



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap**
Institutionen för biomedicin och veterinär
folkhälsvetenskap

Förekomst av *Campylobacter* spp. hos kyckling i Sverige 2012–2016

En sammanställning av
campylobacterprogrammet

Charlotte Schildmeijer

*Uppsala
2018*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652–8697
Examensarbete 2018:35*

Förekomst av *Campylobacter* spp. hos kyckling i Sverige 2012–2016

The prevalence of *Campylobacter* spp. in slaughter groups of broilers in Sweden 2012-2016

Charlotte Schildmeijer

Handledare: Sofia Boqvist, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Biträdande handledare: Elina Lahti, Sveriges veterinärmedicinska anstalt

Examinator: Ingrid Hansson, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0830

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2018

Delnummer i serie: Examensarbete 2018:35

ISSN: 1652-8697

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: *Campylobacter*, kyckling, kycklinggrupp, slakt, producent, campylobacterprogrammet, Sverige

Key words: *Campylobacter*, broiler, slaughter group, slaughter, producer, campylobacter programme, Sweden

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

SAMMANFATTNING

Mot bakgrund av den kraftigt ökade incidensen human campylobacterios år 2016, har detta arbete som mål att kartlägga förekomsten och variationerna av *Campylobacter* spp. hos kycklingar i Sverige för 2012–2016. För att åstadkomma detta har data sammanställts från det svenska övervakningsprogrammet för *Campylobacter* spp. hos kyckling. Sammanlagt under dessa år har 16 473 prover analyserats från lika många kycklinggrupper. Från varje slaktgrupp provtogs tio blindtarmar från tio olika kycklingar, blindtarmsinnehåll från dessa tio kycklingar poolades till ett prov. Sammanställningen omfattar cirka 108 producenter och sex olika slakterier i Sverige. Resultaten visade på en stadig uppgång av andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper från 9% år 2012 till 15% år 2016, samt en tydlig säsongsvariation med flest andel positiva prover under sommarmånaderna. Ett slakteri visade sig stå för 60% av alla campylobacterpositiva kycklinggrupper för de fem åren sammanlagt, samma slakteri stod för 52% av den totala produktionen. Mellan åren varierade mängden provtagna grupper och andelen positiva för de olika slakterierna. Andelen producenter som levererade campylobacterpositiva kycklinggrupper ökade från 46% till 67% under studieperioden, åtta producenter levererade campylobacterfria grupper under hela studieperioden vilket visar att detta inte är en omöjlighet. Arbetet kan utgöra en grund inför kommande, mer analytiska studier kring de senaste årens ökande förekomst av *Campylobacter* spp. hos svensk kyckling.

SUMMARY

Sweden experienced a substantial increase in the incidence of human campylobacteriosis during 2016. The aim of this descriptive study was to map out the occurrence and variation of *Campylobacter* spp. in Swedish broilers for 2012-2016. Data was collected and compiled from the Swedish monitoring program for *Campylobacter* spp. in broilers. In total, 16 473 samples were analyzed from as many slaughter groups. One sample consisted of pooled contents from ten caeca from ten individual broilers and all samples were collected at the abattoirs. The compilation comprises about 108 producers and six abattoirs in Sweden. The results showed a steady rise in the proportion of slaughter groups positive for *Campylobacter* spp. from 9% in 2012 to 15% in 2016. A seasonal variation was noticeable with the highest proportion of positive groups during the summer season. Over the study period, one abattoir delivered 60% of the total number of slaughter groups positive for *Campylobacter* spp., this abattoir slaughtered 52% of the total number of broilers. The total amount sampled and positive slaughter groups varied between the abattoirs during the study period. The percentage of producers who delivered slaughter groups positive for *Campylobacter* spp. increased from 46-67%. During the study period eight producers delivered campylobacter free slaughter groups, proving that this can in fact be done. This report may prove beneficial as a base for other more comprehensive studies regarding the increase of *Campylobacter* spp. in Sweden's broilers recorded during the past years.

INNEHÅLL

| | |
|---|----|
| FÖRKORTNINGAR..... | 1 |
| INLEDNING..... | 2 |
| LITTERATURÖVERSIKT..... | 3 |
| Allmänt om <i>Campylobacter</i> | 3 |
| Historiskt perspektiv..... | 3 |
| Taxonomi..... | 3 |
| Egenskaper..... | 4 |
| Analysmetoder..... | 4 |
| Campylobacter hos människa..... | 6 |
| Campylobacter hos djur..... | 7 |
| Nötkreatur, får och svin..... | 7 |
| Hund och katt..... | 7 |
| Fåglar..... | 8 |
| Smittkällor och smittspridning till människor..... | 8 |
| Kyckling som smittkälla..... | 9 |
| Övervakning av <i>Campylobacter</i> i Sverige..... | 11 |
| Övervakning hos kyckling..... | 11 |
| Övervakning på humansidan..... | 11 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> i Sverige..... | 12 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> hos kyckling..... | 12 |
| Campylobacterprogrammet före 2012..... | 12 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> hos människor..... | 13 |
| MATERIAL OCH METODER..... | 14 |
| Studiedesign..... | 14 |
| Prover..... | 14 |
| Statistik..... | 14 |
| RESULTAT..... | 15 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> utifrån år och månad..... | 15 |
| Artbestämning..... | 17 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> utifrån producent och slakteri..... | 19 |
| Förekomst utifrån producent..... | 19 |

| | |
|--|----|
| Förekomst utifrån slakteri | 21 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> utifrån geografiskt område | 25 |
| Förekomst av <i>Campylobacter</i> utifrån ålder | 28 |
| DISKUSSION | 29 |
| REFERENSER | 35 |

FÖRKORTNINGAR

| | |
|------|--|
| ECDC | European Centre for Disease Prevention and Control |
| EFSA | European Food Safety Authority |
| EURL | Europeiskt referenslaboratorium |
| GBS | Guillain Barrés Syndrom |
| IBS | Irritable bowel syndrome |
| ISO | Internationella standardiseringsorganisationen |
| NRL | Nationellt referenslaboratorium |
| SVA | Statens veterinärmedicinska anstalt |

INLEDNING

Bakteriearter underordnade släktet *Campylobacter* har varit kända som sjukdomsframkallande organismer i nästan ett århundrande, men det skulle dröja till 1970-talet innan man kunde påvisa deras koppling till livsmedelsburna magtarminfektioner (Dekeyser *et al.*, 1972; Skirrow, 1977). Nu är campylobacterios den vanligaste rapporterade zoonosen i Europa såväl som i flera andra länder (WHO, 2013; EFSA & ECDC, 2016) och enligt statistik från Folkhälsomyndigheten (2017a) är infektion med *Campylobacter* spp. den vanligaste rapporterade orsaken till bakteriell gastroenterit i Sverige.

De vanligaste arterna att orsaka sjukdom hos människa är *C. jejuni* och *C. coli* och de typiska symptomen som uppstår är akut diarré, buksmärter och illamående (Allos & Blaser & Engberg, 2008). Flera efterföljande komplikationer har kopplats till infektion med *Campylobacter* spp., bland annat reaktiv artrit, irriterad tarm (IBS) samt Guillain-Barrés syndrom, denna komplikation drabbar dock lyckligtvis relativt få (Allos, 1997).

Campylobacter spp. finns i magtarmkanalen hos många tama och vilda djur (Sandstedt *et al.*, 1983; Cabrita *et al.*, 1992; Moreno *et al.*, 1993; Stanley & Jones, 2003). Människor kan infekteras via förorenad föda, vatten eller via direkt eller indirekt kontakt med djur som bär på bakterien. Den absolut vanligaste smittkällan är dock via konsumtion eller hantering av kontaminerat kycklingkött (Allos & Blaser, 1995; EFSA & ECDC, 2016).

Under 2016 sågs en markant ökning av antalet humanfall som rapporterades i Sverige (Folkhälsomyndigheten, 2017a). Incidensen låg på 110 fall per 100 000 invånare vilket är den högsta siffran sedan sjukdomen blev anmälningspliktig 1989, under åren 2009–2015 var motsvarande incidens mellan 77–93 fall per 100 000 invånare. Orsaken till ökningen av humanfall 2016 har kunnat kopplas till en ökad förekomst av *Campylobacter* spp. hos kyckling (Jernberg & Pääjärvi, 2017).

Mot bakgrund av detta utbrott är det relevant att undersöka förekomsten av *Campylobacter* spp. i den svenska kycklingproduktionen. Genom att sammanställa information från det svenska övervakningsprogrammet för *Campylobacter* under åren 2012 till 2016, var syftet med denna studie dels att kartlägga förekomsten av *Campylobacter* spp. hos kycklingar vid slakt, dels att undersöka säsong- och årsvariationen samt om det föreligger skillnader mellan producenter och slakterier. Arbetet var en deskriptiv studie.

LITTERATURÖVERSIKT

Allmänt om *Campylobacter*

Historiskt perspektiv

Den första upptäckten av *Campylobacter* spp. kan ha gjorts så tidigt som 1886 av Theodor Escherich, i övrigt känd för upptäckten av *Escherichia coli*. Han undersökte kolonprover från barn som dött i ”infantum kolera” och hittade en spiralformad bakterie som han beskrev i en serie artiklar i *Münchener Medizinische Wochenschrift*. Bakterien gick dock inte att odla och hans artiklar förblev relativt okända i flera årtionden framåt (Escherich 1886: se Butzler, 2004 s. 868). Även på veterinärsidan gjordes upptäckter av *Campylobacter* spp. tidigt. John McFadyean och Stewart Stockman var två veterinärer i Storbritannien som lyckades isolera bakterien i livmodersekret från dräktiga tackor redan 1906 (McFadyean & Stockman 1913: se Skirrow, 2006 s. 1213). De beskrev bakterien som en underlig organism som antog formen av både spirill och kommatecken och som färgades av Loeffler’s blå färg. Orsaken till undersökningarna var den höga abortfrekvensen som rådde hos fårflocken. Samma organism upptäcktes även i USA i samband med aborterande nötkreatur ett par år senare. Smith och Taylor (1919) namngav då bakterien till *Vibrio fetus*. Namnet *Vibrio* antogs då bakterien i sin mest aktiva delningsfas antog formen av ett kommatecken samt hade en enstaka flagell, vilket enligt författarna var förknippat med släktet *Vibrio* till skillnad från släktet spiriller som ofta var mer distinkt spiralformade med flera flageller i ena änden. Namnet *Campylobacter* föreslogs av fransmännen Sebald och Véron 1963 (se Véron & Chatelain, 1973 s. 122) för att ersätta *Vibrio fetus* till *Campylobacter fetus*, då de tyckte att klassificeringen av organismen till *Vibrio* var otillfredsställande sett till flertalet fenotypiska aspekter. *Campylobacter fetus* är därmed den första beskrivna arten med nuvarande klassificering och räknas som typart för släktet. I en taxonomisk studie ett årtionde senare, föreslog Véron och Chatelain (1973) att flera liknande beskrivna arter och underarter till *Vibrio fetus* istället skulle tillhöra detta nya släkte utifrån serologiska, biokemiska och nya DNA-analyser.

Taxonomi

Namnet *Campylobacter* härstammar från de grekiska orden *kampylos* som betyder böjd och *bacter* som betyder stav (Murray *et al.*, 2013). Släktet *Campylobacter* är underordnat familjen *Campylobacteraceae* som även inkluderar *Arcobacter* och *Sulfurospirillum*. Sedan de första upptäckterna och sedan den nuvarande klassificeringen av *Campylobacter* tillkom, har antalet arter och underarter som räknas till släktet ökat. Penner (1988) listade fjorton stycken arter i en artikel utgiven 1988, varvid dock alla inte var godkända vid utgivningstillfället. En sammanfattande taxonomisk studie från 2001 (On, 2001) redovisade att det då fanns 16 arter och sex underarter tillhörande *Campylobacter*. År 2017 är antalet 28 arter och 11 underarter (Euzéby, 2017).

Arterna *C. concisus*, *C. showae*, *C. curvvus*, *C. rectus*, *C. gracilis*, *C. sputorum* och *C. hominis* liknar varandra fylogenetiskt och många av dem kan påvisas i människors munhåla, *C. hominis* däremot har bara isolerats från tarm hos människa (On, 2001; Wassenaar & Newell, 2006). *Campylobacter gracilis*, *C. showae*, *C. sputorum* biovar. *faecalis* och *C. hyointestinalis* har förmågan att växa i anerobera miljöer och medan bakterierna i släktet generellt har enstaka polära

flageller har *C. showae* en bunt av unipolära flageller medan *C. gracilis* saknar flageller helt (Wassenaar & Newell, 2006). *Campylobacter hyointestinalis* påvisas ofta i grisars magtarmsystem vilket även är fallet för *C. coli* och *C. mucosalis* (On, 2001; Wassenaar & Newell, 2006). *Campylobacter lari* påvisas oftast hos vilda fåglar och *C. helveticus* och *C. upsaliensis* i tarmarna hos hundar och katter (Wassenaar & Newell, 2006).

Den art av *Campylobacter* som mest frekvent påvisats som sjukdomsalstrande hos människa är *C. jejuni* (EFSA & ECDC, 2016), som vidare är indelad i två underarter, *C. jejuni* subsp. *jejuni* och subs. *doylei* som särskiljs biokemiskt från varandra då den senare saknar förmåga till nitratreduktion, är känslig för cefalotin, ett av de antibiotikum som kan användas i odlingsmedier, och har en svag katalasaktivitet (Debruyne *et al.*, 2008). *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* är en av de viktigaste enteropatogenerna inom släktet. Därför är det oftast *C. jejuni* subs. *jejuni* man syftar på i texter även om namnet på underarten sällan specificeras. Även detta arbete kommer i fortsättning referera till underarten med endast namnet *C. jejuni*.

Egenskaper

Bakterierna i släktet *Campylobacter* är små gramnegativa stavar, 0,2–0,8 x 0,5–5,0 µm (Wassenaar & Newell, 2006; Debruyne *et al.*, 2008). De är smala och antingen spiralformade eller böjda. De flesta arterna har en enstaka polär flagell i ena eller båda ändarna som ger upphov till korkskruvslänkande rörelser. Alla arter inom släktet *Campylobacter* är icke-sporbildande och alla förutom *C. gracilis* är oxidaspositiva. Deras metabolism sker via respiration och de får sin energi från aminosyror eller mellanprodukter från citronsyreacykeln, de varken oxiderar eller fermenterar kolhydrater. De flesta arter är mikroaerofila, det vill säga deras optimala tillväxtmiljö är vid en syrehalt på 5–10% samt en koldioxidhalt på 3–5%, men det finns även arter som kan växa anaerobt. Flera arter i släktet har en tillväxttemperatur på 30–37 °C (Debruyne *et al.*, 2008) medan termotolerant campylobacterarter, till dessa räknas bland andra *C. jejuni* och *C. coli*, har sin optimala tillväxttemperatur vid 42 °C (Park, 2002).

Campylobacter spp. är känsliga för många miljöfaktorer på grund av sina specifika egenskaper (Park, 2002). Tillväxtförmågan hos *C. jejuni* minskar drastiskt då temperaturen sjunker mot 30 °C, men den fortfarande är metaboliskt aktiv och rörlig vid 4 °C (Hazeleger *et al.*, 1998), en viktig faktor då låga temperaturer som denna ofta förekommer i livsmedelskedjan. Pastörisering inaktiverar *C. jejuni* och likaså värmebehandling samt ett pH-värde under 4,9 och eller över 9,0 (Park, 2002).

