



# Förekomsten av zoonotiska bakterier hos vilda djur i Sverige

---

Emilia Stålhandske

Examensarbete/Självständigt arbete • 30 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Veterinärprogrammet

Uppsala 2024





# Förekomsten av zoonotiska bakterier hos vilda djur i Sverige

*Occurrence of zoonotic bacteria in wild animals in Sweden*

Emilia Stålhandske

<b>Handledare:</b>	<b>Ingrid Hanson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper</b>
<b>Bitr. handledare:</b>	Helena Ljung, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
<b>Bitr. handledare:</b>	Marina Falk, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
<b>Bitr. handledare:</b>	Emma Bergenkvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
<b>Examinator:</b>	Karin Artursson, Statens veterinärmedicinska anstalt / Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

<b>Omfattning:</b>	30 hp
<b>Nivå och fördjupning:</b>	Avancerad nivå, A2E
<b>Kurstitel:</b>	Självständigt arbete i veterinärmedicin
<b>Kurskod:</b>	EX1003
<b>Program/utbildning:</b>	Veterinärprogrammet
<b>Kursansvarig inst.:</b>	Institutionen för kliniska vetenskaper
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Utgivningsår:</b>	2024
<b>Omslagsbild:</b>	Fotografi taget av Emilia Stålhandske
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

**Nyckelord:** Zoonos, vilda djur, antibiotikaresistens, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, ESBL, Sverige

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Veterinärprogrammet



## Sammanfattning

Zoonotiska bakterier i livsmedel utgör en risk för konsumenter och viltkött som inte ska säljas på den öppna marknaden förmedlas ofta till privatpersoner utan kontroll av Livsmedelsverket. Genom övervakning av zoonoser hos vilda djur kan jägare runt om i landet tillsammans med myndigheter ta fram anpassade hygienrutiner som minskar risken att eventuellt bli sjuk vid konsumtion av viltkött. Arbetets syfte var att undersöka förekomsten av zoonotiska bakterier av släktena *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. och ESBL-producerande *Escherichia coli* hos vilda djur skjutna under jakt i Sverige hösten 2023.

I Sverige är det statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) som övervakar viltsjukdomar. Varje år skickas tusentals djur och prover från djur in till SVA för passiv och aktiv övervakning av sjukdomar. Viltstammens hälsoläge anses vara gott, däremot gjordes en ny upptäckt den 25 augusti 2023 då första fallet av afrikansk svinpest påvisades i Fagerstaområdet. Den afrikanska svinpesten är inte en zoonos, och orsakar därmed inte sjukdom hos människor, däremot orsakar den allvarliga problem hos vildsvinen och kan spridas till tamgrisar vilket orsakar stora problem inom tamgris-branschen. För att upptäcka och bekämpa allvarliga sjukdomar, så kallade epizootier, genomförs regelbunden övervakning och provtagning av SVA vilket möjliggör för myndigheter att snabbt sätta in åtgärder för att minska smittspridningen. Dessutom finns flera kontrollprogram för livsmedelsproducerande djur, bland annat för salmonella och campylobacter. På slakterier görs kontroller både utifrån EU:s regler och nationens egna riktlinjer. Zoonoser utgör en risk för människor men ett av de största hoten vi står inför i dagens samhälle är den ökande antibiotikaresistensen. ESBL-*E. coli* är en av de viktigaste multiresistenta bakterierna i Norden och sprids främst via fekal-oral smitta och har påvisats hos vilda fåglar i Sverige.

Syftet med denna studie var att undersöka eventuell förekomst av *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. samt multiresistenta ESBL-*E. coli* hos vilda djur i Sverige. Resultaten av studien kommer att bidra med ökade kunskaper om förekomsten av zoonotiska bakterier hos vilda djur och om konsumtion av viltkött utgör en risk för jägare och konsumenter.

