



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Förekomsten av *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. hos svenska jakthundar

Hampus Hällbom

*Uppsala
2015*

Examensarbete 30 hp inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2015:65*

Förekomsten av *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. hos svenska jakthundar

Presence of *Yersinia* spp. and *Salmonella* spp. in Swedish hunting dogs

Hampus Hällbom

Handledare: Helene Hamlin, Institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Axel Sannö, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Gunilla Trowald-Wigh, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

Examensarbete i veterinärmedicin

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E

Kurskod: EX0736

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Delnummer i serie: Examensarbete 2015:65

ISSN: 1652-8697

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

Nyckelord: *Salmonella*, *Yersinia*, jakthundar, vildsvin

Key words: *Salmonella*, *Yersinia*, wild boars, hunting dogs

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för Kliniska vetenskaper

Sammanfattning

Yersinia spp. och *Salmonella* spp. är båda bakterier som orsakar allvarlig gastroenterit hos människa. Det är dessutom vanligt att symptomen kvarstår under lång tid och patienten får ofta sekundära problem efter genomgången sjukdom i form av Reaktiv artrit (ReA) och Irritable Bowel Syndrome (IBS). Särskilt stor risk att drabbas löper små barn.

Då båda släktena är zoonotiska med ett brett värdspektrum som innefattar alla däggdjur och vissa andra djurgrupper har många forskare intresserat sig för hur utbredda dessa agens är bland djur som på ett eller annat sätt har kontakt med människor. Vi vet sedan länge att livsmedelsproducerande djur är en riskfaktor för spridning av bakterierna till människor.

Under senare år har många publikationer gjorts som visar på bakterieförekomst hos vilda djur i allmänhet och vildsvin i synnerhet vilket även belagts inom den svenska vildsvinsstammen.

Då våra jakthundar i dagsläget löper stor risk att komma i direkt kontakt med vildsvin eller med avföring och slaktrester från dessa ville vi med denna studie undersöka förekomsten av *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. i den svenska jakthundspopulationen. Detta är intressant ur ett djurhälsoperspektiv då förekomst av dessa sjukdomar till viss del kan medföra en ändrad praxis gällande provtagning av hundar med diarré samt djurägarråd till ägare av drabbade hundar. Det är minst lika viktigt ur ett humanmedicinskt perspektiv då vi idag ofta lever nära våra jakthundar och andra familjemedlemmar riskerar att smittas.

I denna studie togs prover från tonsillficka och rektumslemhinna på 13 jakthundar som kontinuerligt jagar vildsvin eller kommer i kontakt med material från dessa. Proverna odlades under för bakterierna gynnsamma förhållanden varpå de PCR-testades för att påvisa bakterieförekomst.

Vi fann i denna studie inga bevis på att *Yersinia* spp. eller *Salmonella* spp. finns utbredda i den svenska jakthundspopulationen. För att utesluta detta behövs dock fler studier där ett större antal individer provtas.

Summary

Yersinia spp. and *Salmonella* spp. both have potential to cause serious gastroenteritis in humans. Clinical signs may persist for a long time and the patients often suffer from secondary problems like Reactive Arthritis (ReA) and Irritable Bowel Syndrome (IBS). Young children are most susceptible for the diseases.

Both genera are zoonotic with a wide host range that includes all mammals and some other animal species. Many scientists have been interested in how widespread these agents are among animals that in one way or another have contact with people. Food-producing animals are known to be a risk factor for the spread of the bacterias to humans.

In recent years, many publications have shown the presence of *Yersinia* spp. and *Salmonella* spp. among wild animals in general and wild boars in particular, a finding also reported in the Swedish population of wild boars.

As our hunting dogs today is at high risk of direct contact with wild boars, or with faeces and offal from these, this study was performed in order to examine the prevalence of *Yersinia* spp. and *Salmonella* spp. in the Swedish hunting dog population. This is interesting from an animal health perspective because incidence of these diseases may indicate a change of our practices regarding sampling of dogs with diarrhea and the advices we give to owners of affected dogs. It is just as important from a human health perspective, as we often live close to our dogs and other family members are at risk of getting the disease.

In this study, samples were taken from tonsil capsules and rectal mucus membranes of 13 dogs which were known to be continuously in contact with wild boars or material associated with boars. The canine samples were prepared according to a protocol designed to increase growth of *Yersinia* spp. and *Salmonella* spp., thereafter they were PCR-tested to detect the presence of the studied bacterias.

In this study we did not find any evidence that *Yersinia* spp. or *Salmonella* spp. are spread in the Swedish hunting dog population, but to rule this out more studies with a greater number of dogs are needed.

Innehåll

Förkortningar.....	1
Inledning.....	2
Litteraturstudie	3
Allmänt om <i>Yersinia</i>	3
Allmänt om <i>Salmonella</i>	5
Förekomst av <i>Yersinia</i> spp. och <i>Salmonella</i> spp. hos djur	6
Studier om förekomst av <i>Salmonella</i> spp.....	6
Studier om förekomst av <i>Yersinia</i> spp.	7
Studier om förekomst av <i>Salmonella</i> spp. och <i>Yersinia</i> spp. hos vilda djur i sverige.....	8
Smitta från levande djur till människa.....	8
Material och metoder.....	11
Djururval	11
Enkät.....	11
Provberedning	11
PCR-analys.....	12
Resultat.....	13
Enkät.....	13
Odling.....	14
PCR	14
Avvikelser i PCR-processen.....	14
Diskussion	15
Slutsatser	17
Referenser.....	18

Förkortningar

ATR Acid Tolerance Response

BG Brilliant Green

BHI Brain Heart Infusion

BPI Bactericidal/Permeability Increasing protein

BPW Buffered Peptone Water

CAY CHROMagar Yersinia

CIN Cefsulodin Irgasan Novobiocin

IBS Irritable Bowel Syndrom

MRSV Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis

PBS Phosphate Buffered Saline

PFGE Pulsed Field Gel Electrophoresis

ReA Reactive Arthritis

T3SS Type 3 Secretion System

TNF α Tumour Necrosis Factor alpha

WHO World Health Organisation

XLD Xylose Lysine Decarboxylase

Yst Yersinia stable toxin

Inledning

Enligt European Food Safety Authority är salmonellos den näst vanligaste och yersinios den tredje vanligaste zoonotiska sjukdomen i Europa (EFSA 2012). Var femte fall av bakterieorsakad gastroenterit hos människa orsakas av *Yersinia enterocolitica* (Stamm *et al.*, 2013). Då yersinios och salmonellos är svårdiagnosticerade sjukdomar finns det en överhängande risk för att de i dagsläget är underdiagnosticerade.

Y. enterocolitica, *Y. pseudotuberculosis* och *Salmonella* spp. har visats ha en hög prevalens hos vildsvin i Europa (Al Dahouk *et al.*, 2005; Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2009; Hayashidani *et al.*, 2002; Methner *et al.*, 2010; Vengust *et al.*, 2006; Vicente Baños *et al.*, 2002; Vieira-Pinto *et al.*, 2011; Wacheck *et al.*, 2010) vilket nyligen har bekräftats även i Sverige (Sannö *et al.*, 2014).

Den svenska stammen av vildsvin (*Sus scrofa*) utrotades i slutet av 1800-talet men efter att ett antal djur rymde eller blev illegalt utsläppta ur hägn på 70-talet började stammen återetablera sig (Thurfjell *et al.*, 2009). Beståndet har därefter ökat snabbt och under jaktsäsongen 2009-10 bedömdes den svenska vildsvinsstammen bestå av minst 150 000 djur. Populationen beräknas sedan dess ha ökat med 48 % per år om man bortser från den årliga avskjutningen (Magnusson, 2010).

En naturlig följd av detta är att allt fler svenska hundar kommer i kontakt med vildsvin, antingen genom direktkontakt med döda vildsvin under jakt eller via indirekt kontakt genom vildsvinsspillning. Då både *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. smittar via faeces och utöver människa även infekterar de flesta däggdjur, däribland hund, (Cantor *et al.*, 1997; Fenwick *et al.*, 1994; Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2001b; Greene, 2006; Stamm *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2010) kan kontakt med vildsvin innebära att hundar smittas av de båda zoonoserna. Detta kan antingen ge kliniska symptom som följd eller så kan hunden bli symptomlös smittbärare. Både *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. har visats kunna smitta mellan levande djur och människor (Cherry *et al.*, 2004; Fukushima *et al.*, 1989; Hendriksen *et al.*, 2004; Morse *et al.*, 1976, 1978) och nära kontakt med sällskapsdjur har slagits fast som en möjlig riskfaktor för att smittas av *Yersinia* spp. (Boqvist *et al.*, 2009). Detta gör att smittan inte enbart är ett djurhälsomässigt problem utan i minst lika stor utsträckning är en risk för folkhälsan. Det finns idag inga studier gjorda på smittspridning mellan svenska vildsvin och hundar. Min frågeställning är därför; förekommer *Yersinia* spp och/eller *Salmonella* spp. hos svenska jakthundar och om så är fallet, i vilken utsträckning?

Litteraturstudie

Allmänt om *Yersinia*

Den första arten som isolerades inom släktet *Yersinia* var *Y. pestis* på 1890-talet (Zadernowska et al., 2014). Den klassificerades först som *Pasteurella pestis* men placerades senare inom släktet *Yersinia* vilket döptes efter Alexandre Yersin som tillsammans med Kitasato Shibasaburō upptäckte bakterien. *Y. enterocolitica* upptäcktes först 1939 av Schleifstein och Coleman.

Yersinia spp. klassificeras som gramnegativa raka eller kockoida stavar och tillhör familjen *Enterobacteriaceae*. De är fakultativt anaeroba och psykotrofa. Det optimala temperaturintervallet för tillväxt är 22-29°C. Vissa stammar har dock visats kunna växa vid så låga temperaturer som -5°C medan andra stammar tillväxer vid temperaturer långt över normal kroppstemperatur (Bottone, 1997; Bresolin et al., 2006; Bergann et al., 1995) Vid temperaturer över 37°C är *Yersinia* spp. oftast immotila (Lepka and Wilharm, 2010).

