

Risker med att äta kött från vildsvin som är smittade med *Salmonella Choleraesuis*

Vetenskapligt underlag



Denna titel kan laddas ner från: [Livsmedelsverkets sida för att beställa eller ladda ner material](#).

Citera gärna Livsmedelsverkets texter, men glöm inte att uppge källan. Bilder, fotografier och illustrationer är skyddade av upphovsrätten. Det innebär att du måste ha upphovsmannens tillstånd att använda dem.

© Livsmedelsverket, 2021.

Författare:

Jakob Ottoson och Karin Nyberg.

Rekommenderad citering:

Livsmedelsverket. Ottoson, J och Nyberg, K. 2021. Risker med att äta kött från vildsvin som är smittade med *Salmonella* Choleraesuis. Livsmedelsverkets PM. Uppsala.

ISSN 1104-7089

Omslag: Livsmedelsverket

Förord

Denna rapport utgör ett vetenskapligt underlag om risker med att äta kött från vildsvin som är smittade med *Salmonella Choleraesuis*. Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets avdelningar för Hållbara matvanor, Säkra livsmedel och Kontrollstöd och kommer att ligga till grund för bedömning om det behövs ytterligare hanteringsåtgärder än de nuvarande hygienråden med tanke på att jägarens leverans direkt till konsument ska möjliggöras. Rapporten är uppdelad i faroidentifiering, farokarakterisering, exponeringsuppskattning och riskkarakterisering, där de specifika frågeställningarna besvaras. Sammanlagt skulle fem frågor besvaras varav svaren på de första två behövdes med relativt kort varsel (tio dagar).

Ansvariga för rapportens innehåll är Jakob Ottoson och Karin Nyberg på Risk- och nyttovärderingsavdelningen. Rapporten har granskats av Jonas Toljander, riskvärderare på Risk- och nyttovärderingsavdelningen samt Elina Lahti, veterinär på Statens Veterinärmedicinska Anstalt.

Per Bergman, avdelningschef på Risk- och nyttovärderingsavdelningen

Maj 2021

Innehåll

Förord.....	3
Bakgrund	7
Övergripande frågeställning:.....	8
Specifika frågor som ska besvaras:.....	8
Metod.....	9
Faroidentifiering.....	10
<i>Salmonella</i> spp.	10
<i>Salmonella</i> Choleraesuis.....	10
Farokarakterisering	12
Behandling.....	13
<i>Salmonella</i> Choleraesuis i gris	13
Exponeringsuppskattning.....	15
Prevalens av <i>Salmonella</i> Choleraesuis i svenska vildsvin.....	15
Kontaminering av slaktkropp och kött i samband med jakt, slakt och vidarebehandling	15
Påverkan av upphettning, frysning, saltning och rökning.....	16
Värmeinaktivering	16
Frysning	17
Saltning och rökning.....	17
Konsumtion av vildsvinskött i Sverige	18
Riskkaraktärisering	19
Svar på specifik frågeställning	19
Referenser	22

Bakgrund

Vildsvinspaketet

Efter att vildsvinsutredningen lämnades in till regeringen i december 2019 har Livsmedelsverket, Jordbruksverket och SVA och Länsstyrelsen i Kronoberg, inom det så kallade vildsvinspaketet, fått olika uppdrag att jobba vidare med. Syftet med vildsvinspaketet är att nyttja resursen vildsvin bättre. Fler vildsvin ska skjutas och därmed blir det mer vildsvinskött än i dag som hamnar på tallriken. För Livsmedelsverkets del handlar vildsvinspaketet om att ta fram ny lagstiftning med tillhörande vägledning samt att ta fram ett system för subvention av analys för trikiner och cesium-137. Arbetet med detta pågår för närvarande.

Salmonella Choleraesuis

Några serotyper av salmonella är särskilt anpassade till ett visst djurslag, till exempel *Salmonella* Dublin hos nötkreatur och *Salmonella diarizonae* (61: k: 1, 5, (7)) hos får. *Salmonella Choleraesuis*, som är en serotyp av *S. enterica* ssp. *enterica*, är särskilt anpassad för gris, det vill säga tamgris och vildsvin. *Salmonella Choleraesuis* fanns i svenska grisbesättningar under 1960- och 70-talet. Serotypen har inte påvisats här sedan slutet av 1970-talet, men under hösten 2020 påvisades den på en grisgård i Skåne. Smittan påvisades även i vildsvin i närheten. Samma salmonellatyp påvisades också i ett vildsvinshägn samt hos vilda vildsvin i Södermanland. För att öka kunskapen om smittläget i vildsvinspopulationen sker nu en övervakning av SVA med provtagning av frilevande vildsvin för analys av *S. Choleraesuis*.

Salmonellakontroll i Sverige

Salmonella hos djur i Sverige omfattas av zoonoslagen (1999:658) och är anmälningspliktig enligt föreskrifter (SJVFS 2004:2) om bekämpande av salmonella hos djur. Kontroll av salmonella på djur i Sverige bygger på övervakning av djur, foder och animaliska livsmedel. Om salmonella påvisas någonstans i livsmedelskedjan finns lagstiftning som styr hur smittan ska spåras och hanteras för att förhindra dess spridning. Målet med den svenska salmonellakontrollen på djur är att animaliska livsmedel skall vara fria från salmonella.

Råd om hygien

Vildsvin kan innehålla flera olika sjukdomsframkallande mikroorganismer, till exempel *Yersinia* spp., Toxoplasma och hepatit E-virus. De nuvarande råden om hantering av vildsvinskött är därför att det alltid är viktigt att hantera det fällda vildsvinet på ett hygieniskt sätt hela vägen från skog till spis, där det sedan också krävs tillräcklig värmebehandling för att köttet ska bli säkert att äta.

Ökad exponering

Det finns ett strategiskt arbete som riktar sig till att öka avskjutning av vildsvin, vilket förväntas öka konsumtionen av svenskt vildsvinskött i Sverige. Det kommer då också innebära en möjlig ökad exponering till *S. Choleraesuis* för de som hanterar och konsumerar vildsvinsköttet, det vill säga jägare, personer i livsmedelsbranschen och konsumenter.

Syfte:

Syftet med underlaget är att ligga till grund för bedömning om det behövs ytterligare hanteringsåtgärder än de nuvarande hygienråden för att sådant vildsvinskött ska vara säkert att äta, speciellt i skenet av att ett av de nya förslagen i vildsvinspaketet innebär att jägarens leverans direkt till konsument ska möjliggöras.

Övergripande frågeställning:

Avdelningarna Hållbara matvanor, Säkra livsmedel och Kontrollstöd behöver en riskvärdering med avseende på hur *S. Choleraesuis* hos den svenska vildsvinspopulationen eventuellt kan överföras till jägare och andra konsumenter.