Analysmetoder

Avföringsprover innehåller ofta en större mängd livsdugliga *Campylobacter* spp. än prover från mat, vilka kan ha skadats av till exempel för höga eller låga temperaturer eller genom saltning, dessa kan därmed lättare odlas fram direkt på ett selektivt odlingsmedium (Jacobs-Reitsma *et al.*, 2008). För prover som förväntas ha ett lägre antal eller skadade bakterier kan ett flytande anrikningsmedium användas före odling på ett fast selektivt medium, några av de vanligaste som används för *Campylobacter* spp. är Prestonbuljong, Boltonbuljong och Exeterbuljong. Selektiva odlingsmedier används för att hämma växt av andra bakterier än *Campylobacter* spp. som kan finnas i provmaterialet och selektiviteten orsakas av olika kombinationer och

koncentrationer av antibiotikum. Några som vanligen används är cefoperazon, amfotericin B, trimetoprim, och vankomycin (Jacobs-Reitsma *et al.*, 2008; Corry & Atabay, 2012).

För att skapa en syrereducerad atmosfär, vilket krävs då *Campylobacter* spp. är mikroaerofiler, inkuberas agarplattorna i burkar eller inkubatorer med en anpassad syre- och koldioxidhalt. Valet av antibiotikum i odlingsmedierna påverkar vilka arter av *Campylobacter* som växer fram, men temperaturen som odlingen sker i är minst lika avgörande. De termotoleranta arterna *C. jejuni*, *C. coli*, *C. upsaliensis* och *C. lari* kan växa i 42 °C, en temperatur som samtidigt hämmar tillväxt av andra bakteriearter (Corry & Atabay, 2012). De termotoleranta campylobacterbakterierna är de som detta arbete är inriktat på. För att påvisa icke-termotoleranta *Campylobacter* spp. krävs andra selektiva odlingsmedier och en temperatur på 37 °C.

Bakterier av släktet *Campylobacter* är känsliga för toxiska syrederivat som bildas vid reaktioner som sker i närvaro av syre och ljus (Wassenaar & Newell, 2006; Corry & Atabay, 2012). För att motverka effekten av dessa derivat kan man använda sig av sterilt fårblod, hästblod eller kol i agarplattorna (Jacobs-Reitsma *et al.*, 2008). Några av de vanligaste blodbaserade odlingsmedierna som används är Skirrow, Campy BAP, Preston agar och Campyloesel, bland de kolbaserade är mCCD agar och Karmali agar vanligast (Corry & Atabay, 2012). Förutom blodbaserade och kolbaserade (Fitzgerald & Nachamkin, 2015) finns även kromogena medier, till exempel chromagar (Chromagar, 2017). Beroende på vilket odlingsmedium som används kan morfologin av *Campylobacter* spp. på agarplattorna variera. På chromagar bildar *C. jejuni*, *coli* och *lari* röda kolonier mot en klar bakgrund medan många andra bakterier blir blå eller hämmas. På blodagarbaserade plattor bildar *Campylobacter* spp. utflytande och rosaktigt gråa kolonier medan de på kolbaserade agarplattor bildar gråvita, metallskimrande och oregelbundna kolonier (Hansson, 2007) ju fuktigare mediet är desto mer utflytande blir kolonierna (Fitzgerald & Nachamkin, 2015).

För konfirmering av *Campylobacter* spp. görs initialt en mikroskopering och ett oxidastest. Förutsatt att odlingen skett enligt ovan angivna kriterier räknas bakterierna tillhöra *Campylobacter* om de har rätt morfologi samt ett positivt oxidastest. Hydrolysering av hippurat differentierar arten *C. jejuni* från andra termotoleranta *Campylobacter* spp., det finns dock stammar som inte hydrolyserar hippurat (Fitzgerald & Nachamkin, 2015). För att särskilja övriga arter från varandra krävs andra analyser, ett exempel är MALDI-TOF (matrix assisted laser desorption ionization – time of flight) en form av masspektrometri som möjliggör en snabb analys av många isolat jämfört med biokemiska och molekylärbiologiska tester (Bessède *et al.*, 2011). Flertalet andra metoder finns för att påvisa *Campylobacter* spp., till exempel filtration, immunoanalyser, serologi och PCR (Jacobs-Reitsma *et al.*, 2008; Corry & Atabay, 2012; Fitzgerald & Nachamkin, 2015).

Internationella standardiseringsorganisationen (ISO) har nyligen publicerat en reviderad version, ISO 10272:2017, med metoder för påvisande av termotoleranta *Campylobacter* spp. från livsmedel, djurfoder, miljöprover samt djuravföring, damm och svabbprover (ISO, 2017).

***Campylobacter* hos människa**

Det första sambandet mellan *Campylobacter* spp. och diarrésjukdom gjordes av Jones *et al.* (1931) som påvisade bakterien i tarmen hos kalvar med tarminfektion och namngav arten *Vibrio jejuni*, nu klassificerad som *Campylobacter jejuni*. Bakterien kunde odlas fram i blod från människor med diarré av King 1957, men det var först 1972 (Dekeyser *et al.*, 1972) som *Campylobacter* spp. kunde odlas fram från avföring. Allmänt accepterad blev kopplingen mellan *Campylobacter* spp. och gastroenterit hos människor först efter att Skirrow (1977) med gott resultat odlat fram *C. jejuni* och *C. coli* från patienter som uppvisade både diarré och feber. Numer är *Campylobacter* spp. den vanligaste rapporterade bakteriella enteropatogenen i världen (WHO, 2013).

Inkubationstiden för campylobacterorsakad enterit är 1–7 dagar (Blaser & Engberg, 2008). Förutom diarré kan en intestinal infektion med *C. jejuni* och *C. coli* ge symptom i form av feber, huvudvärk, yrsel och myalgi. Dessa symptom uppstår ofta innan själva diarréfasen, under ett så kallat prodromalstadium som kan vara i upp till tre dagar. Efter en eventuell prodromalfas följer en period av magkramper och profusa mängder vattnig eller slemmig diarré, ofta gallfärgad. Blod i avföringen ses i 50% av fallen enligt Butzler (1982) och 15% av fallen enligt Blaser och Engberg (2008). Illamående är vanligt men kräkningar förekommer endast hos ca 15% av infekterade patienter. Campylobacterenterit läker oftast ut av sig självt och diarrén brukar successivt avta efter 3–4 dagar. I en omfattande studie från USA beräknades medianduration av diarréfasen vara 6 dagar, med ett spann på 1–31 dagar (Friedman *et al.*, 2004). Efter en utläkt campylobacterenterit finns det risk för efterföljande komplikationer, en av de allvarligare sjukdomskomplex som kan uppstå är Guillain-Barrés syndrom (GBS). GBS är en akut autoimmun polyneuropati som ger temporär neuromuskulär förlamning hos drabbade patienter (Hadden & Gregson, 2001). GBS föregås ofta av en infektion, de flesta patienter uppger att de haft någon form av luftvägssjukdom eller diarré veckor innan symptomen uppstår. Den vanligaste föregående infektionen är med *C. jejuni* (Hadden & Gregson, 2001; Jacobs *et al.*, 1998). Antalet patienter med campylobacterios som drabbas av GBS är relativt få (Allos, 1997). Andra komplikationer som kan uppstå till följd av en campylobacterinfektion är reaktiv artrit och IBS, den senare är en funktionsstörning av tarmen. Man vet ännu inte de exakta mekanismerna för hur en campylobacterinfektion leder till IBS (Thornley *et al.*, 2001). En litteraturstudie som undersökte vetenskapliga artiklar rörande sambandet mellan *C. jejuni/C. coli* och reaktiv artrit under åren 1966–2006, fann att 1–5% av de fall med en infektion med *Campylobacter* spp. ledde till reaktiv artrit (Pope *et al.*, 2007).

Gastrointestinala besvär är de vanligaste men även extraintestinala infektioner med *Campylobacter* spp. finns rapporterade (Allos, 2001). Bakteremi, alltså förekomst av bakterier i blodet, vid campylobacterenterit är något som troligen förekommer ofta men övergående i början av en infektion, särskilt hos patienter med hög feber, enligt Blaser och Engberg (2008). En studie från 1993 (Skirrow *et al.*, 1993) påvisade att ca 1,5 av 1000 personer med intestinal infektion hade en samtidig bakteremi. Övriga extraintestinala infektioner som beskrivits är meningit, endokardit, septisk artrit, osteomyelit samt neonatal sepsis (Allos, 2001).

Campylobacter jejuni och *C. coli* är de arter inom släktet *Campylobacter* som orsakat flest rapporterade fall av sjukdom hos människor (Lastovica & Allos, 2008; Debruyne *et al.*, 2008).

Men även *C. upsaliensis*, *C. lari*, *C. fetus* subsp. *fetus*, *C. jejuni* subsp. *doylei* och *C. concisus* har påvisats från människor med diarré (Butzler, 2004). *Campylobacter fetus* ger till skillnad från många andra arter i släktet inte främst upphov till enterit utan intravaskulära och extraintestinala infektioner (Murray *et al.*, 2013). Den del av populationen som löper högst risk för att drabbas av en infektion med *C. fetus* är äldre och immunsupprimerade. *Campylobacter upsaliensis* är en av de arter som troligen är underdiagnostiserad som orsak till sjukdom hos människa, bland annat då den skiljer sig från många andra arter i släktet *Campylobacter* genom att den är känslig för vissa antibiotikum som rutinmässigt används i odlingsmedier (Bourke *et al.*, 1998). Förutom att orsaka diarré (Gossens *et al.*, 1995; Patton *et al.*, 1989) har det även beskrivits ett fall där en ung kvinna drabbades av abort kopplat till smittöverföring från en asymtomatisk katt som var bärare av *C. upsaliensis* (Gurgan & Diker, 1994).

***Campylobacter* hos djur**

Hos många däggdjur och fåglar är *Campylobacter* spp. vanligt förekommande i magtarmkanalen (Crushell *et al.*, 2004). *Campylobacter jejuni* är en av arterna inom släktet som har förmågan att tillväxa i en temperatur på 42°C, likväl som 37°C, en egenskap som gör den särskilt lämpad att överleva och växa i fåglars tarmar (Wassenaar & Newell, 2006; Crushell *et al.*, 2004).

Nötkreatur, får och svin

Campylobacter fetus var den första arten som namngavs inom släktet *Campylobacter* och är en bakterie som kan orsaka aborter och infektiös infertilitet hos nötkreatur och får. Mer specifikt är det underarten *C. fetus* subsp. *fetus* som orsakar sporadisk abort hos idisslare medan *C. fetus* subsp. *veneralis* som är anpassad till nötkreaturs genitalier, ofta tjurars preputium, ger infertilitet (Garcia *et al.*: se Lastovica & Allos, 2008 s. 123). *Campylobacter jejuni* har hittats hos både nötkreatur, får och svin (Jones *et al.*, 1931; Nielsen *et al.*, 1997; Stanley & Jones, 2003). Hos svin är det dock vanligare att *C. coli* påvisas.

Hund och katt

Campylobacter upsaliensis beskrevs första gången i en svensk studie med friska hundar samt hundar med diarré (Sandstedt *et al.*, 1983). Sedan dess har flera studier gjorts som påvisat förekomst av *Campylobacter* spp. hos hund. I en studie av Chaban *et al.* (2010) utsöndrade 56% av de friska hundarna och 97% av hundarna med diarré bakterien i sin avföring. Av de sjuka hundarna i denna studie påvisades *C. upsaliensis* i 85% av fallen, *C. jejuni* i 46% och *C. coli* i 25% av fallen. Både *C. upsaliensis* och *C. jejuni* isolerades även hos de friska hundarna medan *C. coli* anmärkningsvärt nog inte isolerades från friska hundar. Ytterligare en studie, med enbart friska hundar, påvisade en övervägande mängd isolat av *C. upsaliensis* men även *C. jejuni*, 62% respektive 15% (Parsons *et al.*, 2010). I Sverige har fler studier om förekomst av *Campylobacter* spp. hos hundar utförts sedan början av 2000-talet. År 2001 analyserades avföringsprover från 91 hundar, majoriteten av dem friska, varav *Campylobacter* spp. påvisades hos 56% (Olsson Engvall *et al.*, 2003). En annan studie analyserade avföring från 180 friska hundar under 2011–2012, av dessa påvisades *Campylobacter* spp. i avföringen hos 37% (Holmberg *et al.*, 2015). I båda dessa studier var *C. upsaliensis* den mest förekommande arten

följt av *C. jejuni*. Även i studier med katter har man funnit att de är bärare av *C. upsaliensis*, dock utan att själva uppvisa sjukdomssymptom (Fox *et al.*, 1989; Moreno *et al.*, 1993).

Fåglar

Campylobacter spp. har påvisats hos flertalet migrerande fågelarter (Waldenström *et al.*, 2002). *Campylobacter jejuni*, *C. lari*, och *C. coli* var arter som kunde påvisas utifrån prover från 1 794 fåglar från sammanlagt 107 olika fågelarter. I samma studie varierade förekomsten av *Campylobacter* spp. hos fåglarna med deras födointag, där man hos frö- och insektsätande fåglar väldigt sällan isolerade bakterierna medan förekomsten hos rovfåglar, opportunistiska fåglar samt de som sökte efter sin föda i jorden var högre.

Campylobacter spp. förekommer hos flertalet av de fågelarter som föds upp för human konsumtion, men flest studier har gjorts på kycklingar då dessa står för den största marknaden och därmed är mer lättillgängliga att utföra studier på (Wagenaar *et al.*, 2008). Studier har visat att kycklingar är campylobacterfria vid födseln, det sker alltså troligen ingen vertikal överföring från föräldradjuret (Newell *et al.*, 2011). *Campylobacter* spp. påvisas sällan hos kycklingar före 2 veckors ålder, men experimentella studier har visat att det kycklingar kan koloniserar med *Campylobacter* spp. tidigare (Berndtson, 1996). Det är främst *C. jejuni* som påvisas, men i en studie av El-Shibiny *et al.* (2005), som omfattade ekologiska och frigående kycklingar i Storbritannien, upptäcktes det en skiftning gentemot *C. coli* efter cirka fem veckors ålder.

Smittkällor och smittspridning till människor

Att campylobacterios, alltså en infektion med en campylobacterbakterie, är en zoonotisk sjukdom som kan överföras till människor via föda var en koppling som gjordes tidigt. Levy (1946) kopplade två utbrott av gastroenterit 1938 i USA till komjölk där man kunde identifiera den vibrioliknande organism som sedan kom att kallas *Campylobacter*, medan Skirrow (1977) drog slutsatsen att smittorsaken, när det gällde några av de humana enteritfall han undersökte, kom från kyckling då samma bakterie även gick att finna på just kycklingar eller i deras avföring. I dagsläget är campylobacterios den vanligaste zoonosen i de europeiska länderna och kött från kycklingar anses vara den främsta smittkällan (EFSA & ECDC, 2016). Under 2015 rapporterades *Campylobacter* spp. från 46,7% av 6 707 prover från färskt kycklingkött från 14 europeiska länder. *Campylobacter* spp. påvisades även från färskt kött från kalkon, gris samt nöt, förekomsten var dock på lägre än nivåerna från kycklingar. Man kunde även se en säsongsvariation med fler humanfall under sommar och tidig höst, samt en mindre topp under vintern (EFSA & ECDC, 2016).