Då *Y. enterocolitica* tillväxer vid låga temperaturer och bakterien överlever i frysta livsmedel (Bhaduri, 2006) har bakterien en stor tillväxtpotential i dåligt tillagade kylda produkter, så som charkuterier, även om råvaran har varit fryst innan tillverkningen. Bakterien är dock känslig mot höga temperaturer och adekvat upphettade livsmedel innehåller därför ej levande bakterier så länge de inte återkontamineras. Upphettning till 60°C i 1-3 minuter ger tillfredsställande inaktivering av bakterien. Ett annat sätt att säkra livsmedelskvaliteten är att surgöra med exempelvis mjölksyra. *Yersinia enterocolitica* tycks få en ökad motståndskraft mot höga temperaturer vid en lägre vattenaktivitet (Álvarez et al., 2003).

Bakterien kan även producera ett värmestabilt toxin kallat *Yersinia stable toxin* (Yst). Toxinet går att neutralisera vilket dock kräver en kombination av högt pH, över 9, och temperatur över 100°C under tio minuter (Okamoto et al., 1982). Toxinet produceras vanligtvis endast vid temperaturer under 30°C (Pai and Morse, 1978). Detta kan kopplas till att bakterierna tillväxer snabbare vid denna temperatur.

Yersinia enterocolitica är den bakterie som ger upphov till flest fall av yersinios hos människa (EFSA 2012) men flera arter inom släktet kan ge upphov till sjukdom, så som *Y. pestis* och *Y. pseudotuberculosis*.

Barn löper större risk än vuxna att drabbas av yersinios. Den grupp där flest fall upptäcks är barn under fem års ålder. En tysk studie visar att yersinios är tolv gånger vanligare hos barn upp till fem år än hos barn som är fem år eller äldre (Rosner et al., 2010). Allra vanligast är sjukdomen hos ettåriga barn. Magsmärtor och sekretorisk diarré som ibland kan vara blodtillblandad är de vanligaste symptomen på yersinios, ofta i kombination med feber och i vissa fall kräkningar. Sjukdomen kan orsaka kramper och starka magsmärtor som ofta misstas för appendicit och därmed leder till onödiga kirurgiska ingrepp. Symptombilden varierar mellan olika stammar. Lymfadenit i mesenteriska lymfknutor, reaktiv artrit och sepsis är allvarliga komplikationer som kan uppstå (Bottone, 1999; Huovinen et al., 2010). Hos patienter drabbade av *Y. pseudotuberculosis* är lymfadenit i mesenteriska lymfknutor vanligt och kraftiga magsmärtor är ofta det enda symptomen på sjukdom (Mair et al., 1960; Terti et al., 1989). Även erythema nodosum är vanligt hos patienter infekterade med *Y. pseudotuberculosis* (Wilkinson et al., 1969). Detta symptom uppkommer ofta utan att patienten har klassiska gastrointestinala symptom. Sepsis förekommer främst hos immunosupprimerade patienter samt patienter som har fått infusioner med smittat blod. Denna komplikation leder ofta till dödsfall.

Under 2013 rapporterades 313 humanfall av yersinios i Sverige (SVA, 2014) Inga fall av smitta hos hund bekräftades under detta år.

Yersinia spp. har många reservoarer såväl bland sällskapsdjur som bland vilda djur och lantbruksdjur (Gourdon *et al.*, 1999; McNally *et al.*, 2004; Tsubokura *et al.*, 1984). Den mest frekventa bäraren är gris, exempelvis utsöndrar cirka 25 % av alla brittiska slaktsvin *Yersinia* spp. i faeces (McNally *et al.*, 2004). Andra exempel på bärare är hundar, katter, vildsvin, fåglar, får och gnagare (Cantor *et al.*, 1997; Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2001b; Sannö *et al.*, 2014; Wahlström *et al.*, 2003; Vieira-Pinto *et al.*, 2011). Tonsiller och mag- tarmkanal är de organ där bakterien oftast påträffas i isolat från dessa värdjur.

Y. Enterocolitica delas in i sex biogrupper; 1A, 1B, 2, 3, 4 och 5 (Bottone, 1997). Inom varje biogrupp förekommer ett stort antal serovarer (Bottone, 1999). De viktigaste humanpatogenerna är O:3, O:5,27, O:8 samt O:9 varav O:8 är den vanligaste i USA följd av O:5,27 (Hadush and Pal, 2013). I Europa samt i större delen av världen är den utan jämförelse vanligaste sjukdomsorsakande stammen biotyp 4 serotyp O:3 vilken står för 95 % av yersiniosfallen i Sverige (Boqvist *et al.*, 2009; Bottone, 1999).

Serotyp O:2 orsakar sjukdom hos får, getter och harar medan O:1 ger allvarlig sjukdom hos chinchilla (Hadush and Pal, 2013).

Virulenta stammar av *Y. enterocolitica* bär oftast på en plasmid som benämns *pYV*, vilken kodar för proteiner som på flera sätt möjliggör för bakterien att etablera sig hos värdjuret, bland annat genom att hindra att bakterien fagocyteras och genom att stoppa utsöndringen av TNF α från makrofager. Plasmiden kodar även för ett system kallat Type 3 Secretion System (T3SS). Systemet används för att deponera toxiner ("Yops") i makrofager vilket tvingar dem till apoptos (Lepka and Wilharm, 2010, Gierczyński, 2000). På senare år har man dock sett att bakterier, främst från biotyp 1A som traditionellt ansetts vara apatogen/mindre patogen, ofta orsakar yersinios genom virulensfaktorer som ej är bundna till denna plasmid (Grant *et al.*, 1999).

För att orsaka sjukdom krävs även ett antal kromosombundna virulensfaktorer. *Ail* är en gen som kodar för ail-proteinet vilket sitter på cellytan och hjälper bakterien att fästa till epitelceller, tränga in i cellen samt undvika att bakterien bryts ned av värdjurets komplementsystem (Bliska and Falkow, 1992; Miller *et al.*, 1989). *Inv*-genen kodar för invasin vilket också är ett protein som medierar bakteriens inträde i värdceller (Miller and Falkow, 1988) och *Yst* är, som nämnts tidigare, ett toxin och kodas av *yst*-genen (Revell and Miller, 2001). Toxinet har stora likheter med det värmestabila toxin som produceras av *Escherichia coli* (Takao *et al.*, 1984).

Y. pseudotuberculosis och *Y. pestis* har ett mycket nära släktskap (Chain *et al.*, 2004). Bakterierna skiljdes förhållandevis sent från sin gemensamma ursprungsbakterie och deras genom har stora likheter.

De delar många virulensfaktorer med *Y. enterocolitica* men *Y. pseudotuberculosis* har som främsta virulensfaktorer somatiskt antigen i form av ett värmestabilt toxin samt flagellantigen (Schütze, 1932). R komponenten i det somatiska antigenet är identiskt både hos kloner inom arten och med *Y. pestis* medan O komponenten skiljer sig både mellan arterna och inom dessa. *Y. pestis* saknar flagellantigen.

Allmänt om Salmonella

Den första beskrivningen av Salmonella gjordes i mitten av 1880-talet av Theobalt Smith (Schultz, 2008). Han trodde sig först ha hittat det agens som orsakar klassisk svinpest men bakterien beskrevs senare som *Salmonella cholerae suis*.

Salmonella spp. tillhör familjen *Enterobacteriaceae* och klassificeras som gramnegativa stavar (Holt 1994; Haraga *et al.*, 2008). Släktet innehåller två arter, *Salmonella enterica* och *Salmonella bongori* (Guibourdenche *et al.*, 2010). *Salmonella enterica* delas in i sex underarter; *Salmonella enterica* subsp. *enterica*, *Salmonella enterica* subsp. *indica*, *Salmonella enterica* subsp. *houtenae*, *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae*, *Salmonella enterica* subsp. *arizonae* och *Salmonella enterica* subsp. *salamae*. Varje underart delas in i serogrupper baserade på O- och H-antigen (Le Minor, 1988). De döps vanligtvis efter den plats där den aktuella serogruppen första gången påträffades. Serogrupperna kan vidare delas in i biogrupper efter biokemiska parametrar.

Det är svårt att få en övergripande bild av släktet då nya serovarer ständigt upptäcks. Dessa klassificeras efter White-Kauffmann- Le Minorschemat. För att få en uppdaterad bild av släktets taxonomi rekommenderas de uppdaterade listor enligt White-Kauffmann- Le Minorschemat som Världshälsoorganisationen (WHO) släpper kontinuerligt.

Salmonella spp. inaktiveras inte av frysning, snarare är det så att bakterierna överlever längre vid låg temperatur än i rumstemperatur (Beuchat and Heaton 1974). Bakterierna är däremot i varierande grad känsliga för värme och det går att säkra livsmedel genom adekvat värmebehandling (Juneja *et al.*, 2001). En kärntemperatur på 60°C i en timme är ett säkert sätt att inaktivera bakterien i livsmedel.

Vattenaktiviteten är också en viktig faktor då bakterien kan klara högre temperaturer vid låg vattenaktivitet (Mattick *et al.*, 2000), dock är det möjligt att de dör snabbare vid tillagning i låg temperatur om vattenaktiviteten är låg (Mattick *et al.*, 2001). Internationellt är undermåligt upphettade ägg och produkter som innehåller råa ägg viktiga smittkällor (Cowden *et al.*, 1989).