Specifika frågor som ska besvaras:

1. Hur kan smitta med *S. Choleraesuis* hos människa yttra sig och hur är allvarlighetsgraden jämfört med:
 - a) Andra serotyper av salmonella, till exempel *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* och *S. Dublin*?
 - b) Finns det några riskgrupper i befolkningen som är särskilt infektionskänsliga eller får allvarligare symtom av denna serotyp?
2. Kan *S. Choleraesuis* finnas inuti köttet hos ett smittat vildsvin som inte visar tecken på sjukdom vid skottillfället eller vid urtagning?
3. Vad är sannolikheten att *S. Choleraesuis* förekommer på ett skjutet vildsvin i Sverige?
4. Om vildsvinet bär på *S. Choleraesuis*, vad är sannolikheten att slaktkroppen och tillhörande organ samt delar av köttet kontamineras med *S. Choleraesuis* i livsmedelskedjans olika led?
 - a) I samband med avhudning och uppslaktning av det nedlagda vildsvinet?
 - b) I samband med vidarehantering (styckning, malning med mera) och i samband med tillagning hos konsument, offentligt kök eller restaurang?
 - c) Vid vilket av ovan beskrivna steg bedöms risken vara störst för att kontaminera köttträvaran med *S. Choleraesuis*?
 - d) Vilket steg är det mest effektivt att minska risken för kontaminering av köttträvaran?
5. Vid vilken temperatur dör *S. Choleraesuis*, och är den känslig för:
 - a) Frysning?
 - b) Saltning ?
 - c) Rökning?

Metod

Med tanke på att snabba svar efterfrågades på fråga 1 och 2 utgick litteraturgenomgången med avseende på faroidentifiering och farokarakterisering från vetenskapliga översiktsartiklar (bl.a. Chiu et al. 2004) och referenser från dem samt hemsidestexter från betrodda källor (t.ex. SVA 2021a). Som ett indirekt mått på allvarligheten för infektion hos människa användes kvoten av rapporterade blodisolat/totala antalet isolat (Wollin 2007). För att bedöma spridningen av bakterien i ett infekterat djur studerades de infektionsförsök i gris med *S. Choleraesuis* som fanns att tillgå i den vetenskapliga litteraturen. För fråga 3 användes information från pågående övervakning som utförs av SVA. Fråga 4-5 bygger på information från facklitteratur och sökningar efter vetenskapliga artiklar i databasen PubMed. Då informationen som efterfrågades om *S. Choleraesuis* inte gick att finna utökades söksträngarna till att inkludera generella hygienindikatorer (för fråga 4) och *Salmonella* spp. (för fråga 5).

Faroidentifiering

Salmonella spp.

Salmonella är ett släkte av zoonotiska tarmbakterier som tillhör familjen *Enterobacteriaceae*. Human infektion med salmonella är en allmänfarlig och smittspåringspliktig sjukdom enligt Smittskyddslagen. Det finns två arter av salmonella – *Salmonella enterica* och *Salmonella bongori*. *S. enterica* är vidare uppdelad i sex underarter, *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *indica* och *houtenae*. Dessa delas i sin tur upp i serotyper och för närvarande har ca 2500 sådana beskrivits. De flesta serotyper som förknippas med livsmedelsburen sjukdom återfinns under *S. enterica* subsp. *enterica*. Specifika typer av salmonella kallas ofta endast för serotyp-namnet.

Salmonella spp. är Gram-negativa, icke sporformande och stavformiga. De flesta stammar är rörliga med flageller som sitter spridda över bakterieytan. Salmonellastammar är fakultativt anaeroba, de kan således överleva både i närvaro och i frånvaro av syre. Tillväxtoptimum för de flesta serotyper är vid 37 °C och pH 7 men tillväxt kan ske i ett brett spektrum av förhållanden; 5 °C – 47 °C och pH 3,8 - 9,5. Salmonella överlever inte temperaturer över 70 °C och de är känsliga för de flesta desinfektionsmedel. De är motståndskraftiga mot både torra och frystemperaturer. Salmonella som sprids till miljön, t.ex. jord och vatten kan överleva under lång tid (Adams & Moss 2008, Blackburn 2009).

Salmonella kan förekomma naturligt i tarmsystemet hos ett brett spektrum av både varmblodiga och kallblodiga djur. Dessa är ofta symptomfria bärare men kan också i varierande grad bli kliniskt sjuka. Många serotyper av salmonella förekommer i flera djurarter men somliga är värdspecifika som t.ex. *S. Gallinarum* som bara infekterar fåglar och *S. Typhi* och *S. Paratyphi* som endast infekterar människa och orsakar de allvarliga sjukdomarna tyfoid- och paratyfoidfeber. Däremellan finns det en del serotyper som är värdanpassade, det vill säga att de framförallt infekterar ett värd djur men kan i vissa tillfällen infektera andra, t.ex. människa. Exempel på värdanpassade serotyper är *S. Dublin* i nöt och *S. Choleraesuis* i gris. Bägge två kan infektera människa (Uzzau et al. 2000). De värdanpassade serotyperna karaktäriseras av att de har en lägre genetisk diversitet, men också att många är mer virulenta och oftare orsakar kliniska symtom i sin värd än de mindre värdspecifika serotyperna såsom exempelvis *S. Typhimurium* och *S. Enteritidis* (Baumler et al. 1998). Vidare har de mer virulenta serotyperna särskilda virulensplasmider med gener som behövs för att bland annat kunna undvika värdjurets immunförsvar samt kolonisera och invadera tarmepitelet (Chiu et al. 2004).

Salmonella Choleraesuis

Serotypen *Salmonella Choleraesuis* har de senaste årtiondena varit mycket ovanlig i Sverige och fram till hösten 2020 hade den inte påvisats på gris sedan 1970-talet (SVA 2021a). Som beskrivits ovan är *S. Choleraesuis* anpassad till svin. Vidare är serotypen också patogen för människa och kan orsaka systemisk infektion (invasiv salmonellos) utan särskilt stor påverkan på tarmkanalen medan flertalet andra djur inte är särskilt mottagliga (Uzzau et al. 2000; Chiu et al. 2004).

Till skillnad från intestinal salmonellos, begränsad till tarmen, som sällan behandlas med antibiotika i Sverige, kräver invasiv salmonellos ofta behandling med antibiotika vilket innebär att resistens mot en

del substanser kan utgöra ett problem. Liksom för *E. coli* och ett flertal andra släkter inom *Enterobacteriaceae* har salmonella en förmåga att utveckla och samla på sig resistens mot en rad substanser. Särskilt allvarligt blir det om bakterien är resistent mot fluorokinoloner och tredje- och fjärde generationens cephalosporiner (Chiu et al. 2004). Detta är till exempel fallet i Thailand, medan resistensläget i Europa är mycket bättre (Sirichote et al. 2010; Luk-In et al. 2018; Methner et al. 2018; Zhan et al. 2019). Enligt de svenska rekommendationerna behandlas de animalieproducerande djuren inte med antibiotika.