Campylobacterios uppstår främst som sporadiska infektioner, under 2015 var *Campylobacter* spp. orsak till flest antal rapporterade sporadiska fall av livmedelsburna infektioner i Europa (EFSA & ECDC, 2016). Det finns även dokumenterade utbrott med till exempel kontaminerat vatten och mjölk (Olson *et al.*, 2008) samt överföring från direktkontakt med husdjur (Norkrans & Svedhem, 1982). Infektionsdosen av *Campylobacter* spp. anses vara låg, Robinson (1981) undersökte saken genom att själv förtära 500 CFU (colony forming units) av *C. jejuni* varpå han uppvisade diarré och magkramper. Sambandet mellan dos-respons är dock troligen mer invecklat då en tidigare sjukdomshistoria av campylobacterios kan ge en viss immunitet (Teunis

et al., 2005). Överföring av infektion från person till person anses förekomma sällan (Norkrans & Svedhem, 1982).

Kyckling som smittkälla

Hantering och intag av kontaminerat kycklingkött anses vara den vanligaste orsaken till campylobacterios (Studahl & Andersson, 2000; EFSA & ECDC, 2016). Enligt en undersökning (Vellinga & van Loock, 2002) som utfördes efter dioxinkrisen i Belgien 1999, då stora mängder kyckling och ägg togs bort från marknaden, sjönk antalet infektioner med *Campylobacter* spp. med 40%, något som författarna tyder på en minskad konsumtion av just kycklingkött.

För att kartlägga hur *Campylobacter* spp. koloniserar kycklingar och hur bakterien förs vidare till människor, är det nödvändigt att följa hela produktionskedjan från uppfödning till färdiga produkter av kycklingkött hos återförsäljare. En brittisk studie av Lawes *et al.* (2012) visade att risken för ökad kolonisering av kycklinggrupper med *Campylobacter* spp. kunde kopplas till slakt under sommarmånaderna (juni, juli, augusti), men även höstmånaderna (september, oktober, november) hade en statistisk signifikans, en högre ålder hos kycklingarna, delad slakt, samt en tidigare hög mortalitet hos grupperna. Delad slakt innebär att en del av flocken plockas ut och slaktas före resten av flocken, så att de som blir kvar hinner växa mer. I nämnd studie skedde första utplockningen 4 dagar eller mer före resten av flocken slaktades. Lawes *et al.* (2012) diskuterar att delad slakt kan vara en riskfaktor då *Campylobacter* spp. kan föras in i kycklingstallarna utifrån, när till exempel maskiner eller personal går in för att hämta kycklingarna. Den högre tidigare flockmortalitet som också listas som en riskfaktor kan tolkas som en indikator på den generella hälsan i grupperna, snarare än direkt koppling till infektion med *Campylobacter* spp. (Lawes *et al.*, 2012).

En annan studie (Adkin *et al.*, 2006) som omfattade data från både USA och några europeiska länder, visade att de mest troliga källorna förknippade med campylobacterinfektion var delad slakt, flera kycklingstallar på gården, personalens rörelser mellan stallar samt andra djur på gården. Skyddande faktorer beskrevs vara hygienbarriärer och slakt under vintersäsong.

Då *Campylobacter* spp. inte förökar sig i miljön utan endast hos varmblodiga värdjur, är det bästa sättet att minska förekomsten av dem i slutet av produktionskedjan, att undvika koloniseringen från början (Wagenaar *et al.*, 2008). En omfattande litteraturstudie av Newell *et al.* (2011) utfördes för att granska preventiva åtgärder för att minska förekomsten av *Campylobacter* spp. på uppfödningnivå, och trots att ingen specifik åtgärd kan pekas ut för att ensam förebygga uppkomst eller spridning av *Campylobacter* spp. finns det många strategier att tillämpa för att minska bakteriebördan bland flockarna. Då andra djur på gården utgör en potentiell smittkälla kan gårdar med enbart kycklinguppfödning vara att föredra. Mänsklig kontakt med kycklingarna utgör även det en smittväg, men byte av stövlar och klädbyte kan minska risken för kontaminering av flocken (Newell *et al.*, 2011).

I en svensk studie (Hansson *et al.*, 2010) påvisades riskfaktorer för ökad campylobacterförekomst hos kycklingar vara bristande allmän ordning avseende hygien, delad slakt och förekomsten av andra livsmedelsproducerande djur i närheten. Skyddande faktorer

mot campylobacterförekomst beskrevs vara byte av skor minst två gånger istället för en innan ingång i kycklingstallarna.

Övervakning av *Campylobacter* i Sverige

Övervakning hos kyckling

I Sverige finns ett antal lagar och förordningar som direkt eller indirekt berör bakterier av släktet *Campylobacter*. Som ett medlemsland i EU har Sverige som skyldighet att följa europaparlamentets och rådets direktiv 2003/99/EG av den 17 november 2003 om övervakning av zoonoser och zoonotiska smittämnen, om ändring av rådets beslut 90/424/EEG och om upphävande av rådets direktiv 92/117/EEG¹. Detta direktiv har inkorporerats i den svenska lagstiftningen genom förordningen (2005:422) om övervakning av zoonoser och zoonotiska smittämnen hos djur och i livsmedel. I denna förordning listas de behöriga myndigheter som ansvarar för övervakningen av zoonoser och zoonotiska smittämnen, dessa är Jordbruksverket, Livsmedelsverket och Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA). Jordbruksverket och Livsmedelsverket får vidare meddela föreskrifter som ska gälla för livsmedelsföretagare. I Sverige står branschorganisationen Svensk Fågel bakom cirka 98% av matfågelproduktionen i Sverige (Svensk Fågel, 2017). Sedan 1991 har de organiserat ett övervakningsprogram för kyckling i syfte att reducera riskerna för kontamination av råa kycklingprodukter med *Campylobacter* spp. (Socialstyrelsen, 2013). Övervakningsprogrammet genomgick en omorganisation 2001 och 2005, vartefter den numera till största delen finansieras av staten. I statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2015:17) om frivillig organiserad hälsokontroll av husdjur, saknr K152, finns de riktlinjer som gäller för övervakningsprogrammet. I enlighet med dessa föreskrifter har en nämnd utsetts där det, förutom medlemmar från kycklingproduktionen, även ingår representanter från Jordbruksverket, Livsmedelsverket, SVA samt Folkhälsomyndigheten (SVA, 2017). Det är frivilligt för djurhållare att ansluta sig till programmet. Data om antalet anslutna producenter, resultat, sammanställning av besättningsbesök samt analys av arbetet ska årligen skickas in till Jordbruksverket (SJVFS 2015:17). Sedan november 2012 är förekomst av termotoleranta *Campylobacter* spp. hos kycklingar anmälningspliktigt enligt statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2012:24) om anmälningspliktiga djursjukdomar och smittämnen, saknr K4².

SVA och Livsmedelsverket har utsetts till Sveriges nationella referenslaboratorier (NRL) för *Campylobacter* spp. hos djur och livsmedel, något som innebär att de uppnår vissa kvalitetskrav för att kunna verkställa zoonosdirektivet (2003/99/EG) inom EU. Alla länder inom EU har NRL för olika kompetensområden, utöver dessa utses även ett europeiskt referenslaboratorium, EURL, 2006 utsågs SVA för EURL för *Campylobacter* (SVA, 2016).

Övervakning på humansidan

I Sverige klassas campylobacterios hos människor som en allmänfarlig och anmälningspliktig sjukdom enligt smittskyddslagen (SFS 2004:168), detta innebär att läkare som misstänker eller konstaterar sjukdomen ska anmäla detta till ansvarig smittskyddsläkare i sitt landsting.

¹ EUT L 325, 12.12.2003, s. 0031–0040, Celex 32003L009

² Senast ändrad genom SJVFS 2013:23, saknr K4

Behandlande läkare som misstänker eller konstaterar en allmänfarlig sjukdom ska även påbörja initial smittspårning av denna, detta gäller alltså även vid misstanke om campylobacterios. På nationell nivå är det Folkhälsomyndigheten som ansvarar för samordning av smittskyddet, på regional nivå smittskyddsmyndigheterna. Sedan 2017 ingår *Campylobacter* i Folkhälsomyndighetens mikrobiella övervakningsprogram, och en pilotstudie har under året samla in isolat från mikrobiologiska laboratorier i landet under två tillfällen, vecka 11 samt 34 (Folkhälsomyndigheten, 2017b). De data som samlas in kommer från personer som rapporterats ha insjuknat i campylobacterios.

Förekomst av *Campylobacter* i Sverige

Förekomst av *Campylobacter* hos kyckling

*Campylobacter*programmet före 2012

Ett övervakningsprogram av *Campylobacter* spp. hos kyckling har drivits av Svensk Fågel sedan 1991 med en omorganisation 2001 som bland annat innebar en utökning av antalet prover samt en förbättrad provtagningsrutin. Under det första året därefter, mellan perioden juli 2001 till juni 2002, sammanställdes insamlade data från programmet i en studie av Hansson *et al.* (2004). Studien omfattade sammanlagt 4 122 slaktgrupper med storlekar av 1 000 till 50 000 kycklingar i varje grupp. Från varje grupp togs prover i form av kloaksvabbar från 40 djur, tio av dessa sammanfördes till ett prov. Det togs även prov av halsskinn från tio djur per slaktgrupp som även dessa sammanfördes till ett prov. Prevalensen *Campylobacter* spp. hos slaktgrupperna var 17% av kloaksvabbarna och 22% av proverna från halsskinnen, som tolkades som kontamination på slakteriet. Ungefär hälften av producenterna stod för mer än 90% av alla positiva prover medan en fjärdedel inte levererade några campylobacterpositiva grupper alls.

Siffrorna från denna studie var högre sett till tidigare år, mellan 1992 till och med 1995 var andelen positiva grupper av kycklingar hos slakterier på ungefär 12–15% och mellan 1996 och 1999 var siffran under 10% (Swedish Zoonosis Centre, 2001). Då provtagningsrutiner samt analysmetoder ändrades efter juli 2001 går det inte med säkerhet att säga om ökningen i prevalens berodde på detta eller faktiskt var en sann ökning (Hansson *et al.*, 2004).

Ytterligare en sammanställning av campylobacterprogrammet gjordes från åren 2001 till 2005 då man utöver att provta kloak och halsskinn hos kycklingarna även samlade in prover från besättningarna samt utförde en kvantifiering av halsskinn- och kloakprov (Hansson *et al.*, 2007a). Slutsatser från dessa provtagningar var att slaktgrupper med förekomst av *Campylobacter* spp. i uppfödarnivå hade en signifikant högre mängd av bakterierna än de grupper där *Campylobacter* spp. bara påvisades på slakterinivå. Under de åren som studien omfattade sjönk andelen campylobacterpositiva slaktgrupper från 20% 2002 till 13% i 2005.

En säsongsvariation av förekomsten av *Campylobacter* spp. på kycklingar med en topp under sommarmånaderna har kunnat noteras i Sverige (Hansson *et al.*, 2004; Hansson *et al.*, 2007a). Under femårsperioden 2001–2005 var juli den månad som låg högst där över 30% av slaktgrupperna var positiva på campylobacterförekomst. Allra högst var juli 2003 då över 50% av slaktgrupperna bar på *Campylobacter* spp. (Hansson *et al.*, 2007a).

Förekomst av *Campylobacter* hos människor

Under 2016 var incidensen av rapporterade humana campylobacteriosfall 110 per 100 000 invånare, vilket är den högsta incidensen rapporterade fall någonsin i Sverige (Folkhälsomyndigheten, 2017a). Det totala antalet rapporterade fall under hela året var 11 021, motsvarande en siffra på 9 180 fall under 2015, 8 288 under 2014, 8 116 under 2013 samt 7 902 fall under 2012. Det har alltså skett en successiv ökning av antalet rapporterade fall under åren 2012 till 2016.

Även sett till andelen personer som infekterats i Sverige, och inte utomlands, har det skett en ökning de senaste åren. Före år 2014 utgjorde andelen inhemska fall 45% eller lägre, 2015 var motsvarande siffra 52% för att 2016 öka till 63% (Folkhälsomyndigheten, 2017a).

Den vanligaste smittvägen 2016 angavs vara via föda, dessa stod för 5 590 av 11 021 fall, medan överföring av bakterien via djurkontakt låg på 91 fall, personkontakt 88 fall, dricksvatten 78 fall, via exponering i sitt yrke 49 fall, opastöriserad mjölk 23 fall och bassängvatten 14 fall. Resterande 5 088 fall var ospecificerade (Folkhälsomyndigheten, 2017a).

Campylobacterios uppvisar en säsongsvariation med fler rapporterade humanfall under sommarmånaderna (EFSA & ECDC, 2016; Folkhälsomyndigheten, 2017a). I Sverige sågs dock en ökning under vintern 2014 samt 2015 med fler rapporterade inhemska fall än normalt för säsongen. Ökningen av fall som observerades i slutet av 2015 höll i sig till januari 2016, och även för denna period sågs en ökning i statistiken. Under augusti 2016 skedde en ökning som översteg antalet inhemska fall sett från starten av sjukdomen sedan den blev anmälningspliktig 1989 (Folkhälsomyndigheten, 2017a). Antalet rapporterade fall fortsatte vara hög även resterande månader av 2016. Denna ökning utgjordes av ett större utbrott som uppmärksammades både nationellt (SVT, 2017) och internationellt (Outbreak News Today, 2017). Enligt Folkhälsomyndigheten pågick utbrottet i nästan ett år, men anses sedan juni 2017 vara avslutat då antalet fall åter ligger på nivåer normala för säsongen (Folkhälsomyndigheten, 2017c).

Antal fall av campylobacterios under 2017 ska, som nämnts tidigare, ingå i en mikrobiell studie av Folkhälsomyndigheten (Folkhälsomyndigheten, 2017b). Den första delen av denna studie skedde under vecka 11 och är därmed genomförd och analyserad när detta arbete skrivs. Vecka 11 var tänkt att avspegla en lågsäsong av campylobacterios, men antalet rapporterade fall låg fem gånger högre än normalt för säsongen. Resultaten av studien visar att majoriteten av de humana isolaten härrör från en och samma smittkälla. Vid jämförelser mellan campylobacterisolat från kycklingkött och isolat från människor som insjuknat i campylobacterios sågs ett starkt samband (Jernberg & Pääjärvi, 2017).

MATERIAL OCH METODER

Studiedesign

Studien är retrospektiv och omfattar en deskriptiv analys av resultat från det svenska campylobacterprogrammet under åren 2012 till 2016. I studien ingår prover insamlade från sex svenska slakterier som tillsammans mottagit kycklingar från cirka 108 olika producenter. Slakterier som inte bidragit med prover under alla fem åren har uteslutits från studien, totalt stod dessa tre för 93 provtagna kycklinggrupper. All data är insamlad inom ramen för övervakningsprogrammet för *Campylobacter* hos kyckling, som organiseras av branschorganisationen Svensk Fågel med godkännande från Jordbruksverket. Detta program täcker in cirka 99% av alla kycklingar som slaktas i Sverige.

Prover

Insamlade prover utgjordes av intakta blindtarmar från kycklingar. Proverna samlades in vid slakterier där man provtog tio individuella fåglar per slaktgrupp, en blindtarm per kyckling, som sedan slogs samman till ett prov som representerade den gruppen. Proverna analyserades på SVA:s mikrobiologiska avdelning och resultaten som redovisas i detta arbete kommer antingen att vara ”ingen växt av *Campylobacter* påvisad”, ”*Campylobacter* spp. påvisad” eller ”*Campylobacter jejuni* påvisad”.