I studien analyserades prover från totalt 31 vilda djur; 18 älgar (*Alces alces*), fyra rådjur (*Capreolus capreolus*), fyra dovhjortar (*Dama dama*), tre vildsvin (*Sus scrofa*), en björn (*Ursidae*) och en rödräv (*Vulpes vulpes*) från 18 olika kommuner i Sverige. Ingen av de undersökta bakterierna kunde påvisas i något av proven. Resultatet av denna studie och resultat från tidigare svenska undersökningar, tyder på att vilda djur i Sverige utgör en begränsad risk för spridningen av salmonella, campylobacter och ESBL-*E. coli* till människa. Tidigare svenska studier har dock påvisat salmonella hos vildsvin och campylobacter samt ESBL-*E. coli* hos vilda fåglar. I denna studie ingick inte provtagning av vilda fåglar och enbart prover från 31 djur analyserades. Dessa begränsningar innebär svårigheter att dra slutsatsen att bakterierna inte förekommer hos djurslagen. Däremot kan vi konstatera att de undersökta djuren inte var bärare av bakterierna. Dessa resultat stöder, tillsammans med tidigare svenska undersökningar, att de undersökta djurslagen utgör en relativt liten risk för jägare och konsumenter.

**Nyckelord:** Zoonos, vilda djur, antibiotikaresistens, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, ESBL, Sverige

## Abstract

The aim of this study was to investigate the presence of zoonotic bacteria of the genera *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. and ESBL-producing *Escherichia coli* in wild animals killed during hunting in Sweden in the fall of 2023. Zoonotic bacteria in food pose a risk to consumers, especially since game meat that are not released on the market is mediated to private consumption without control by the Swedish Food Agency. By monitoring zoonoses in wild animals, hunters and authorities can develop and adapt hygiene routines that reduce the risk of possible disease because of consuming contaminated game meat. The National Veterinary Institute in Sweden monitors wildlife in many aspects, and every year thousands of animals are subject for both passive and active monitoring of diseases.

The overall health of the Swedish wildlife population is widely regarded as good; however, a new discovery was made on August 25 in 2023 where the first case of African swine fever was detected in Sweden in the area close to Fagersta. Despite being non-zoonotic and posing no threat to human health, African swine fever presents a significant hazard to both wild boar and the domestic pig population. If left uncontrolled, it could inflict a calamitous impact on the domestic pig industry. Thanks to monitoring and sampling with help from Swedish hunters, this outbreak of African swine fever was detected early and implemented measures were successful and reduced the spread of infection.

Beyond the public health concerns associated with zoonotic diseases, the overarching challenge we face in today's society is the pervasive emergence of antibiotic resistance. This resistance, particularly in strains of *Escherichia coli* (*E. coli*) that produce Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamases (ESBLs), poses a significant threat to human health. ESBL-producing *E. coli* is prevalent in the Nordic region, primarily spreading through faecal-oral routes and even detected in wild bird populations in Sweden.

To mitigate these risks, additional control and monitoring programs have been implemented for food-producing animals in Sweden, such as the salmonella and campylobacter programs. At slaughterhouses, stringent sampling protocols are followed, adhering to both EU regulations and national guidelines. These measures aim to identify and prevent the spread of zoonotic pathogens and reduce the risk of antibiotic resistance transmission to human through meat consumption.

The aim of this study was to investigate the possible occurrence of *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. and ESBL-*E. coli* in wild animals. The results of the study will contribute with increased knowledge about the prevalence of these zoonotic bacteria and whether they pose a risk to hunters and consumers.

This study analysed a total of 31 samples from wild animals: 18 moose (*Alces alces*), four roe deer (*Capreolus capreolus*), four fallow deer (*Dama dama*), three wild boar (*Sus scrofa*), one bear (*Ursidae*) and one red fox (*Vulpes vulpes*) from eighteen different municipalities. None of the mentioned bacteria could be detected in any of the samples. The result of this study suggests that wild animals in Sweden pose a limited risk for the spread of salmonella, campylobacter and ESBL-*E. coli*. However, previous studies have demonstrated salmonella in wild boars and campylobacter as well as ESBL-*E. coli* in wild birds. This study did not include sampling of wild birds and only 31 individuals were analysed and thus we cannot conclude that the bacteria do not occur at all. However, we can state that the investigated animals were not carriers. In conjunction with previous Swedish studies, these findings bolster the notion that the sampled animal species present a relatively minor hazard to consumers.