S. enterica är den art som orsakar de flesta sjukdomsfallen hos människa (Jantsch *et al.*, 2011). Olika serovarer har olika värdspektrum och sjukdomssymptomen kan variera, exempelvis är serovar Typhimurium vanlig hos både människor, lantbruksdjur och vilda djur medan serotyp Typhi bara drabbar människor och andra primater. *Salmonella* spp. replikeras främst i makrofager hos värdjuret men kan även växa i epitelceller och utanför celler, de är med andra ord fakultativt intracellulära. Bakterierna når in i cellerna antingen genom att fagocyteras eller med hjälp av bakteriens egna virulensfaktorer, medierade av två gener kallade SPI1 och SPI2 (Haraga *et al.*, 2008). Andra skyddsmekanismer som bakterierna utnyttjar är exempelvis Acid Tolerance Response (ATR) hos serotyp Typhimurium vilken gör att bakterien klarar att leva i miljöer med mycket lågt pH-värde så som den humana magsäcken (Garcia-del Portillo *et al.*, 1993).

Salmonellos ger ofta upphov till kraftiga diarréer (Giannella *et al.*, 1971). Infekterade människor kan förlora så mycket som tio liter vätska per dygn via faeces. Diarréstillståndet kan vara upp till två veckor efter insjuknandet och diarrén är ibland blodtillblandad (Wallis and Galyov, 2000). Patogenesen bakom diarrén är att infekterade epitelceller i tarmmucosan lossnar vilket leder till en nedsatt förmåga att ta upp vätska från tarmlumen. Enligt en studie publicerad 1997 hade 25 % av de patienter som smittats av *Salmonella* spp. eller *Campylobacter* spp. fortfarande någon form av magproblem sex månader efter att de drabbats av sjukdomen, detta bekräftar resultat som uppnått i flera andra studier (Neal *et al.* 1997; Lu *et al.*, 1999; McCullough and Elsele, 1951). Patogeniciteten och infektionsdosen kan variera kraftigt även inom en serotyp (Lu *et al.*, 1999; McCullough and Elsele, 1951). Av flera stammar krävs ett mycket stort antal bakterier för att orsaka sjukdom. Det är främst unga människor,

upp till 14 års ålder, som drabbas och sensommar och tidig höst är de perioder då flest fall diagnosticeras (EFSA 2010).

Bara i USA drabbas varje år ca 1,4 miljoner människor av magåkommor orsakade av *Salmonella* spp., av dessa dör ca 400 personer (Voetsch *et al.*, 2004). I Nederländerna orsakas 1,6 % av alla gastroenteriter hos människa av *Salmonella* spp. (De Wit *et al.*, 2000).

Under 2013 rapporterades 2838 fall av human salmonellos i Sverige (SVA, 2014). Av dessa hade 76 % smittats utomlands. Under samma år konstaterades smitta hos fem svenska hundar.

Ett relativt vanligt symptom hos människor med salmonellos är ledproblem, ofta i form av Reaktiv Artrit (ReA) (Ekman *et al.* 2000). Så många som 17-18% av de smittade drabbas av dessa symptom. På senare år har forskningen visat att detta symptom är betydligt vanligare hos patienter som bär på det kroppsegna antigenet HLA-B27.

En allvarlig form av salmonellos är tyfoidfeber vilken orsakas av serotyp Typhi. Primater är de enda värddjuren och reservoiren för bakterien som därmed ej sprids med eller orsakar sjukdom hos våra lantbruksdjur, vilda djur eller sällskapsdjur (Ivanoff *et al.*, 1994; Pang *et al.*, 1998).

Förekomst av *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. hos djur

Både *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. är zoonotiska sjukdomar med ett brett värdspektrum. Förekomst inom olika djurgrupper och populationer har visats i flera studier. Djuren visar ofta inga kliniska symptom och kan därför fungera som symptomlösa smittbärare (Cantor *et al.*, 1997; Fenwick *et al.*, 1994). Dock visar de i vissa fall tecken på gastrointestinala problem och kan i ovanliga fall få andra komplikationer som exempelvis leverabscesser (Byun *et al.*, 2011).

Studier om förekomst av *Salmonella* spp.

I en rapport publicerad 1997 redovisas förekomsten av salmonella hos slädhundar i Alaska (Cantor *et al.*, 1997). En mycket hög prevalens uppmättes, 69 % hos hundar med diarré och 63 % hos kliniskt friska hundar, främst av *S. typhimurium* (egentligen *S. enterica* subsp. Typhimurium) och *S. Typhimurium* var. Copenhagen. Då varken prevalens eller serotyper skiljde mellan de två grupperna är det omöjligt att säga om hundarna var infekterade eller om bakterien endast passerade genom mag-tarmkanalen.

Den uppmätta prevalensen var betydligt högre än i de flesta liknande studier gjorda på hundar, något som författarna tror kan bero på utfodringen. Slädhundar får ofta ett foder med högt energiinnehåll baserat på kommersiellt foder uppblandat med kött från t.ex. häst, får och nöt. De äter även fisk, rester av fällfångade pälsdjur och kyckling. Tillagningen varierar och risken är stor att hundarna äter otillräckligt upphettat kött.

I en turkisk studie testades 200 hundar för förekomst av *Salmonella* spp. (Bacigil *et al.*, 2007). Hälften av hundarna var patienter på en klinik och hade i de flesta fallen gastrointestinala problem. Den andra hälften var kennelhundar. *Salmonella* spp. detekterades endast hos 1% av hundarna, det vill säga två individer. Den ena var en hund som provtogs på klinik och den andra en kennelhund.

I en studie från 2007 utfodrades 16 hundar med salmonellasmittat färskfoder (Greene, 2006). 7 av dessa hundar utsöndrade salmonella via faeces under nästföljande vecka. Inom kontrollgruppen på 12 hundar som gavs salmonellafritt färskfoder utsöndrade ingen individ dessa bakterier. Hundar som äter

salmonellakontaminerat råfoder kan alltså utsöndra bakterierna till omgivningen och potentiellt smitta andra djur och människor.

Hos Schweiziska vildsvin har en prevalens av *Salmonella* spp på 12 % uppmätts (Wacheck *et al.*, 2010). I en studie där vildsvin skjutna i Spanien provtogs uppmättes en seroprevalens av *Salmonella* serotyp B på 4 % och av *Salmonella* serotyp C på 3 % (Vicente Baños *et al.*, 2002). En liknande studie uppmätte en seroprevalens av *Salmonella* spp. hos vildsvin i Slovenien på 47 % (Vengust *et al.*, 2006). *S. enterica* har även påvisats hos tyska vildsvin (Methner *et al.*, 2010).

I en portugisisk studie undersöktes prevalensen av *Salmonella* spp. i spillning från vildsvin och vildkanin (Vieira-Pinto *et al.*, 2011). 22 % av proverna från vildsvin och 48 % av proverna från kanin var positiva. Flera humanpatogena serovarer detekterades.

Studier om förekomst av *Yersinia* spp.

I en kinesisk studie publicerad 2010 redovisas resultat från odling på faeces från diarrépatienter, lantbruksdjur och sällskapsdjur (Wang *et al.*, 2010). Man identifierade 326 stammar av *Y. enterocolitica*. Hos djur upptäcktes 13 stammar av serotyp O:3 varav 12 var humanpatogena, vilket konstaterades genom identifiering av gener som kodar för virulensfaktorer. Av dessa kom sex från hundar, fem från svin och en från get. Stammarna jämfördes med hjälp av Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE). Alla stammar från hund, stammen från get och de flesta stammarna från svin hade oskiljaktliga PFGE-profiler (K6GN11C30021). Samma profil har tidigare identifierats från bakterier hos flera hundar samt en människa med diarré. Detta visar att humanpatogena *Yersinia*stammar kan bäras av hund och andra djur.

Prevalensen av *Yersinia* spp., både humanpatogena och icke humanpatogena stammar, har visats vara hög hos Schweiziska vildsvin (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2009). En så hög andel som 44 % kan vara bärare av *Yersinia* spp. och 65 % av svinen var serologiskt positiva för *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* eller i vissa fall båda. I en studie har seroprevalensen av *Yersinia* spp. hos tyska vildsvin visat sig vara ungefär lika hög, 62,6% (Al Dahouk *et al.*, 2005).

I en studie från 1991 undersöktes förekomsten av *Y. pseudotuberculosis* hos vilda fåglar och däggdjur i Japan (Fukushima and Gomyoda, 1991). Prevalensen hos däggdjur var 5,6 % medan den uppmätta prevalensen i fågelpopulationen var under 1 %. Merparten av stammarna var patogena och den geografiska distributionen av positiva prover från djur stämde väl överens med den geografiska spridningen av konstaterade humanfall. Detta anser författarna tyder på att spridning av bakterien mellan vilda djur och människor kan vara en viktig smittväg. En annan japansk studie detekterade *Yersinia* spp. hos 37 % av 131 provtagna vildsvin (Hayashidani *et al.*, 2002). Humanpatogena stammar hittades av *Y. pseudotuberculosis* men inte av *Y. enterocolitica*.

I en stor studie analyserades faeces från hund och katt. Proverna kom från europeiska veterinärkliniker, de flesta lokaliserade i Tyskland (Stamm *et al.*, 2013). Merparten av djuren hade gastrointestinala problem. 4,6 % av proverna innehöll *Y. enterocolitica*, i vissa fall tillsammans med andra patogena bakterier så som *Salmonella* spp. Samma siffra för proverna från katt var endast 0,3 %. 91,6 % av de positiva proverna från hund och alla de positiva proverna från katt innehöll bakterier som bar på *Ail*-genen.

I en publikation från 1999 redogörs för ett utbrott av *Y. enterocolitica* O:9 i Frankrike (Gourdon *et al.*, 1999). *Brucella abortus* hos nötkreatur hade tidigare varit ett stort problem i området men hade i princip försvunnit under senare år. När ett antal kor plötsligt visade sig vara serologiskt positiva för

B.abortus men inte visade symptom på denna infektion gjordes ytterligare tester. Det konstaterades att *Y. enterocolitica* korsreagerade med *B.abortus* vid serologisk provtagning och att korna i själva verket var infekterade med den förstnämnda bakterien. I samband med detta utbrott fick närliggande sjukhus in ett antal patienter med magproblem varav vissa haft direktkontakt med djur på smittade gårdar. Flera opererades för blindtarmsinflammation. Ett antal av dessa patienter testades initialt för *B. abortus* med positivt resultat men även i detta fall var merparten istället infekterade med *Y. enterocolitica* O:9 som troligen spridits från lokala nötkreatur, dock fastställdes aldrig smittvägen.