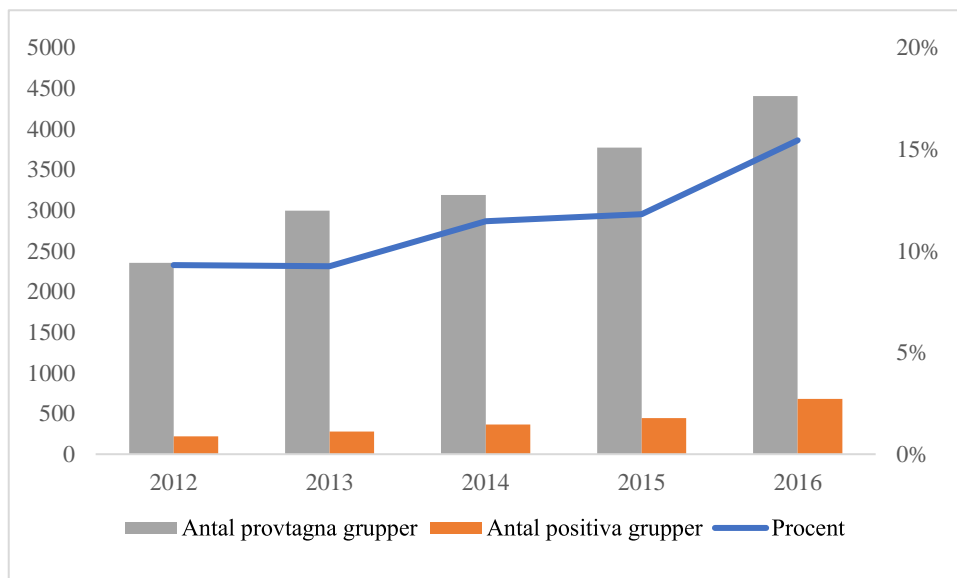
Statistik

All data har tillhandahållits från SVA som är ansvariga för analyser av prover inom övervakningsprogrammet för *Campylobacter* hos kyckling i Sverige. Medverkande besättningar samt slakterier har avidentifierats av Elina Lahti från SVA, även biträdande handledare för detta arbete, och istället för sina riktiga namn delgivits nummer- och bokstavs-beteckningar. Slakterierna har bokstavs-beteckningarna a, b, c, e, g och i, anledningen till avsaknaden av bokstäverna d, f och h är att tre slakterier strukits från studien då de inte levererade prover under alla åren i studien. De parametrar som togs med i sammanställningen är djurslag, provtaget material, analysdatum vid laboratoriet, ålder på provtagna djur, status avseende växt av *Campylobacter* från prov, besättning samt län varvid de befinner sig, och slakteri. I de län där det fanns färre än tre besättningar har dessa uppgifter slagits samman av sekretesskäl. I den deskriptiva analysen av förekomst av *Campylobacter* spp. hos kycklingar jämfördes parametrarna mot varandra för att beskriva eventuell synbar variation vad gäller år eller säsong, slakteri, producent samt ålder av kycklingarna. All data har behandlats i programmet Exel.

RESULTAT

Förekomst av *Campylobacter* utifrån år och månad

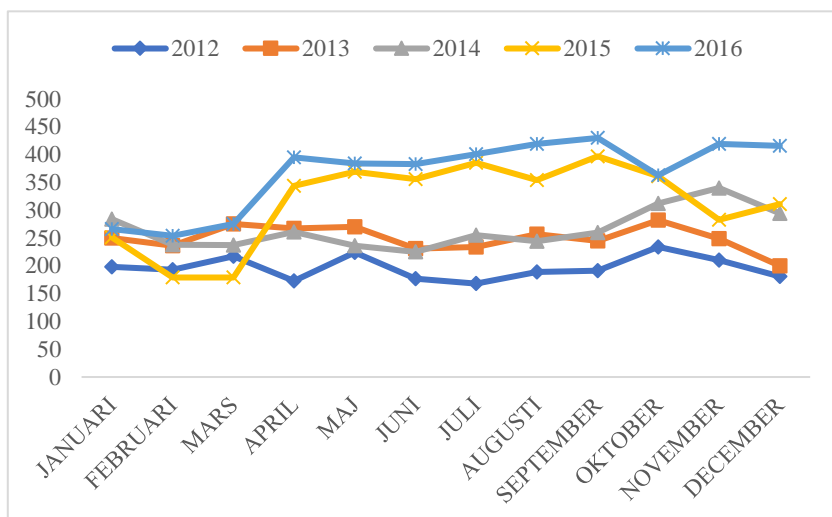
Sammanlagt analyserades 16 473 prover från de utvalda slakterierna under åren 2012 till 2016, av dessa var 1 975 (12%) positiva för *Campylobacter* spp. I figur 1 visas det totala antalet provtagna kycklinggrupper, samt antalet och procentsatsen campylobacterpositiva kycklinggrupper för respektive år. En successiv ökning av det totala antalet provtagna grupper ses från år 2012 (n=2 355) till år 2016 (n=4 405). En ökning kan även ses av antalet positiva kycklinggrupper, både sett till mängd och som andel av de totala antalen provtagna. År 2012 var ungefär 9% av de provtagna kycklinggrupper campylobacterpositiva, år 2016 var motsvarande siffra ungefär 15%.



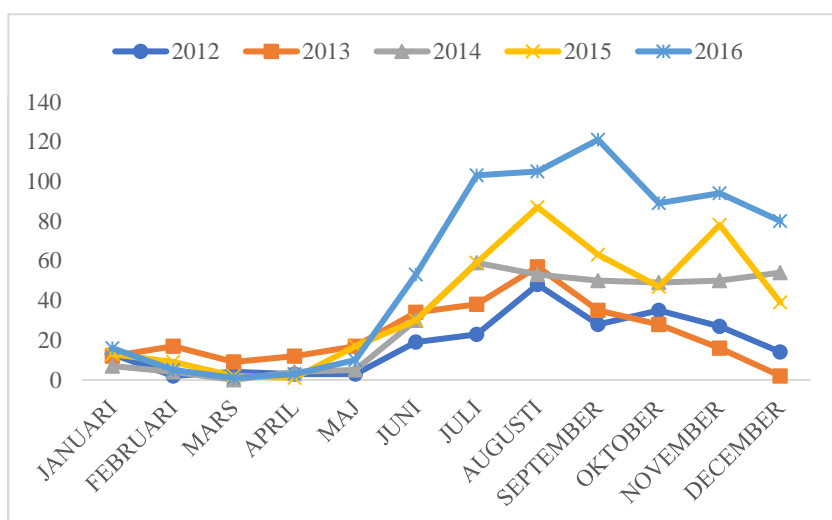
Figur 1. Antal provtagna kycklinggrupper samt förekomst av *Campylobacter* hos kycklinggrupper i antal och procent för 2012–2016.

I figur 2a visas antalet provtagna kycklinggrupper uppdelat per månad och år. I den manuella hanteringen av data föll 238 prover bort från januari 2013. Dessa har i efterhand förts in i nedanstående grafer för att återspegla den sanna månadsvariationen, men saknas alltså för resterande delar av studien. Den genomsnittliga mängden prover var 275 per månad för alla åren. En ökning av antalet provtagna kycklinggrupper ses framförallt de senaste två åren mellan april till december för år 2016 och mellan april till oktober för år 2015. Antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper är högre under sommarmånaderna med start i juni under samtliga studerade år (figur 2b), för de tre sista åren i studieperioden ses även en kraftigare ökning mellan åren. Högst antal campylobacterpositiva grupper uppmättes i augusti för år 2012, 2013 och 2015, i juli för 2014 och i september för 2016. År 2012 och 2013 börjar antalet positiva grupper sjunka igen i september medan det år 2014 fortsätter vara högt ändå till december. För 2015 och 2016 ses, förutom den markanta ökningen från föregående år, även en ökning av antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper under november månad.

Procentuellt ligger andelen positiva kycklinggrupper under 10% från januari till och med maj, som allra lägst är andelen i mars månad, och stiger sedan till över 10% med början i juni (figur 2c). Trots att antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper ökat de senare åren av studieperioden, ligger den procentuella andelen positiva grupper av de totala antalen provtagna, relativt lika för alla åren från januari till juni samt i augusti. Efter augusti utmärker sig år 2015 och 2016 då andelen uppvisar en ökning mot de andra åren i studien.



Figur 2a. Antalet provtagna kycklinggrupper per månad under 2012–2016.



Figur 2b. Antalet positiva kycklinggrupper per månad under 2012–2016.

Artbestämning

Utifrån de totalt 1 975 proverna från 2012 till 2016 som var positiva för termotoleranta *Campylobacter* visade analyser att 1 831 stycken var *Campylobacter jejuni* medan övriga 144 campylobacterpositiva prover inte artbestämdes närmare utan enbart benämndes som *Campylobacter* spp. (tabell 1). Alla prover som klassas som *Campylobacter* spp. har dock inte genomgått fullständig analys för artbestämning, varvid det sanna antalet *C. jejuni* inte går att fastställa helt säkert. Som lägst stod *C. jejuni* för 88% av det totala antalet positiva campylobacterprover år

Figur 2c. Andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper i procent utifrån månadsvariation mellan 2012–2016.

2012, och som högst för

96% under år 2016. Något som dock bör nämnas är att typningen på laboratoriet skiljer sig mellan dessa år, 2016 användes MALDI-TOF för samtliga isolat, en metod som inte var i bruk 2012. För att undvika förvirring kommer termen ”*Campylobacter*” användas utan efterföljande ”spp.” i resultat- samt diskussionsdelen för alla prover där artklassificering ej tillämpas.

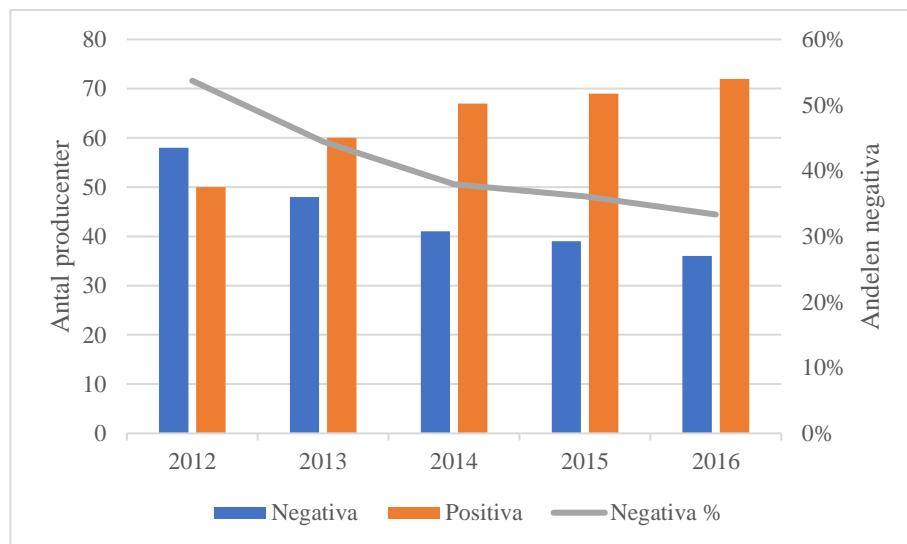
Tabell 1. Antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper under åren 2012–2016 samt fördelningen mellan *C. jejuni* och *Campylobacter* spp.

| År | Antal campylobacterpositiva prover (%) | | |
|--------|---|---------------------------|--------|
| | <i>C. jejuni</i> | <i>Campylobacter</i> spp. | Totalt |
| 2012 | 193 (88) | 26 (12) | 219 |
| 2013 | 246 (92) | 20 (8) | 266 |
| 2014 | 333 (91) | 32 (9) | 365 |
| 2015 | 405 (91) | 40 (9) | 445 |
| 2016 | 654 (96) | 26 (4) | 680 |
| Totalt | 1 831 (93) | 144 (7) | 1 975 |

Förekomst av *Campylobacter* utifrån producent och slakteri

Förekomst utifrån producent

Under åren 2012 till 2016 har kycklingar från 108 olika uppfödare provtagits. Tolv prover har uteslutits från nedanstående sammanställning på grund av osäkerhet angående producent. Under 2012 levererade 58 stycken (54%) av producenterna kycklinggrupper som var fria från *Campylobacter* vid analys (figur 3). Denna siffra sjönk under åren fram till 2016 då endast 36 stycken (33%) av producenterna levererade campylobacterfria kycklinggrupper.



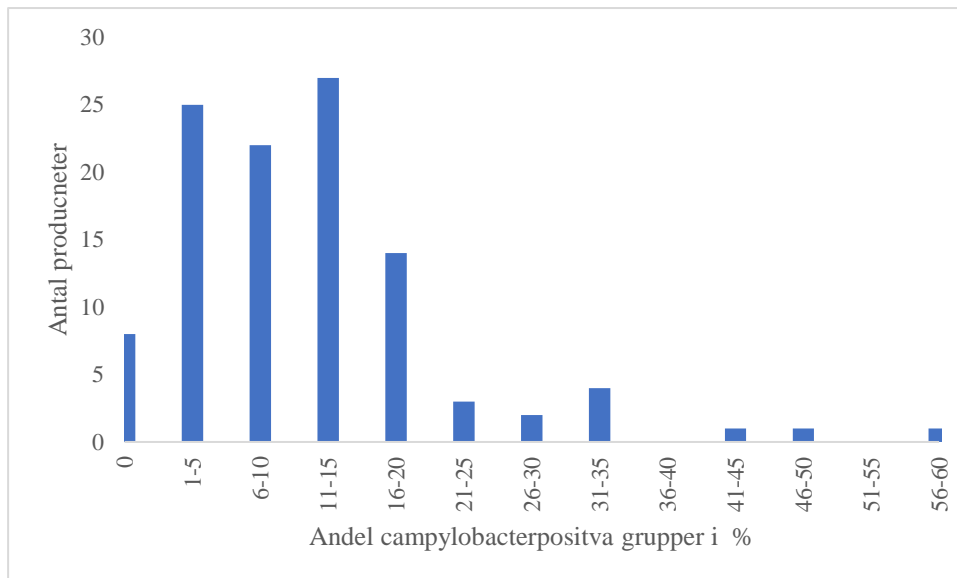
Figur 3. Antalet producenter som levererat campylobacterpositiva- och negativa kycklinggrupper under åren 2012–2016 samt andelen campylobacternegativa i procent.

Under studieperioden var det generellt få producenter (5–10%) som hade över 30% campylobacterpositiva kycklinggrupper sett till hur många de levererat totalt per år (tabell 2). De antal producenter som levererade mellan 10–29% campylobacterpositiva kycklinggrupper under studieperioden ökade från 18–42 stycken (17–39%). För samma intervall sågs även en ökning av antalet provtagna kycklinggrupper från 374–2 321 stycken (16–53%). Även andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper utifrån årstotalen var som störst hos de producenter som levererade mellan 10–29% campylobacterpositiva kycklinggrupper, denna siffra ökade dessutom mellan åren i studien samtidigt som förekomsten minskade för producenter som levererade mellan 1–9% campylobacterpositiva kycklinggrupper.