Farokarakterisering

I Sverige rapporteras cirka 2 000 fall av salmonellos varje år. Cirka två tredjedelar av dessa är utlandssmittade (Folkhälsomyndigheten 2021). Små barn, gamla och människor med nedsatt immunförsvar tillhör riskgruppen för salmonella-infektion. Hos dessa kan infektionsdosen vara sänkt, liksom hos människor med låga halter av magsyra (Kothary & Babu 2001). Inkubationstiden är normalt ett till tre dygn. Vanliga symptom är illamående, kräkningar, magsmärtor, diarré, feber och huvudvärk. Dessa pågår normalt i upp till en vecka och sedan läker infektionen ut av sig själv. Bakterier kan utsöndras via avföringen i några veckor eller i enstaka fall månader efter tillfrisknandet. Hos riskgrupperna kan salmonellainfektion leda till uttorkning och elektrolyttrubbningar som kan bli mycket allvarliga om de inte behandlas och till och med leda till döden. Andra komplikationer/följsjukdomar är reaktiv artrit (ledvärk) samt att bakterierna sprider sig från mag-tarmsystemet och därigenom orsakar blodförgiftning eller andra komplikationer utanför mag-tarmsystemet (FDA 2012, Adams & Moss 2008). En ovanlig men allvarlig följd är hjärnhinneinflammation som framför allt kan drabba små barn (Hohmann 2001; Zhan et al. 2019). Hos vuxna är extraintestinal (utanför tarmen) infektion i regel allvarligare än hos barn, vilket kan exemplifieras med ett ökat behov av sjukhusvård samt högre mortalitet med stigande ålder (Vugia et al. 2004). En komplikation som kan vara extra allvarlig är endarterit, det vill säga inflammation av den inre hinnan i en pulsåder (Hohmann 2001; Chiu et al. 2004).

Som beskrivits tidigare orsakar *S. Choleraesuis* oftare invasiv sjukdom än till exempel *S. Typhimurium* och *S. Enteritidis* (Hohmann 2001; Chiu et al. 2004). Som ett indirekt mått på allvarlighetsgraden kan förhållandet mellan blodisolat/totalt rapporterade isolat ge en indikation på hur virulenta olika serotyper i genomsnitt är. I den största av dessa genomgångar, genomförd på europeiska isolat från databasen Enter-net, var denna kvot för *Choleraesuis* (33 %), Dublin (41 %), Paratyphi A (55 %), Paratyphi C (54 %) och Typhi (60 %). Motsvarande kvot för de vanligaste orsakerna till salmonellos var 1,2 % för *Enteritidis* och 1,5 % för *Typhimurium* (Wollin 2007). Däremot låg *S. Choleraesuis* långt ned på listan av rapporterade serotyper i blod och var inte en av de 20 vanligaste i Europa (Wollin 2007). Under de senaste åren syns inte heller *S. Choleraesuis* bland de 20 vanligaste i Efsas och ECDCs sammanställningar av rapporterade humanfall inom EU/EEA (EFSA 2021).¹ Till skillnad från EU, England och Wales (Threlfall et al. 1992), och USA (Blaser et al. 1981) är dock *S. Choleraesuis* en av de vanligaste serotyperna som rapporteras extraintestinalt i Taiwan (Chiu et al. 2004). Som för salmonella generellt utgör små barn, äldre och immunnedsatta känsliga grupper för infektion med *S. Choleraesuis* (Chiu et al. 2004). Framför allt påvisades en hög incidens av invasiv salmonellos hos barn under ett år i USA. Däremot ökade såväl morbiditeten som mortaliteten med åldern och påverkades i alla åldersgrupper av immunnedsättning och underliggande sjukdomar (Cohen et al. 1987; Vugia et al. 2004). De flesta ovanliga fallbeskrivningarna av invasiv salmonellos beskrivs dock från patienter med nedsatt immunsvår/behandlade med immunnedsättande medicin (Cohen et al.

¹ Denna rapportering gäller dock totalantal fall, inte baserat på blodisolat

1987; Chiu et al. 2004; Zhan et al. 2019). Vanliga riskfaktorer är användandet av kortikosteroider (t.ex. kortison), cancer och diabetes (Hohmann 2001).

Behandling

Extraintestinal salmonella behandlas i regel med antibiotika och vid bakteriemi eller sepsis sätts intravenös antibiotika in. De som får behandling tidigt tillfrisknar även om det kan kräva en längre tid av sjukhusvård och i vissa fall även intensivvård beroende på vilka organsystem som kan ha påverkats. Endarterit (inflammation i kärlendotelet, det innersta ytskiktet i kärlet) kan kräva operation (Hohmann 2001).

Salmonella Choleraesuis i gris

Den för grisen anpassade *S. Choleraesuis* kan ge en allvarlig sjukdomsbild hos gris då den har förmågan att inte bara kolonisera tarmen utan också ge upphov till systemisk sjukdom. Symtom uppkommer då vanligen inom 2-7 dagar. Drabbade djur kan uppvisa diarré, hög feber, ovilja att äta, nedsatt allmäntillstånd, respiratoriska symtom, neurologiska symtom och blåroda missfärgningar i huden (SVA 2021a). Dödligheten bland drabbade grisar kan vara hög. Sjukdomen kan drabba grisar i alla åldrar, men drabbar framför allt djur yngre än 4 månader. Symtomlösa smittbärare kan förekomma och bakterier kan utsöndras intermittent (Gray et al. 2001; SVA 2021) till exempel i samband med stress eller infektion med porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) (Wills et al. 2000).

I litteraturgenomgången hittades sammanlagt 12 infektionsstudier på gris: (Smith et al. 1967; Wilcock 1979; Reed et al. 1986; Pospischil et al. 1990; Danbara et al. 1992; Gray et al. 1995; Gray et al. 1996a; Gray et al. 1996b; Anderson et al. 1998; Anderson et al. 2000; Metcalf et al. 2000; Loynachan et al. 2004). De har olika syfte och upplägg; från provtagning efter två till tre timmar för att simulera vad som kan hända under en transport (Loynachan et al. 2004) till bärarskap i upp till 12 veckor (Gray et al. 1995; Anderson et al. 2000), som modell för *S. Typhi* (Metcalf et al. 2000), skillnad mellan exponeringsdos (Gray et al. 1996b) och exponeringsväg (oral eller nasal) (Gray et al. 1995) samt betydelsen av en virulensplasmid (Danbara et al. 1992). Vidare har naturlig infektion efter kontakt med smittade grisar påvisats av bl.a. (Gray et al. 1995; Anderson et al. 1998; Anderson et al. 2000).

S. Choleraesuis kan infektera grisar och sprida sig i kroppen relativt snabbt och återisolerades i flera vävnader i såväl matsmältningskanalen som i lever, mjälte och lymfkörtlar redan tre timmar efter intranasal infektion med 5×10^9 celler (Reed et al. 1986; Loynachan et al. 2004). De vanligaste symtomen under försöken var feber, diarré, depression och lunginflammation. En del symtom berodde på infektionsdosen och var tydligare vid höga doser (Danbara et al. 1992; Gray et al. 1996b), medan symtomen inte alltid var märkbara vid lägre dos (Gray et al. 1995) eller efter naturlig infektion genom kontakt med infekterade grisar (Gray et al. 1996a; Anderson et al. 1998). I de försök som pågick under en längre tid än två veckor minskade antalet positiva prov från vävnader i takt med djurens tillfrisknande (Danbara et al. 1992; Gray et al. 1995; Gray et al. 1996a; Gray et al. 1996b; Metcalf et al. 2000).

