is onduidelijk waarom deze maatregel een risico zou vormen voor het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli*, zeker aangezien in een eerdere studie het aanzuren van het drinkwater juist als beschermende factor werd geïdentificeerd tegen ceftiofur resistentie in Belgische vleeskuikens (Persoons et al., 2011). Mogelijk bestaat er een specifieke, niet in dit onderzoek uitgevraagde reden waarom

veehouders het drinkwater aanzuren die is gerelateerd aan het vóórkomen van ESBL-producerende bacteriën.

Tenslotte werd een slechte wateropname door het koppel geïdentificeerd als risicofactor voor het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli* (OR=3,89). Een slechte wateropname kan een signaal zijn van gezondheidsproblemen in het koppel, wellicht ook gezondheidsproblemen die worden bestreden met antibiotica. De variabele 'Wateropname van het koppel' bleek echter niet significant te zijn geassocieerd met 'Gebruik van antibiotica in het koppel' ( $p=0,0643$ ) en bleef significant in het multivariate model waarin ook het gebruik van antibiotica is opgenomen. Er is dus waarschijnlijk nog een ander gezondheids- of welzijnsprobleem onderliggend aan de slechte wateropname die leidt tot een groter risico op ESBL-producerende *E. coli*.

In de univariate analyse bleken een aantal aanvullende variabelen zeer sterk gecorreleerd met het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli*, waaronder 'Frequentie van bezoek van de vangploeg', 'Leeftijd vleeskuikens bij wegladen', 'Ras vleeskuikens' en 'Bezettingsgraad'. Omdat deze variabelen echter ook sterk gecorreleerd bleken met het antibioticagebruik in het koppel en met elkaar, konden deze variabelen niet worden geanalyseerd in de multivariate analyse. Het meenemen van antibioticagebruik in plaats van deze gecorreleerde variabelen is een bewuste keuze bij de opbouw van het model. Het is belangrijk te beseffen dat de factoren wellicht toch van invloed zijn op het vóórkomen van ESBL-producerende *E. coli*.

### 5.2.3 Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden

In deze studie werd bij negen humane deelnemers ESBL-producerende *E. coli* aangetoond. De gevonden prevalentie van 6,8% wijkt niet significant af van de prevalenties die worden gevonden in de algemene bevolking (<5%, Van den Bunt et al. (2019)). Dit is in tegenstelling tot eerdere studies onder Nederlandse vleeskuikenhouders, waarbij prevalenties van 33% en 19% werden gevonden (Dierikx et al., 2013a; Huijbers et al., 2014). In deze eerdere studies was ook de prevalentie van ESBL-producerende *E. coli* bij de vleeskuikens hoger.

Bij drie deelnemers werd het ESBL-gen *bla*<sub>CTX-M-15</sub> gevonden en bij één deelnemer *bla*<sub>CTX-M-1</sub>. Dit zijn de meest voorkomende ESBL-genen bij de mens. Bij vier deelnemers werd het ESBL-gen *bla*<sub>CMY-2</sub> gevonden. Tenslotte werd bij één deelnemer het gen *bla*<sub>SHV-12</sub> gevonden. Deze twee genen worden weinig gevonden in humane patiënten of de algemene bevolking, maar relatief veel in vleeskuikens en op kippenvlees (Dorado-Garcia et al., 2018).

Vanwege de lage aantallen positieve deelnemers was het niet mogelijk om een betrouwbare risicofactoranalyse uit te voeren.

### 5.2.4 Risico voor de mens

In een recent gepubliceerde studie zijn ESBL isolaten uit een groot aantal Nederlandse reservoirs genetisch met elkaar vergeleken (Dorado-Garcia et al., 2018). Eén van de belangrijkste conclusies was dat de belangrijkste ESBL types uit mensen relatief minder vaak in dieren



worden aangetroffen en de ESBL types uit dieren relatief weinig bij mensen worden aangetroffen. Dit suggereert dat landbouwhuisdieren niet de belangrijkste reservoirs zijn van ESBLs bij mensen.

Een uitzondering op deze conclusie zijn de veehouders. In tegenstelling tot de algemene bevolking vertonen ESBL isolaten uit deze groep wel veel overeenkomsten met die van de dieren. Direct contact met dieren is voor deze groep waarschijnlijk een belangrijke besmettingsroute van ESBLs (Dorado-Garcia et al., 2018).

In de huidige studie werden op vijf bedrijven bij zowel dieren als humane deelnemers ESBL-producerende *E. coli* aangetroffen. In twee van deze vijf gevallen werd hetzelfde ESBL type gevonden bij dier en mens, zowel wat betreft ESBL-gen (*bla<sub>CMY-2</sub>*) als *E. coli* ST. Daarnaast werd bij één deelnemer en bij de vleeskuikens hetzelfde ESBL-gen gevonden, maar in twee verschillende *E. coli* STs. Het is dus mogelijk dat hier sprake is geweest van transmissie tussen de vleeskuikens en de veehouder. Gedetailleerde whole genome sequencing (WGS) zou hier uitsluitsel over kunnen geven.

In deze studie zijn per bedrijf maximaal twee vleeskuikenstallen bemonsterd, de meeste bedrijven hebben echter meer dan twee stallen. Het ontbreken van een overeenkomst in ESBL-gen en *E. coli* ST tussen humane deelnemer en bemonsterde vleeskuikens sluit transmissie dan ook niet uit, aangezien in niet-bemonsterde stallen andere ESBL-producerende *E. coli* aanwezig kunnen zijn (Dierikx et al., 2013a).

## 5.3 *Listeria monocytogenes*

### 5.3.1 *Prevalentie vleeskuikens*

In deze surveillance werd op twee bedrijven *L. monocytogenes* gevonden (1,0%). De prevalentie van *Listeria* bij vleeskuikens in Nederland is niet eerder onderzocht. In studies uit andere landen loopt de prevalentie van *Listeria* bij vleeskuikens uiteen van 3-37% (Rothrock et al., 2017). Vergeleken met deze studies lijkt de prevalentie van *Listeria* in Nederlandse vleeskuikens laag.

### 5.3.2 *Risicofactoren vleeskuikens*

De prevalentie van *L. monocytogenes* bij vleeskuikens is te laag om een risicofactoranalyse uit te kunnen voeren. In een Franse studie werden enkele risicofactoren geïdentificeerd: geen ongediertebestrijding, het gebruik van drinknippels zonder cups en het verzorgen van verschillende vleeskuikenstallen door één medewerker (Aury et al., 2011). De prevalentie in de Franse studie (32%) was echter vele malen hoger dan de prevalentie in het onderzoek beschreven in dit rapport.

### 5.3.3 *Risico voor de mens*

Humane *Listeria* besmettingen worden voornamelijk overgedragen via voedsel. Veel verschillende typen voedsel kunnen besmet zijn met *Listeria*. Voor de Nederlandse situatie wordt, op basis van inschattingen van experts, ingeschat dat voedselovergedragen *Listeria* voor ongeveer 7% is toe te schrijven aan consumptie van besmet pluimveevlees (Pijnacker et al., 2019).

*L. monocytogenes* wordt regelmatig gevonden op vers pluimveevlees (64 keer in 2018, Vlaanderen et al. (2019)). Omdat *Listeria* een ubiquitair voorkomende bacterie is, die ook in de omgeving kan overleven, is zowel fecale besmetting vanuit het levende pluimvee als kruiscontaminatie in het slachthuis een mogelijke oorzaak van de besmetting van het vlees. Op basis van deze prevalentiestudie kan worden verwacht dat besmetting van Nederlands pluimveevlees in mindere mate afkomstig is vanuit de levende vleeskuikens.

## 5.4 MRSA

### 5.4.1 Prevalentie vleeskuikens

MRSA is in deze studie opgenomen omdat de prevalentie van deze antibiotica-resistente bacterie bij vleeskuikens voor het laatst is gemeten in 2010-2011 (Geenen et al., 2013). De prevalentie op bedrijfsniveau (50 bedrijven) was in die studie 8%, op basis van zowel stalstof en keelwabs. Selectiedruk door antibioticumgebruik is van grote invloed op de verspreiding van MRSA. Van 2010-2018 is het antibioticagebruik bij vleeskuikens in Nederland afgenomen met 68% (SDa, 2019). Het is belangrijk om te achterhalen of deze afname ook heeft geleid tot een afname van MRSA bij vleeskuikens. Dit verband is niet een vanzelfsprekendheid, zoals een recente studie naar MRSA bij vleesvarkens heeft laten zien (Dierikx et al., 2016). In die studie werd in 2015 een hogere prevalentie van MRSA (83%) gemeten bij varkens in het slachthuis dan in 2005 (39%), ondanks een daling van het antibioticagebruik met 50% in deze sector.

In de huidige studie werd op geen van de 190 onderzochte vleeskuikenbedrijven MRSA aangetroffen in het stalstof, een onverwacht resultaat. Weliswaar werd in een recente studie bij acht biologische vleeskuikenbedrijven in Nederland eveneens geen MRSA gevonden (Huijbers et al., 2015), maar een totale afwezigheid van MRSA in de huidige veel grotere studiestudiepopulatie was onverwacht. Hierbij speelt mee dat in de aanloop naar de huidige studie problemen optraden met de sampling methode voor MRSA: wanneer veegdoekjes met muurstof van vleeskuikenbedrijven werden gespiked met MRSA, kon alleen een relatief hoge hoeveelheid MRSA (>100 kve/veegdoekje) worden teruggevonden. De vraag is of deze hoge aantallen MRSA te verwachten zijn in stalstof, zelfs wanneer de vleeskuikens MRSA positief zijn. Mogelijk was deze methode dus onvoldoende gevoelig om op deze manier MRSA bij vleeskuikens aan te tonen. In een Belgische studie naar MRSA bij vleeskuikens werd eveneens géén MRSA aangetroffen in stalstof, terwijl wel 7,2% van de onderzochte vleeskuikens MRSA positief waren (op basis van neus- en cloacaswabs (Pletinckx et al., 2011) Pletinckx et al. (2011)).

### 5.4.2 Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden

Bij vier humane deelnemers werd MRSA in de neusswab aangetoond, in alle vier gevallen ging het om LA-MRSA (CC398). De gevonden prevalentie van 3,0% is vergelijkbaar met de prevalenties (5,5% en 3,0%) die in eerdere Nederlandse en Belgische studies naar MRSA onder vleeskuikenhouders werden gevonden (Geenen et al., 2013; Vandendriessche et al., 2013). Dit is hoger dan de prevalentie van 0,2% in de algemene Nederlandse bevolking (Den Heijer et al., 2013).

Een selectie van karakteristieken van de MRSA positieve humane deelnemers zijn uiteengezet in Tabel 13.

Tabel 13 Karakteristieken van MRSA positieve humane deelnemers

Deelnemer	38	99	151	164
Vleeskuikenhouder	Ja	Ja	Ja	Ja
1x per dag of vaker in de stallen van de vleeskuikens	Ja	Nee	Ja	Ja
Contact met varkens	Ja	Nee	Ja	Nee
Contact met varkensmest	Ja	Nee	Ja	Ja
Eerder getest op MRSA	Ja	Ja	Nee	Ja
Eerder positief getest op MRSA	Ja (2006)	Nee	Nee	Ja (2012)
Antibiotica gebruikt in de afgelopen 6 maanden	Ja	Nee	Nee	Nee

Omdat er in de vleeskuikenstallen geen MRSA is gevonden en er geen andere bronnen zijn onderzocht, is het niet mogelijk te zeggen of de MRSA bij humane deelnemers afkomstig is van de vleeskuikens of van andere bronnen, zoals varkens.

#### 5.4.3

##### *Risico voor de mens*

Sinds het begin van deze eeuw is bekend dat MRSA uit landbouwhuisdieren (livestock associated of LA-MRSA) kan worden overgedragen van dieren naar mensen die veelvuldig contact met deze dieren hebben, waaronder veehouders (Wagenaar and Van de Giessen, 2009). Ook voor vleeskuikenhouders is dit aangetoond (Geenen et al., 2013).