I en finsk studie publicerad 2001 konstaterar forskarna att *Y. enterocolitica* biotyp 4 serotyp O:3 finns både i hund och kattpopulationen (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2001b). Man hittade även bakterien i ett stort antal isolat från produkter bestående av rått griskött. Då bakteriestammarna jämfördes med PFGE konstaterades att de som existerade hos friska och sjuka sällskapsdjur i flera fall hade samma genotyper som stammar som påvisats i svinkött. Vissa av de infekterade köttprodukterna så som torkade grisöron var tänkta som djurfoder utan vidare tillagning. Många av de infekterade hundarna åt även andra råa köttprodukter t.ex. grishjärtan.

I en studie från 1994 gavs en grupp hundar *Y. enterocolitica* 4 O:3 oralt och hade därefter kontakt med icke infekterade hundar (Fenwick *et al.*, 1994). De infekterade hundarna utsöndrade bakterien via faeces i upp till 23 dagar. De hundar som från början inte var infekterade men umgicks med de bakterieutsöndrande hundarna började själva utsöndra *Y. enterocolitica* efter fem dagar utan att visa symptom på sjukdom.

I en finsk studie från 2001 jämfördes 163 stammar av *Y. enterocolitica* isolerade från gris och grisprodukter med 212 stammar av samma bakterie isolerade från människa med hjälp av PFGE (Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2001a). 80 % av stammarna från människa gick ej att skilja genetiskt från stammarna funna hos gris.

Studier om förekomst av *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. hos vilda djur i Sverige

Få studier har undersökt prevalensen av *Salmonella* spp. hos vilda djur i Sverige. Detta gäller både seroprevalens och bakterieprevalens. År 2003 publicerades en undersökning av förekomsten av bakterien hos ett antal arter, bland annat vildsvin och rådjur, men det enda djurslag där man detekterade *Salmonella* spp. var hos fiskmås (Wahlström *et al.*, 2003).

I en nyligen publicerad svensk studie hittades *Yersinia enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* samt *Salmonella* spp. hos svenska vildsvin (Sannö *et al.*, 2014). Under drygt ett års tid provtogs 80 fällfångade vildsvin på två marker i Mellansverige. Utöver dessa provtogs tre kontrolldjur skjutna i närheten av fällorna, fyra vildsvin skjutna nära en gård som hade konstaterad Salmonellainfektion på sina utegående tamsvin samt ytterligare en individ. Tonsiller och faeces provtogs samt från drygt hälften av djuren även iliocaecallymfknutor. Proverna anrikades i buljong samt odlades på agarplattor. Kolonimaterial provtogs sedan med PCR-teknik för att detektera bakterierna. *Yersinia enterocolitica* detekterades hos 20,5 % av djuren, *Y. pseudotuberculosis* hos 19,3 % och *Salmonella* spp. hos 10,2 %.

Smitta från levande djur till människa

År 1967 beskrevs ett fall där en medelålders man inkom till sjukhus med halsont, frossa, förvirring, feber och purulent tonsillit (Macaulay *et al.*, 1967). Mannen skrevs ut men besökte på nytt sjukhus några veckor senare och hade då kraftiga symptom på leverrelaterad sjukdom och han avled några

dagar senare. Mannen var sedan tidigare i dålig fysisk kondition relaterad till en överkonsumtion av alkohol. Han hade vid ett flertal tillfällen under de senaste åren sökt akut vård för leverrelaterade problem. Vid obduktion hittades ett antal avvikelser varav en var multipla leverabscesser. Vid bakteriologisk undersökning påträffades *Y. pseudotuberculosis* i en av dessa. För att utreda smittvägarna gjordes serologiska tester på mannens familj och husdjur. En av hans döttrar samt en av familjens hundar var positiva för antikroppar mot *Y. pseudotuberculosis*. Vid samtal med familjen framkom att mannen innan insjuknandet blivit biten av den seropositiva hunden.

I en rapport från 1989 beskrivs ett fall där två bröder, ett och två år gamla, infekterats med *Y. pseudotuberculosis* (Fukushima *et al.*, 1989). Bröderna hade druckit ur en vattenpöl på tomten men då vattenpölen redan torkat provtogs istället sand från dess botten, kattfaeces från dess närhet samt sand från en närliggande sandlåda. *Y. pseudotuberculosis* av samma stam som pojarna smittats av kunde påvisas i båda sandproven och provet från kattfaeces.

En holländsk rapport från 2013 beskriver ett fall där en ettårig flicka drabbats av diarré, feber, magsmärtor och viktnedgång (Hetem *et al.* 2013). Tre dagar innan flickans insjuknande hade familjen tagit hand om en hundvalp från Spanien. Även hunden hade diarré och flickans mor tyckte att hundens avföring luktade likt flickans faeces. En odling gjordes på flickans faeces och kolonier PCR-testades positivt för *Y. enterocolitica*. Efter PFGE utförts på provmaterialet konstaterades att stammen var O:3 biotyp 4. Även hundens faeces testades och innehöll samma bakterie. Vid ett uppföljande prov sju veckor efter insjuknandet utsöndrade flickan fortfarande bakterien.

År 1976 behandlade en veterinärstudent en häst med kraftig diarré (Morse *et al.*, 1978). Hästen testades för salmonellos med positivt resultat. Bakterien typades dock ej. Studenten insjuknade några dagar senare med kraftiga gastrointestinala symptom och *S. typhimurium* serovar Copenhagen identifierades i faeces. Studentens hund provtogs senare och bar på samma bakterie. Det mest sannolika är att studenten smittats av hästen och sedan smittat hunden.

I en fallrapport från 1976 beskrivs hur en 18 månader gammal flicka drabbats av *Salmonella enteritidis* efter att ha haft kontakt med en hund som var infekterad med samma patogen (Morse *et al.*, 1976). Bakteriestammarna från flickan och hunden hade samma resistensmönster med undantaget att stammen från hund var resistent mot sulfonamider vilket inte stammen hos flickan var. Deras nära kontakt och bakteriernas likhet innebär att flickan med största sannolikhet smittades av hunden.

År 2001 drabbades en gård i Holland av *S. enterica* subsp Typhimurium (Hendriksen *et al.*, 2004). Det första fallet konstaterades hos gris, varpå smittan även konstaterades hos en kalv och hos familjens femåriga son. Efter att serotypning, fagtypning och resistensbestämning hade gjorts konstaterades att alla prover innehöll identiska bakteriestammar.

2003 skedde ett utbrott av *S. enterica* serovar Typhimurium i New York (Cherry *et al.*, 2004). Bakterien isolerades från två anställda på en veterinärklinik, en katt som varit patient på kliniken samt tre ägare till sjuka djur som vistats på kliniken. Ytterligare en katt och två hundar som vistats på kliniken misstänks ha drabbats. Två andra människor insjuknade varav den ena hade haft kontakt med en sjuk hund och den andra hade smittats utan någon känd koppling till kliniken eller sjuka djur. De sjuka djuren är den troligaste källan till humanfallen.

En svensk fall-kontrollstudie från 2004 undersökte vilka riskfaktorer som finns för att barn 0-6 år gamla skall smittas med yersinios (Boqvist *et al.*, 2009). De tydligaste sambanden som upptäcktes var mat baserad på oprocessat griskött, mat baserad på processad korv, användning av napp och kontakt med sällskapsdjur. En stor del av de barn som hade blivit sjuka hade haft kontakt med hund eller katt,

det var en signifikant skillnad i antalet sjukdomsfall hos dessa barn kontra de som ej hade kontakt med djur.

Sammanfattningsvis har man i ett stort antal studier kunnat belägga förekomsten av *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. hos både vilda djur, framförallt vildsvin, och sällskapsdjur. Gällande förekomsten hos vildsvin har man även kunnat belägga att bakterierna finns utbredda åtminstone i delar av den svenska populationen. Man har även i flera utländska studier visat att sjuka människor har burit på samma bakteriestammar som deras sällskapsdjur bär på och via smittspårning kunnat sluta sig till att dessa människor med största sannolikhet har smittats av sina djur. Det är däremot svårt att hitta studier som visar att människor smittats av sällskapsdjur i Sverige eller att svenska sällskapsdjur smittats med *Yersinia* spp. via vilda djur.

Material och metoder

Djururval

Friska hundar som kontinuerligt jagade vildsvin i områden där *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. bekräftats hos vildsvin valdes till studien. Provtagningen skedde vid två tillfällen under hösten 2014. Totalt provtogs 13 hundar. De provtagna djuren kom från Uppland och Södermanland men jagade inom ett varierat geografiskt område. Elva djurägare bidrog till studien då två ägare hade två hundar vardera som provtogs.

Åldern på hundarna varierade mellan sju månader och tio år. Medelåldern var tre år och tre månader. Denna siffra är inte helt korrekt då flera djurägare inte kunde svara på exakt hur gamla deras hundar var utan avrundade till hela år.

De provtagna hundarna tillhörde sex rena raser samt blandraser. De rena raserna var Foxterrier, Jämthund, Wachtelhund, Kleiner münsterländer, Labrador samt Tysk terrier.

Inom studien eftersöktes även valpar med gastrointestinala problem som levde i hem där andra hundar jagade vildsvin. Tyvärr hittades inga lämpliga individer.