I den största studien (Gray et al. 1995) var alla (31) grisar fria från symtom 14 dagar efter infektion. *S. Choleraesuis* kunde isoleras från blod från en gris fyra dagar efter infektion men inte under något annat provtagningstillfälle (dag 2, 6 och 8) (Gray et al. 1995). De vävnader som var positiva i flest

individer var i övergången mellan tunn- och tjocktarm (ileocolic junction, ICJ), den angränsande lymfkörteln (ileocolic lymph node, ICLN) samt i blindtarmen. Utsöndring kunde ske i avföring upp till 12 veckor efter infektion. Efter 12 veckor kunde bakterier även påvisas i tonsillerna, i vilka halterna steg efter vecka sex i några av grisarna (Gray et al. 1995). Till skillnad från studierna från Gray et al. (1995) kunde inte Anderson et al. (2000) isolera *S. Choleraesuis* från ICJ utan flest positiva prover från 85 dagar efter infektion var i tonsillerna (7/12) följt av blindtarmen (2/12) och mjälten (1/12).

I studien av Danbara et al. (1992) kunde höga halter av *S. Choleraesuis* påvisas i blod (bakteriemi) i grisar som infekterades med hög dos (10^9 bakterier) av den högvirulenta stammen (med plasmid). Dessa grisar dog dock efter två ($n = 3$) och fyra dagar ($n = 1$) med kutana blödningar som det tydligaste symtomet. Grisarna som infekterades med den mindre virulenta stammen i samma dos utvecklade också bakteriemi, men det tog lite längre tid och grisarna överlevde i sex dagar med något mindre blödningar fast med förstörd lever och mjälte. I grisar som infekterades med lägre doser (10^{5-7} bakterier) kunde bakteriemi påvisas i vissa fall men mer sporadiskt. *S. Choleraesuis* kunde isoleras vid vissa tillfällen i blod hos dessa; som längst 13 dagar, men inte efter 16 eller 21 dagar, efter infektion och då endast efter anrikning av blodet från en av fyra grisar. Dessa grisar hade mildare symtom och mindre patologiska förändringar än grisar som infekterats med högre doser (Danbara et al. 1992).

Exponeringsuppskattning

Prevalens av *Salmonella Choleraesuis* i svenska vildsvin

I september 2020 påbörjade Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) en undersökning om förekomst av *S. Choleraesuis* hos frilevande vildsvin. Resultaten redovisas löpande på SVAs hemsida (SVA 2021). Det är främst prov från vildsvin som är fällda vid jakt i Skåne och Södermanland som analyseras. Övervakningen kommer under utökas till hela landet under 2021. I mitten av april (15/4) 2021 hade 227 prov från vildsvin fällda vid jakt analyserats, varav 37 (drygt 16 %) varit positiva för *S. Choleraesuis*.

Kontaminering av slaktkropp och kött i samband med jakt, slakt och vidarebehandling

Det finns många faktorer som kan påverka den mikrobiologiska kvalitén hos vildsvinskött. Exempel på faktorer som signifikant visats påverka köttets mikrobiologiska kvalitet är det levande djurets hälsotillstånd, hur skottet träffar djuret och hur slaktkroppen hanteras, transporteras och förvaras från skottillfället fram tills kylförvaring (Ramanzin et al. 2010; Mirceta et al. 2017; Orsoni et al. 2020). Andra studier har identifierat hur skottet träffar djuret, hur urtagning av djuret sker och otillräcklig kylning som de viktigaste faktorerna som påverkar den mikrobiologiska säkerheten i viltkött (Mirceta et al. 2017).

Det är viktigt att identifiera att djuret som jagats inte är sjukt. Om ett vildsvin är infekterat av *S. Choleraesuis* och är sjukt med tydliga symptom, det vill säga att immunförsvaret har reagerat på smittan, kan salmonellabakterier finns spridda i djurkroppen. I dessa fall ska köttet inte konsumeras. Detta bör vara tydligt för jägarna, som kan reagera på djurets beteendeförändringar eller på de patologiska förändringar som syns på djurets inre organ. Om ett djur inte är sjukt, utan endast bär på salmonella i sina tarmar, blir åtgärder att minska fekal kontamination på slaktkroppen viktig.

Hur skottet träffar djuret är en viktig faktor eftersom felaktigt placerade skott kan leda till att tarmpaket perforeras och tarmmaterial, inklusive de patogener som finns i tarmen, sprids till djurets muskeldelar (Ramanzin et al. 2010; Mirceta et al. 2017). En studie från Serbien har visat på högre halter av bakterier (totala anaeroba samt enterobacteriaceae) på slaktkroppen hos djur som skjutits i buken (Mirceta et al. 2017). Resultaten i denna studie var dock inte statistiskt säkerställda, och mer information skulle behövas för att bekräfta slutsatsen. Felaktiga skott kan påverkas av hur skicklig jägaren är på att träffa rätt på djuret samt vilken typ av ammunition som används.

Ett steg som identifierats som kritiskt för mikrobiologisk säkerhet är urtagning av slaktkroppen (Mirceta et al. 2017). Vid urtagning kan tarminnehåll spillas ut över slaktkroppen och förorenade kroppsdelar/organ komma i kontakt med oförorenade delar (Biasino et al. 2018). Vid vildsvinsjakt kan urtagningen ske på plats i skogen eller på någon annan plats såsom en slaktbod. En studie har visat att urtagning som sker på marken vid jaktplatsen hade en högre andel totala aeroba bakterier och *Enterobacteriaceae* på slaktkroppen jämfört med då urtagning skett på annan plats (Mirceta et al. 2017). Ytterligare en faktor som visats öka spridningen av patogener på slaktkroppen är användning av otillräckligt desinfekterade knivar och andra redskap (Biasino et al. 2018). Vikten av att de som

hanterar slaktkroppen är skickliga och tillämplar ett hygieniskt arbetssätt visades i samma studie som beskrivs ovan, genom att lägre bakteriehalter påvisades på slaktkroppar där detta tillämpades (Mirceta et al. 2017). Att vara noga med desinfektionen av knivar, redskap och händer kan således också vara ett sätt att minska kontamination av kött.

Vildsvin har kraftigare päls än tamgrisar och pälsen är ofta smutsig, vilken innebär att bakterier från den omgivande miljön kan ansamlas på huden. Vid avhudning kan således patogener från huden förorena slaktkroppen (Blagojevic et al. 2011). Information från studier där bakteriehalten har analyserats på samma djurkropp före och efter avhudning är dock begränsad. I tabell 1 redovisas de studier som hittats på gris, varav endast en är på vildsvin. I studien på vildsvin analyserades totalt 210 djur från Serbien, med resultatet att en stor andel av slaktkropparna påvisade en hög, och i flera fall högre, bakteriehalt än vad som detekterades från huden (Mirceta et al. 2017). I studien identifieras ohygienisk hantering som en möjlig förklaring till den höga bakteriehalten på slaktkropparna. Men försökstekniska orsaker såsom val av och begränsningar i provtagningsmetoden nämns också.