Tabell 2. *Fördelning av producenter utifrån andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper per år mellan 2012–2016.*

| År | Procentintervall campylobacter- positiva kyckling- grupper | Producenter | | Kycklinggrupper | | Andel av årens totala antal campylobacter- positiva kyckling- grupper |
|---------------|--|-------------|-------------|-----------------|-------------|--|
| | | Antal | % | Antal | % | |
| 2012 | 0 | 58 | 54 | 938 | 40 | 0 |
| | 1–9 | 24 | 22 | 809 | 34 | 26 |
| | 10–29 | 18 | 17 | 374 | 16 | 28 |
| | 30–49 | 6 | 6 | 139 | 6 | 23 |
| | 50–100 | 2 | 2 | 85 | 4 | 23 |
| Totalt | | 108 | 100% | 2345 | 100% | 100% |
| 2013 | 0 | 49 | 45 | 1011 | 37 | 0 |
| | 1–9 | 24 | 22 | 836 | 30 | 15 |
| | 10–29 | 30 | 28 | 724 | 26 | 44 |
| | 30–49 | 2 | 2 | 75 | 3 | 9 |
| | 50–100 | 3 | 3 | 111 | 4 | 32 |
| Totalt | | 108 | 100% | 2757 | 100% | 100% |
| 2014 | 0 | 41 | 38 | 795 | 25 | 0 |
| | 1–9 | 30 | 28 | 1138 | 36 | 15 |
| | 10–29 | 29 | 27 | 954 | 30 | 49 |
| | 30–49 | 5 | 5 | 190 | 6 | 20 |
| | 50–100 | 3 | 3 | 109 | 3 | 16 |
| Totalt | | 108 | 100% | 3186 | 100% | 100% |
| 2015 | 0 | 40 | 37 | 951 | 25 | 0 |
| | 1–9 | 24 | 22 | 970 | 26 | 13 |
| | 10–29 | 33 | 31 | 1422 | 38 | 50 |
| | 30–49 | 10 | 9 | 424 | 11 | 36 |
| | 50–100 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Totalt | | 108 | 100% | 3769 | 100% | 100% |
| 2016 | 0 | 36 | 33 | 787 | 18 | 0 |
| | 1–9 | 19 | 18 | 785 | 18 | 6 |
| | 10–29 | 42 | 39 | 2321 | 53 | 61 |
| | 30–49 | 7 | 6 | 365 | 8 | 20 |
| | 50–100 | 4 | 4 | 155 | 4 | 13 |
| Totalt | | 108 | 100% | 4404 | 100% | 100% |

I figur 4 är antalet producenter fördelade utifrån den andel campylobacterpositiva kycklinggrupper de levererat för alla åren sammanlagt. Under studieperioden har åtta producenter levererat campylobacterfria kycklinggrupper under alla åren. Majoriteten (n=27) av producenterna har levererat mellan 11–15% positiva kycklinggrupper för alla åren.



Figur 4. Antalet producenter som levererat campylobacterpositiva kycklinggrupper utifrån procentintervall för åren 2012–2016.

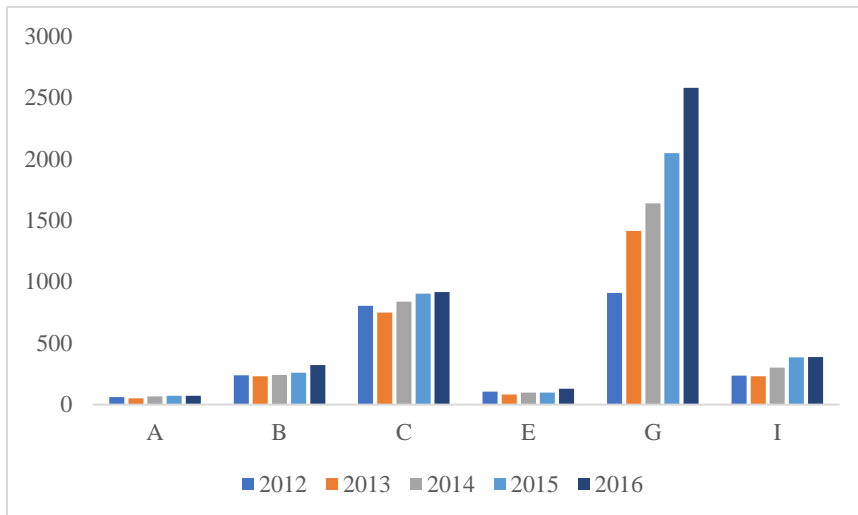
Förekomst utifrån slakteri

De sex slakterierna som ingår i studien har avidentifierats av sekretesskäl och har fått bokstavsbezeichnungarna A, B, C, E, G, och I. Tre slakterier har uteslutits från studien då dessa enbart hade provtagna grupper från år 2016, tillsammans utgjorde dessa tre slakterier 93 provtagna grupper som alltså inte kommer tas i beaktning. Sammanlagt var 1 975 kycklinggrupper campylobacterpositiva studieperioden, mer än hälften av dessa prover var tagna från slakteri G (60%) medan slakteri A endast stod för 1%.

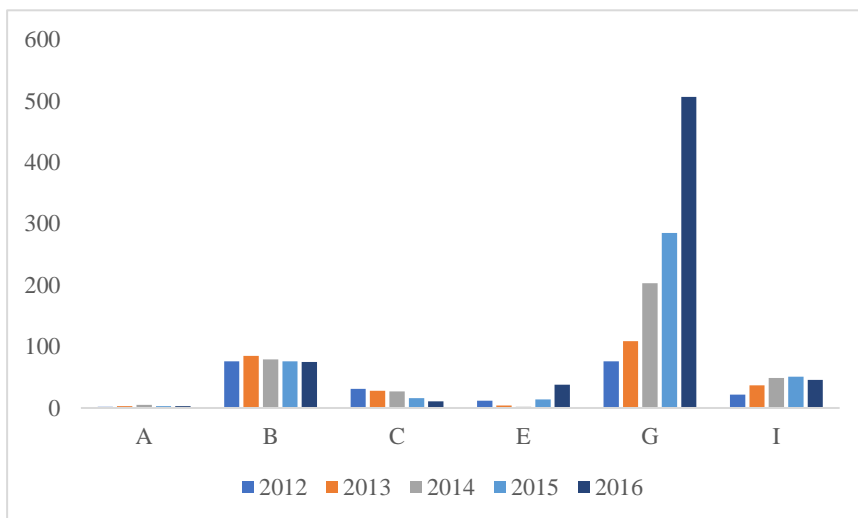
Som kan ses i figur 5a skiljer sig slakterierna åt när det gäller antalet provtagna kycklinggrupper. Slakteriet med beteckning G är den anläggning som har flest antal provtagna grupper för alla åren medan slakteri A har minst. Slakteri G är även den anläggning där antalet provtagna grupper ökat mest mellan alla åren, från 910 analyserade prover år 2012 till 2 580 år 2016.

Antalet grupper som var positiva för varje slakteri och år redovisas i figur 5b samt i figur 5c i procentsats. Rent kvantitativt står slakteri G för flest antal campylobacterpositiva grupper under alla åren, de har även haft en stadig ökning från år 2012 till 2016. Sett till antalet positiva kycklinggrupper i relation till det totala antalet provtagna per slakteri och år, är det slakteri B som utmärker sig genom att ha mer än 20% campylobacterpositiva kycklinggrupper genom alla åren. Högst förekomst hade de år 2013 med 37% campylobacterpositiva kycklinggrupper, detta är även den högsta andelen sett till alla slakterierna och åren. Efter 2013 verkar andelen positiva kycklinggrupper dock vara på nedåtgående och 2016 låg siffran på 23%. För slakteri E ses en

nedåtgående trend mellan åren 2012 till 2014, då andelen positiva kycklinggrupper låg på 2%, men därefter sker en ökning och år 2016 låg motsvarande värde på 29% vilket är den kraftigaste procentuella ökningen för alla slakterier mellan 2012 till 2016. Hos slakteri G ses en procentuell ökning av andelen positiva kycklinggrupper från 2014 till 2016. De slakteri som uppvisat lägst andel campylobacterpositiva kycklinggrupper är slakteri C som legat under 5% alla åren. Slakterierna A, B, C och I uppvisade en minskad andel campylobacterpositiva kycklingflockar 2015–2016, medan slakteri E och G uppvisade en ökning för samma period.



Figur 5a. Totala antalet provtagna kycklinggrupper per slakteri och år.



Figur 5b. Totala antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper per slakteri och år.



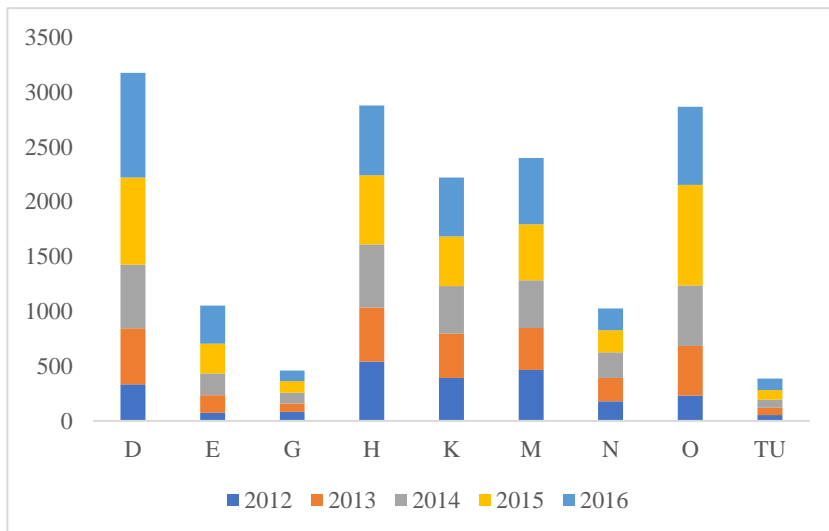
Figur 5c. Andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper i procent, utifrån varje slakteris totala mängd provtagna grupper för respektive år mellan 2012–2016.

Förekomst av *Campylobacter* utifrån geografiskt område

För att få en geografisk kartläggning av campylobacterförekomst hos kycklingar utgick studien från de län som producenterna befann sig i. Sammanlagt ingick tio olika län i sammanställningen, data från två av dessa har dock slagits samman på grund av det ringa antalet producenter i områdena, vilket skulle omöjliggöra att sekretess uppehölls. För fem prover saknades uppgift om län.

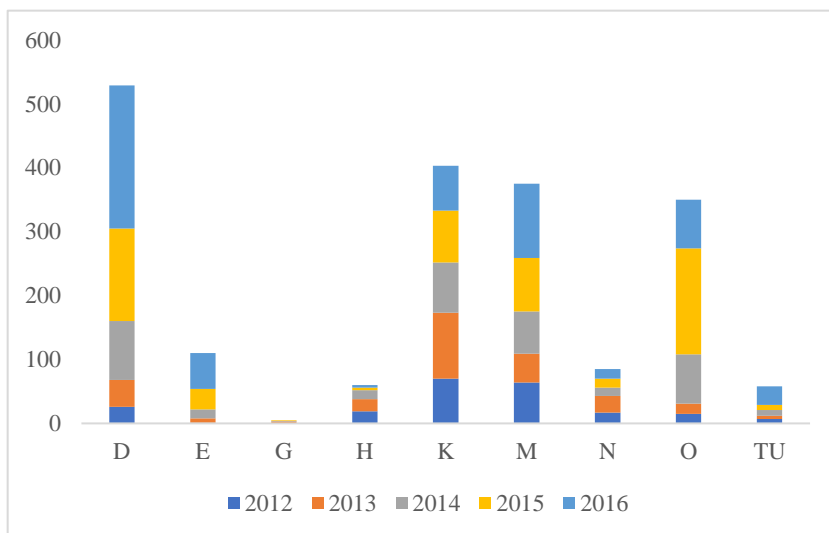
Utifrån sammanlagda data åren 2012 till 2016 har Södermanlands län provtagit flest antal kycklinggrupper, följt av Västra Götaland och Kalmar län (figur 6a). Minst antal har Örebro-Västmanlands län och Kronobergs län stått för. Södermanland har även stått för den största mängden campylobacterpositiva grupper för alla åren, följt av Blekinge och Skåne (figur 6b). Minst antal positiva grupper för alla åren har Kronobergs län levererat. Ser man istället till andel positiva grupper utifrån procent för alla åren är det Blekinge som ligger högst, men fortfarande Kronoberg som står för minst (figur 6c).

Variationen mellan de totala antalen provtagna kycklinggrupper för de olika åren skiljer sig beroende på län (figur 6a). Södermanland, Östergötland och Västra Götaland har mer än dubblat sitt totala antal provtagna kycklinggrupper från 2012 till 2016. Årsvariationen mellan länens antal positiva grupper skiljer sig åt även dem (figur 6b). Södermanlands antal campylobacterpositiva grupper har ökat kraftigt mellan alla åren från 26 stycken år 2012 till 224 år 2016. Även Västra Götaland visade en ökning under de senare tre åren. Ett län som istället såg en minskning mellan åren var Kalmar län.



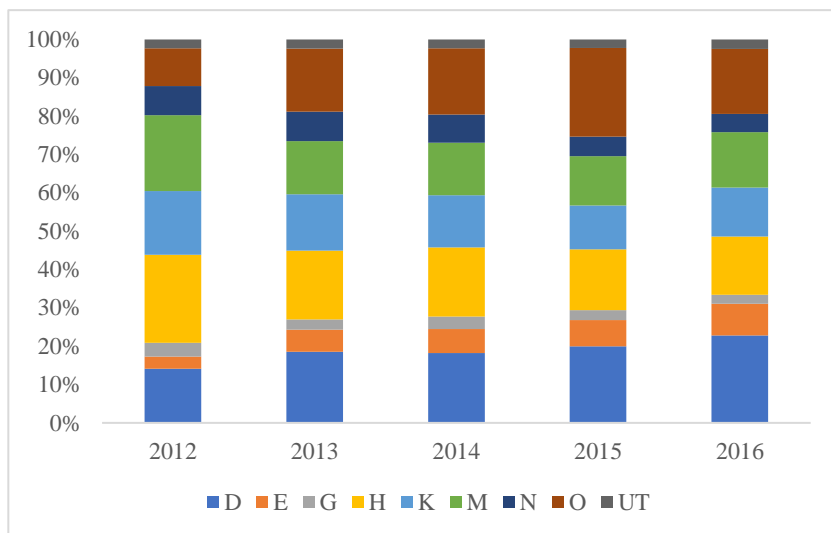
Länsbeteckningar:
D=Södermanland
E=Östergötland
G=Kronoberg
H=Kalmar
K=Blekinge
M=Skåne
N=Halland
O=Västra Götaland
TU= Örebro-Västmanland

Figur 6a. Antalet provtagna kycklinggrupper på län och år.