Beroepsmatig contact met landbouwhuisdieren zoals pluimvee is een belangrijke risicofactor voor dragerschap van CC398 MRSA. In een recente wereldwijde meta-analyse werd een OR van 6,2 (95% BI: 2,9-13,1) gevonden voor mensen die regelmatig contact hadden met pluimvee (Liu et al., 2019). MRSA dragerschap is in principe niet gevaarlijk voor gezonde dragers. Wel is bekend dat MRSA dragerschap in het algemeen een risico is voor het ontwikkelen van infecties met MRSA.

Uit studies en casusbeschrijvingen is duidelijk gebleken dat LA-MRSA (CC398), net zoals andere MRSA typen, verschillende soorten lokale, systemische en zelfs levensbedreigende infecties kan veroorzaken (Becker et al., 2017; Goerge et al., 2017). Daarnaast zijn er echter ook aanwijzingen dat er klinische verschillen zijn tussen LA-MRSA en andere MRSA typen. Patiënten met LA-MRSA infecties verblijven in vergelijking tot patiënten met andere typen MRSA gemiddeld minder lang in het ziekenhuis en hoeven minder vaak behandeld te worden op de intensive care (Becker et al., 2017). Dit kan echter ook te maken hebben met het feit dat patiënten met LA-MRSA gemiddeld een lagere leeftijd hebben. Daarnaast worden er in LA-MRSA isolaten minder vaak exotoxines gevonden die kunnen leiden tot Toxisch Shock Syndroom.

LA-MRSA kan ook worden overgedragen tussen mensen, alhoewel dit minder efficiënt lijkt te zijn dan de overdracht van andere typen MRSA (Wassenberg et al., 2011). De laatste jaren wordt er in toenemende mate LA-MRSA (CC398) gevonden in mensen die geen contact hebben gehad met landbouwhuisdieren (Bosch et al., 2016). Deze mensen kunnen ook langdurig drager zijn van dit type MRSA (Meijs et al., 2020). De oorsprong en de transmissieroutes van LA-MRSA bij mensen zonder contact met landbouwhuisdieren is nog niet helder (He et al., 2018; Lekkerkerk et al., 2015).

Tenslotte kan MRSA ook voorkomen op pluimveevlees. Mogelijk kan MRSA op deze manier ook worden overgedragen op mensen, maar er is nog niet veel onderzoek gedaan naar deze besmettingsroute (Bortolaia et al., 2016; Larsen et al., 2016).

## 5.5 **Salmonella**

### 5.5.1 *Prevalentie vleeskuikens*

In deze studie werd, op basis van de reguliere *Salmonella*-monitoring met overschoentjes, een prevalentie op bedrijfsniveau van 11,3% en op koppelniveau van 8,9% gevonden. *S. Typhimurium* of *S. Enteritidis* werden in deze steekproef niet gevonden.

Tot en met 2012 werd de *Salmonella* prevalentie bij vleeskuikens gemeten en gerapporteerd door de PVE. Vanaf 2004 tot het einde van de monitoring schommelde de prevalentie op koppelniveau rond de 5% (Zomer, 2014). In 2018 was de prevalentie van *Salmonella* bij vleeskuikens in heel Europa 3,5% op koppelniveau (Anonymous, 2019a). De prevalentie in de huidige steekproef lijkt hoger te zijn dan deze cijfers.

De twee meest gevonden *Salmonella* serotypen in de huidige studie zijn *S. Paratyphi B* variant Java (10 bedrijven) en *S. Infantis* (9 bedrijven). Deze twee serotypen worden ook op pluimveevlees in de retail het vaakst gevonden (Vlaanderen et al., 2019). *S. Paratyphi B* variant Java was jarenlang het dominante serotype op kippenvlees, maar sinds 2014 daalt het percentage van dit serotype. Hier staat een stijging van *S. Infantis* op kippenvlees tegenover. Deze toename van *S. Infantis* is niet alleen in Nederland te zien, in 2018 was *S. Infantis* in heel Europa het meest gerapporteerde serotype uit vleeskuikens (Anonymous, 2019a).

### 5.5.2 *Risicofactoren vleeskuikens*

In de multivariate analyse werden zes significante risicofactoren gevonden voor de aanwezigheid van *Salmonella* in de stal (Tabel 12). De leeftijd van de kuikens bij monsternamen werd vast in het model meegenomen als covariabele, maar bleek uiteindelijk niet significant geassocieerd met het vóórkomen van *Salmonella* in de stal.

De aanwezigheid van huisdieren op het vleeskuikenbedrijf werd geïdentificeerd als beschermende factor (OR =0,12). Deze verrassende uitkomst kan mogelijk worden verklaard door de negatieve correlatie tussen de aanwezigheid van huisdieren en de overlast van ongedierte ( $p < 0,0001$ ). Deze correlatie werd ook gevonden wanneer specifiek naar de aanwezigheid van honden ( $p = 0,0013$ ) of katten ( $p = 0,0238$ )

werd gekeken. Aanwezigheid van ongedierte (specifiek knaagdieren) is een bekende risicofactor voor *Salmonella* op pluimveebedrijven (Rose et al., 2000). De variabele 'Last van ongedierte' zelf was in de hier beschreven univariate analyse significant (Bijlage 3), maar kwam in het multivariate model niet naar boven. Mogelijk geeft door de veehouder gerapporteerde last van ongedierte geen goede indruk van de aanwezigheid van ongedierte. Met alleen een risicofactoranalyse is het niet mogelijk de oorzaak van een verband te duiden. De aanwezigheid van huisdieren kan dus ook op een andere manier zijn gerelateerd met de aanwezigheid van *Salmonella*.

Ook twee hygiënemaatregelen bleken geassocieerd met een verminderd vóórkomen van *Salmonella* in de stal, namelijk 'Geen contact met ander pluimvee in de afgelopen 12 uur' en 'Handen wassen na het betreden van de stal' (wanneer deze regels níet worden aangehouden geeft dit respectievelijk een OR=11,55 en OR=10,80). De laatste decennia zijn, onder andere in het kader van de bestrijding van *Salmonella*, de hygiënemaatregelen op vleeskuikenbedrijven sterk aangescherpt. Het identificeren van deze twee hygiënemaatregelen als beschermende factoren laat zien dat het naleven van een strikte biosecurity belangrijk blijft. Op 16% van de bezochte bedrijven in deze studie worden het handen wassen ná het betreden van de stal niet uitgevoerd en bij 38% van de bedrijven geldt géén regel om minimaal 12 uur geen contact te hebben gehad met ander pluimvee dan het op het eigen bedrijf (Figuur 7). Het is aan te bevelen om meer aandacht te besteden aan het naleven van deze regels op vleeskuikenbedrijven.

Dat het niet wassen van de handen ná het betreden van de stal (en dus niet vóór het betreden van de stal) geïdentificeerd werd als risicofactor is enigszins verrassend. Wellicht heeft het beschermende effect van deze maatregel te maken met het voorkómen van transmissie van *Salmonella* tussen verschillende stallen op één bedrijf.

Veertig procent van de aangetoonde *Salmonella* was *S. Infantis*, een serotype waarbij multiresistentie veel voorkomt (Alba et al., 2020). Een relatie tussen het vóórkomen van *Salmonella* en het gebruik van antibiotica is daarom niet ondenkbaar. De variabele 'antibiotica gebruik in het bemonsterde koppel' was niet significant ( $p=0,11$  in univariate analyse), maar een significant relatie werd gevonden met de dierdagdosering (DDDa), een maat voor antibiotica gebruik van een bedrijf in het jaar voorafgaand aan de monsternamen. Bij een DDDa >15 is het risico op *Salmonella* significant groter (OR=14,58) dan bij een DDDa van 0. Wellicht is deze hoge DDDa een indicatie voor langdurige gezondheids- of hygiëneproblemen op een bedrijf.

Een gezonde microbiota wordt als zeer belangrijk beschouwd in de strijd tegen *Salmonella*, vanwege het principe van competitieve exclusie. Om deze reden wordt er veel onderzoek gedaan naar het gebruik van pro- en prebiotica bij vleeskuikens en zijn er meerdere van deze producten op de markt gebracht. In dierexperimenteel onderzoek is het gebruik van deze producten succesvol gebleken tegen kolonisatie door *Salmonella* (Carter et al., 2009; Kerr et al., 2013). Het is daarom verrassend dat het gebruik van probiotica of prebiotica in het hier beschreven onderzoek als risicofactor werd gevonden (OR=6,42).

Enkele versturende factoren kunnen zijn dat er in deze studie vanzelfsprekend veel verschillende soorten pro- en prebiotica in één categorie vallen en dat voor veel commerciële producten effectiviteit is aangetoond tegen *S. Typhimurium* en *S. Enteritidis*, terwijl in het hier beschreven onderzoek juist de serotypes Paratyphi B variant Java en *Infantis* domineerden. Naar het effect van pro- en prebiotica op deze serotypes is nog weinig onderzoek gedaan. Daarnaast zullen veehouders specifieke redenen hebben om pre- en probiotica te gebruiken. Mogelijk zitten hierbij factoren die niet zijn uitgevraagd in de vragenlijst, maar wel zijn geassocieerd met het vóórkomen van *Salmonella*.

Tenslotte bleek de frequentie van desinfectie van de voedersilo's een risicofactor, waarbij alle frequenties van desinfectie een significant hoger risico gaven dan het nooit desinfecteren van de silo's. Desinfectie van de voedersilo's wordt bij Nederlandse vleeskuikenbedrijven relatief weinig uitgevoerd, 47% van de bezochte bedrijven gaf aan nooit de silo te desinfecteren. In de voorschriften van IKB Kip wordt desinfectie van de silo's alleen verplicht wanneer er een *Salmonella* besmetting in het koppel heeft plaatsgevonden. Mogelijk is deze variabele dus een proxy voor de vraag of er in voorgaande rondes *Salmonella* besmettingen hebben plaatsgevonden. *Salmonella* besmetting van het vorige koppel is in eerdere studies beschreven als risicofactor voor de status van het huidige koppel (Cardinale et al., 2004; Namata et al., 2009), maar is in de vragenlijst van het hier beschreven onderzoek niet uitgevraagd.

#### 5.5.3 Resultaten bij veehouders, medewerkers en gezinsleden

In deze surveillance werd bij één deelnemer *Salmonella* aangetroffen in de ontlasting. Het isolaat werd getypeerd als *S. Infantis*. Deze deelnemer rapporteerde geen ziekteverschijnselen. Op het bijbehorende bedrijf is in de reguliere monitoring met overschoentjes geen *Salmonella* aangetroffen.

#### 5.5.4 Risico voor de mens

Ongeveer 80% van de humane *Salmonella*-infecties worden veroorzaakt door het eten van besmet voedsel (Mughini-Gras et al., 2014a; Mughini-Gras et al., 2014b). De belangrijkste voedselgroepen verantwoordelijk voor deze infecties zijn eieren en varkensvlees. Het aandeel infecties toegeschreven aan pluimveevlees, en dus afkomstig van vleeskuikens, is relatief beperkt (<5%)(Mughini-Gras et al., 2014a).

In de huidige studie werden bij vleeskuikens voornamelijk de serotypen Paratyphi B variant Java en *Infantis* gevonden. *S. Paratyphi B* variant Java wordt relatief weinig bij mensen gevonden en is dan vaak reisgerelateerd (niet in Nederland opgelopen). *S. Infantis* is sinds enkele jaren consistent het vierde meest gevonden serotype bij humane patiënten (Vlaanderen et al., 2019). De recente toename bij de mens loopt synchroon met de sterke stijging van *S. Infantis* bij pluimvee en op kippenvlees (Vlaanderen et al., 2019). Recente humane *S. Infantis* isolaten vertonen zeer sterke overeenkomsten met isolaten afkomstig uit pluimvee of van kippenvlees (Hindermann et al., 2017; Tate et al., 2017). Ondanks de beperkte bijdrage van kippenvlees aan humane *Salmonella*-infecties, is de opkomst van *S. Infantis* bij pluimvee een potentieel risico voor de mens, zeker aangezien *Infantis* behoort tot de

*Salmonella*-types waarin vaak multiresistentie wordt gevonden (Alba et al., 2020; Anonymous, 2019b; Vlaanderen et al., 2019).