Tabell 1. Studier av bakteriehalter på hud och avhudad slaktkropp av vildsvin och gris. Studien av Mirceta et al. (2017) avser vildsvin, övriga studier avser tamsvin.

Antal djur	Totala aeroba bakterier (log ₁₀ CFU/cm ²)		<i>Enterobacteriaceae</i> (log ₁₀ CFU/cm ²)		Referens
	Hud	Avhudad slaktkropp	Hud	Avhudad slaktkropp	
10	6,6 ± 0,3	4,3 ± 0,5	2,9 ± 0,8	2,3 ± 1,0	(Mirceta et al. 2017)
18	6,4 ± 1,1	6,0 ± 0,9	4,1 ± 1,0	4,4 ± 1,2	(Mirceta et al. 2017)
13	6,3 ± 1,2	5,1 ± 1,6	3,5 ± 1,0	3,1 ± 1,6	(Mirceta et al. 2017)
11	4,9 ± 0,4	3,9 ± 0,3	2,2 ± 0,5	1,9 ± 0,6	(Mirceta et al. 2017)
43	5,4 ± 0,9	6,0 ± 0,8	3,6 ± 0,9	4,3 ± 1,4	(Mirceta et al. 2017)
42	4,1 ± 0,8	4,9 ± 0,8	3,1 ± 0,9	3,7 ± 1,0	(Mirceta et al. 2017)
49	5,7 ± 0,7	6,0 ± 1,0	4,7 ± 0,6	4,4 ± 1,1	(Mirceta et al. 2017)
24	4,1 ± 1,0	4,9 ± 0,9	2,4 ± 1,1	3,1 ± 0,8	(Mirceta et al. 2017)
50	8,0 ± nd	4,1 ± nd	2,3 ± nd	1,0 ± nd	(Blagojevic et al. 2011)
50	7,9 ± nd	3,15 ± nd	2,5 ± nd	0,8 ± nd	(Blagojevic et al. 2011)
104	3,8 ± 0,8	3,7 ± 0,7	0,4 ± nd	0,7 ± nd	(Biasino et al. 2018)

nd = värdet har inte angetts

Påverkan av upphettning, frysning, saltning och rökning

När det gäller upphettning, nedfrysning, saltning och rökning så finns det inga studier som specifikt undersöker effekten på inaktivering av *S. Choleraesuis*. I styckena nedan presenteras resultat för salmonella generellt.

Värmeinaktivering

Salmonella spp. kan tillväxa inom intervallet 5-45 °C (Adams et al. 2008), vid högre temperaturer sker en inaktivering. Värmeinaktivering är en funktion av temperatur och tid, vid lägre temperaturer krävs längre tid för att uppnå en viss inaktivering. Bakteriers känslighet för värme varierar mellan olika arter. Känsligheten för värme kan också skilja sig mellan stammar av samma art, då andra faktorer

spelar stor roll såsom i vilken tillväxtfas bakterien befinner sig i samt miljön bakterien befinner sig i. Det är därför inte ovanligt att resultaten från olika studier varierar. I tabell 2 presenteras ett urval av resultat från värmeinaktiveringsstudier på salmonella i olika köttprodukter. Resultaten visar att D-värdet, det vill säga det antal minuter det tar för 1-log reduktion, vid exempelvis vid 60 °C varierar mellan 0,5-15,2 minuter (tabell 2). Värmeinaktiveringen av salmonella har också visat påverkas av befintlig vattenaktivitet, och värmetoleransen ökar generellt ju torrare produkten är (Podolak et al. 2010). I torra produkter som choklad har D-värden på 210-1200 minuter påvisats vid 70 °C (Barrile et al. 1970).

Tabell 2. Ett urval av D-värden för *Salmonella* spp. i olika köttmatriser vid olika temperaturer (Murphy et al. 2002; Osaili et al. 2007; Osaili et al. 2013)

Stam	Matris	Temp (°C)	D-värde (minuter)
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	55	69,5
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	60	15,2
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	62,5	7,7
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	65	2,6
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	67,5	0,6
Salmonella-mix ^a	Malet fläskkött	70	0,3
Salmonella-mix ^a	Malet nötkött	55	9,1
Salmonella-mix ^a	Malet nötkött	60	4,8
Salmonella-mix ^a	Malet nötkött	65	1,0
Salmonella-mix ^a	Malet nötkött	70	0,3
Salmonella-mix ^a	Frankfurterkorv	55	14,7
Salmonella-mix ^a	Frankfurterkorv	60	5,6
Salmonella-mix ^a	Frankfurterkorv	65	1,6
Salmonella-mix ^a	Frankfurterkorv	70	0,4
<i>S. Typhimurium</i>	Kycklingfilé	60	0,5
<i>S. Typhimurium</i>	Kycklingfärs	60	0,5

a Stamar: Senftenberg ATCC 43845, Typhimurium, Heidelberg ATCC 8326, Mission, Montevideo ATCC 8387, California ATCC 23201

Frysning

Frysning är en effektiv metod för att hämma tillväxt av bakterier. Det är dock så att bakterier, generellt sett, kan överleva nedfrysning under långa perioder. Salmonella är en Gram-negativ bakterie, vilka anses vara mindre tåliga för frysning än Gram-positiva bakterier (Adams et al. 2008). Men frysning är ingen effektiv inaktiveringsmetod även om en viss reduktion sker vid varje frys-tiningscykel.

Saltning och rökning

Rökning och saltning är traditionella metoder för att förlänga hållbarheten på livsmedel. Den bakteriehämmande effekten kommer främst av den sänkning av tillgängligt vatten (vattenaktiviteten) som sker. Genom att vattenaktiviteten i livsmedlet sänks minskar möjligheten för bakterier att tillväxa, och tillväxthastigheten sjunker med sjunkande vattenaktivitet till dess att en nivå nås då tillväxt inte längre möjliggörs. Salmonella behöver en vattenaktivitet på > 0,93 för tillväxt (Adams and Moss). En vattenaktivitet på 0,93 motsvarar en tillsats på 11 % NaCl (CDC 1997). Huruvida saltning och rökning också inaktiverar salmonella är lite mer oklart. Även om en viss inaktivering kan antas finnas

information om att salmonella kan överleva under lång tid, flera veckor upp till ett år, i torra livsmedel (Podolak et al. 2010). Denna typ av överlevnadsförsök har dock gjorts på torra livsmedel med vattenaktiviteter på 0,88-0,2.