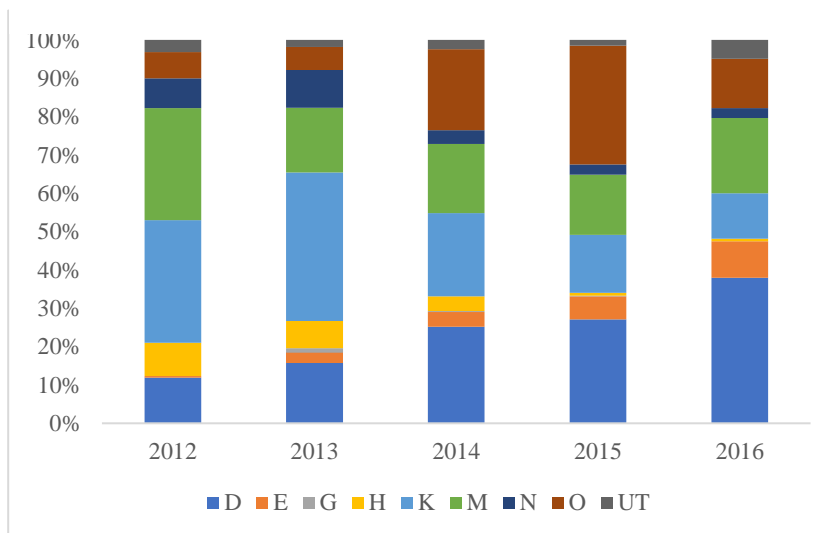
Figur 6b. Antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper per län och år.

I figur 7a och 7b illustreras andelen provtagna respektive andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper per län utslaget på varje års totala mängd. Södermanlands län stod 2012 för 12% av det årets totala antal campylobacterpositiva kycklinggrupper, en siffra som ökade för varje år till 2016 då de stod för 38% av de positiva grupperna och är därmed det län som enskilt stod för högst andel positiva grupper det året. De ökade även sin mängd provtagna grupper från 14% av 2012 års totala mängd till 23% av 2016 års totala mängd provtagna. För Blekinge län ses istället en minskning av andelen av varje års positiva prover från 39% år 2013, då det var som mest, till 12% år 2012. Motsvarande procentsats vad gäller andelen provtagna kycklinggrupper är 17% år 2012 och 13% år 2016. Västra Götaland stod för 31% av andelen campylobacterpositiva grupper år 2015, de provtog 23% av samma års antal prover.



Länsbeteckningar:
D=Södermanland
E=Östergötland
G=Kronoberg
H=Kalmar
K=Blekinge
M=Skåne
N=Halland
O=Västra Götaland
TU= Örebro-Västmanland

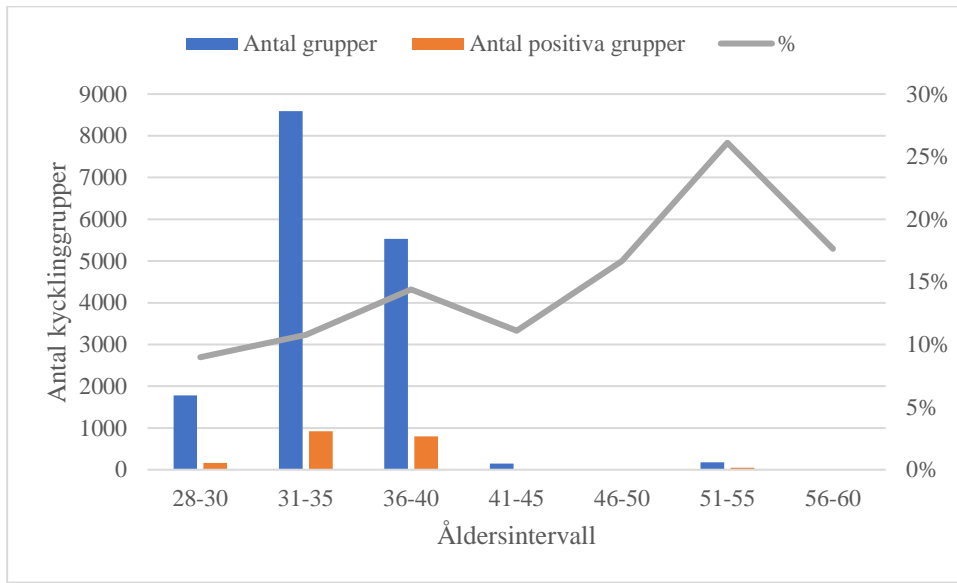
Figur 7a. Andelen provtagna kycklinggrupper per län utifrån de totala antalen provtagna kycklinggrupper som registrerades varje år.



Figur 7b. Andelen positiva kycklinggrupper per län utifrån de totala antalen positiva kycklinggrupper som registrerades varje år.

Förekomst av *Campylobacter* utifrån ålder

Åldersspannet på kycklinggrupperna i studien låg mellan 28 till 59 dagar. Majoriteten (52%) av kycklinggrupperna slaktades vid en ålder av 31–35 dagar, av dessa var 11% campylobacterpositiva. Av de kycklinggrupper som var mellan 36–40 dagar vid slakt påvisades campylobacterförekomst hos 14% och för de grupper som var mellan 28–30 dagar gamla påvisades 9% vara positiva (figur 8). I totalt 359 av alla provtagna kycklinggrupper för studieperioden var kycklingarna äldre än 40 dagar. Totalt 215 prov saknade uppgift om ålder.



Figur 8. Åldersintervall av antalet provtagna och, antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper samt andelen i procent.

DISKUSSION

Sammanställningen av data från det svenska campylobacterprogrammet visar på en tydlig och succesiv ökning av antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper i Sverige från år 2012 (n=219) till år 2016 (n=680). Detta skulle eventuellt ha kunnat kopplas till den ökade mängden provtagna grupper per år, men en ökning ses även i den procentuella andelen positiva grupper från 9% år 2012 till 15% år 2016. Detta motsvarar en ökning även sett till de senaste tolv åren då andelen positiva kycklinggrupper varit stabil under 15% (SVA, 2012). Från starten av campylobacterprogrammet, mellan 1992–1995 låg andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper hos slakterierna mellan cirka 12% och 15%, en siffra som sedan sjönk till under 10% 1996–1999 (Swedish Zoonosis Centre, 2001). I juli 2001 genomgick campylobacterprogrammet en omorganisation som bland annat innebar en ökad mängd provtagningar av kycklingarna samt en daglig analys av prover jämfört mot den tidigare veckovisa (Hansson *et al.*, 2004). Första halvåret av 2001 var cirka 9% kycklinggrupper campylobacterpositiva medan andra halvåret var det närmare 23% (SVA, 2002). Då skillnaden kan bero på säsongsvariation mellan sommar- och vintermånader går det inte att säga hur mycket de nya provtagningsrutinerna påverkade. En omorganisation som denna har dock inte skett under denna studiens tid, och kan inte användas som förklaring till den ökade förekomsten av campylobacterpositiva kycklinggrupper. Nuvarande form av provtagning, alltså provmaterial från blindtarm, började tillämpas 2005 och 2006 ersatte den helt föregående form av provtagning via kloaksvabbar och halsskinnprov (SVA, 2007). Mellan 2005–2011 har andelen kycklinggrupper som varit positiva legat relativt stadigt runt 12–13% (SVA, 2012), vilket innebär att de första två åren av denna studie faktiskt motsvarade en nedgång från tidigare år.

En tydlig säsongsvariation kunde ses i sammanställningen av data, med en ökad förekomst av campylobacterpositiva kycklinggrupper under sommarperioden. Detta resultat var väntat sett utifrån tidigare gjorda studier i Sverige (Hansson *et al.*, 2004; Hansson *et al.*, 2007a) såväl som från andra länder i Europa (Bouwknegt *et al.*, 2004; EFSA, 2010b). För att kunna jämföra variationer i campylobacterförekomst mellan år och perioder är det en fördel om provtagningen är lika för alla åren. I denna studie skilde sig antalet provtagna kycklinggrupper mellan åren och månaderna. Fler antal kycklinggrupper provtogs under april-december år 2016 samt för april-oktober år 2015 jämfört med övriga år i studien. Denna faktor borde dock inte påverkat resultaten då det handlar om så pass många grupper, dessutom ses antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper inte öka förrän juni månad alla åren, alltså oavsett den större mängden provtagna grupper från april. En del andra länder i Europa provtar inte för *Campylobacter* spp. hos kyckling året om, utan koncentrerar det till sommarperioden när förekomsten väntas vara hög (EFSA & ECDC, 2016).

Säsongsvariationen av campylobacterförekomst har kopplats till skiftningen i temperatur för de givna månaderna, där en högre omgivningstemperatur sammanfallit med en högre incidens campylobacterpositiva kycklinggrupper såväl som en högre incidens humanfall (Jore *et al.*, 2010). Det skulle därmed kunna vara av intresse att jämföra medeltemperaturen för Sverige de år och månader där det skett en ökning. En studie av Hansson *et al.* (2007b) beskrev en ökad förekomst av *Campylobacter* spp. i miljön runt kycklingstallar under regniga dagar, något som

kan innebära en ökad överlevnad och en ökad chans att påvisa bakterien i prover under dessa förhållanden. Även insekter har diskuterats utgöra vektorer för *Campylobacter* spp., en studie av Hald *et al.* (2008) kunde påvisa att förekomsten av insekter som bar på bakterien ökade under sommaren med en kulmen i juli-augusti samt då andra livsmedelsproducerande djur fanns i närheten. Då sommarmånaderna även ställer krav på ökad ventilation stiger risken för att insekterna ska komma in i kycklingstallarna och överföra bakterien (Hald *et al.*, 2008).

Andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper håller sig relativt jämn mellan alla åren i studien för perioden januari till augusti, detta trots att antalet campylobacterpositiva grupper ökar under studiens tre senaste år från juni månad. För konsumenter av kycklingkött är det dock antalet som är mest relevant. Enligt statistik från Folkhälsomyndigheten (2017a) har det på humansidan skett en ökning av rapporterade inhemska campylobacteriosfall vintrarna 2014 och 2015, samt en markant ökning under årets tredje kvartal 2016. Detta sammanfaller med ökningarna av campylobacterförekomst hos kycklingar samma år. Sambandet mellan ökningen av campylobacterförekomst på humansidan och på kycklingssidan har konstaterats genom helgenomssekvensering (Jernberg & Pääjärvi, 2017).

Andelen producenter som har levererat campylobacterpositiva kycklinggrupper har ökat från 46% år 2012 till 67% år 2016, vilket innebär att vissa tidigare campylobacterfria producenter inte kunnat upprätthålla denna status under studieperioden. Denna studie tar dock inte hänsyn till om delad slakt förekommit, alltså är det möjligt att huvudslakten varit fri från *Campylobacter* spp. för några av producenterna, men att resterande delar av flocken blivit koloniserad därefter. Andelen producenter som levererat campylobacterfria kycklinggrupper ligger ändå högre jämfört med en studie från 2001–2002 då ca en fjärdedel av producenterna levererade campylobacterfria grupper (Hansson *et al.*, 2004). En ökning påvisades för det antal producenter som levererade mellan 10–29% campylobacterpositiva kycklinggrupper samtidigt som en minskning kunde påvisas vad gäller antalet producenter som levererade mellan 1–9% campylobacterpositiva kycklinggrupper. De producenter som levererade mellan 10–29% campylobacterpositiva kycklinggrupper stod även för den största andelen av varje års totala antal positiva grupper. Sammanlagt har åtta producenter enbart levererat campylobacterfria kycklinggrupper under studieperioden, vilket är ett bevis på att detta inte är en omöjlighet, något som redan beskrivits i en tidigare studie från Sverige (Hansson *et al.*, 2007a). I samma studie påvisades även att mängden *Campylobacter* spp. var högre i halsskin hos kycklingar där *Campylobacter* spp. även påvisats på besättningsnivå jämfört med de kycklingar som var fria från *Campylobacter* spp. innan slakt och kontaminerats på slakteriet. För denna studie ingår inga prover tagna direkt från producenternas gårdar, och då *Campylobacter* spp. kan överföras till kycklingar i många steg under uppfödning (Newell *et al.*, 2011), transport (Hansson *et al.*, 2005) samt på slakterierna (Hansson *et al.*, 2007a) är det svårt att uttala sig specifikt om vart orsaken till den ökade förekomsten 2012–2016 härrör ifrån enbart utifrån de data som detta arbete grundar sig på. Livsmedelsverket har dock utfört en kartläggning som undersökte förekomst och halter av *Campylobacter* spp. i färskt kycklingkött från butiker i Sverige (Livsmedelsverket, 2017) mot bakgrund av det höga antalet rapporterade campylobacteriosfall. Denna rapport kunde utifrån genomsekvensering påvisa att en viss sekvenstyp av *Campylobacter* återkommande påträffades hos ett specifikt slakteri, som enligt rapporten även haft problem när gällde rengöring av sina transportlådor. Att transportlådor kan kontamineras

med *Campylobacter* spp. är något som beskrivits i tidigare studier (Hansson *et al.*, 2005; Hansson *et al.*, 2007b).

En företeelse som visat sig kunna medföra ökad risk för campylobacterförekomst är delad slakt (EFSA, 2010b; Hansson *et al.*, 2010a; Adkin *et al.*, 2006; Lawes *et al.*, 2012). Anledningen anses vara att den mänskliga trafiken i kycklinghusen riskerar att föra in *Campylobacter* spp. som inom en vecka kan överföra bakterien till resterande kycklingar i flocken (Hald *et al.*, 2001; Lawes *et al.*, 2012). Uppgifter om delad slakt står tyvärr utanför denna studies kapacitet, men eftersom ökningen av campylobacterförekomst kunnat kopplas till ett fel i tvättanläggningen av transportlådor hos ett av slakterierna (Livsmedelsverket, 2017), är det rimligt att anta att förorenade transportlådor kunnat smitta kycklingflockar på uppfödningnivå vid tillämpning av delad slakt.

En variation av campylobacterförekomst hos kycklinggrupper syntes även utifrån slakterierna där de provtogs. Det slakteri som provtog flest antal grupper för alla åren var slakteri G. Det var även det enda slakteri som hade en stadig uppgång av både antalet provtagna samt antalet positiva slaktgrupper för varje år i studien. Slakteri G har därmed levererat den största mängden campylobacterpositiva kycklingar i konsumentled, dels för varje enskilt år i studien men även sett till alla åren tillsammans. Några av de slakterier som provtagit och levererat färre kycklinggrupper, i jämförelse med slakteri G, har haft en högre andel positiva grupper. Något som inte påverkat kyckling i konsumentled på samma nivåer som ett slakteri med större mängder kycklingar, men som likväl borde vara ett problem sett ur slakteriernas egna produktion och statistik. Slakteri B är ett relativt litet slakteri sett till antalet provtagna kycklinggrupper jämfört med slakteri G. Slakteri B har dock en andel campylobacterpositiva kycklinggrupper som varierar mellan 23–37% för åren 2012–2016, medan slakteri G:s andel ligger mellan 8–20%. Slakteri B:s andel har dock sjunkit från år 2013–2016, något som kan antyda en förbättring i arbetet för att sänka campylobacterförekomsten hos dem eller hos de producenter som föder upp de kycklingar som slaktas där. Även slakterierna A, C och I uppvisade en sjunkande andel positiva kycklinggrupper mot studiens sista år. Slakteri G:s andel har dock stigit tillsammans med slakteri E, som från att år 2014 bara haft 2% andel positiva grupper, hade 29% positiva år 2016. För dessa slakterier skulle en granskning av orsaken till denna ökning vara relevant att utföra, detta ligger dock utanför denna studies syfte.