Naast het eten van besmet voedsel, kan *Salmonella* ook worden overgedragen door direct diercontact. Een recente studie onderzocht het risico op gerapporteerde salmonellose in een Nederlands cohort (Duijster et al., 2019). Dit risico was bijna tweemaal zo hoog wanneer een persoon contact had met levende dieren. In een andere recente Nederlandse studie werd onderscheid gemaakt tussen *Salmonella* afkomstig van verschillende diersoorten (Mughini-Gras et al., 2014a). Uit deze studie bleek dat contact met dieren een risicofactor was voor *Salmonella* afkomstig uit runderen, maar niet van pluimvee.

In de huidige studie werd bij één humane deelnemer *S. Infantis* gevonden. Het oplopen van *S. Infantis* door contact met levend pluimvee is zeker mogelijk (Basler et al., 2015), maar bij de dieren van het bijbehorende bedrijf werd in dit geval geen *Salmonella* gevonden. Het is dan ook onduidelijk of hier sprake is van overdracht door direct contact met de dieren.

## 5.6 STEC

### 5.6.1 Prevalentie vleeskuikens

In deze surveillance werd op één bedrijf STEC gevonden. Het isolaat werd geserotypeerd als O24:H18. Dit serotype is niet bekend uit de Nederlandse humane STEC surveillance en werd slechts eenmaal eerder beschreven in een EFSA rapport bij een humane patiënt (BIOHAZ, 2013). Op het betreffende bedrijf werden bedrijfs- of hobbymatig geen herkauwers gehouden.

Deze lage prevalentie komt overeen met studies uit andere landen waar weinig tot geen STEC werd gevonden bij vleeskuikens (Doregirae et al., 2016; Kijima-Tanaka et al., 2005; Kobayashi et al., 2002).

In een Nederlandse studie op vleeskuikenbedrijven in 1996-1999 werd een STEC O157 prevalentie gevonden van 1,7% (Schouten et al., 2005). Dit serotype werd in de huidige studie niet gevonden.

### 5.6.2 Risicofactoren vleeskuikens

De prevalentie van STEC bij vleeskuikens is te laag om een risicofactoranalyse uit te kunnen voeren. Ook uit de literatuur zijn geen risicofactoren bekend voor STEC bij vleeskuikens.

### 5.6.3 Risico voor de mens

In een recente Nederlandse bronattribuatiestudie over STEC werd pluimvee beschreven als de minst belangrijke dierlijke bron van humane STEC infecties (Mughini-Gras et al., 2017). Volgens deze studie zijn slechts 3% van de humane STEC-infecties toe te schrijven aan pluimvee. Dit komt overeen met een studie waarin wereldwijd naar data over STEC uitbraken is gekeken, waaruit bleek dat pluimvee slechts sporadisch als bron werd aangewezen (Pires et al., 2019). Ook de huidige surveillance, waar STEC in 0,5% van de bedrijven werd gevonden, sluit aan bij dit beeld. Het risico voor de mens wat betreft STEC vanuit vleeskuikens lijkt dus zeer klein.





## 6 Conclusie

In deze studie werd op 32% van de bedrijven *Campylobacter* aangetroffen en werd op 11% van deze bedrijven in de reguliere monitoring *Salmonella* gevonden. Deze bacteriën vormen een potentieel risico voor de consument bij consumptie van kippenvlees. De prevalentie van *Campylobacter* in deze studie was vergelijkbaar met de gemiddelde prevalentie uit eerdere monitoring (1999-2002). Ondanks ingevoerde hygiënemaatregelen lijkt de prevalentie van *Campylobacter* bij levend pluimvee maar moeilijk omlaag te brengen. De prevalentie van *Salmonella* in deze studie lijkt hoger te zijn dan het Europees gemiddelde van 2018. In bijna de helft van de gevallen werd het opkomende serotype *S. Infantis* gevonden. Bij de humane deelnemers in deze studie (veehouders, gezinsleden en medewerkers) werd bij één deelnemer *Salmonella* aangetroffen en bij twee deelnemers *Campylobacter*. In één geval werd *Campylobacter* ook gevonden bij de vleeskuikens op het bedrijf.

Daarnaast werd op 35% van de bedrijven en bij 7% van de humane deelnemers ESBL-producerende *E. coli* aangetroffen. De prevalentie bij zowel vleeskuikens als veehouders lijkt lager te zijn dan in eerdere studies op Nederlandse vleeskuikenbedrijven (2009-2011). In twee gevallen werd een overeenkomst gevonden tussen het type bacterie bij vleeskuikens en humane deelnemers, wat kan wijzen op directe transmissie tussen dier en mens.

STEC en *Listeria* werden op zeer weinig bedrijven ( $\leq 1\%$ ) gevonden. Het risico van deze pathogenen vanuit vleeskuikens lijkt zeer beperkt te zijn. MRSA werd in deze studie niet in de stallen van de vleeskuikens gevonden, maar de kans is groot dat de sampling- en testmethodiek voor MRSA niet optimaal waren in deze studie. Bij de humane deelnemers werd een prevalentie van 3% gevonden, in alle gevallen ging het om livestock-associated MRSA. Deze prevalentie is hoger dan de prevalentie in de algemene Nederlandse bevolking (0,2%). Doordat de detectie bij de vleeskuikens niet goed is verlopen en omdat een tweetal positieve deelnemers ook contact had met varkens, is het lastig om specifiek iets over het risico van MRSA vanuit vleeskuikens te zeggen.

Er zijn risicofactoranalyses uitgevoerd voor het vóórkomen van *Campylobacter*, ESBL-producerende *E. coli* en *Salmonella* bij de vleeskuikens. Het vinden van een associatie in een risicofactoranalyse betekent niet automatisch een oorzakelijk verband tussen de variabele en het pathogeen, maar kan wel aanleiding zijn voor een vervolgonderzoek bestaande uit interventiestudies.

Voor *Campylobacter* werden in deze studie meerdere variabelen bevestigd uit eerdere studies (leeftijd kuikens, seizoen, aantal stallen, lengte van leegstand tussen koppels). Ook werden enkele nieuwe variabelen als risicofactor geïdentificeerd (aanwezigheid paarden, bezettingsgraad, drinknippels zonder cups, strooiselkwaliteit).

Voor ESBL-producerende *E. coli* was het gebruik van antibiotica in het koppel een duidelijk verklaarbare risicofactor. De overige gevonden risicofactoren (waaronder aanzuren van het drinkwater en frequentie van reiniging van de silo's) geven minder duidelijke aanknopingspunten voor vervolgonderzoek of maatregelen.

Voor *Salmonella* bleken twee hygiënemaatregelen (geen contact met ander pluimvee in de afgelopen 12 uur en handen wassen na betreden van de stal) geassocieerd met een verminderd vóórkomen van *Salmonella*. Het identificeren van deze factoren laat zien dat het naleven van strikte biosecurity belangrijk blijft om *Salmonella* te bestrijden. Daarnaast werden zowel het gebruik van antibiotica (op basis van de dierdagdosering) als het gebruik van pro- en prebiotica als risicofactor geïdentificeerd. Het is mogelijk dat in beide gevallen het effect op de microbiota van de vleeskuikens een rol speelt, maar ook een correlatie met andere, niet uitgevraagde variabelen kan een rol spelen.

De resultaten uit deze studie zijn een aanvulling op de bestaande monitoring van zoönotische pathogenen (*Campylobacter*, *Salmonella* en ESBL-producerende bacteriën) in de vleeskuikenhouderij. Voor *Campylobacter* is de hier beschreven prevalentieschatting lager dan de prevalentie gebaseerd op onderzochte caeca in het slachthuis. Dit verschil tussen mestmonsters op boerderijen en caecum swabs is echter bekend uit eerdere monitoringsprogramma's (PVE monitoring t/m 2008).

Voor ESBL-producerende *E. coli* sloten resultaten uit deze studie en uit de reguliere monitoring (MARAN) goed op elkaar aan. Voor *Salmonella* tenslotte, werd gebruik gemaakt van de reguliere monitoring met overschoentjes om in combinatie met de bedrijfsvragenlijst een risicofactoranalyse te kunnen uitvoeren.

Deze studie bevestigt opnieuw dat er op vleeskuikenbedrijven *Campylobacter*, *Salmonella* en ESBL-producerende bacteriën vóórkomen die via vleesconsumptie en direct of indirect contact kunnen worden overgedragen op de mens. In de verspreiding van *Listeria* en STEC is de vleeskuikenhouderij waarschijnlijk minder van belang.

## Referenties

- Aalten, M., Stenvers, O., Van Pelt, W., Braks, M., Schimmer, B., Langelaar, M. 2010. Staat van Zoönosen 2009. In Staat van Zoönosen, RIVM, ed. (Bilthoven, RIVM).
- Alba, P., Leekitcharoenphon, P., Carfora, V., Amoruso, R., Cordaro, G., Di Matteo, P., Ianzano, A., Iurescia, M., Diaconu, E.L., Study Group, E.N., Pedersen, S.K., Guerra, B., Hendriksen, R.S., Franco, A., Battisti, A., 2020. Molecular epidemiology of *Salmonella* Infantis in Europe: insights into the success of the bacterial host and its parasitic pESI-like megaplasmid. *Microb. Genom.* 6, 10.1099/mgen.0.000365.
- Anonymous, 2018. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. *EFSA J.* 16, 5500.
- Anonymous, 2019a. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. *EFSA J.* 17, 5926.
- Anonymous 2019b. MARAN 2019 - Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in The Netherlands in 2018 (Lelystad, WBVR).
- Aury, K., Le Bouquin, S., Toquin, M.T., Huneau-Salaün, A., Le Nôtre, Y., Allain, V., Petetin, I., Fravallo, P., Chemaly, M., 2011. Risk factors for *Listeria monocytogenes* contamination in French laying hens and broiler flocks. *Prev. Vet. Med.* 98, 271-278.
- AVINED 2019. Antibioticagebruik pluimveesector in 2018 (en trends van afgelopen jaren) (AVINED).
- Bal, A.M., Coombs, G.W., Holden, M.T.G., Lindsay, J.A., Nimmo, G.R., Tattevin, P., Skov, R.L., 2016. Genomic insights into the emergence and spread of international clones of healthcare-, community- and livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: Blurring of the traditional definitions. *J. Glob. Antimicrob. Resist.* 6, 95-101.
- Basler, C., Forshey, T.M., Machesky, K., Erdman, C.M., Gomez, T.M., Brinson, D.L., Nguyen, T.A., Behravesh, C.B., Bosch, S., 2015. Notes from the field: multistate outbreak of human *Salmonella* infections linked to live poultry from a mail-order hatchery in Ohio--February-October 2014. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 64, 258.
- Becker, K., Ballhausen, B., Kahl, B.C., Kock, R., 2017. The clinical impact of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* of the clonal complex 398 for humans. *Vet. Microbiol.* 200, 33-38.
- BIOHAZ, 2013. Scientific Opinion on VTEC-seropathotype and scientific criteria regarding pathogenicity assessment. *EFSA J.* 11, 3138.
- BIOHAZ, Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bover-Cid, S., Chemaly, M., Davies, R., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Peixe, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Jenkins, C., Monteiro Pires, S., Morabito, S., Niskanen, T., Scheutz, F., da Silva Felício, M.T., Messens, W., Bolton, D., 2020. Pathogenicity assessment of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and the public health risk posed by contamination of food with STEC. *EFSA J.* 18, e05967.