Rökning kan ske genom exponering av livsmedlet för såväl varm som kall rök. Vid varmrökning är det temperaturen som ger upphov till bakteriers inaktivering medan det vid kallrökning är sänkning av vattenaktiviteten som ger inaktiveringen (och minskar vidare tillväxt). Ofta kombineras kallrökning med saltning vilket ytterligare reducerar vattenaktiviteten. Hur mycket vattenaktiviteten sänks beror också på hur lång tid som kallrökningen pågår.

Konsumtion av vildsvinskött i Sverige

Det saknas specifik statistik på konsumtionen av kött från vilt. I Jordbruksverkets statistik ingår vilt i gruppen ”övrigt kött”² vilken under 2019 uppgick till 3,3 kg per person (cirka 4 procent av den totala köttkonsumtionen) (Jordbruksverket, 2021). Även om konsumtion av viltkött totalt sett är jämförelsevis låg i Sverige är den ojämnt fördelad mellan olika konsumentgrupper och antagligen konsumeras ganska mycket kött i många jägarhushåll.

Ett annat mått på konsumtionen är att utgå från antalet vildsvin som har provtagits för trikiner, vilket under de senaste två åren har varit strax över 138 000 stycken per år i Sverige (Vidilab 2021). Schablonvikten, d.v.s. mängden kött ett vildsvin ger är i genomsnitt cirka 30 kg (19-46 kg) (A. Kautto, Livsmedelsverket, pers. komm.).

² Jordbruksverket delar in köttslagen i griskött, nötkött, matfågel, lammkött och övrigt kött

Riskkaraktärisering

Svar på specifik frågeställning

1. Hur kan smitta med *S. Choleraesuis* hos människa yttra sig och hur är allvarlighetsgraden jämfört med:
 - a) Andra serotyper av salmonella, till exempel *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* och *S. Dublin*?
 - b) Finns det några riskgrupper i befolkningen som är särskilt infektiösa eller får allvarligare symtom av denna serotyp?

Svar: Icke-tyfoida salmonella orsakar i regel gastroenteriter som i de flesta fall är övergående men kan ge följsjukdomar. I vissa fall kan även invasiv sjukdom med behov av behandling uppkomma (se farokaraktärisering). De värddjurpassade och värddjurspecifika serotyperna Dublin och Choleraesuis kännetecknas av högre virulens som oftare leder till invasiv infektion med mindre inblandning av tarminfektion i de värddjur de kan infektera (Uzzau et al. 2000). Systemisk infektion kräver ofta sjukhusvård och mortaliteten bland dem som läggs in kan vara uppåt 5 % (Vugia et al. 2004).

1a. Som ett indirekt mått på allvarlighetsgraden kan förhållandet mellan blodisolat/totalt rapporterade isolat för en specifik serotyp ge en indikation på hur virulenta olika serotyper i genomsnitt är. I den största av dessa genomgångar, genomförd på europeiska isolat från databasen Enter-net, var denna kvot för Choleraesuis (33 %), Dublin (41 %), Paratyphi A (55 %), Paratyphi C (54 %) och Typhi (60 %). Motsvarande kvot för de vanligaste orsakerna till salmonellos var 1,2 % för Enteritidis och 1,5 % för Typhimurium. Däremot låg *S. Choleraesuis* långt ned på listan av rapporterade serotyper i blod och var inte en av de 20 vanligaste i Europa (Wollin 2007). Under de senaste åren har inte heller *S. Choleraesuis* varit bland de 20 mest rapporterade serotyperna inom EU/EEA (EFSA 2021).

1b. Av data på invasiv salmonellos (inte bara orsakad av *S. Choleraesuis*) var incidensen i USA högst i gruppen under ett år. Däremot är mortaliteten och behovet av sjukhusvård lägre hos yngre åldersgrupper än i äldre (Vugia et al. 2004). Behovet av sjukhusvård ökar med ålder samt för alla åldersgrupper med immunsuppression eller underliggande sjukdomar (Cohen et al. 1987; Vugia et al. 2004) (Chiu et al. 2004). Uttalade riskfaktorer är användandet av kortison samt cancer och diabetes (Hohmann 2001).

2. Kan *S. Choleraesuis* finnas inuti köttet hos ett smittat vildsvin som inte visar tecken på sjukdom vid skottillfället eller vid urtagning?

Svar: *S. Choleraesuis* är anpassad till tamsvin (*Sus scrofa domestica*) och vildsvin (*Sus scrofa*) i vilka bakterien kan orsaka allvarlig sjukdom. Symtomen uppkommer då vanligen inom 2-7 dagar. Drabbade djur kan uppvisa diarré, hög feber, ovilja att äta, nedsatt allmäntillstånd, respiratoriska symtom, neurologiska symtom och blårröda missfärgningar i huden (SVA 2021a). Efter att djuren har fått ett immunsvår så minskar andelen vävnader som testas positivt för *S. Choleraesuis*. Sannolikt blir en begränsad andel av djuren kroniska bärare. Långtidsbärarskap verkar vara förknippat med mun, mag-tarmkanalen och med reservoarer för bakterierna i blindtarm och/eller tonsiller vilket kan leda till intermittent utsöndring i feces (Gray et al. 1995; Anderson et al. 2000) t.ex. i samband med stress eller

andra sjukdomar (Wills et al. 2000). Förekomst i tonsiller och möjlighet till intranasal infektion gör att smittspridningen inte nödvändigtvis måste vara fekal-oral (Anderson et al. 1998).

Förekomst i blod, och därmed möjlig förekomst i musklerna hos det levande djuret, undersöktes i endast två av studierna (Danbara et al. 1992; Gray et al. 1995). Baserat på dessa bedöms sannolikheten att *S. Choleraesuis* ska finnas i musklerna i friska vildsvin som låg.

3. Vad är sannolikheten att *S. Choleraesuis* förekommer på ett skjutet vildsvin i Sverige?

Svar: Eftersom övervakningen som pågår för *S. Choleraesuis* hittills främst analyserat prov från Skåne och Södermanland går det inte att besvara hur förekomsten är i Sverige som helhet. I de områden där prov samlats in och analyserats har dock antalet positiva prov varit relativt högt. Hittills har drygt 16% av de djur som analyserats påvisats vara positiv för *S. Choleraesuis*. Resultaten redovisas löpande på SVAs hemsida och läget bör följas kontinuerligt vartefter mer information samlas in (SVA 2021b).

4. Om vildsvinet bär på *S. Choleraesuis*, vad är sannolikheten att slaktkroppen och tillhörande organ samt delar av köttet kontamineras med *S. Choleraesuis* i livsmedelskedjans olika led?

- a) I samband med avhudning och uppslaktning av det nedlagda vildsvinet?
- b) I samband med vidarehantering (styckning, malning med mera) och i samband med tillagning hos konsument, offentligt kök eller restaurang?
- c) Vid vilket av ovan beskrivna steg bedöms risken vara störst för att kontaminera kött råvaran med *S. Choleraesuis*?
- d) Vilket steg är det mest effektivt att minska risken för kontaminering av kött råvaran?