Från alla hundar togs svabbar från en tonsillficka samt slemhinna i rektum, dessa placerades sedan i Amies medium och analyserades inom tolv timmar från första provtagningstillfället och tjugo timmar från andra provtagningstillfället. Svabbarna förvarades i kylskåp i väntan på odling. Proverna togs i närvaro av djurens ägare och utfördes i samband med jakt. Alla djurägare fick ett utskrivet papper med information om studien samt skrev på ett djurägarmedgivande där de godkände att deras djur medverkade i studien

Enkät

Alla djurägare fick en enkät med frågor om djurhållning som kan påverka risken för att djur eller människor i hushållet smittas med *Yersinia* spp. eller *Salmonella* spp.

Frågorna var:

Ungefär hur många dagar jagar hunden varje år?

Vad äter hunden för foder (t.ex. torrfoder, färskfoder, hemgjort foder)?

Får hunden äta slaktrester?

Hur hålls hunden när den inte jagar (t.ex. i hundgård, inomhus, både i hundgård och inomhus)?

Finns barn under 6 år i hushållet och har de i så fall haft långdragna magproblem utan fastställd orsak?

Provberedning

Spetsen på svabbarna klipptes av och placerades sedan i behållare med 10 ml buffrat peptonvatten (BPW) vilket späts 1:10 med destillerat vatten. Svabbarna i BPW inkuberades 24±2 timmar i 30°C.

BPW-lösningen ströks på CIN-, XLD- och BG-agar. CIN-agar användes för att detektera *Yersinia* spp. medan BG- och XLD-agar användes för att detektera *Salmonella* spp. Plattorna inkuberades 24±2 timmar i 30°C. 2 ml av bakteriebuljongen blandades med glycerin och frystes i -80°C.

Kolonimaterial med typiskt utseende för *Salmonella* spp. eller *Yersinia* spp. samlades från plattorna med hjälp av en plastögla. Även vissa kolonier med ett utseende atypiskt för dessa bakterier samlades då detta inte påverkar PCR-processen negativt utan ökar chansen att hitta positiva prov från kolonier med ett avvikande utseende. Kolonierna slammades upp i 2 ml Brain Heart Infusion (BHI) med glycerin. 200 µl av blandningen späddes med 200 µl destillerat vatten varefter den kokades i tio minuter och sedan centrifugerades. Vätskan frystes i -20°C i väntan på PCR-analys.

Vid positivt PCR-prov skulle en ny odling gjorts från den nedfrysta buljongen. Vid prov positivt för *Yersinia* spp. på CAY-agar och vid prov positivt för *Salmonella* spp. på MRSV-plattor. Kolonier från dessa skulle sedan genomgått PCR-analys för att bekräfta att hunden i fråga bar på bakterierna.

PCR-analys

PCR-proverna gjordes i ett 7500 Fast Real-Time PCR-system (Applied Biosystems, USA) vilket är en hårdvara för PCR-analyser.

För att detektera *Yersinia enterocolitica* och *Yersinia pseudotuberculosis* var PCR-analysen inriktad på *ail*-genen. Ett realtids PCR-protokoll följdes med primers och prob tillverkade av Eurofins MWG Operon i Tyskland. PCR-mixen bestod för varje prov av DNAs- och RNAsfritt vatten (2,05 µl för *Y. enterocolitica* och 3,85 µl för *Y. pseudotuberculosis*), Perfecta qPCR toughmix Low ROX 7,5 µl, primers (0,75 µl real9A och 0,75 µl real10A för *Y. enterocolitica* samt 0,75 µl YPS F och 0,75 µl YPS R för *Y. pseudotuberculosis*), Probe (0,15 µl FAM för *Y. enterocolitica* och 0,15 µl VIC för *Y. pseudotuberculosis*) och 2 µl templat. Till proverna för *Y. enterocolitica* tillsattes även 1,5 µl 10X Exo IPC/VIC Mix och 0,3 µl 50X IPC DNA. Den totala volymen för varje prov var 15 µl.

PCR-cykeln steg var denaturering av DNA vid 95°C i 6 minuter följt av 45 cykler vid 95°C i 15 sekunder och 60°C i 60 sekunder. Vid varje körning tillsattes en positiv och en negativ kontroll (LifeTechnologies, USA).

För att detektera *Salmonella* spp. användes en prob inriktad på *invA*-genen (Thermo Scientific Biopolymers, Tyskland). PCR-mixen bestod av 2,05 µl DNAs- och RNAs-fritt vatten, 7,5 µl Perfecta Q-PCR toughmix Low-ROX (Quanta Biosciences, USA), primers (SalF samt SalR) 0,75 µl av varje, prob (Sal Tp FAM/BHQ1) 0,15 µl, 10 × EXO IPC DNA (Life Technologies) 1,5 µl, 50X EXO IPC DNA 0,3 µl och 2 µl templat i en total volym av 15 µl.

PCR-cykeln steg var denaturering av DNA vid 95°C i tre minuter följt av 45 cykler vid 95°C i tre sekunder och 60°C i 30 sekunder.

Resultat

Enkät

Alla djurägare svarade på enkätfrågorna och från detta framgår nedanstående.

Baserat på svar från sju djurägare jagade hundarna i snitt 64,3 dagar/år (40-100). Två av hundarna hade ej börjat jaga utan tränades enbart och hos fyra av hundarna var antalet jaktdagar osäkert. Dessa är därför ej medräknade och sammanställningen av svaren på denna fråga är alltså baserad på sju individer.

Fem av hundarna (38,5 %) fick färskfoder, det framgår dock inte hur ofta de åt färskfoder. Av dessa var två hundar sådana som ej fick slaktrester.

Tio (76,9 %) av hundarna fick eller tog ibland slaktavfall. En av dessa fick enbart slaktavfall från hjortdjur. En av hundarna (7,7 %) hade slaktavfall som huvudsaklig födokälla. Inte heller här framgick det hur ofta hundarna åt slaktrester eller när de senast åt av detta.

Sju (53,8%) av hundarna hölls både inomhus och i hundgård, fem av hundarna (38,5%) hölls enbart inomhus och en av hundarna (7,7 %) hölls enbart i hundgård.

Inget av hushållen innefattade barn under 6 års ålder.

Tabell 1. Svar från djurägarenkät

	Ungefärligt antal jaktdagar/år	Äter färskfoder	Äter slaktrester	Hålls inomhus/i hundgård	Barn under 6 år i hushållet
Hund 1, ägare 1	100	Nej	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 2, ägare 1	Jagar ej men tränas	Nej	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 3, ägare 2	Osäkert	Ja	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 4, ägare 2	Osäkert	Ja	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 5, ägare 3	Osäkert	Nej	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 6, ägare 4	Osäkert	Nej	Ja	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 7, ägare 5	Jagar ej men tränas	Nej	Ja, huvudföda	Inomhus + i hundgård	Nej
Hund 8, ägare 6	40	Nej	Ja	Inomhus	Nej
Hund 9, ägare 7	100	Nej	Nej	Inomhus	Nej
Hund 10, ägare 8	90	Ja	Nej	I hundgård	Nej
Hund 11, ägare 9	30	Ja	Nej	Inomhus	Nej
Hund 12, ägare 10	45	Ja	Ja (bara från hjort)	Inomhus	Nej
Hund 13, ägare 11	45	Nej	Ja	Inomhus	Nej

Odling

Efter att agarplattorna strukna med BPW-lösning inkuberats var bakterietillväxten riklig på alla plattorna. På samtliga plattor växte blandflora. Ett flertal av plattorna innehöll kolonier med ett utseende som gav misstanke om *Salmonella* spp. eller *Yersinia* spp. På tre XLD-plattor med material från rektalslemhinna växte rikligt (mer än femton kolonier) med svarta kolonier typiska för *Salmonella* spp. På fem CIN-plattor från tre individer växte ett mindre antal (tre-sex) ljusa kolonier med rött centrum vilket är ett utseende vanligt vid växt av *Yersinia* spp.

PCR

Alla provsvar var negativa.

Avvikelser i PCR-processen

Resultaten från proverna för *Y. enterocolitica* och *Y. pseudotuberculosis* var otvetydigt negativa medan resultaten för *Salmonella* spp. var svårtolkade då den positiva kontrollen ej gav utslag vilket kan innebära falskt negativa resultat.

Diskussion

Salmonella spp. och *Yersinia* spp. orsakar vanliga och allvarliga livsmedelsburna infektioner hos människa. Även om griskött är den vanligaste källan till infektion med *Yersinia enterocolitica* härrör en fjärdedel av fallen från andra källor (EFSA, 2012). Hundar och andra sällskapsdjur som smittkälla har diskuterats i dessa sammanhang (Stamm *et al.*, 2013). Även salmonellainfektioner är i de flesta fall livsmedelsorsakade men sällskapsdjur är en annan möjlig smittkälla (Cowden *et al.*, 1989; Cantor *et al.*, 1997; Morse *et al.*, 1976; Morse *et al.*, 1978; Hendriksen *et al.*, 2004; Cherry *et al.*, 2004).

Fallstudier har visat att barn i betydligt högre utsträckning än vuxna riskerar att infekteras med *Yersinia enterocolitica* (Hetem *et al.*, 2013) och *Salmonella enterica* (Morse *et al.*, 1976) genom kontakt med hundar. Likaså är det främst valpar som oftast får kliniska symptom av dessa bakterier medan äldre hundar i de flesta fall utvecklar immunitet men kan utgöra en viktig smittkälla i form av symptomlösa smittbärare (Stamm *et al.*, 2013; Rosner *et al.*, 2010; Heeseman *et al.*, 1988).

Det är väl känt att europeiska vildsvin bär på *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. (Wacheck *et al.*, 2010; Vicente Baños *et al.*, 2002; Vengust *et al.*, 2006; Methner *et al.*, 2010; Vieira-Pinto *et al.*, 2011; Fredriksson-Ahomaa *et al.*, 2009; Al Dahouk *et al.*, 2005) och 2014 beskrev Sannö *et al.* att bakterierna kunde isoleras även från svenska vildsvin. Detta satte fokus på jakthundar som en möjlig riskgrupp på grund av deras kontakt med vildsvin och det faktum att många hundar äter oupphettat slaktavfall (Greene 2006).