Utifrån ett geografiskt perspektiv har Södermanlands producenter levererat flest antal campylobacterpositiva kycklinggrupper år 2016, vilket även är den högsta uppmätta siffran per län och år under hela studieperiodens omfattning. År 2015 levererade Västra Götaland flest antal campylobacterpositiva kycklinggrupper och 2012–2013 var det Blekinge. Det finns alltså en variation mellan åren i studien av vart i Sverige flest antal campylobacterpositiva kycklinggrupper producerades. För de tre senare åren av studien är det länen med flest antal provtagna kycklinggrupper som även levererat flest antal campylobacterpositiva grupper. Utifrån länens egen statistik så har både Södermanland och Östergötland sett en stadig ökning mellan alla åren i form av antalet provtagna samt antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper. Västra Götaland hade ett, för sitt län, ovanligt högt antal campylobacterpositiva kycklinggrupper år 2015, likaså hade Örebro-Västmanland under 2016. Dessa toppar är rimligen resultatet av någon form av förändring i kedjan från uppfödning till

slakteri som det vore relevant att undersöka närmare. Den geografiska delen av denna studie visar en länsförekomst av campylobacterpositiva kycklinggrupper utifrån producenternas läge. Kartläggningen kan därmed vara ännu mer relevant om ytterligare koppling skulle göras till de enskilda producenterna inom länen, det skulle då gå att jämföra deras statistik med övriga inom länen.

En stigande ålder har tidigare kunnat kopplas till en ökad risk för campylobacterförekomst hos kycklingar (Bouwknegt, *et al.*, 2004; EFSA, 2010b; Lawes *et al.*, 2012). För ekologiska kycklingar är det framförallt *C. coli* som blir vanligare ju äldre kycklingarna blir (El-Shibiny *et al.*, 2005), något som kan bero på miljön där de vistas. Utifrån denna studie går det inte att uttala sig om ålder är av betydelse för campylobacterförekomst hos kycklingar. Andelen positiva flockar ökar visserligen för åldersintervallerna 28–30 (9%), 31–35 (11%) samt 36–40 (14%) dagar, men övriga intervall innehöll för få flockar för att göra en bedömning. För många producenter kan slakt vid en yngre ålder utgöra ett problem på grund av ekonomiska skäl eller då en särskild vikt kan krävas på kycklingarna (Hansson *et al.*, 2010b).

De analysmetoder som utförs på laboratoriet för att arttypa *Campylobacter* har ändrats under studieperioden. Från att ha använt sig av biokemiska metoder gick man 2016 över helt till att använda MALDI-TOF. De biokemiska metoderna selekterade fram de termotoleranta campylobacterarterna, *C. jejuni*, *C. coli*, *C. upsaliensis* och *C. lari*. Artbestämningen utfördes dock inte på alla prover som analyserades och när det gjordes var det endast för att få fram om det bakterien var *C. jejuni* eller ej via hippurattest, därefter utfördes inga vidare biokemiska analyser för att särskilja övriga arter. Därav är en analys av förekommande campylobacterarter egentligen inte motiverat att studera utifrån tillgänglig data och inte heller huvudmålet med detta arbete. Det kan dock ändå nämnas att andelen *C. jejuni* ligger mellan 88–96% för studieperioden och det kan eventuellt finnas ett mörkertal bland de prover som ej genomgått artbestämning. Som nämnts under avsnittet ”analysmetoder” finns det även stammar av *C. jejuni* som kan vara hippuratnegativa (Fitzgerald & Nachamkin, 2015) vilket skulle kunna innebära en ännu högre siffra. Att *C. jejuni* är den vanligaste förekommande campylobacterarten hos kycklingar stämmer överens med en rapport från andra europeiska länder där *C. jejuni* och *C. coli* var de som oftast identifierades hos kycklingar (EFSA, 2010b) samt en svensk studie där 88% av kycklingarna visade sig bära på *C. jejuni*, detta baserat på hippurattest (Rönner *et al.*, 2004).

Detta arbete har fokuserat på att redovisa variablerna tid (år, månad) och plats (slakteri, producent, län) mot förekomst av termotoleranta *Campylobacter* spp. i svenska kycklinggrupper. En mindre undersökning har gjorts för att beskriva om kycklingarnas ålder kunnat kopplas till ökad campylobacterförekomst samt vilken art som är vanligaste förekommande. Vidare undersökningar skulle till exempel kunna analysera månadsvariation mot platsvariablerna för att ta reda på om säsongsvariationen påverkar alla uppfödare och slakterier likvärdigt. Platsvariablerna producent och slakteri skulle kunna redovisas i förhållande till varandra, för påvisa eventuella samband i ökning av campylobacterförekomst. Storlek på flockarna samt om delad slakt förekommit bland de ursprungliga flockarna är något som skulle vara relevant att undersöka. Ovan nämnda fördjupningar överstiger dock kapaciteten av detta arbete framförallt sett till tidsbegränsning. Av samma anledning har inga statistiska

analyser kunnat genomföras till detta arbete, men en tänkbar variant är att utföra en regressionsanalys för att undersöka eventuella associationer mellan ovanstående variabler och campylobacterpositiva kycklingfloccar.

Giltigheten av denna sammanställning har några reservationer som kommer diskuteras i korthet nedan. För många prover saknades provdatum, alltså det datum då kycklinggrupperna provtogs på slakterierna, därför har denna sammanställning utgått från analysdatum vid laboratoriet. Av denna anledning kan det finnas en viss skillnad mot campylobacterprogrammets egna årliga sammanställningar som använder sig av provdatum. För län, ålder och producent saknades en del uppgifter i grunddata. Dessa har tagits upp under resultatdelen för respektive område de berör. Avidentifiering av alla data har gjorts manuellt vilket innebär att den mänskliga faktorn måste tas i beaktning, detsamma gäller bearbetningen och analysen av resultaten, vilket således lämnar utrymme för en del felmarginal i statistiken. De fel som uppdagats innan publicering av denna studie har tagits upp under resultat. Det kan även ha uppstått oklarheter vid insamling av provmaterial, hantering av denna samt inrapportering av data, information om detta var ej tillgänglig för denna studie. Sammanställningen gäller enbart för uppfödare av kyckling anslutna till Svensk Fågel, och tre slakterier har uteslutits ur studien då de endast bidrog med prover under 2016.

Då hantering och konsumtion av kycklingkött anses vara den främsta smittkällan för campylobacterios (EFSA & ECDC, 2016) och även bekräftats som orsaken bakom 2016 års ökade antal rapporterade humanfall i Sverige (Jernberg & Pääjärvi, 2017), är det viktigt att fortsätta arbetet för att sänka förekomsten av *Campylobacter* spp. i kycklingproduktionskedjan. Generella hygienregler och biosäkerhet hos producenterna är det första viktiga steget för att sänka förekomsten av *Campylobacter* spp. (Hansson *et al.*, 2010a; Newell *et al.*, 2011), särskilt då bakterien endast förökar sig inuti sitt värd djur (Wagenaar *et al.*, 2008). Att eliminera campylobacterförekomst på besättningsnivå innebär också en minimering av risken för kontaminering som annars kan ske under de senare stegen i produktionen, alltså under transport och på slakterierna (Hansson *et al.*, 2005; Hansson *et al.*, 2007a). Minst lika viktigt ur konsumentsynpunkt är adekvat hantering och tillräcklig tillagning av kycklingkött (Socialstyrelsen, 2013). De ökade antalen rapporterade fall av campylobacterios som rådde under 2016 har i skrivande stund återgått till normala nivåer och förväntas vara fortsatt låga under 2017 (Folkhälsomyndigheten, 2017d).

Sammanfattningsvis redogör detta arbete för hur antalet campylobacterpositiva kycklinggrupper, som provtagits inom ramen för campylobacterprogrammet, genomgått en successiv ökning mellan åren 2012–2016. Denna ökning sammanfaller med ökningen av inhemska humanfall av campylobacterios för samma period. Särskilt ett av de sex slakterier som är inkluderade i studien har uppvisat en markant ökning av antalet campylobacterpositiva grupper under studieperioden och står även för mer än hälften av alla positiva grupper för åren sammanlagt. Producenterna i studien har inte granskats en och en, utan ifrån den andelen campylobacterpositiva kycklinggrupper de levererat under studieperioden. Andelen producenter som levererat campylobacterfria grupper översteg 50% för studiens första år, men sjönk till 36% studiens sista år. Minst fem och som flest elva producenter har varje år levererat över 30% positiva grupper. Producenternas geografiska lokalisering visade på en variation av

campylobacterförekomst mellan studieperiodens år. Mest troligt är att det finns det samband mellan ökningen som visas för åren, månaderna, slakterierna och vilken producent de kommer ifrån. Samband som är viktiga att lokalisera orsaken till ökningen av campylobacterförekomst hos kycklingar i Sverige 2012–2016. Detta arbete är dock endast en deskriptiv analys och kan ses som ett grundarbete inför kommande mer djupgrävande analyser av campylobacterförekomst hos svenska kycklingar och det övervakningsprogram som finns.

REFERENSER

- Adkin, A., Hartnett, E., Jordan, L., Newell, D & Davison, H. (2006). Use of a systematic review to assist the development of *Campylobacter* control strategies in broilers. *Journal of Applied Microbiology*, 100:306-315
- Allos, B.M. (1997). Association between *Campylobacter* infection and Guillain-Barré syndrome. *The Journal of Infectious Diseases*, 176:125-128
- Allos, B.M. (2001). *Campylobacter jejuni* Infections: update on emerging issues and trends. *Clinical Infectious Diseases*, 32:1201-1206
- Allos B.M. & Blaser, M.J. (1995). *Campylobacter jejuni* and the expanding spectrum of related infections. *Clinical Infectious Diseases*, 20:1092-1101
- Berndtson, E., Danielsson-Tham, M.L. & Engvall, A. (1996). *Campylobacter* incidence on a chicken farm and the spread of *Campylobacter* during the slaughter process. *International Journal of Food Microbiology*, 32:35-47
- Bessède, E., Solecki, O., Sifré, E., Iabadi, L. & Mégraud, F. (2011). Identification of *Campylobacter* species and related organisms by matrix assisted laser ionization-time of flight (MALDI-TOF) mass spectrometry. *Clinical Microbiology and Infection*, 17:1735-1739
- Bourke, B., Chan, V.L. & Sherman, P. (1998). *Campylobacter upsaliensis*: Waiting in the wings. *Clinical Microbiology Reviews*, 11:440-449
- Cabrita, J., Rodrigues, J., Braganca, F., Morgado, C., Pires, I. & Penha Goncalves, A. (1992). Prevalence, biotypes, plasmid profile and antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolated from wild and domestic animals from Northeast Portugal. *Journal of Applied Bacteriology*, 73:279-298
- Chaban, B, Ngeleka, M. & Hill, J.E. (2010). Detection and quantification of 14 *Campylobacter* species in pet dogs reveals an increase in species richness in feces of diarrheic animals. *Biomed Central Microbiology*, 10:1-7
- Chromagar (2017). *Chromagar™ Campylobacter*. Tillgänglig: <http://www.chromagar.com/products-chromagar-campylobacter-focus-on-campylobacter-78.html#.WjL9sFSdWCR> [2017-12-14]
- Crushell, E., Harty, S., Sharif, F. & Bourke, B. (2004). Enteric *Campylobacter*: Purging its secrets? *Pediatric Research*, 55:3-12
- Corry, J.E.L. & Atabay, I. (2012). Culture media for the isolation of *Campylobacters*, *Helicobacters* and *Arcobacters*. I: Corry, J.E.L., Curtis, G.D.W. & Rosamund, M. (red), *Handbook of Culture Media for Food and Water Microbiology* 3 ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 403-449
- Blaser, M.J., Engberg, J. (2008). Clinical aspects of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* infections. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 99-121.
- Bouwknegt, M., van de Giessen, A.W., Dam-Deisz, W.D.C., Havelaar, A.H., Nagelkerke, N.J.D. & Henken, A.M. (2004). Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. In Dutch broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 62:35-49
- Butzler, J.P. (1982). *Campylobacter* enteritis. *Infection*, 10:67-69
- Butzler, J.P. (2004). *Campylobacter*, from obscurity to celebrity. *Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 10:868-876
- Debruyne, L., Gevers, D. & Vandamme, P. (2008). Taxonomy of the family *Campylobacteraceae*. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 3-25
- Dekeyser, P., Goussin-Detrain, M. Butzler, J.P. & Sternon, J. (1972). Acute enteritis due to related vibrio: First positive stool cultures. *The Journal of Infectious Diseases*, 125:390-392

- EFSA (European Food Safety Authority) (2010a). Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses, in the EU, 2008. Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates, *EFSA Journal*, 8(03):1503
- EFSA (European Food Safety Authority) (2010b). Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses, in the EU, 2008. Part B: Analysis of factors associated with *Campylobacter* colonization of broiler batches and with *Campylobacter* contamination of broiler carcasses: and investigation of the culture method diagnostic characteristics used to analyse broiler carcasses samples. *EFSA Journal*, 8(8):1522
- EFSA (European Food Safety Authority) & ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control) (2016). The European union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *EFSA journal*, 14(12):4634
- El-Shibiny, A., Connerton, P.L. & Connerton, I.F. (2005). Enumeration and diversity of *Campylobacter*s and bacteriophages isolated during the rearing cycles of free-range and organic chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 1259–1266
- Europaparlamentet (2003). Europaparlamentets och rådets direktiv 2003/99/EG av den 17 november 2003 om övervakning av zoonoser och zoonotiska smittämnen, om ändring av rådets beslut 90/424/EEG och om upphävande av rådets direktiv 92/117/EEG.
- Euzéby, J.P. (2017). *Genus Campylobacter*. <http://www.bacterio.net/campylobacter.html> [2017-11-01]
- Fitzgerald, C. & Nachamkin, I. (2015). *Campylobacter* and *Arcobacter*. I: Jorgensen, J.H., Pfaller, M.A., Carroll, K.C., Funke, G., Landry, M.L., Richter, S.S. & Warnock, D.W. (red), *Manual of Clinical Microbiology* 11th ed. ASM Press: Washington, DC, 998-1012
- Friedman, C.R., Hoestra, M.R., Samuel, M., Marcus, R., Bender, J., Shiferaw, B., Reddy, S., Ahuja, S.D., Helfrick, D.L., Hardentt, F., Carter, M., Anderson, B. & Tauxe, V. (2004). Risk factors for sporadic *Campylobacter* infection in the United States: A case-control study in FoodNet sites. *Clinical Infectious Diseases*, 38:285-296
- Folkhälsomyndigheten (2017a). *Campylobacterinfektion*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistikdatabaser-och-visualisering/sjukdomsstatistik/campylobacterinfektion> [2017-10-24]
- Folkhälsomyndigheten (2017b). *Mikrobiologisk övervakning av Campylobacter*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/mikrobiologi-laboratorieanalyser/mikrobiella-och-immunologiska-overvakningsprogram/overvakning-av-campylobacter/> [2017-10-23]
- Folkhälsomyndigheten (2017c). *Utbrottet av Campylobacter är över och ska utvärderas*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2017/september/utbrottet-av-campylobacter-ar-over-och-ska-utvarderas/> [2017-10-24]
- Folkhälsomyndigheten (2017d). *Campylobacter (Sverige 2016–2017)*. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/utbrotsarkiv/campylobacter-sverige-2016-2017/> [2017-12-18]
- Fox, J.G., Maxwell, K.O., Taylor, N.S., Runsick, C.D., Edmonds, P. & Brenner, D.J. (1989). “*Campylobacter upsaliensis*” isolated from cats as identified by DNA relatedness and biochemical features. *Journal of Clinical Microbiology*, 27:2376-2378
- Gossens, H., Giesendorf, A.J., Vandamme, P., Vlaes, L., Van den Borre, C., Koeken, A., Quint, W.G.V., Butzler, J.P. & Van der Plas, J. (1995). Investigation of an outbreak of *Campylobacter upsaliensis* in day care centers in Brussels: Analysis of relationships among isolates by phenotypic and genotypic typing methods. *The Journal of Infectious Diseases*, 172:1298-1305
- Gurgan, T. & Diker, S. (1994). Abortion associated with *Campylobacter upsaliensis*. *Journal of Clinical Microbiology*, 32:3093-3094