Svar: Det finns inga studier som följer kontaminationsgraden av salmonella (eller andra bakterier) genom livsmedelskedjans olika led, och det går därmed inte att ge ett säkert svar på sannolikheten för kontamination mellan de olika leden. De studier som finns pekar dock ut ett antal kritiska faktorer för kontaminering av slaktkroppar, varav djurets hälsostatus är en viktig faktor. Vidare lyfts skottets placering och val av ammunition samt hantering av slaktkroppen och otillräcklig kylning som kritiska punkter för kontamination av slaktkroppar/kött råvara.

Att ett vildsvin bär på *S. Choleraesuis* kan tolkas på två olika sätt, som skiljer sig åt i associerad fara för konsumenter av vildsvinskött. Om salmonellan har spritt sig från djurets tarmsystem (extraintestinalt) och djuret är sjukt med tydliga symptom, d.v.s. immunförsvaret har reagerat på smittan, är köttet olämpligt att konsumera. I detta fall har salmonellan spritt sig till djurets muskler och kan finnas i kött råvaran. Detta bör kunna upptäckas av jägarna, som kan reagera på djurets beteendeförändringar eller de patologiska förändringar som syns på djurets inre organ

Om djuret inte är sjukt men bär på salmonella i sina tarmar är musklerna inte kontaminerade. I detta fall är det viktigt att undvika att förorenat tarmmaterial inte kommer i kontakt med djurets muskeldelar. Viktiga tillfällen där slaktkroppen kan förorenas är om djuret skjuts med bukskott (då tarmar riskerar att perforeras), vid urtagning av kroppen och vid avhudningen. Sannolikheten för kontaminering av slaktkroppen är troligtvis högst då djuret skjuts med bukträff och vid den efterföljande urtagningen, framförallt om tarmarna är perforerade p.g.a. bukskottet. Att dessa moment

utförs skickligt och hygieniskt är således viktigt för att undvika salmonellakontamination på köttråvaran.

5. Vid vilken temperatur dör *S. Choleraesuis*, och är den känslig för:

- a) Frysning?
- b) Saltning?
- c) Rökning?

Svar: Det saknas studier om upphettning, frysning, saltning och rökning kopplat till inaktivering av *S. Choleraesuis*. Den bästa information som finns är det som gäller för salmonella generellt.

Salmonella generellt är relativt känslig för upphettning, vilket bör vara den enklaste och mest effektiva åtgärden för inaktivering. Värmeinaktivering är en funktion av temperatur och tid, vilket innebär att det inte går att säga en specifik temperatur då inaktivering sker. Inaktiveringen skiljer sig mellan olika arter, men också mellan olika stammar inom samma art. Miljön som bakterien befinner sig i har stor påverkan på inaktiveringen. Exempelvis har studier på D-värden, det vill säga det antal minuter det tar för 1-log reduktion, för salmonella i olika köttprodukter vid 60 °C varierat mellan 0,5-15,2 minuter. Vid 55 °C varierar D-värden mellan 9-70 minuter. Värmetåligheten påverkas exempelvis av hur torrt livsmedlet är, med en ökad värmetålighet med sjunkande andel tillgängligt vatten.

Salmonella tål frysning, kan växa ner till en vattenaktivitet på 0,93 och överleva under längre perioder i torra livsmedel. Saltning och rökning hämmar möjligheten för salmonella att tillväxa, och främst genom att vattenaktiviteten i livsmedlet sänks. En vattenaktivitet på 0,93 motsvarar en tillsats på 11 % NaCl. Vattenaktiviteten som uppnås i rökta produkter beror på hur länge rökningen pågår och om livsmedlet saltats i samband med rökningen.

Referenser

- Adams, M. and M. Moss (2008). Food microbiology. Cambridge, The Royal Society of Chemistry.
- Anderson, R. C., K. J. Genovese, R. B. Harvey, L. H. Stanker, J. R. DeLoach and D. J. Nisbet (2000). Assessment of the long-term shedding pattern of *Salmonella* serovar choleraesuis following experimental infection of neonatal piglets. J Vet Diagn Invest 12: 257-260.
- Anderson, R. C., D. J. Nisbet, S. A. Buckley, K. J. Genovese, R. B. Harvey, J. R. DeLoach, N. K. Keith and L. H. Stanker (1998). Experimental and natural infection of early weaned pigs with *Salmonella* choleraesuis. Res Vet Sci 64: 261-262.
- Anderson, R. C., J. Genovese, R. B. Harvey, J. R., L. H. Stanker, J. R. DeLoach and D. J. Nisbet (2000). Assessment of the long-term shedding pattern of *Salmonella* serovar choleraesuis following experimental infection of neonatal piglets
- Barrile, J. C. and J. F. Cone (1970). Effect of added moisture on the heat resistance of *Salmonella* anatum in milk chocolate. Applied Microbiology 19: 177-178.
- Baumler, A. J., R. M. Tsois, T. A. Ficht and L. G. Adams (1998). Evolution of host adaptation in *Salmonella* enterica. Infect Immun 66: 4579-4587.
- Biasino, W., L. De Zutter, W. Mattheus, S. Bertrand, M. Uyttendaele and I. Van Damme (2018). Correlation between slaughter practices and the distribution of *Salmonella* and hygiene indicator bacteria on pig carcasses during slaughter. Food Microbiology 70: 192-199.
- Blagojevic, B., D. Antic, M. Ducic and S. Buncic (2011). Ratio between carcass-and skin-microflora as an abattoir process hygiene indicator. Food Control 22: 186-190.
- Blaser, M. J. and R. A. Feldman (1981). From the centers for disease control. *Salmonella* bacteremia: reports to the Centers for Disease Control, 1968-1979. J Infect Dis 143: 743-746.
- CDC (1997). Water activity of sucrose and NaCl solutions. Food Safety Bulletin 3.
- Chiu, C. H., L. H. Su and C. Chu (2004). *Salmonella* enterica serotype Choleraesuis: epidemiology, pathogenesis, clinical disease, and treatment. Clin Microbiol Rev 17: 311-322.
- Cohen, J. I., J. A. Bartlett and G. R. Corey (1987). Extra-intestinal manifestations of salmonella infections. Medicine (Baltimore) 66: 349-388.
- Danbara, H., R. Moriguchi, S. Suzuki, Y. Tamura, M. Kijima, K. Oishi, H. Matsui, A. Abe and M. Nakamura (1992). Effect of 50 kilobase-plasmid, pKDSC50, of *Salmonella* choleraesuis RF-1 strain on pig septicemia. J Vet Med Sci 54: 1175-1178.
- EFSA (2021). The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. EFSA J 19(2):6406.
- Folkhälsomyndigheten (2021). Statistik - Salmonellainfektion. [on-line, access 2021-04-20] www.folkhalsomyndigheten.se
- Gray, J. T. and P. J. Fedorka-Cray (2001). Survival and infectivity of *Salmonella* choleraesuis in swine feces. J Food Prot 64: 945-949.
- Gray, J. T., P. J. Fedorka-Cray, T. J. Stabel and M. R. Ackermann (1995). Influence of inoculation route on the carrier state of *Salmonella* choleraesuis in swine. Vet Microbiol 47: 43-59.
- Gray, J. T., P. J. Fedorka-Cray, T. J. Stabel and T. T. Kramer (1996a). Natural transmission of *Salmonella* choleraesuis in swine. Appl Environ Microbiol 62: 141-146.