I denna pilotstudie undersöktes därför förekomst av *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. hos 13 vuxna jakthundar. Hundägarna svarade på frågor om hundarnas matvanor, bland annat huruvida hundarna åt slaktavfall.

Resultaten från enkäten visar att 10 av hundarna åt slaktavfall och att fyra hundar även åt annat färskfoder. Man kan således utifrån enkäten se att många av de medverkande hundarna riskerar att exponeras för *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp., främst via slaktrester. Detta skulle kunna undvikas genom att inte ge hundarna slaktrester eller genom att upphetta dessa. Information till djurägare om riskerna med att ge hundar slaktrester, i synnerhet från vildsvin, borde spridas i större utsträckning.

Färskfoder kan enligt flera källor (Cantor *et al.*, 1997; Joffe *et al.*, 2002; Finlay *et al.*, 2007) vara en risk för spridning av *Salmonella* spp. till hundar. I Finlays studie utsöndrade nästan hälften av de hundar som ätit salmonellasmittat foder bakterien via faeces. Hundarna började utsöndra bakterier en till sju dagar efter att de ätit fodret och fortsatte utsöndra bakterier upp till elva dagar. Fenwick *et al.* (1994) fann att hundar inokulerade med *Yersinia enterocolitica* utsöndrade bakterier upp till 23 dagar efter inokuleringen.

Då vi inte vet när hundarna som medverkade i denna studie har ätit färskfoder är det svårt att avgöra hur stor sannolikheten är att dessa hundar skulle utsöndra *Salmonella* spp. och *Yersinia* spp. om fodret innehöll bakterier.

Studien gav inga belägg för att *Yersinia* spp. eller *Salmonella* spp. finns utbredda i den svenska jakthundspopulationen. Det finns dock flera faktorer som kan ha påverkat resultatet av studien.

De flesta hundarna som provtogs i studien var vuxna individer som löper risk att ha exponerats för bakterierna tidigare i livet. Viktiga faktorer för exponering är kontinuerlig jakt, ätande av slaktrester och färskfoder samt umgänge med andra jakthundar (Greene, 2006; Cantor *et al.*, 1997; Fenwick *et al.*, 1994). Eftersom det främst är unga individer som bär på patogena stammar av *Yersinia enterocolitica* (Stamm *et al.* 2013; Rosner *et al.*, 2010) och immunitet i stor utsträckning utvecklas efter kontakt med smittämnen (Heeseman *et al.*, 1988) så har vuxna hundar betydligt lägre sannolikhet att utveckla

kliniska symptom även om de fortfarande kan utsöndra bakterier. En blodprovstagning för påvisande av antikroppar skulle i dessa fall kunna vara en möjlighet att se om hundarna kommit i kontakt med smittämnen tidigare i livet. Det är oklart hur länge antikroppstitern kvarstår hos hundar som infekterats av *Yersinia* spp. och *Salmonell* spp. En studie på kaniner som infekterats med *Y. enterocolitica* visar att specifika antikroppar kan påvisas minst ett år efter infektionen (Heeseman *et al.*, 1987).

Sjuka individer med symptom som stämmer överens med hur yersinios och salmonellos yttrar sig torde ha en större sannolikhet att vara smittade och även utsöndra en större mängd bakterier. Då de vanligaste symptomen är gastrointestinala problem, främst diarréer (Stamm *et al.* 2013; Wang *et al.*, 2010; Hetem *et al.*, 2013; Cherry *et al.*, 2004), hade möjligheten att hitta bärare av bakterierna ökat om hundar med symptom provtagits.

Vårt provunderlag var baserat på ett relativt litet antal individer och det skulle därför vara intressant att provta en större del av populationen och därmed ha en större möjlighet att hitta individer som bär på någon av bakterierna.

I denna studie användes svabbar för provtagning av tonsillfickor. Det har tidigare har visats att *Yersinia enterocolitica* koloniserar tonsillerna även hos hund (Murphy *et al.*, 2010). Fenwick *et al.* (1994) fann yersiniabakterier i pharynx hos 2 av 14 hundar och endast en hund härbärgerade bakterierna under en längre tid. Fenwick diskuterar att detta kan bero på provtagningstekniken eller att tonsillerna inte koloniserar i samma utsträckning som hos svin. Under fältmässiga förhållanden som i denna pilotstudie kan det dessutom vara svårt att nå tillräckligt djupt ned i tonsillfickan. I studier som påvisar *Yersinia* spp. i tonsiller hos animalieproducerande djur är förhållandena annorlunda eftersom man kan utnyttja slaktmaterial och därmed kan undersöka en stor vävnadsvolym.

Faecesprover innehåller ofta en mindre mängd bakterier om djuret är subkliniskt infekterat. Det är därför en fördel om större mängd faeces kan erhållas. Från mindre sällskapsdjur används ofta svabbprovtagning liksom i denna studie. Detta kan försvåra detektionen av bakterier (WHO Global Foodborne Infections Network 2010):

Då prover från tarm innehåller en stor mängd olika bakterier används som regel ett anrikningssteg vid salmonellaodling. Efter den icke-selektiva anrikningen i buljong sker en för salmonella selektiv anrikning i Rappaport-Vassiliadis Soy broth (RVS) (WHO Global Foodborne Infections Network, 2010). Att detta steg inte användes i denna studie kan ha påverkat resultatet. Dock kunde för salmonella typiska kolonier ses på den selektiva agarn. Det finns emellertid andra bakterier inom familjen *Enterobacteriaceae* som kan ge likartat utseende. I föreliggande studie gjordes PCR på typiska kolonier enligt Sannö *et al* (2014). I detta fall fungerade dock inte PCR-metoden på grund av tekniska problem. Detta gör det svårt att dra några säkra slutsatser av dessa resultat. Varför denna avvikelse uppkom är svårt att utröna men det skulle kunna bero på att den positiva kontrollen, primer eller probe ej fungerade tillfredsställande.

Ett alternativt sätt att verifiera *Salmonella* spp. är att rensprida typiska kolonier och diagnosticera med biokemiska tester på konventionellt sätt.

Att isolera *Yersinia* spp. från faeces är inte helt enkelt. Bakterien ger ett typiskt utseende på CIN-agar, så kallad Bulls eye. Det finns dock även i detta fall andra bakterier som kan ge ett liknande koloniutseende. Det finns olika strategier för att odla *Yersinia* spp. I föreliggande studie inkuberades proverna i BPW-buljong i 30°C enligt Sannö *et al* (2014). Andra metoder som används är att inkubera proverna i dubbel uppsättning varav den ena inkuberas vid lägre temperatur, Cold enrichment, samt under en längre tidsperiod (Laukkanen *et al.*, 2010). Cold enrichment anses av Laukkanen *et al* vara

att föredra vid isolering av patogena *Yersinia enterocolitica* från svinfaeces. Nackdelen med denna metod är att den tar lång tid. För de mest sensitiva protokollen är inkubationstiden cirka två veckor. Denna metod hade även inneburit en högre kostnad med dubbla odlingar och dubbla PCR-analyser.

Det finns en kromogen agar, CAY-agar, som används för att isolera virulenta stammar av *Yersinia enterocolitica* från faeces. Den anses vara specifik och arbetsbesparande när det gäller analys av faeces (Renaud *et al.*, 2013).

Slutsatser

Det går utifrån denna studie inte att dra några säkra slutsatser om huruvida *Yersinia* spp. och/eller *Salmonella* spp. existerar i den svenska jakthundspopulationen.

Trots avsaknad av positiva provsvar i denna studie finns risk att svenska hundar smittas med *Yersinia* spp. och *Salmonella* spp. eftersom smitta påvisats hos svenska vildsvin (Sannö *et al.*, 2014). Den eventuella förekomsten av dessa bakterier hos svenska jakthundar bör utredas vidare. Pilotstudien är baserad på ett relativt litet antal individer och det är därför viktigt att provta en större del av populationen och därmed ha en större möjlighet att hitta individer som bär på någon av bakterierna.

Kriterierna för urval av individer bör bli snävare och baseras mer på djurens ålder med tyngdpunkt på unga djur samt djur som inom den närmaste månaden från provtagningstillfället visat kliniska tecken på sjukdom.

Det bör även övervägas om regimen för provtagning och bakterieodling bör modifieras för att öka sannolikheten att hitta eventuella infekterade individer.

Information om det olämpliga i att hundar äter slaktrester, i synnerhet från vildsvin, bör på ett bättre sätt nå ut till djurägare. Även om vi inte detekterade någon av de bakterier vi sökte hos hundarna som medverkade i studien kan svenska jakthundar löpa risk att smittas via ouppvärmda slaktrester då man påvisat dessa bakterier hos vildsvin i Sverige.