- Borck Hog, B., Sommer, H.M., Larsen, L.S., Sorensen, A.I., David, B., Hofshagen, M., Rosenquist, H., 2016. Farm specific risk factors for *Campylobacter* colonisation in Danish and Norwegian broilers. *Prev. Vet. Med.* 130, 137-145.
- Bortolaia, V., Espinosa-Gongora, C., Guardabassi, L., 2016. Human health risks associated with antimicrobial-resistant enterococci and *Staphylococcus aureus* on poultry meat. *Clin. Microbiol. Infect.* 22, 130-140.
- Bosch, T., van Luit, M., Pluister, G.N., Frentz, D., Haenen, A., Landman, F., Witteveen, S., van Marm-Wattimena, N., van der Heide, H.G., Schouls, L.M., 2016. Changing characteristics of livestock-associated meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from humans - emergence of a subclade transmitted without livestock exposure, the Netherlands, 2003 to 2014. *Euro Surveill.* 21. 10.2807/1560-7917.ES.2016.21.21.30236
- Bouwknegt, M., van de Giessen, A.W., Dam-Deisz, W.D., Havelaar, A.H., Nagelkerke, N.J., Henken, A.M., 2004. Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks. *Prev. Vet. Med.* 62, 35-49.
- Cardinale, E., Tall, F., Guèye, E.F., Cisse, M., Salvat, G., 2004. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* infection in senegalese broiler-chicken flocks. *Prev. Vet. Med.* 63, 151-161.
- Carter, A.J., Adams, M.R., Woodward, M.J., La Ragione, R.M., 2009. Control strategies for *Salmonella* colonization of poultry: the probiotic perspective. *Food Scie. Tech. Bull. Funct. Foods* 5, 103-115.
- Cawthraw, S.A., Lind, L., Kaijser, B., Newell, D.G., 2000. Antibodies, directed towards *Campylobacter jejuni* antigens, in sera from poultry abattoir workers. *Clin. Exp. Immunol.* 122, 55-60.
- Den Heijer, C.D., van Bijnen, E.M., Paget, W.J., Pringle, M., Goossens, H., Bruggeman, C.A., Schellevis, F.G., Stobberingh, E.E., 2013. Prevalence and resistance of commensal *Staphylococcus aureus*, including meticillin-resistant *S. aureus*, in nine European countries: a cross-sectional study. *Lancet Infect. Dis.* 13, 409-415.
- Dierikx, C., Duijkeren, E., Gijsbers, E., Van Hoek, A.H.A.M., Hengeveld, P.D., Veenman, C., De Greeff, S.C., Meijs, A. 2018. Onderzoek naar ESBL-producerende bacteriën onder vegetariërs en niet-vegetariërs : de Vegastudie (Bilthoven, RIVM), p. 44.
- Dierikx, C., van der Goot, J., Fabri, T., van Essen-Zandbergen, A., Smith, H., Mevius, D., 2013a. Extended-spectrum- $\beta$ -lactamase- and AmpC- $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in Dutch broilers and broiler farmers. *J. Antimicrob. Chemother.* 68, 60-67.
- Dierikx, C.M., Hengeveld, P.D., Veldman, K.T., de Haan, A., van der Voorde, S., Dop, P.Y., Bosch, T., van Duijkeren, E., 2016. Ten years later: still a high prevalence of MRSA in slaughter pigs despite a significant reduction in antimicrobial usage in pigs the Netherlands. *J. Antimicrob. Chemother.* 71, 2414-2418.
- Dierikx, C.M., van der Goot, J.A., Smith, H.E., Kant, A., Mevius, D.J., 2013b. Presence of ESBL/AmpC-producing *Escherichia coli* in the broiler production pyramid: a descriptive study. *PLoS ONE* 8, e79005.

- Dohmen, W., Bonten, M.J., Bos, M.E., van Marm, S., Scharringa, J., Wagenaar, J.A., Heederik, D.J., 2015. Carriage of extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in pig farmers is associated with occurrence in pigs. *Clin. Microbiol. Infect.* 21, 917-923.
- Dorado-Garcia, A., Smid, J.H., van Pelt, W., Bonten, M.J.M., Fluit, A.C., van den Bunt, G., Wagenaar, J.A., Hordijk, J., Dierikx, C.M., Veldman, K.T., de Koeijer, A., Dohmen, W., Schmitt, H., Liakopoulos, A., Pacholewicz, E., Lam, T., Velthuis, A.G., Heuvelink, A., Gonggrijp, M.A., van Duijkeren, E., van Hoek, A.H.A.M., de Roda Husman, A.M., Blaak, H., Havelaar, A.H., Mevius, D.J., Heederik, D.J.J., 2018. Molecular relatedness of ESBL/AmpC-producing *Escherichia coli* from humans, animals, food and the environment: a pooled analysis. *J. Antimicrob. Chemother.* 73, 339-347.
- Doregiraee, F., Alebouyeh, M., Nayeri Fasaee, B., Charkhkar, S., Tajedin, E., Zali, M.R., 2016. Isolation of atypical enteropathogenic and shiga toxin encoding *Escherichia coli* strains from poultry in Tehran, Iran. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench* 9, 53-57.
- Duijster, J.W., Franz, E., Neefjes, J.J.C., Mughini-Gras, L., 2019. Occupational risk of salmonellosis and campylobacteriosis: a nationwide population-based registry study. *Occup. Environ. Med.* 76, 617-624.
- Ellis-Iversen, J., Jorgensen, F., Bull, S., Powell, L., Cook, A.J., Humphrey, T.J., 2009. Risk factors for *Campylobacter* colonisation during rearing of broiler flocks in Great Britain. *Prev. Vet. Med.* 89, 178-184.
- Geenen, P.L., Graat, E.A., Haenen, A., Hengeveld, P.D., Van Hoek, A.H.A.M., Huijsdens, X.W., Kappert, C.C., Lammers, G.A., Van Duijkeren, E., Van De Giessen, A.W., 2013. Prevalence of livestock-associated MRSA on Dutch broiler farms and in people living and/or working on these farms. *Epidemiol. Infect.* 141, 1099-1108.
- Georgiev, M., Beauvais, W., Guitian, J., 2017. Effect of enhanced biosecurity and selected on-farm factors on *Campylobacter* colonization of chicken broilers. *Epidemiol. Infect.* 145, 553-567.
- Goerge, T., Lorenz, M.B., van Alen, S., Hubner, N.O., Becker, K., Kock, R., 2017. MRSA colonization and infection among persons with occupational livestock exposure in Europe: Prevalence, preventive options and evidence. *Vet. Microbiol.* 200, 6-12.
- Guardia, S., Konsak, B., Combes, S., Levenez, F., Cauquil, L., Guillot, J.F., Moreau-Vauzelle, C., Lessire, M., Juin, H., Gabriel, I., 2011. Effects of stocking density on the growth performance and digestive microbiota of broiler chickens. *Poult. Sci.* 90, 1878-1889.
- He, L., Zheng, H.X., Wang, Y., Le, K.Y., Liu, Q., Shang, J., Dai, Y., Meng, H., Wang, X., Li, T., Gao, Q., Qin, J., Lu, H., Otto, M., Li, M., 2018. Detection and analysis of methicillin-resistant human-adapted sequence type 398 allows insight into community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* evolution. *Genome Med.* 10, 5.

- Hindermann, D., Gopinath, G., Chase, H., Negrete, F., Althaus, D., Zurfluh, K., Tall, B.D., Stephan, R., Nüesch-Inderbinnen, M., 2017. *Salmonella enterica* serovar Infantis from Food and Human Infections, Switzerland, 2010–2015: Poultry-Related Multidrug Resistant Clones and an Emerging ESBL Producing Clonal Lineage. *Front. Microbiol.* 8, 1322.
- Hosseinzadeh, S., Shekarforoush, S.S., Ansari-Lari, M., EsalatPanah-Fard Jahromi, M., Berizi, E., Abdollahi, M., 2012. Prevalence and risk factors for *Listeria monocytogenes* in broiler flocks in Shiraz, southern Iran. *Foodborne Pathog. Dis.* 9, 568-572.
- Huijbers, P.M., Graat, E.A., Haenen, A.P., van Santen, M.G., van Essen-Zandbergen, A., Mevius, D.J., van Duijkeren, E., van Hoek, A.H.A.M., 2014. Extended-spectrum and AmpC  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in broilers and people living and/or working on broiler farms: prevalence, risk factors and molecular characteristics. *J. Antimicrob. Chemother.* 69, 2669-2675.
- Huijbers, P.M., van Hoek, A.H.A.M., Graat, E.A., Haenen, A.P., Florijn, A., Hengeveld, P.D., van Duijkeren, E., 2015. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and extended-spectrum and AmpC  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in broilers and in people living and/or working on organic broiler farms. *Vet. Microbiol.* 176, 120-125.
- Huijbers, P.M.C., Graat, E.A.M., van Hoek, A., Veenman, C., de Jong, M.C.M., van Duijkeren, E., 2016. Transmission dynamics of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase and AmpC  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in a broiler flock without antibiotic use. *Prev. Vet. Med.* 131, 12-19.
- Jones, E.M., Snow, L.C., Carrique-Mas, J.J., Gosling, R.J., Clouting, C., Davies, R.H., 2013. Risk factors for antimicrobial resistance in *Escherichia coli* found in GB turkey flocks. *Vet. Rec.* 173, 422.
- Kaarme, J., Hickman, R.A., Neveus, T., Blomberg, J., Ohrmalm, C., 2016. Reassuringly low carriage of enteropathogens among healthy Swedish children in day care centres. *Public Health* 140, 221-227.
- Kerr, A.K., Farrar, A.M., Waddell, L.A., Wilkins, W., Wilhelm, B.J., Bucher, O., Wills, R.W., Bailey, R.H., Varga, C., McEwen, S.A., Rajic, A., 2013. A systematic review-meta-analysis and meta-regression on the effect of selected competitive exclusion products on *Salmonella* spp. prevalence and concentration in broiler chickens. *Prev. Vet. Med.* 111, 112-125.
- Kijima-Tanaka, M., Ishihara, K., Kojima, A., Morioka, A., Nagata, R., Kawanishi, M., Nakazawa, M., Tamura, Y., Takahashi, T., 2005. A national surveillance of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in food-producing animals in Japan. *J. Vet. Med. B Infect. Dis. Vet. Public Health* 52, 230-237.
- Kobayashi, H., Pohjanvirta, T., Pelkonen, S., 2002. Prevalence and characteristics of intimin- and Shiga toxin-producing *Escherichia coli* from gulls, pigeons and broilers in Finland. *J. Vet. Med. Sci.* 64, 1071-1073.

- Larsen, J., Stegger, M., Andersen, P.S., Petersen, A., Larsen, A.R., Westh, H., Agerso, Y., Fetsch, A., Kraushaar, B., Kasbohrer, A., Febetaler, A.T., Schwarz, S., Cuny, C., Witte, W., Butaye, P., Denis, O., Haenni, M., Madec, J.Y., Jouy, E., Laurent, F., Battisti, A., Franco, A., Alba, P., Mammina, C., Pantosti, A., Monaco, M., Wagenaar, J.A., de Boer, E., van Duijkeren, E., Heck, M., Dominguez, L., Torres, C., Zarazaga, M., Price, L.B., Skov, R.L., 2016. Evidence for Human Adaptation and Foodborne Transmission of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Clin. Infect. Dis.* 63, 1349-1352.
- Lekkerkerk, W.S., van Wamel, W.J., Snijders, S.V., Willems, R.J., van Duijkeren, E., Broens, E.M., Wagenaar, J.A., Lindsay, J.A., Vos, M.C., 2015. What Is the Origin of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Clonal Complex 398 Isolates from Humans without Livestock Contact? An Epidemiological and Genetic Analysis. *J. Clin. Microbiol.* 53, 1836-1841.
- Liu, Y., Han, C., Chen, Z., Guo, D., Ye, X., 2019. Relationship between livestock exposure and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage in humans: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Int. J. Antimicrob. Agents* 55, 105810.
- Lyngstad, T.M., Jonsson, M.E., Hofshagen, M., Heier, B.T., 2008. Risk Factors Associated with the Presence of *Campylobacter* Species in Norwegian Broiler Flocks. *Poul. Sci.* 87, 1987-1994.
- McDowell, S.W., Menzies, F.D., McBride, S.H., Oza, A.N., McKenna, J.P., Gordon, A.W., Neill, S.D., 2008. *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: epidemiology and risk factors. *Prev. Vet. Med.* 84, 261-276.
- Meijs, A.P., Hengeveld, P.D., Dierikx, C.M., Maassen, C.B.M., de Greeff, S.C., de Haan, A., Bosch, T., van Duijkeren, E., 2020. Prolonged carriage of (livestock-associated) MRSA in individuals without professional livestock contact. *J. Antimicrob. Chemother.* 75, 1405-1409.
- Mevius, D., Heederik, D.J., Duijkeren, E., Veldman, K.T., van Essen, A., Kant, A., Liakopoulos, A. 2018. Rapport ESBL-Attributieanalyse (ESBLAT): Op zoek naar de bronnen van antibioticaresistentie bij de mens. (De stichting TKI Agri&Food), p. 73.
- Mughini-Gras, L., Dorado-Garcia, A., van Duijkeren, E., van den Bunt, G., Dierikx, C.M., Bonten, M.J.M., Bootsma, M.C.J., Schmitt, H., Hald, T., Evers, E.G., de Koeijer, A., van Pelt, W., Franz, E., Mevius, D.J., Heederik, D.J.J., 2019. Attributable sources of community-acquired carriage of *Escherichia coli* containing beta-lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study. *Lancet Planet Health* 3, e357-e369.
- Mughini-Gras, L., Enserink, R., Friesema, I., Heck, M., van Duynhoven, Y., van Pelt, W., 2014a. Risk factors for human salmonellosis originating from pigs, cattle, broiler chickens and egg laying hens: a combined case-control and source attribution analysis. *PLoS ONE* 9, e87933.
- Mughini-Gras, L., Penny, C., Ragimbeau, C., Schets, F.M., Blaak, H., Duim, B., Wagenaar, J.A., de Boer, A., Cauchie, H.M., Mossong, J., van Pelt, W., 2016. Quantifying potential sources of surface water contamination with *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. *Water Res.* 101, 36-45.