- Gray, J. T., T. J. Stabel and P. J. Fedorka-Cray (1996b). Effect of dose on the immune response and persistence of *Salmonella choleraesuis* infection in swine. *Am J Vet Res* 57: 313-319.
- Hohmann, E. L. (2001). Nontyphoidal salmonellosis. *Clin Infect Dis* 32: 263-269.
- Jordbruksverket (2021). Konsumtion av kött. [on-line, senast uppdaterad 2021-04-07, access 2021-04-20] www.jordbruksverket.se
- Loynachan, A. T., J. M. Nugent, M. M. Erdman and D. L. Harris (2004). Acute infection of swine by various *Salmonella* serovars. *J Food Prot* 67: 1484-1488.
- Luk-In, S., T. Chatsuwana, C. Pulsrikarn, A. Bangtrakulnonth, U. Rirerm and W. Kulwichit (2018). High prevalence of ceftriaxone resistance among invasive *Salmonella enterica* serotype Choleraesuis isolates in Thailand: The emergence and increase of CTX-M-55 in ciprofloxacin-resistant *S. Choleraesuis* isolates. *Int J Med Microbiol* 308: 447-453.
- Metcalf, E. S., G. W. Almond, P. A. Routh, J. R. Horton, R. C. Dillman and P. E. Orndorff (2000). Experimental *Salmonella typhi* infection in the domestic pig, *Sus scrofa domestica*. *Microb Pathog* 29: 121-126.
- Mirceta, J., J. Petrovic, M. Malsevic, B. Blagojevic and D. Antic (2017). Assessment of microbial carcass contamination of hunted wild boars. *European Journal of Wildlife Research* 63: 37.
- Murphy, R., L. Duncan, E. Johnson, M. Davies and J. Smith (2002). Thermal inactivation D- and z-values of salmonella serotypes and listeria innocua in chicken patties, chicken tenders, franks, beef Patties, and blended beef and turkey patties. *Journal of Food Protection* 65: 53-60.
- Orsoni, F., C. Romeo, N. Ferrari, L. Bardasi, G. Merialdi and R. Barbani (2020). Factors affecting the microbiological load of Italian hunted wild boar meat (*Sus scrofa*). *Meat Sci* 160: 107967.
- Osaili, T. M., A. A. Al-Nabulsi, R. R. Shaker, A. N. Olaimat, Z. W. Jaradat and R. A. Holley (2013). Thermal inactivation of *Salmonella* Typhimurium in chicken shawirma (gyro). *International Journal of Food Microbiology* 166: 15-20.
- Osaili, T. M., C. L. Griffis, E. M. Martin, B. L. Beard, A. E. Keener and J. A. Marcy (2007). Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in breaded pork patties. *Journal of Food Science* 72: M56-M61.
- Podolak, R., E. Enache, W. Stone, D. G. Black and P. H. Elliott (2010). Sources and risk factors for contamination, survival, persistence, and heat resistance of *Salmonella* in low-moisture foods. *J Food Prot* 73: 1919-1936.
- Pospischil, A., R. L. Wood and T. D. Anderson (1990). Peroxidase-antiperoxidase and immunogold labeling of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella choleraesuis* var *kunzendorf* in tissues of experimentally infected swine. *Am J Vet Res* 51: 619-624.
- Ramanzin, M., A. Amici, C. Casoli, L. Esposito, P. Lupi, G. Marsico, S. Mattiello, O. Olivieri, M. P. Ponzetta, C. Russo and M. T. Marinucci (2010). Meat from wild ungulates: ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science* 9: e61.
- Reed, W. M., H. J. Olander and H. L. Thacker (1986). Studies on the pathogenesis of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella choleraesuis* var *kunzendorf* infection in weanling pigs. *Am J Vet Res* 47: 75-83.
- Sirichote, P., H. Hasman, C. Pulsrikarn, H. C. Schonheyder, J. Samulioniene, S. Pornruangmong, A. Bangtrakulnonth, F. M. Aarestrup and R. S. Hendriksen (2010). Molecular characterization of extended-spectrum cephalosporinase-producing *Salmonella enterica* serovar Choleraesuis isolates from patients in Thailand and Denmark. *J Clin Microbiol* 48: 883-888.

- Smith, H. W. and J. E. Jones (1967). Observations on experimental oral infection with *Salmonella* dublin in calves and *Salmonella choleraesuis* in pigs. *J Pathol Bacteriol* 93: 141-156.
- SVA (2021a). *Salmonella* hos gris. [on-line, senast uppdaterad 2020-10-06, access 2021-04-20] www.sva.se
- SVA (2021b). Övervakning av *Salmonella choleraesuis* hos vildsvin. [on-line, access 2021-04-15] www.sva.se
- Threlfall, E. J., M. L. Hall and B. Rowe (1992). *Salmonella* bacteraemia in England and Wales, 1981-1990. *J Clin Pathol* 45: 34-36.
- Uzzau, S., D. J. Brown, T. Wallis, S. Rubino, G. Leori, S. Bernard, J. Casadesus, D. J. Platt and J. E. Olsen (2000). Host adapted serotypes of *Salmonella enterica*. *Epidemiol Infect* 125: 229-255.
- Vidilab (2020). Trikinfynd i Sverige. [on-line, access 2021-04-20]. www.vidilab.se
- Vugia, D. J., M. Samuel, M. M. Farley, R. Marcus, B. Shiferaw, S. Shallow, K. Smith, F. J. Angulo and G. Emerging Infections Program FoodNet Working (2004). Invasive *Salmonella* infections in the United States, FoodNet, 1996-1999: incidence, serotype distribution, and outcome. *Clin Infect Dis* 38 Suppl 3: S149-156.
- Wilcock, B. P. (1979). Experimental *Klebsiella* and *Salmonella* infection in neonatal swine. *Can J Comp Med* 43: 200-206.
- Wills, R. W., J. T. Gray, P. J. Fedorka-Cray, K. J. Yoon, S. Ladely and J. J. Zimmerman (2000). Synergism between porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and *Salmonella choleraesuis* in swine. *Vet Microbiol* 71: 177-192.
- Wollin, R. (2007). A study of invasiveness of different *Salmonella* serovars based on analysis of the Enter-net database. *Euro Surveill* 12: E070927 070923.
- Zhan, Z., X. Xu, Z. Gu, J. Meng, X. Wufuer, M. Wang, M. Huang, J. Chen, C. Jing, Z. Xiong, M. Zeng, M. Liao and J. Zhang (2019). Molecular epidemiology and antimicrobial resistance of invasive non-typhoidal *Salmonella* in China, 2007-2016. *Infect Drug Resist* 12: 2885-2897.