Referenser

- Al Dahouk, S., Nöckler, K., Tomaso, H., Splettstoesser, W.D., Jungersen, G., Riber, U., Petry, T., Hoffmann, D., Scholz, H.C., Hensel, A., others. (2005). Seroprevalence of Brucellosis, Tularemia, and Yersiniosis in Wild Boars (*Sus scrofa*) from North-Eastern Germany. *Journal of Veterinary Medicine*, B52:444–455.
- Álvarez, I., Raso, J., Sala, F.J., Condón, S. (2003). Inactivation of *Yersinia enterocolitica* by pulsed electric fields. *Food Microbiology*, B20:691–700.
- Bagcigil, A.F., Ikiz, S., Dokuzeylul, B., Basaran, B., Or, E., Ozgur, N.Y. (2007). Fecal Shedding of *Salmonella* spp. in Dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, B52:444–455.
- Bergann T., Kleemann J., Sohr D. (1995). Model studies of psychrotrophia in *Yersinia enterocolitica*. *Journal of Veterinary Medicine*, B 52:444–455.
- Beuchat, L.R., Heaton, E.K. (1974). *Salmonella* Survival on Pecans as Influenced by Processing and Storage Conditions. *Applied Microbiology*. 29(6):795-801.
- Bhaduri, S. (2006). Enrichment, isolation, and virulence of freeze-stressed plasmid-bearing virulent strains of *Yersinia enterocolitica* on pork. *Journal of Food Protection*, 69:1983–1985.
- Bliska, J.B., Falkow, S. (1992). Bacterial resistance to complement killing mediated by the Ail protein of *Yersinia enterocolitica*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 89:3561–3565.
- Boqvist, S., Pettersson, H., Svensson, Å., Andersson, Y. (2009). Sources of sporadic *Yersinia enterocolitica* infection in children in Sweden, 2004: a case-control study. *Epidemiology and Infection*, 137:897-905.
- Bottone, E.J. (1997). *Yersinia enterocolitica*: the charisma continues. *Clinical Microbiology Reviews*, 10:257–276.
- Bottone, E.J. (1999). *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. *Microbes and Infection*, 1:323–333.
- Bresolin, G., Neuhaus, K., Scherer, S., Fuchs, T.M. (2006). Transcriptional Analysis of Long-Term Adaptation of *Yersinia enterocolitica* to Low-Temperature Growth. *Journal of Bacteriology*, 188:2945–2958.
- Byun, J.-W., Yoon, S.-S., Lim, S.-K., Lee, O.-S., Jung, B.Y. (2011). Hepatic Yersiniosis Caused by *Yersinia Enterocolitica* 4:O3 in an Adult Dog. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 23:376–378.
- Cantor, G.H., Nelson, S., Vanek, J.A., Evermann, J.F., Eriks, I.S., Basaraba, R.J., Besser, T.E. (1997). *Salmonella* Shedding in Racing Sled Dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 9:447–448.
- Chain, P.S., Carniel, E., Larimer, F.W., Lamerdin, J., Stoutland, P.O., Regala, W.M., Georgescu, A.M., Vergez, L.M., Land, M.L., Motin, V.L., others. (2004). Insights into the evolution of *Yersinia pestis* through whole-genome comparison with *Yersinia pseudotuberculosis*. *Proceedings of the National Academy of Science of the U. S. A.*, 101:13826–13831.

- Cherry, B., Burns, A., Johnson, G.S., Pfeiffer, H., Dumas, N., Barrett, D., McDonough, P.L., Eidson, M. (2004). Salmonella Typhimurium outbreak associated with veterinary clinic. *Emerging Infectious Diseases Journal*, 10:2249-2251.
- Cowden, J.M., Lynch, D., Joseph, C.A., O'Mahony, M., Mawer, S.L., Rowe, B., Bartlett, C.L. (1989). Case-control study of infections with Salmonella enteritidis phage type 4 in England. *British Medical Journal*, 299:771-773.
- De Wit, M.A.S., Hoogenboom-Verdegaal, A.M.M., Goosen, E.S.M., Sprenger, M.J.W., Borgdorff, M.W. (2000). A population-based longitudinal study on the incidence and disease burden of gastroenteritis and Campylobacter and Salmonella infection in four regions of the Netherlands. *European Journal of Epidemiology*, 16:713–718.
- EFSA, (2012). Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Foodborne Outbreaks in 2010. *EFSA Journal*, 10(3):2597.
- Ekman, P., Kirveskari, J., Granfors, K. (2000). Modification of Disease Outcome in Salmonella-Infected Patients by HLA-B27. *Arthritis & Rheumatism*, 43(7):1527–1534.
- Fenwick, S.G., Madie, P., Wilks, C.R. (1994). Duration of carriage and transmission of Yersinia enterocolitica biotype 4, serotype O: 3 in dogs. *Epidemiology and Infection*, 113:471–477.
- Finley, R., Ribble, C., Aramini, J., Vandermeer, M., Popa, M., Litman, M., Reid-Smith, R. (2007). The risk of Salmonellae shedding in dogs fed Salmonella-contaminated commercial raw food diets. *The Canadian Veterinary Journal*, 48(1):69-75.
- Fredriksson-Ahomaa, M., Hallanvuo, S., Korte, T., Siitonen, A., Korkeala, H. (2001a). Correspondence of genotypes of sporadic Yersinia enterocolitica bioserotype 4/O: 3 strains from human and porcine sources. *Epidemiology & Infection*, 127:37–47.
- Fredriksson-Ahomaa, M., Korte, T., Korkeala, H. (2001b). Transmission of Yersinia enterocolitica 4/O: 3 to pets via contaminated pork. *Letters in Applied Microbiology*, 32:375–378.
- Fredriksson-Ahomaa, M., Wacheck, S., Koenig, M., Stolle, A., Stephan, R. (2009). Prevalence of pathogenic Yersinia enterocolitica and Yersinia pseudotuberculosis in wild boars in Switzerland. *International Journal of Food Microbiology*, 135:199–202.
- Fukushima, H., Gomyoda, M., Ishikura, S., Nishio, T., Moriki, S., Endo, J., Kaneko, S., Tsubokura, M. (1989). Cat-contaminated environmental substances lead to Yersinia pseudotuberculosis infection in children. *Journal of Clinical Microbiology*, 27:2706–2709.
- Fukushima, H., Gomyoda, M. (1991). Intestinal carriage of Yersinia pseudotuberculosis by wild birds and mammals in Japan. *Applied and Environmental Microbiology*, 57:1152–1155.
- Garcia-del Portillo, F., Foster, J.W., Finlay, B.B. (1993). Role of acid tolerance response genes in Salmonella typhimurium virulence. *Infection and Immunity*, 61:4489–4492.
- Giannella, R.A., Broitman, S.A., Zamcheck, N. (1971). Salmonella enteritis. *American Journal of Digestive Diseases*, 16:1007–1013.
- Gierczyński R. (2000). Evaluation of the usefulness of selected virulence markers for the identification of virulent Yersinia enterocolitica strains. I. Phenotypic markers associated with plasmid pYV. *Med Dośw Mikrobiol*, 52:25-34.

- Gourdon, F., Beytout, J., Reynaud, A., Romaszko, J.P., Perre, D., Theodore, P., Soubelet, H., Sirot, J. (1999). Human and animal epidemic of *Yersinia enterocolitica* O: 9, 1989-1997, Auvergne, France. *Emerging Infectious Diseases Journal*, 5:719-721.
- Grant, T., Bennett-Wood, V., Robins-Browne, R.M. (1999). Characterization of the interaction between *Yersinia enterocolitica* biotype 1A and phagocytes and epithelial cells in vitro. *Infection and Immunity*, 67:4367–4375.
- Greene, C.E. (2006). *Infectious diseases of the dog and cat*. St. Louis: Saunders/Elsevier.
- Guibourdenche, M., Roggentin, P., Mikoleit, M., Fields, P.I., Bockemühl, J., Grimont, P.A.D., Weill, F.-X. (2010). Supplement 2003–2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Research in Microbiology*, 161:26–29.
- Hadush, A., Pal, M. (2013). Growing Role of *Yersinia Enterocolitica* as Food Borne Pathogen. *International Journal of Livestock Research*, 3:35–41.
- Haraga, A., Ohlson, M.B., Miller, S.I. (2008). Salmonellae interplay with host cells. *Nature Reviews Microbiology*, 6:53–66.
- Hayashidani, H., Kanzaki, N., Kaneko, Y., Okatani, A.T., Taniguchi, T., Kaneko, K., Ogawa, M. (2002). Occurrence of yersiniosis and listeriosis in wild boars in Japan. *Journal of Wildlife Diseases*, 38:202–205.
- Heeseman, J., Schröder, J., Ulrich, M. (1988). Analysis of the class-specific immune response to *Yersinia enterocolitica* virulence-associated antigens in orogastrically infected rabbits. *Microbial Pathogenesis*, 5(6):437-47
- Hendriksen, S.W., Orsel, K., Wagenaar, J.A., Miko, A., van Duijkeren, E. (2004). Animal-to-human transmission of *Salmonella* Typhimurium DT104A variant. *Emerging Infectious Diseases Journal*, 10:2225–2227.
- Hetem, D.J., Pekelharing, M., Thijsen, S.F.T. (2013). Probable transmission of *Yersinia enterocolitica* from a pet dog with diarrhoea to a 1-year-old infant. *BMJ Case Reports*, Received 6/12-2014.
- Holt, J.G., 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Huovinen, E., Sihvonen, L.M., Virtanen, M.J., Haukka, K., Siitonen, A., Kuusi, M. (2010). Symptoms and sources of *Yersinia enterocolitica*-infection: a case-control study. *BMC Infectious Diseases*, 10:122.
- Ivanoff, B., Levine, M.M., Lambert, P.H. (1994). Vaccination against typhoid fever: present status. *Bulletin of the World Health Organization*, 72:957.
- Jantsch, J., Chikkaballi, D., Hensel, M. (2011). Cellular aspects of immunity to intracellular *Salmonella enterica*. *Immunological Reviews*, 240:185–195.
- Joffe, D. J., Schlesinger, D. P. (2002). Preliminary assessment of the risk of *Salmonella* infection in dogs fed raw chicken diets. *The Canadian Veterinary Journal*, 43(6):441-442.