- Mughini-Gras, L., Smid, J., Enserink, R., Franz, E., Schouls, L., Heck, M., van Pelt, W., 2014b. Tracing the sources of human salmonellosis: a multi-model comparison of phenotyping and genotyping methods. *Infect. Genet. Evol.* 28, 251-260.
- Mughini-Gras, L., van Pelt, W., van der Voort, M., Heck, M., Friesema, I., Franz, E., 2017. Attribution of human infections with Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) to livestock sources and identification of source-specific risk factors, The Netherlands (2010-2014). *Zoonoses Public Health* 65, e8-e22.
- Mughini-Gras, L., Smid, J.H., Wagenaar, J.A., de Boer, A.G., Havelaar, A.H., Friesema, I.H., French, N.P., Busani, L., van Pelt, W., 2012. Risk factors for campylobacteriosis of chicken, ruminant, and environmental origin: a combined case-control and source attribution analysis. *PLoS ONE* 7, e42599.
- Mulders, M.N., Haenen, A.P., Geenen, P.L., Vesseur, P.C., Poldervaart, E.S., Bosch, T., Huijsdens, X.W., Hengeveld, P.D., Dam-Deisz, W.D., Graat, E.A., Mevius, D., Voss, A., Van De Giessen, A.W., 2010. Prevalence of livestock-associated MRSA in broiler flocks and risk factors for slaughterhouse personnel in The Netherlands. *Epidemiol. Infect.* 138, 743-755.
- Namata, H., Welby, S., Aerts, M., Faes, C., Abrahantes, J.C., Imberechts, H., Vermeersch, K., Hooyberghs, J., Meroc, E., Mintiens, K., 2009. Identification of risk factors for the prevalence and persistence of *Salmonella* in Belgian broiler chicken flocks. *Prev. Vet. Med.* 90, 211-222.
- Nather, G., Alter, T., Martin, A., Ellerbroek, L., 2009. Analysis of risk factors for *Campylobacter* species infection in broiler flocks. *Poult Sci* 88, 1299-1305.
- NEPLUVI 2019. Rapportage *Campylobacter* monitoring 2018 op Nederlandse vleeskuikenslakterijen (Houten, NEPLUVI).
- Persoons, D., Haesebrouck, F., Smet, A., Herman, L., Heyndrickx, M., Martel, A., Catry, B., Berge, A.C., Butaye, P., Dewulf, J., 2011. Risk factors for ceftiofur resistance in *Escherichia coli* from Belgian broilers. *Epidemiol. Infect.* 139, 765-771.
- Pijnacker, R., Friesema, I., Mughini-Gras, L., Lagerweij, G.R., van Pelt, W., Franz, E. 2019. Disease burden of food-related pathogens in The Netherlands, 2018, RIVM, ed. (Bilthoven, RIVM).
- Pires, S.M., Majowicz, S., Gill, A., Devleeschauwer, B., 2019. Global and regional source attribution of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections using analysis of outbreak surveillance data. *Epidemiol. Infect.* 147, e236.
- Pletinckx, L.J., Verheghe, M., Dewulf, J., Crombe, F., De Bleecker, Y., Rasschaert, G., Goddeeris, B.M., De Man, I., 2011. Screening of poultry-pig farms for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: sampling methodology and within herd prevalence in broiler flocks and pigs. *Infect. Genet. Evol.* 11, 2133-2137.
- Pluimveeweb 2015. Drie grootste supermarkten halen reguliere kip uit schap.
- Price, L.B., Roess, A., Graham, J.P., Baqar, S., Vailes, R., Sheikh, K.A., Silbergeld, E., 2007. Neurologic symptoms and neuropathologic antibodies in poultry workers exposed to *Campylobacter jejuni*. *J. Occup. Environ. Med.* 49, 748-755.



- Rawson, T., Dawkins, M.S., Bonsall, M.B., 2019. A Mathematical Model of *Campylobacter* Dynamics Within a Broiler Flock. *Front. Microbiol.* 10, 1940.
- RIVM 2019. Vleeswaren waarschijnlijk bron 20 patiënten met *Listeria*.
- Rose, N., Beaudeau, F., Drouin, P., Toux, J.Y., Rose, V., Colin, P., 2000. Risk factors for *Salmonella* persistence after cleansing and disinfection in French broiler-chicken houses. *Prev. Vet. Med.* 44, 9-20.
- Rothrock, M.J., Jr., Davis, M.L., Locatelli, A., Bodie, A., McIntosh, T.G., Donaldson, J.R., Ricke, S.C., 2017. *Listeria* Occurrence in Poultry Flocks: Detection and Potential Implications. *Front. Vet. Sci.* 4, 125.
- Schouls, L.M., Spalburg, E.C., van Luit, M., Huijsdens, X.W., Pluister, G.N., van Santen-Verheuevel, M.G., van der Heide, H.G., Grundmann, H., Heck, M.E., de Neeling, A.J., 2009. Multiple-locus variable number tandem repeat analysis of *Staphylococcus aureus*: comparison with pulsed-field gel electrophoresis and spa-typing. *PLoS ONE* 4, e5082.
- Schouten, J.M., van de Giessen, A.W., Frankena, K., De Jong, M.C., Graat, E.A., 2005. *Escherichia coli* O157 prevalence in Dutch poultry, pig finishing and veal herds and risk factors in Dutch veal herds. *Prev. Vet. Med.* 70, 1-15.
- SDa 2019. Het gebruik van antibiotica bij landbouwhuisdieren in 2018: Trends, benchmarken bedrijven en dierenartsen, SDa, ed. (Utrecht, SDa).
- Smith, S., Meade, J., Gibbons, J., McGill, K., Bolton, D., Whyte, P., 2016. The impact of environmental conditions on *Campylobacter jejuni* survival in broiler faeces and litter. *Infect. Ecol. Epidemiol.* 6, 31685.
- Stegger, M., Andersen, P.S., Kearns, A., Pichon, B., Holmes, M.A., Edwards, G., Laurent, F., Teale, C., Skov, R., Larsen, A.R., 2012. Rapid detection, differentiation and typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* harbouring either *mecA* or the new *mecA* homologue *mecA(LGA251)*. *Clin. Microbiol. Infect.* 18, 395-400.
- Su, C.P., Stover, D.T., Buss, B.F., Carlson, A.V., Luckhaupt, S.E., 2017. Occupational Animal Exposure Among Persons with *Campylobacteriosis* and *Cryptosporidiosis* - Nebraska, 2005-2015. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 66, 955-958.
- Tate, H., Folster, J.P., Hsu, C.H., Chen, J., Hoffmann, M., Li, C., Morales, C., Tyson, G.H., Mukherjee, S., Brown, A.C., Green, A., Wilson, W., Dessai, U., Abbott, J., Joseph, L., Haro, J., Ayers, S., McDermott, P.F., Zhao, S., 2017. Comparative Analysis of Extended-Spectrum- $\beta$ -Lactamase CTX-M-65-Producing *Salmonella enterica* Serovar *Infantis* Isolates from Humans, Food Animals, and Retail Chickens in the United States. *Antimicrob Agents Chemother.* 61, e00488-00417.
- Torralbo, A., Borge, C., Allepuz, A., Garcia-Bocanegra, I., Sheppard, S.K., Perea, A., Carbonero, A., 2014. Prevalence and risk factors of *Campylobacter* infection in broiler flocks from southern Spain. *Prev. Vet. Med.* 114, 106-113.
- Uiterwijk, M., Keur, I., Friesema, I., Rozendaal, H., Holtslag, M., Van den Kerkhof, H., Kortbeek, L.M., Maassen, C.B. 2018. Staat van Zoonosen 2017, RIVM, ed. (Bilthoven, RIVM).

- Van Asselt, E.D., Jacobs-Reitsma, W.F., van Brakel, R., van der Voet, H., van der Fels-Klerx, H.J., 2008. *Campylobacter* prevalence in the broiler supply chain in the Netherlands. *Poult. Sci.* 87, 2166-2172.
- Van de Giessen, A., Bouwknecht, M., Dam-Deisz, W.D., van Pelt, W., Wannet, W.J., Visser, G., 2006. Surveillance of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in poultry production flocks in The Netherlands. *Epidemiol. Infect.* 134, 1266-1275.
- Van den Bunt, G., Van Pelt, W., Hidalgo, L., Scharringa, J., De Greeff, S.C., Schürch, A.C., Mughini Gras, L., Bonten, M.J., Fluit, A.C., 2019. Prevalence, risk factors and genetic characterization of Extended-Spectrum Beta-Lactamase and Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (ESBL-E and CPE): a community-based cross-sectional study in the Netherlands from 2014 to 2016. *Euro Surveill.* 24, 1800594.
- Van Roon, A., Maassen, C.B., Wit, B., Hagen-Lenselink, R., Heijne, M., Van Duijkeren, E., Dierikx, C., Hengeveld, P.D., Overduin, P., Franz, E., Bouw, E., Van der Meij, A., Van Hoek, A.H.A.M., Opsteegh, M., Van der Giessen, J. 2016. Surveillance zoonosen in de pluimveehouderij in Nederland in 2015 (Bilthoven, RIVM), p. 47.
- Vandendriessche, S., Vanderhaeghen, W., Soares, F.V., Hallin, M., Catry, B., Hermans, K., Butaye, P., Haesebrouck, F., Struelens, M.J., Denis, O., 2013. Prevalence, risk factors and genetic diversity of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carried by humans and animals across livestock production sectors. *J. Antimicrob. Chemother.* 68, 1510-1516.
- Vlaanderen, F., Uiterwijk, M., Cuperus, T., Keur, I., De Rosa, M., Rozendaal, H., Koene, M.G.J., Schreurs, H., Nijse, R., Nielen, M., Friesema, I., Van Pelt, W., Franz, E., Hogerwerf, L., Opsteegh, M., Maassen, C.B. 2019. Staat van Zoonosen 2018, RIVM, ed. (Bilthoven, RIVM).
- Wagenaar, J.A., Van de Giessen, A. 2009. Veegerelateerde MRSA: epidemiologie in dierlijke productieketen, transmissie naar de mens en karakterisatie van de kloon (Bilthoven, RIVM).
- Wallace, J.S., Stanley, K.N., Currie, J.E., Diggle, P.J., Jones, K., 1997. Seasonality of thermophilic *Campylobacter* populations in chickens. *J. Appl. Microbiol.* 82, 219-224.
- Wassenberg, M.W., Bootsma, M.C., Troelstra, A., Kluytmans, J.A., Bonten, M.J., 2011. Transmissibility of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (ST398) in Dutch hospitals. *Clin. Microbiol. Infect.* 17, 316-319.
- Wirth, T., Falush, D., Lan, R., Colles, F., Mensa, P., Wieler, L.H., Karch, H., Reeves, P.R., Maiden, M.C., Ochman, H., Achtman, M., 2006. Sex and virulence in *Escherichia coli*: an evolutionary perspective. *Mol. Microbiol.* 60, 1136-1151.
- Zomer, T.D.R., M.; Stenvers, O.; Valkenburgh, S.; Roest, H.J.; Friesema, I.; Maas, M.; van der Giessen, J.; van Pelt, W.; Maassen, K. 2014. Staat van Zoonosen 2013 (Bilthoven, RIVM).
- Zweifel, C., Scheu, K.D., Keel, M., Renggli, F., Stephan, R., 2008. Occurrence and genotypes of *Campylobacter* in broiler flocks, other farm animals, and the environment during several rearing periods on selected poultry farms. *Int. J. Food Microbiol.* 125, 182-187.