- Hadden, R.D.M. & Gregson, N.A. (2001). Guillain-Barré syndrome and *Campylobacter jejuni* infection. *Journal of Applied Microbiology*, 90:145-154
- Hald, B., Rattenborg, E. & Madsen, M. (2001). Role of batch depletion of broiler houses on the occurrence of *Campylobacter* spp. In chicken flocks. *Letters in Applied Microbiology*, 32:253-256
- Hald, B., Skovgård, H., Pedersen, K. & Bunkenborg, H. (2008). Influxed insects as vectors for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in Danish Broiler Houses. *Poultry Science*, 87:1428-1434
- Hansson, I. (2007). *Bacteriological and epidemiological studies of Campylobacter spp. In Swedish broilers*. Diss. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet
- Hansson, I., Ederoth, M., Andersson, L., Vågsholm, I. & Olsson Engvall, E. (2005). Transmission of *Campylobacter* spp. To chickens during transport to slaughter. *Journal of Applied Microbiology*, 99:1149-1157
- Hansson, I., Engvall, E.O., Lindblad, A., Gunnarsson, A. & Vågsholm, I. (2004). Surveillance programme for *Campylobacter* species in Swedish broilers, July 2001 to June 2002. *The Veterinary Record*, 155:193-196
- Hansson, I., Engvall, E.O., Vågsholm, I. & Nyman, A. (2010a). Risk factors associated with the presence of *Campylobacter*-positive broiler flocks in Sweden. *Preventive Veterinary Medicine*, 96:114-121
- Hansson, I., Plym Forshell, L., Gustafsson, P., Boqvist, S., Lindblad, J., Olsson Engvall, E., Andersson, Y. & Vågsholm, I. (2007a). Summary of the Swedish *Campylobacter* programme in broilers 2001 through 2005. *Journal of Food Protection*, 70(9):2008-2014
- Hansson, I., Pudas, N., Harbom, B. & Olsson Engvall, E. (2010b). Within-flock variations of *Campylobacter* loads in caeca and on carcasses from broilers. *International Journal of Food Microbiology*, 141:51-55
- Hansson, I., Vågsholm, I., Svensson, L. & Olsson Engvall, E. (2007b). Correlations between *Campylobacter* spp. prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology*, 103:640-649
- Hazeleger, W.C., Wouters, J.A., Rombouts, F.M. & Abee, T. (1998). Physiological activity of *Campylobacter jejuni* far below the minimal growth temperature. *Applied and Environmental Microbiology*, 3917-3922
- Holmberg, M., Rosendal, T., Olsson Engvall, E., Ohlson, A. & Lindberg, A. (2015). Prevalence of thermophilic *Campylobacter* species in Swedish dogs and characterization of *C. jejuni* isolates. *Acta Veterinaria Scandinavia*, 57 (19):1-9
- ISO (International Organization for Standardization) (2017-06). ISO 10272-1:2017 Microbiology of the food chain – Horizontal method for detection and enumeration of *Campylobacter* spp. – Part 1: detection method. <https://www.iso.org/standard/63225.html> [2017-11-10]
- Jacobs B.C., Rothbart, P.H., van der Meche, F.G., Herbrink, P., de Klerk, M.A. & van Doorn, P.A. (1998). The spectrum of antecedent infections in Guillain-Barré syndrome: a case-control study. *Neurology*, 51:1110-1115
- Jacobs-Reitsma, W., Lyhs, U. & Wagenaar, J. (2008). *Campylobacter* in the food supply. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 627-644
- Jernberg, C. & Pääjärvi, A. (2017). *Epidemiologisk typning av campylobacterisolat insamlade vecka 11 2017*. Tillgänglig: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/mikrobiologi-laboratorieanalyser/mikrobiella-och-immunologiska-overvakningsprogram/overvakning-av-campylobacter/> [2017-12-03]
- Jones, F.S., Orcutt, M. & Little, R.B. (1931). *Vibriosis (Vibrio jejuni, n.sp.) associated with intestinal disorders of cows and calves*. *The Journal of Experimental Medicine*, 53:853-864

- Jore, S., Viljugrein, H., Brun, E., Heier, B.T., Borck, B., Ethelberg, S., Hakkinen, M., Kuusi, M., Reiersen, J., Hansson, I., Olsson Engvall, E., Lofdahl, M., Wagenaar, J.A., van Pelt, W. & Hofshagen, M. (2010). Trends in *Campylobacter* incidence in boilers and humans in six European countries, 1997-2007. *Preventive Veterinary Medicine*, 93:33-34
- King, E.O. (1957). Human infection with *Vibrio fetus* and a closely related vibrio. *The Journal of Infectious Diseases*, 101:119-128
- Labarca, J.A., Sturgeon, J., Borenstein, L., Salem, N., Harvey, S.M., Lehnkering, E., Reporter, R. & Mascola, L. (2002). *Campylobacter upsaliensis*: another pathogen for consideration in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 34:59-60
- Lastovica, A.J. & Allos, B.M. (2008). Clinical significance of *Campylobacter* and related species other than *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 123-149.
- Levy, A. J. (1946). A Gastro-enteritis outbreak probably due to a bovine strain of *Vibrio*. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 18(4):243–258
- Lawes, J.R., Vidal, A., Clifton-Hadley, F.A., Sayers, R., Rodgers, R., Snow, L., Evans, S.J. & Powell, L.F. (2012). Investigation of prevalence and risk factors for *Campylobacters* in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey. *Epidemiology and Infection*, 140:1725–1737
- Livsmedelsverket (2017). *Förekomst och halter av Campylobacter I färsk kyckling från butik mars-maj 2017*. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar/1/tidigare-utbrott2/campylobacter-i-kyckling-resultat> [2017-12-09]
- Moreno, G.S., Griffiths, P.L., Connerton, I.F. & Park, R.W.A. (1993). Occurrence of *Campylobacters* in small domestic and laboratory animals. *Journal of applied Bacteriology*, 75:49-54
- Murray, P.R., Rosenthal K.S. & Pfaller M.A. (2013). *Medical Microbiology*. 7. ed. Philadelphia: Elsevier Saunders
- Newell, D.G., Elvers, K.T., Dopfer, D., Hansson, I., Jones, P., James, S., Gittins, J., Stern, N.J., Davies, R., Connerton, I, Pearson, D., Salvat, G. & Allen, V.M. (2011). Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. On poultry farms. *Applied and Environmental Microbiology*, 8605-8614
- Nielsen, E.M., Engberg, J. & Madsen, M. (1997). Distribution of serotypes of *Campylobacter jejuni* *Microbiology*, 19:47-56
- Norkrans, G. & Svedhem, Å. (1982). Epidemiological aspects of *Campylobacter jejuni* enteritis. *Journal of Hygiene (Cambridge)*, 89:163-70
- Olsson Engvall, E., Brändström, B., Andersson, L., Båverud, V., Trowald-Wigh, G. & Englund, L. (2003). Isolation and identification of thermophilic *Campylobacter* species in fecal samples from Swedish dogs. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 35:713-718
- Olson, C.K., Ethelberg, S., van Pelt, W. & Tauxe, R.V. (2008). Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in industrialized nations. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 163-189
- On, S.L.W. (2001). Taxonomy of *Campylobacter*, *Arcobacter*, *Helicobacter* and related bacteria: current status, future prospects and immediate concerns. *Journal of Applied Microbiology*, 90 1S-15S
- Outbreak News Today (2017-04-08). *Sweden continues to report high levels of Campylobacter*. <http://outbreaknewstoday.com/sweden-continues-reports-high-levels-campylobacter-82918/> [2017-10-24]
- Park, S.F. (2002). The physiology of *Campylobacter* species and its relevance to their role as foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 74:177-188
- Patton, C.M., Shaffer, N., Edmonds, E., Barret, T.J, Lambert, M.A., Baker, C., Perlman, D.M. & Brenner, D.J. (1989). Human disease associated with “*Campylobacter upsaliensis*” (catalase-

- negative or weakly positive *Campylobacter* species) in the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, 27:66-73
- Parsons, B.N., Williams, N.J., Pinchbeck, G.L., Christley, R.M., Hart, C.M., Gaskell, R.M. & Dawson, S. (2010). Prevalence and shedding pattern of *Campylobacter* spp. In longitudinal studies of kennelled dogs. *The Veterinary Journal*, 184:66-70
- Penner, J.L. (1988). The Genus *Campylobacter*: A decade of progress. *Clinical Microbiology Reviews*, 1:157–172
- Pope, J.E., Krizova, A., Garg, A.X., Thiessen-Phibook, H. & Ouimet, J.M. (2007). *Campylobacter* reactive arthritis: A systematic review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 37:48-55
- Robinson, D.A. (1981). Infective dose of *Campylobacter jejuni* in milk. *British Medical Journal*, 282:1584
- Rönner, A.C., Olsson Engvall, E., Andersson, L. & Kaijser, B. (2004). Species identification by genotyping and determination of antibiotic resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from humans and chickens in Sweden. *International Journal of Food Microbiology*, 96:173-179
- Sandstedt, K., Ursing, J. & Walder, M. (1983). Thermotolerant *Campylobacter* with no or weak catalase activity isolated from dogs. *Current Microbiology*, 8:209–213
- SJVFS 2012:24. Statens jordbruksverks föreskrifter om anmälningspliktiga djursjukdomar och smittämnen, saknr K4. Jönköping: Näringsdepartementet.
- SJVFS 2015:17. Statens jordbruksverks föreskrifter om frivillig organiserad hälsokontroll av husdjur, saknr K152. Jönköping: Näringsdepartementet.
- Skirrow, M.B. (1977). *Campylobacter* enteritis: a ‘new’ disease. *British Medical Journal*, 2:9-11
- Skirrow, M.B. (2006). John McFadyean and the Centenary of the First Isolation of *Campylobacter* Species. *Clinical Infectious Diseases*, 43:1213-1217
- Skirrow MB., Jones, D.M., Sutcliffe, E. & Benjamin, E. (1993). *Campylobacter* bacteremia in England and Wales, 1981-91. *Epidemiology and Infection*, 110:567-573
- Smith, T. & Taylor M.S. (1919) Some morphological and biological characters of the spirilla (*Vibrio fetus*) n. sp. Associated with disease of the fetal membranes in cattle. *The Journal of Experimental Medicine*, 30:299-311
- SFS 2004:168. *Smittskyddslag*. Stockholm: Socialdepartementet.
- SFS 2005:422. Förordning om övervakning av zoonoser och zoonotiska smittämnen hos djur och livsmedel. Stockholm: Näringsdepartementet.
- Socialstyrelsen (2013). *Campylobacterinfektion – ett nationellt strategidokument*. Tillgänglig: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/publikationsarkiv/c/campylobacterinfektion-ett-nationellt-strategidokument/> [2017-10-22]
- Stanley, K. & Jones, K. (2003). Cattle and sheep farms as reservoirs of *Campylobacter*. *Journal of Applied Microbiology*, 94:104-113
- Studahl, A. & Andersson, Y. (2000). Risk factors for indigenous *Campylobacter* infection: a Swedish case-control study. *Epidemiology and Infection*, 125:269–275
- SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) (2002). *Trends and sources of zoonotic infections recorded in Sweden during 2001*. Tillgänglig: http://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/om_sva/publikationer/trycksaker/1/zoonosrapp2001.pdf [2017-11-29]
- SVA (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) (2007). *Surveillance and control programmes Sweden 2006*. Tillgänglig: http://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/om_sva/publikationer/surveillance_2006_w.pdf [2017-11-29]

- SVÄ (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) (2012). *Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden 2001*. (SVÄ:s rapportserie 25 ISSN 1654–7098) Tillgänglig: http://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/om_sva/publikationer/surveillance2011.pdf [2017-11-29]
- SVÄ (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) (2016-12-16). *SVÄ är nationellt referenslaboratorium*. <http://www.sva.se/analyser-och-produkter/referenslaboratorium> [2017-10-23]
- SVÄ (Statens Veterinärmedicinska Anstalt) (2017-09-27). *Campylobacterprogrammet hos kyckling I Sverige*. <http://www.sva.se/djurhalsa/zoonoser/campylobacterios-zoonos/campylobacterprogrammet-hos-kyckling-i-sverige> [2017-10-24]
- Svensk Fågel (2017). *Om Svensk Fågel*. <https://svenskfagel.se/om-oss/om-oss/> [2017-10-22]
- SVT (Sveriges Television) (2017). *Kycklinglarmet: Insatserna hjälper inte – hundratals fortsätter insjukna i veckan*. <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/fortsatt-manga-smittade-av-campylobacter-i-farsk-kyckling> [2017-10-25]
- Swedish Zoonosis Centre (2001). *Zoonoses in Sweden up to and including 1999*. Uppsala: Reklam & Katalogtryck. Tillgänglig: <http://www.sva.se/smittlage/zoonosrapporter> [2017-10-25]
- Teunis, P., van den Brandehof, W., Nauta, M., Wagenaar, J., van den kerkhof, H. & van Pelt, W. (2005). A reconsideration of the *Campylobacter* dose-response relation. *Epidemiology and Infection.*, 133:583-592
- Thornely, J.P., Jenkins, D., Neal, K., Wright, T., Brough, J. & Spiller, R.C. (2001). Relationship of *Campylobacter* toxigenicity in vitro to the development of post infectious irritable bowel syndrome. *The Journal of Infectious Diseases*, 184:606-609
- Vellinga, A. & van Loock, F. (2002). The dioxin crisis as experiment to determine poultry-related *Campylobacter* enteritis. *Emerging Infectious diseases*, 8:19-22
- Véron, M. & Chatelain R. (1973). Taxonomic study of the genus *Campylobacter* Sebald and Véron and designation of the neotype strain for the type species, *Campylobacter fetus* (Smith and Taylor) Sebald and Véron. *International Association of Microbiological Societies*, 23:122-134
- Wagenaar, J.A., Jacobs-Reitsma, W., Hofshagen, M. & Newell, D. (2008). Poultry colonization with *Campylobacter* and its control at the primary production level. I: Nachamkin, I., Szymanski, C.M. & Blaser, M.J. (red), *Campylobacter* 3 ed. ASM Press: Washington, DC, 667-678
- Waldenström, J., Broman, T., Carlsson, I., Hasselquist, D., Achterberg, R.P., Wagenaar, J.A. & Olsen, B. (2002). Prevalence of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari* and *Campylobacter coli* in different ecological guilds and taxa of migrating birds. *Applied and Environmental Microbiology*, 5911-5917
- Wassenaar T.M. & Newell D.G. (2006). The genus *Campylobacter*. I: Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K.H. & Stackebrandt, E. (red), *Prokaryotes*. 3 ed. New York: Springer, 7:119-138. Tillgänglig: Springer Link [2017-09-14]
- WHO (World Health Organization) (2013). *The global view of Campylobacter, report of expert consultation*. Geneva: WHO Document production services