- Juneja, V.K., Eblen, B.S., Ransom, G.M. (2001). Thermal Inactivation of Salmonella spp. in Chicken Broth, Beef, Pork, Turkey, and Chicken: Determination of D-and Z-values. *Journal of Food Science*, 66:146–152.
- Le Minor, L. (1988). Typing of Salmonella species. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 7:214–218.
- Lepka, D., Wilharm, G. (2010). Flagellin genes of Yersinia enterocolitica biotype 1A: playground of evolution towards novel flagellin functions. *Microbiology Research*, 2:37-42.
- Lu, S., Manges, A.R., Xu, Y., Fang, F.C., Riley, L.W. (1999). Analysis of Virulence of Clinical Isolates of Salmonella enteritidis In Vivo and In Vitro. *Infection and Immunity*, 67:5651–5657.
- Laukkanen, R., Hakkinen, M., Lundén, J., Fredriksson-Ahomaa, M., Johansson, T., Korkeala, H. (2010). Evaluation of isolation methods for pathogenic Yersinia enterocolitica from pig intestinal content. *Journal of Applied Microbiology*, 108:956-964.
- Macaulay, J.D., Wilson, J.A., Abbott, J.D., Mair, N.S. (1967). Fatal case of Pasteurella pseudotuberculosis infection associated with hepatic cirrhosis. *British Medical Journal*, 2:553-554.
- Magnusson, M. (2010). *Population and management models for the Swedish wild boar (Sus scrofa)*. Master's thesis. Grimsö: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mair, N.S., Mair, H.J., Stirk, E.M., Corson, J.G. (1960). Three cases of acute mesenteric lymphadenitis due to Pasteurella pseudotuberculosis. *Journal of Clinical Pathology*, 13:432-439.
- Mattick, K.L., Jorgensen, F., Legan, J.D., Lappin-Scott, H.M., Humphrey, T.J. (2000). Habituation of Salmonella spp. at Reduced Water Activity and Its Effect on Heat Tolerance. *Applied and Environmental Microbiology*, 66:4921–4925.
- Mattick, K.L., Jorgensen, F., Wang, P., Pound, J., Vandeven, M.H., Ward, L.R., Legan, J.D., Lappin-Scott, H.M., Humphrey, T.J. (2001). Effect of Challenge Temperature and Solute Type on Heat Tolerance of Salmonella Serovars at Low Water Activity. *Applied and Environmental Microbiology*, 67:4128–4136.
- McCullough, N.B., Elsele, C.W. (1951). Experimental human salmonellosis: I. Pathogenicity of strains of Salmonella meleagridis and Salmonella anatum obtained from spray-dried whole egg. *The Journal of Infectious Diseases*, 88:278–289.
- McNally, A., Cheasty, T., Fearnley, C., Dalziel, R.W., Paiba, G.A., Manning, G., Newell, D.G. (2004). Comparison of the biotypes of Yersinia enterocolitica isolated from pigs, cattle and sheep at slaughter and from humans with yersiniosis in Great Britain during 1999-2000. *Letters of Applied Microbiology*, 39:103–108.
- Methner, U., Heller, M., Bocklisch, H. (2010). Salmonella enterica subspecies enterica serovar Choleraesuis in a wild boar population in Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 56:493–502.
- Miller, V.L., Falkow, S. (1988). Evidence for two genetic loci in Yersinia enterocolitica that can promote invasion of epithelial cells. *Infection and Immunity*, 56:1242–1248.
- Miller, V.L., Farmer, J.J., Hill, W.E., Falkow, S. (1989). The ail locus is found uniquely in Yersinia enterocolitica serotypes commonly associated with disease. *Infection and Immunity*, 57:121–131.

- Morse, E.V., Duncan, M.A., Estep, D.A., Riggs, W.A., Blackburn, B.O. (1976). Canine salmonellosis: A review and report of dog to child transmission of *Salmonella enteritidis*. *American Journal of Public Health*, 66:82–83.
- Morse, E.V., Kersting, K.W., Smith Jr, L.E., Myhrom, E.P., Greenwood, D.E. (1978). Salmonellosis: possible transmission from horse to human to dog of infection. *American Journal of Public Health* 68:497–499.
- Murphy, B. P., Drummond, N., Ringwood, T., O’Sullivan, E., Buckley, J. F., Whyte, P., Prentice, M. B., Fanning, S. (2010). First report: *Yersinia enterocolitica* recovered from canine tonsils. *Veterinary Microbiology*, 15;146(3-4):336-339.
- Neal, K.R., Hebden, J., Spiller. R. (1997). Prevalence of gastrointestinal symptoms six months after bacterial gastroenteritis and risk factors for development of the irritable bowel syndrome: postal survey of patients. *British Medical Journal*, 314:779-782.
- Okamoto, K., Inoue, T., Shimizu, K., Hara, S., Miyama, A. (1982). Further purification and characterization of heat-stable enterotoxin produced by *Yersinia enterocolitica*. *Infection and Immunity*, 35:958–964.
- Pai, C.L., Mors, V. (1978). Production of Enterotoxin by *Yersinia enterocolitica*. *Infection and Immunity*, 19:908-911.
- Pang, T., Levine, M.M., Ivanoff, B., Wain, J., Finlay, B.B. (1998). Typhoid fever—important issues still remain. *Trends in Microbiology*, 6:131–133.
- Renaud, N., Lecci, L., Courcol, R. J., Simonet, M., Gaillot, O. (2013). CHROMagar *Yersinia*, a new chromogenic agar for screening of potentially pathogenic *Yersinia enterocolitica* isolates in stools. *Journal of Clinical Microbiology*, 51(4):1184-1187.
- Revell, P.A., Miller, V.L. (2001). *Yersinia* virulence: more than a plasmid. *FEMS Microbiology Letters*, 205:159–164.
- Rosner, B.M., Stark, K., Werber, D. (2010). Epidemiology of reported *Yersinia enterocolitica* infections in Germany, 2001-2008. *BMC Public Health* 10:337.
- Sannö, A., Aspán, A., Hestvik, G., Jacobson, M. (2014). Presence of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia pseudotuberculosis* and *Escherichia coli* O157:H7 in wild boars. *Epidemiology and Infection*, 142:2542-2547.
- Schultz, M. (2008). Photo Quiz. *Emerging Infectious Diseases Journal*, 14:1940–1942.
- Schütze, H. (1932). Studies in *B. pestis* Antigens: II. Antigenic Relationship of *B. pestis* and *B. pseudotuberculosis rodentium*. *British Journal of Experimental Pathology*, 13:289.
- Stamm, I., Hailer, M., Depner, B., Kopp, P.A., Rau, J. (2013). *Yersinia enterocolitica* in Diagnostic Fecal Samples from European Dogs and Cats: Identification by Fourier Transform Infrared Spectroscopy and Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. *Journal of Clinical Microbiology* 51:887–893.
- SVA (2014). *Surveillance of infectious diseases in animals and humans in Sweden 2013*. Uppsala. (SVA:s rapportserie 28).

- Takao, T., Tominaga, N., Shimonishi, Y. (1984). Primary Structure of Heat-stable Enterotoxin Produced by *Yersinia enterocolitica*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 125:845-851.
- Terti, R., Vuento, R., Mikkola, P., Granfors, K., Mäkelä, A.-L., Toivanen, A. (1989). Clinical manifestations of *Yersinia pseudotuberculosis* infection in children. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 8:587–591.
- Thurfjell, H., Ball, J.P., Åhlén, P.-A., Kornacher, P., Dettki, H., Sjöberg, K. (2009). Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *European Journal of Wildlife Research*, 55:517–523.
- Tsubokura, M., Otsuki, K., Kawaoka, Y., Maruyama, T. (1984). Characterization and pathogenicity of *Yersinia pseudotuberculosis* isolated from swine and other animals. *Journal of Clinical Microbiology*, 19:754–756.
- Vengust, G., Valencak, Z., Bidovec, A. (2006). A serological survey of selected pathogens in wild boar in Slovenia. *Journal of Veterinary Medicine*, 53:24–27.
- Vicente Baños, J., León-Vizcaíno, L., Gortázar, C., Cubero, M.J., González, M., Martín-Atance, P., others. (2002). Antibodies to selected viral and bacterial pathogens in European wild boars from southcentral Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, 38:649–652.
- Vieira-Pinto, M., Morais, L., Caleja, C., Themudo, P., Torres, C., Igrejas, G., Poeta, P., Martins, C. (2011). *Salmonella* sp. in game (*Sus scrofa* and *Oryctolagus cuniculus*). *Foodborne Pathogens and Disease*, 8:739–740.
- Voetsch, A.C., Van Gilder, T.J., Angulo, F.J., Farley, M.M., Shallow, S., Marcus, R., Cieslak, P.R., Deneen, V.C., Tauxe, R.V., others. (2004). FoodNet estimate of the burden of illness caused by nontyphoidal *Salmonella* infections in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 38:127–S134.
- Wacheck, S., Fredriksson-Ahomaa, M., König, M., Stolle, A., Stephan, R. (2010). Wild boars as an important reservoir for foodborne pathogens. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7:307–312.
- Wahlström, H., Tysén, E., Olsson Engvall, E., Brändström, B., Eriksson, E., Mörner, T., Vågsholm, I. (2003). Survey of *Campylobacter* species, VTEC O:157 and *Salmonella* species in Swedish wildlife. *Veterinary Record*, 153:74-80.
- Wallis, T.S., Galyov, E.E. (2000). Molecular basis of *Salmonella*-induced enteritis. *Molecular Microbiology*, 36:997-1005.
- Wang, X., Cui, Z., Wang, H., Tang, L., Yang, J., Gu, L., Jin, D., Luo, L., Qiu, H., Xiao, Y., Xiong, H., Kan, B., Xu, J., Jing, H. (2010). Pathogenic Strains of *Yersinia enterocolitica* Isolated from Domestic Dogs (*Canis familiaris*) Belonging to Farmers Are of the Same Subtype as Pathogenic *Y. enterocolitica* Strains Isolated from Humans and May Be a Source of Human Infection in Jiangsu Province, China. *Journal of Clinical Microbiology*, 48:1604–1610.
- WHO Global Foodborne Infections Network. (2010). *Laboratory Protocol "Isolation of Salmonella spp. From Food and Animal Faeces"*. 5th Ed.
- Wilkinson, D.S., Turner, T.W., Mair, N.S. (1969). Erythema nodosum due to *Pasteurella pseudotuberculosis*. *British Medical Journal*, 2:226.

Zadernowska, A., Chajęcka-Wierzchowska, W., Łaniewska-Trokenheim, Ł. (2014). *Yersinia enterocolitica* : A Dangerous, But Often Ignored, Foodborne Pathogen. *Food Reviews International*, 30:53–70.