## Bijlage 1 *Campylobacter*: uitkomsten univariate logistische regressie

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Campylobacter</i>	p-waarde	OR	95% BI
<b>Meegenomen als 1<sup>e</sup> keuze of vaste variabele in multivariate analyse</b>					
Seizoen monstername			0,0111		
Winter (dec, jan, feb)	58/369	10,3% (6/58)		Ref	
Voorjaar (maart, apr, mei)	85/369	22,4% (19/85)		2,49	0,93-6,70
Zomer (jun, jul, aug)	56/369	35,7% (21/56)		5,20	1,91-14,18
Herfst (sept, okt, nov)	170/369	27,1% (46/170)		3,21	1,30-7,99
Leeftijd bij monstername in dagen			<0,0001		
Continue	-	-		1,06	1,03-1,10
Aantal stallen op het bedrijf			<0,0001		
1-3	165/367	13,3% (22/165)		Ref	
>4	202/367	33,7 (68/202)		3,30	1,93-5,63
Opslaan van mest op het bedrijf			0,0504		
Nee	355/367	23,9% (85/355)		Ref	
Ja	12/377	50,0% (6/12)		3,18	1,00-10,11
Leegstand tussen rondes			0,0022		
≤7 dagen	301/369	21,6% (65/301)		Ref	
>7 dagen	68/369	39,7% (27/68)		2,39	1,37-4,18
Leeftijd ouderdieren			0,0315		
<40 weken	127/309	30,7% (39/127)		1,68	0,83-3,38
40-50 weken	115/309	16,5% (19/115)		0,75	0,35-1,61
>50 weken	67/309	20,9% (14/67)		Ref	
Gemiddeld aflevergewicht per 100 gram			0,0029		
Continue	-	-		1,0	0,99-1,00
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> )			0,1590		
<14	65/366	27,7% (18/65)		Ref	
14-20	134/366	19,4% (26/134)		0,63	0,32-1,26
>20	167/366	28,7% (48/167)		1,05	0,56-1,99
Is er al uitgeladen bij monstername			0,0031		
Nee	271/367	21,0% (57/271)		Ref	
Ja	96/367	36,5% (35/96)		2,15	1,30-3,58
Dierdagdosering (DDD <sub>a</sub> ) in het voorgaande jaar			0,0093		
0	88/294	36,4% (32/88)		Ref	
<7	72/294	19,4% (14/72)		0,42	0,20-0,87
7-15	96/294	15,6% (15/96)		0,32	0,16-0,65
>15	38/294	23,7% (9/39)		0,54	0,23-1,29
Strooiselkwaliteit			0,0043		
Droog	334/358	22,8% (76/334)		Ref	
Vochtig	12/358	50,0% (12/24)		3,40	1,47-7,86
Verwarming door heteluchtkanon			0,0065		
Nee	147/359	17,0% (25/147)		0,49	0,29-0,82
Ja	212/359	29,7% (63/212)		Ref	

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Campylobacter</i>	p-waarde	OR	95% BI
Dooierrest/navelontsteking in het koppel			0,0833		
Nee	341/369	26,1% (89/341)		Ref	
Ja	28/369	10,7% (3/28)		0,34	0,10-1,15
Drinkwatervoorziening			0,0003		
Drinknippels met cups	309/357	21,0% (65/309)		Ref	
Drinknippels zonder cups	48/357	45,8% (22/48)		3,18	1,69-5,97
Type drinkwater en behandeling			0,0287		
Kraanwater, onbehandeld	92/367	29,4% (27/92)		Ref	
Kraanwater, behandeld met peroxide	65/367	30,8% (20/65)		1,07	0,54-2,14
Grondwater of beide, onbehandeld	138/367	15,9% (22/138)		0,46	0,24-0,87
Grondwater of beide, behandeld met peroxide	72/367	30,6% (22/72)		1,06	0,54-2,08
<b>Meegenomen als 2<sup>e</sup> keuze in multivariate analyse</b>					
Aantal werknemers op het bedrijf			0,1086		
1	165/364	24,9% (41/165)		Ref	
1-2	153/364	28,8% (44/153)		1,22	0,74-2,01
Meer dan 2	46/364	13,0% (6/46)		0,45	0,18-1,15
Stuks vleeskuikeneieren bij opzet			<0,0001		
<15000	48/348	52,1% (25/48)		Ref	
15000-25000	96/348	14,6% (14/96)		0,16	0,07-0,35
25000-40000	141/348	22,7% (32/141)		0,27	0,14-0,54
>40000	63/348	23,8% (15/63)		0,29	0,13-0,65
Paarden of pony's aanwezig op het bedrijf			0,0511		
Nee	302/369	22,9% (69/302)		Ref	
Ja	67/369	34,3% (23/67)		1,76	0,99-3,13
Afscheiding van het bedrijfsterrein			0,0634		
Geen afscheiding	89/369	24,7% (22/89)		0,84	0,48-1,47
Afscheiding met hek of ketting	224/369	28,1% (63/224)		Ref	
Grens aangegeven met borden of bezoekersparkeerplaats	56/369	12,5% (7/56)		0,37	0,16-0,85
Reiniging van silo's			0,0330		
Nvt/nooit	141/360	21,3% (30/141)		Ref	
Minder dan 1x per jaar	51/360	25,5% (13/51)		1,27	0,60-2,67
1x per jaar	136/360	23,5% (32/136)		1,14	0,65-2,00
Vaker dan 1x per jaar	32/360	46,9% (15/32)		3,27	1,46-7,29
Groei van het koppel			0,0119		
Normaal of beter dan normaal	334/366	23,1% (77/334)		Ref	
Slechter dan normaal	32/366	43,8% (14/32)		2,60	1,23-5,46
Voedselopname van het koppel			0,0012		
Normaal of beter dan normaal	326/364	22,4% (73/326)		Ref	
Slechter dan normaal	38/364	47,4% (18/38)		3,12	1,57-6,20

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Campylobacter</i>	p-waarde	OR	95% BI
Wateropname van het koppel Normaal of beter dan normaal	350/366	22,9% (80/350)	0,0003	Ref	
Slechter dan normaal	16/366	68,8% (11/16)		7,42	2,51-21,99
Vaccinatie tegen Marek Nee	355/367	23,9% (85/355)	0,0504	0,32	
Ja	12/367	50,0% (6/12)		Ref	0,10-1,00
<b>Niet meegenomen in multivariate analyse</b>					
Leegstand tussen rondes Continue	-	-	0,0377	1,18	1,01-1,37
Leeftijd ouderdieren Continue	-	-	0,0614	0,98	0,95-1,00
Rondes afgeleverd aan de slacht per jaar Continue	-	-	0,0670	0,83	0,68-1,10
Aantal stallen op het bedrijf Continue	-	-	0,0024	1,19	1,06-1,33
Gemiddeld aflevergewicht in gram <2300 gram	36/363	41,7% (15/36)	0,0030	Ref	
2300-2400 gram	80/363	35,0% (28/80)		0,75	0,34-1,69
2400-2500 gram	140/363	17,1% (24/140)		0,29	0,13-0,64
>2500 gram	107/363	22,4% (24/107)		0,41	0,18-0,92
Stuks vleeskuikeneieren bij opzet Continue	-	-	0,0903	1,00	1,00-1,00
Gemiddeld stuks vleeskuikens per ronde <15000	55/342	47,3% (26/55)	0,0002	Ref	
15000-25000	114/342	14,9% (17/114)		0,20	0,09-0,41
25000-40000	136/342	25,0% (34/136)		0,37	0,19-0,72
>40000	37/342	21,6% (8/37)		0,31	0,12-0,79
Leeftijd bij monstername in dagen <30 dagen	104/362	12,5% (13/104)	0,0034	Ref	
30-39 dagen	142/362	28,9% (41/142)		2,84	1,43-5,64
40 dagen en ouder	116/362	31,0% (36/116)		3,15	1,56-6,35
Voerleverancier A	104/367	18,3% (19/104)	0,0139	Ref	
B	60/367	15,0% (9/60)		0,79	0,33-1,88
C	78/367	26,9% (21/78)		1,65	0,81-3,34
D	41/367	26,8% (11/41)		1,64	0,70-3,84
E	28/367	42,9% (12/28)		3,36	1,37-8,24
F	15/367	53,3% (8/15)		5,11	1,65-15,82
Ander of meerdere	41/367	26,8% (11/41)		1,64	0,70-3,84
Gebruik van coccidiostatica Nee	19/367	42,1% (8/19)	0,0801	2,32	0,90-5,97
Ja	348/367	23,9% (83/348)		Ref	
Drinkwatercontrole (minimaal 1x per jaar) Nee	20/310	5,0% (1/20)	0,0666	0,15	0,02-1,14
Ja	290/310	24,1% (70/290)		Ref	

<b>Variabele</b>	<b>Aantal</b>	<b>Prevalentie <i>Campylobacter</i></b>	<b>p-waarde</b>	<b>OR</b>	<b>95% BI</b>
Som van groei, voedselopname, wateropname, gedrag en uitval van het koppel Continue	-	-	0,0369	0,82	0,68-0,99
Som van groei, voedselopname, wateropname, gedrag en uitval van het koppel Beter dan normaal	22/309	13,6% (3/22)	0,0137	0,84	0,30-2,31
Normaal	239/309	20,9% (50/239)		Ref	
Slechter dan normaal	48/309	37,5% (18/48)		2,34	

Bijlage 2 ESBL-producerende *E. coli*: uitkomsten univariante  
logistische regressie

Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
<b>Meegenomen in multivariate analyse</b>					
Aantal stallen op het bedrijf 1-3 >4	167/370 203/370	20,4% (34/167) 32,0% (65/203)	0,0123	Ref 1,84	1,14-2,97
Paarden of pony's aanwezig op het bedrijf Nee Ja	305/372 67/372	28,9% (88/305) 16,4% (11/67)	0,0401	Ref 0,48	0,24-0,97
Bedrijfsmatig vee (naast vleeskuikens) op het bedrijf Nee Ja	314/372 58/372	28,7% (90/314) 15,5% (9/58)	0,0413	Ref 0,46	0,22-0,97
Andere bezoekers (niet beroepsgerelateerd) op het bedrijf Nooit of zelden 1x per kwartaal of vaker	340/368 28/368	25,3% (86/340) 39,3% (11/28)	0,1109	Ref 1,91	0,86-4,24
Reiniging wielkasten van vrachtauto's Altijd Vaak Regelmatig Nooit of weinig	184/370 63/370 58/370 65/370	20,1% (37/184) 27,0% (17/63) 34,5% (20/58) 35,4% (23/65)	0,0405	Ref 1,47 2,09 2,18	0,76-2,85 1,09-4,01 1,17-4,06
Delen van gereedschappen Nee Ja, tussen vleeskuikenstallen Ja, tussen locaties of bedrijfstacken	221/372 126/372 25/372	25,5% (52/221) 34,1% (43/126) 16,0% (4/25)	0,0487	Ref 1,68 0,62	1,04-2,73 0,20-1,89
Reiniging van silo's 1x per jaar Minder dan 1x per jaar Vaker dan 1x per jaar Nvt/nooit	138/363 51/363 33/363 141/363	21,0% (29/138) 41,2% (21/51) 27,3% (9/33) 25,5% (36/141)	0,0543	Ref 2,63 1,41 1,29	1,32-5,26 0,59-3,36 0,74-2,25
Bezoeken van professionele ongediertebestrijding in het afgelopen jaar Niet bezocht 6x of minder 7-10x Vaker dan 10x	123/362 85/362 134/362 20/362	38,2% (47/123) 21,2% (18/85) 19,4% (26/134) 30,0% (6/20)	0,0046	Ref 0,43 0,39 0,69	0,23-0,82 0,22-0,68 0,25-1,93

Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
Wie reinigt en desinfecteert de stallen?			0,0025		
Vleeskuikenhouder of medewerkers	85/370	34,1% (29/85)		Ref	
Professioneel reinigingsbedrijf	155/370	16,8% (26/155)		0,39	0,21-0,72
Beide	130/370	32,3% (42/130)		0,92	0,52-1,65
Leeftijd ouderdieren			0,0034		
<40 weken	128/368	24,2% (31/128)		Ref	
40-50 weken	115/368	20,9% (24/115)		0,83	0,45-1,51
>50 weken	69/368	36,2% (25/69)		1,78	0,94-3,36
Meerdere leeftijden	29/368	13,8% (4/29)		0,50	0,16-1,56
Onbekend	27/368	51,9 (14/27)		3,37	1,43-7,94
Stuks vleeskuikeneieren bij opzet			0,0648		
Continue	-	-		1,00	1,00-1,00
Strooiselkwaliteit			0,0264		
Droog	337/361	24,6% (83/337)		Ref	
Vochtig	24/361	45,8% (11/24)		2,60	1,12-6,00
Toegang tot (overdekte) uitloop			0,0300		
Ja	28/369	7,1% (2/28)		Ref	
Nee	341/369	27,9% (95/341)		5,02	1,17-21,57
Type vleeskuikenvoer			0,0913		
Alleen korrel	127/315	37,0% (47/127)		Ref	
Korrel en kruimel	148/315	23,0% (34/148)		0,51	0,30-0,86
Korrel, kruimel en meel	11/315	0,0% (0/11)		0,00	0,00-999,99
Alleen kruimel	29/315	27,6% (8/29)		0,65	0,27-1,58
Wordt het vleeskuikenvoer voorberekt?			0,0624		
Ja	27/369	11,1% (3/27)		0,31	0,09-1,04
Nee	293/369	29,0% (85/293)		Ref	
Nvt	49/369	18,4% (9/49)		0,55	0,26-1,18
Gebruik van coccidiostatica			0,0308		
Geen	19/370	26,3% (5/19)		Ref	
Narasin	17/370	58,8% (10/17)		4,00	0,98-16,31
Narasin/nicarbazine	155/370	23,2% (36/155)		0,85	0,29-2,51
Salinomycine	66/370	18,2% (12/66)		0,62	0,19-2,06
Salinomycine/narasin/nicarbazine	99/370	31,3% (31/99)		1,28	0,42-3,86
Andere coccidiostatica	14/370	21,4% (3/14)		0,76	0,15-3,92
Drinkwater aangezuurd			0,0067		
Ja	52/372	42,3% (22/52)		Ref	
Nee	320/372	24,1% (77/320)		0,43	0,24-0,79
Drinkwatercontrole			0,0355		
<1x per jaar	18/365	38,9% (7/18)		7,00	1,54-31,84
1x per jaar	311/365	28,0% (87/311)		4,27	1,23-14,29
>1x per jaar	36/365	8,3% (3/36)		Ref	
Last van ongedierte in het afgelopen jaar			0,0681		
Ja	12/370	50,0% (6/12)		2,93	0,92-9,33
Nee	358/370	25,4% (91/358)		Ref	
Voedselopname van het koppel			0,0062		



Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
Slechter dan normaal Normaal Beter dan normaal	37/367 314/367 16/367	48,7% (18/37) 23,6% (74/317) 31,3% (5/16)		3,07 Ref 1,47	1,53-6,16 0,50-4,38
Wateropname van het koppel Slechter dan normaal Normaal Beter dan normaal	15/369 344/369 10/369	60,0% (9/15) 24,4% (84/344) 40,0% (4/10)	0,0112	4,64 Ref 2,06	1,61-13,43 0,57-7,49
Gedrag van het koppel Slechter dan normaal Normaal of beter dan normaal	11/366 355/366	63,6% (7/11) 25,1% (89/355)	0,0096	5,23 Ref	1,50-18,29
Slechte kuikens in het koppel Ja Nee	52/372 320/372	38,5% (20/52) 24,7% (79/320)	0,0392	1,91 Ref	1,03-3,52
Gebruik van antibiotica in het koppel Ja Nee	55/365 310/365	45,5% (25/55) 22,9% (71/310)	0,0007	2,81 Ref	1,55-5,08
Dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar 0 <7 7-15 >15	90/297 72/297 95/297 40/297	21,1% (19/90) 18,1% (13/72) 37,9% (36/95) 37,5% (15/40)	0,0084	Ref 0,82 2,28 2,24	0,38-1,81 1,19-4,39 0,99-5,07
<b>Niet meegenomen in multivariate analyse vanwege correlatie met antibioticagebruik in het koppel</b>					
Frequentie van bezoek van de vangploeg 1x per ronde of minder 2x per ronde of vaker	158/358 200/358	13,3% (21/158) 37,5% (75/200)	<0,0001	Ref 3,91	2,28-6,73
Leeftijd vleeskuikens bij wegladen <40 dagen 40-45 dagen 45-50 dagen >50 dagen	34/366 182/366 75/366 75/366	29,4% (10/34) 36,3% (66/182) 14,7% (11/75) 10,7% (8/75)	<0,0001	Ref 1,37 0,41 0,29	0,62-3,03 0,16-1,10 0,10-0,81
Leeftijd bij monsternamen in dagen Continue	-	-	0,0001	0,95	0,92-0,97
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> ) <14 14-20 >20	65/369 136/369 168/369	7,7% (5/65) 25,0% (34/136) 35,1% (59/168)	0,0004	Ref 4,00 6,50	1,48-10,78 2,47-17,06
Ras vleeskuikens Conventioneel vleeskuikenras Traaggroeiend vleeskuikenras	225/371 146/371	35,6% (80/225) 13,0% (19/146)	<0,0001	Ref 0,27	0,16-0,47
Gebruik van stro- of luzernebalen Ja Nee	132/372 240/372	13,6% (18/132) 33,8% (81/240)	<0,0001	Ref 3,23	1,84-5,67

Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
Daglicht in de vleeskuikenstal			0,0014		
Ja	86/372	12,8% (11/86)		Ref	
Nee	286/372	30,8% (88/286)		3,03	1,53-5,99
Uitval van het koppel			<0,0001		
Slechter dan normaal	35/368	62,9% (22/35)		5,83	2,79-12,16
Normaal	311/368	22,5% (70/311)		Ref	
Beter dan normaal	22/368	22,7% (5/22)		1,01	0,36-2,84
Groei van het koppel			0,0081		
Slechter dan normaal	32/369	50,0% (16/32)		3,21	1,53-6,72
Normaal	320/369	23,8% (76/320)		Ref	
Beter dan normaal	17/369	29,4% (5/17)		1,34	0,46-3,92
<b>Niet meegenomen in multivariate analyse vanwege uitval na bivariate analyse</b>					
Dooierrest/navelontsteking in het koppel			0,0037		
Ja	30/372	50,0% (15/30)		3,07	1,44-6,55
Nee	342/372	24,6% (84/342)		Ref	
Gebruik van b-lactam antibiotica in het koppel			0,0233		
Ja	15/372	53,3% (8/15)		3,34	1,18-9,47
Nee	357/372	25,5% (91/357)		Ref	
Aantal leveranciers van vleeskuikeneieren in deze ronde			0,0249		
1 leverancier	340/372	25,0% (85/340)		Ref	
>1 leverancier	32/372	43,8% (14/32)		2,33	1,11-4,89
Gewogen frequentie van beroepsgerelateerde bezoekers			0,0914		
Continue	-	-		1,04	0,99-1,09
Gewogen frequentie van beroepsgerelateerde bezoekers			0,0478		
<15	116/370	18,1% (21/116)		Ref	
15-20	181/370	28,7% (52/181)		1,82	1,03-3,23
>20	73/370	32,9% (24/73)		2,22	1,12-4,37
Wordt er handmatig graan gestrooid?			0,0529		
Ja	52/372	15,4% (8/52)		0,46	0,21-1,01
Nee	320/372	28,4% (91/320)		Ref	
Andere bezoekers (niet beroepsgerelateerd) in de stal			0,0631		
Ja	29/366	41,4% (12/29)		2,10	0,96-4,56
Nee	337/366	25,2% (88/337)		Ref	
Leverancier vleeskuikeneieren			0,0768		
A	76/361	31,6% (24/76)		Ref	
B	36/361	11,1% (4/36)		0,27	0,09-0,85
C	35/361	14,3% (5/35)		0,36	0,13-1,05
D	43/361	25,6% (11/43)		0,75	0,32-1,72
Anders	171/361	29,8% (51/171)		0,92	0,51-1,65
Verwarming met heteluchtkanon			0,0960		
Ja	213/362	30,1% (64/213)		Ref	
Nee	149/362	22,2% (33/149)		0,66	0,41-1,08

Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
<b>Niet meegenomen in multivariate analyse vanwege biologische verklaarbaarheid of overlap tussen variabelen</b>					
Beter Leven Ster op het bedrijf			0,0200		
Ja	50/334	8,7% (4/46)		0,19	0,07-0,55
Nee	284/334	31,3% (89/284)		Ref	
Aantal stallen op het bedrijf			0,0400		
Continue	-	-		1,12	1,01-1,25
Totaal aantal vleeskuikens op het bedrijf			0,0176		
Continue	-	-		1,00	1,00-1,00
Totaal aantal vleeskuikens op het bedrijf			0,0044		
0-50.000	75/372	12,0% (9/75)		Ref	
50.000-100.000	115/372	24,4% (28/115)		2,36	1,04-5,34
100.000-150.000	74/372	36,5% (27/74)		4,21	1,82-9,78
Meer dan 150.000	108/372	32,4% (35/108)		3,52	1,57-7,86
Aantal honden op het bedrijf			0,0433		
Continue	-	-		0,63	0,40-0,99
Wie voert ongediertebestrijding uit?			0,0010		
Vleeskuikhouder of medewerkers	123/370	38,2% (47/123)		Ref	
Professioneel bedrijf	230/370	20,9% (48/230)		0,43	0,26-0,69
Beide	17/370	11,8% (2/17)		0,22	0,05-0,99
Leegstand tussen rondes			0,0196		
≤7 dagen	83/346	38,6% (32/83)		Ref	
7 dagen	195/346	22,1% (43/195)		0,45	0,26-0,79
>7 dagen	68/346	27,9% (19/68)		0,62	0,31-1,23
Rondes afgeleverd aan de slacht per jaar			0,0062		
Continue	-	-		1,40	1,10-1,80
Rondes afgeleverd aan de slacht per jaar			0,0006		
<7	162/367	16,1% (26/162)		Ref	
7	136/367	33,8% (46/136)		2,67	1,54-4,63
>7	69/367	34,8% (24/69)		2,79	1,46-5,34
Seizoen monstername			0,3795		
Winter (dec, jan, feb)	58/372	31,0% (18/58)		Ref	
Voorjaar (maart, apr, mei)	84/372	20,2% (17/84)		0,56	0,26-1,22
Zomer (jun, jul, aug)	60/372	31,7% (19/60)		1,03	0,47-2,24
Herfst (sept, okt, nov)	170/372	26,5 (45/170)		0,80	0,42-1,54
Leeftijd bij monstername in dagen			0,0032		
<30 dagen	106/365	36,8% (39/106)		Ref	
30-39 dagen	143/365	28,7% (41/143)		0,69	0,40-1,18
>40 dagen	116/365	16,4% (19/116)		0,34	0,18-0,63
Leeftijd vleeskuikens bij wegladen			<0,0001		
Continue	-	-		0,90	0,86-0,95
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> )			<0,0001		
Continue	-	-		1,17	1,10-1,25

Variabele	Aantal	Prevalentie ESBL-pr <i>E. coli</i>	p-waarde	OR	95% BI
Deelname aan concept			<0,0001	Ref 0,30	0,17-0,53
Geen deelname concept	223/371	35,9% (80/223)			
Middensegment (supermarkt)	119/371	14,3% (17/119)			
1-ster Beter Leven	29/371	6,9% (2/29)			
Gebruik van narasin of nicarbazine			0,0145	Ref 5,50	1,86-16,26
Nee	97/372	20,6% (20/97)			
Alleen narasin	17/372	58,8% (10/17)			
Narasin/nicarbazine	254/372	26,4% (67/254)			
Alleen nicarbazine	4/372	50,0% (2/4)	3,85	0,51-29,04	
Normen voor drinkwatercontrole			0,0272	Ref 0,19	0,05-0,83
IKB Kip normen	329/358	27,7% (91/329)			
Andere normen	29/358	6,9% (2/29)			
Som van groei, voedselopname, wateropname, gedrag en uitval van het koppel			0,0009	0,71	0,58-0,87
Continue	-	-			
Som van groei, voedselopname, wateropname, gedrag en uitval van het koppel			<0,0001	1,72 Ref 3,99	0,71-4,14 2,24-7,12
Beter dan normaal	61/369	50,8% (31/61)			
Normaal	282/369	20,6% (58/282)			
Slechter dan normaal	26/369	30,8% (8/26)			
Geen ziekteverschijnselen in het koppel			0,0006	2,29 Ref	1,42-3,68
Ja	247/371	21,1% (52/247)			
Nee	124/371	37,9% (47/124)			
Dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar			0,0041	1,05	1,02-1,08
Continue	-	-			

### Bijlage 3 *Salmonella*: uitkomsten univariate logistische regressie

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Salmonella</i>	p- waarde	OR	95% BI
<b>Meegenomen als 1<sup>e</sup> keuze of vaste variabele in multivariate analyse</b>					
Aantal stallen op het bedrijf			0,1323		
1-3	167/371	11,4% (19/167)		Ref	
>4	204/371	6,9% (14/204)		0,57	0,28-1,18
Aantal werknemers op het bedrijf			0,0928		
1	169/369	12,6% (21/167)		Ref	
1-2	156/369	5,8% (9/156)		0,43	0,19-0,96
Meer dan 2	46/369	6,5% (3/46)		0,49	0,14-1,70
Huisdieren aanwezig op het bedrijf			0,0002		
Nee	95/373	19,0% (18/95)		Ref	
Ja	278/373	5,4% (15/278)		0,24	0,12-0,51
Hygiënemaatregel: geen contact met ander pluimvee in de afgelopen 12 uur			0,0412		
Ja	232/373	6,5% (18/232)		Ref	
Nee	141/373	12,8% (15/141)		2,12	1,03-4,35
Hygiënemaatregel: Douchen na het betreden van de stal			0,0608		
Ja	172/373	5,8% (10/172)		Ref	
Nee	201/373	11,4% (23/201)		2,10	0,97-4,53
Hygiënemaatregel: Handen wassen na het betreden van de stal			0,0905		
Ja	311/373	7,7% (24/311)		Ref	
Nee	62/373	14,5% (9/62)		2,03	0,89-4,61
Frequentie van desinfectie van voedersilo's			0,0504		
Nvt/nooit	172/364	7,0% (12/172)		Ref	
Minder dan 1x per jaar	37/364	21,6% (8/37)		3,68	1,38-9,78
1x per jaar	111/364	7,2% (8/111)		1,04	0,41-2,62
Vaker dan 1x per jaar	44/364	9,1% (4/44)		1,33	0,41-4,36
Wie reinigt en desinfecteert de stallen?			0,0019		
Vleeskuikenhouders of medewerkers	83/371	18,0% (15/83)		Ref	
Professioneel reinigingsbedrijf	160/371	10,0% (16/160)		0,50	0,24-1,08
Beide	128/371	1,6% (2/128)		0,07	0,02-0,32
Leeftijd vleeskuikens bij wegladen			0,0301		
<40 dagen	32/367	15,6% (5/32)		Ref	
40-45 dagen	184/367	15,5% (23/184)		0,77	0,27-2,20
45-50 dagen	75/367	4,0% (3/75)		0,23	0,05-1,01
>50 dagen	76/367	2,6% (2/76)		0,15	0,03-0,80
Leeftijd bij monsternamen in dagen			0,0440		
Continue	-	-		0,96	0,92-0,99

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Salmonella</i>	p- waarde	OR	95% BI
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> ) <14 14-20 >20	66/370 134/370 170/370	3,0% (2/66) 4,5% (6/134) 14,1% (24/170)	0,0052	Ref 1,50 5,26	 0,29-7,64 1,21-22,93
Ras vleeskuikens Conventioneel vleeskuikenras Traaggroeiend vleeskuikenras	225/372 147/372	12,4% (28/225) 3,4% (5/147)	0,0051	Ref 0,25	 0,09-0,66
Bodembedekking Houtkrullen of zaagsel Stroproduct of vlas Turfstrooisel (evt in combinatie)	184/372 65/372 123/372	6,0% (11/184) 6,15% (4/65) 14,6% (18/123)	0,0285	Ref 1,03 2,70	 0,32-3,36 1,23-5,93
Tevreden met klimaat in de vleeskuikenstal? Ja Nee	358/372 13/372	8,1% (29/358) 30,8% (4/13)	0,0104	Ref 5,04	 1,46-17,38
Gebruik van probiotica of prebiotica Ja Nee	33/367 334/367	18,2% (6/33) 8,1% (27/334)	0,0605	2,53 Ref	0,96-6,65
Gebruik van coccidiostatica Geen Narasin Narasin/nicarbazine Salinomycine Salinomycine/narasin/nicar bazine Andere coccidiostatica	17/371 17/371 153/371 68/371 100/371 16/371	0,0% (0/17) 25,5% (4/17) 4,6% (7/153) 7,4% (5/68) 17,0% (17/100) 0,0% (0/16)	0,0237	0,00 6,42 Ref 1,66 4,27 0,00	0,00-999,99 1,66-24,83  0,51-5,41 1,70-10,73 0,00-999,99
Last van ongedierte in het afgelopen jaar Ja Nee	12/371 359/371	41,7% (5/12) 7,8% (28/359)	0,0006	8,45 Ref	2,52-28,35
Wateropname van het koppel Slechter dan normaal Normaal Beter dan normaal	16/370 344/370 10/370	6,3% (1/16) 8,4% (29/344) 30,0% (3/10)	0,0918	4,66 Ref 0,72	1,14-18,97  0,09-5,68
Dooierrest/navelontsteking in het koppel Ja Nee	32/373 341/373	18,8% (6/32) 7,9% (27/341)	0,0462	2,69 Ref	1,02-7,09
Dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar 0 <7 7-15 >15	90/299 74/299 93/299 42/299	3,3% (3/90) 4,1% (3/74) 15,1% (14/93) 14,3% (6/42)	0,0185	Ref 1,23 5,14 4,83	 0,24-6,26 1,42-18,55 1,15-20,39

Variabele	Aantal	Prevalentie <i>Salmonella</i>	p- waarde	OR	95% BI
<b>Meegenomen als 2<sup>e</sup> keuze in multivariate analyse</b>					
Honden aanwezig op het bedrijf			0,0135		
Nee	149/373	13,4% (20/149)		Ref	
Ja	224/373	5,8% (13/224)		0,40	0,19-0,83
Katten aanwezig op het bedrijf			0,0664		
Nee	263/373	10,7% (28/263)		Ref	
Ja	110/373	4,6% (5/110)		0,40	0,15-1,06
Paarden of pony's aanwezig op het bedrijf			0,0760		
Nee	305/373	10,2% (31/305)		Ref	
Ja	68/373	2,9% (2/68)		0,27	0,06-1,15
Frequentie van bezoek van de vangploeg			0,0088		
1x per ronde of minder	157/359	4,5% (7/157)		Ref	
2x per ronde of vaker	202/359	12,9% (26/157)		3,17	1,34-7,50
Gebruik van stro- of luzernebalen			0,0338		
Ja	133/373	4,5% (6/133)		Ref	
Nee	240/373	11,3% (27/240)		2,68	1,08-6,68
Daglicht in de vleeskuikenstal			0,0515		
Ja	88/373	3,4% (3/88)		Ref	
Nee	285/373	10,5% (30/385)		3,33	0,99-11,20
In het afgelopen jaar van voerleverancier veranderd			0,0862		
Ja	72/368	13,9% (10/72)		2,01	0,91-4,46
Nee	296/368	7,4% (22/296)		Ref	
<b>Niet meegenomen in multivariate analyse</b>					
Aantal stallen op het bedrijf			0,0260		
Continue	-	-		0,78	0,62-0,97
Aantal werknemers op het bedrijf			0,0868		
Continue	-	-		0,62	0,35-1,07
Totaal aantal hygiënemaatregelen			0,0890		
Continue	-	-		0,91	0,82-1,01
Totaal aantal hygiënemaatregelen			0,0597		
<10	145/373	13,1% (19/145)		3,39	1,12-10,31
10-13	134/373	7,5% (10/134)		1,81	0,55-5,97
14-15	94/373	4,3% (4/94)		Ref	
Desinfectie en/of reiniging van voedersilo's			0,0328		
Geen reiniging of desinfectie	116/362	8,6% (10/116)		1,02	0,44-2,39
Alleen reiniging	56/362	3,6% (2/56)		0,40	0,09-1,83
Alleen desinfectie	24/362	25,0% (6/24)		3,62	1,24-10,59
Reiniging en desinfectie	166/362	8,4% (14/166)		Ref	
Rondes afgeleverd aan de slacht per jaar			0,0437		
<7	165/368	4,9% (8/165)		Ref	
7	133/368	11,3% (15/133)		2,50	1,02-6,08
>7	70/368	14,3% (10/70)		3,27	1,23-8,68
Leeftijd vleeskuikens bij wegladen			0,0026		
Continue	-	-		0,88	0,81-0,96

<b>Variabele</b>	<b>Aantal</b>	<b>Prevalentie <i>Salmonella</i></b>	<b>p- waarde</b>	<b>OR</b>	<b>95% BI</b>
Leeftijd bij monstername in dagen			0,0110		
<30 dagen	110/366	14,6% (16/110)		Ref	
30-39 dagen	140/366	10,0% (14/140)		0,65	0,30-1,40
>40 dagen	116/366	1,7% (2/116)		0,10	0,02-0,46
Bezettingsgraad (dieren/m <sup>2</sup> )			0,0022		
Continue	-	-		1,19	1,07-1,33
Deelname aan concept			0,0549		
Geen deelname concept	223/372	12,6% (28/223)		Ref	
Middensegment (supermarkt)	121/372	4,1% (5/121)		0,30	0,11-0,80
1-ster Beter Leven	28/372	0,0% (0/28)		0,00	0,00-999,99
Ras vleeskuikens			0,0442		
Conventioneel Ross 308	216/369	13,0% (28/216)		Ref	
Conventioneel anders	9/369	0,0% (0/9)		0,00	0,00-999,99
Traaggroeiend Hubbard	103/369	3,9% (4/103)		0,27	0,09-0,80
Traaggroeiend anders	41/369	2,4% (1/41)		0,17	0,02-1,27
Doodgroeiers in het koppel			0,0293		
Ja	10/373	30,0% (3/10)		4,76	1,17-19,35
Nee	363/373	8,3% (30/363)		Ref	
Darmproblemen in het koppel			0,0876		
Ja	7/373	28,6% (2/7)		4,33	0,81-23,22
Nee	366/373	8,5% (31/366)		Ref	
Dierdagdosering (DDDa) in het voorgaande jaar			0,0014		
Continue	-	-		1,07	1,03-1,11





**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*