Keywords: Zoonoses, wild animals, antibiotic resistance, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, ESBL, Sweden

# Innehållsförteckning

<b>Förkortningar</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Litteraturoversikt</b> .....	<b>13</b>
2.1 Vilthantering i Sverige .....	13
2.1.1 Kontaminering av slaktkroppen .....	13
2.2 Zoonotiska bakterier och antibiotikaresistens hos vilda djur .....	14
2.2.1 ESBL-producerande <i>Escherichia coli</i> .....	16
2.2.2 <i>Campylobacter</i> spp. ....	17
2.2.3 <i>Salmonella</i> spp. ....	18
<b>3. Material och metoder</b> .....	<b>21</b>
3.1 Studiepopulation och provtagning av vilda djur .....	21
3.2 Provhantering och analys .....	21
3.2.1 <i>Salmonella</i> spp. ....	21
3.2.2 ESBL-producerande <i>Escherichia coli</i> .....	24
3.2.3 <i>Campylobacter</i> spp. ....	24
3.2.4 MALDI-TOF .....	25
<b>4. Resultat</b> .....	<b>27</b>
4.1 Provtagningsuppgifter .....	27
4.2 <i>Salmonella</i> spp. ....	28
4.3 ESBL-producerande <i>Escherichia coli</i> .....	29
4.4 <i>Campylobacter</i> spp. ....	29
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>30</b>
5.1 Förekomsten av <i>Salmonella</i> spp. hos vilda djur .....	30
5.2 Förekomsten av ESBL-producerande <i>Escherichia coli</i> hos vilda djur .....	31
5.3 Förekomsten av <i>Campylobacter</i> spp. hos vilda djur .....	32
5.4 Studiedesign .....	33
5.5 Konklusion.....	34
<b>Referenser</b> .....	<b>35</b>
<b>Populärvetenskaplig sammanfattning</b> .....	<b>42</b>
<b>Tack</b> .....	<b>44</b>
<b>Bilaga 1</b> .....	<b>45</b>
<b>Bilaga 2</b> .....	<b>46</b>
<b>Bilaga 3</b> .....	<b>47</b>





# Förkortningar

BG-agar	Brilliant Grön Agar
BPV	Buffrat Pepton Vatten
BVF	Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap
CCDA-agar	Charcoal Cefoperzone Deoxycholate agar
EC	Enterobacteriaceae
ESBL	Extended Spectrum Beta-Lactamase
HBIO	Institutionen för husdjurens biovetenskaper
MALDI-TOF	Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry
MRSV-agar	Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis agar
PCR	Polymerase Chain Reaction
SVA	Statens veterinärmedicinska anstalt
TAB	Totala antal Aeroba Bakterier
WHO	World Health Organisation
XLD-agar	Xylos Lysin Deoxycholatagar



# 1. Inledning

I Sverige finns ungefär 300 000 jägare enligt Svenska Jägareförbundets register om hur många invånare som löste statligt jaktkort år 2021 (Jägareförbundet 2023). Jakten har alltid haft en betydande roll i samhället, under Jägarstenåldern levde människan på jakt, fiske och framför allt samlande. Idag har jakten inte bara ett kulturellt och personligt värde utan den är också viktig för att reglera viltstammarnas storlek och bidrar till forskning, kartläggning av sjukdomar samt bidra till en ökad förståelse av våra vilda djur och naturen.

I Sverige övervakar Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) viltsjukdomar genom riktad och rutinmässig provtagning, samt obduktion av vilda djur (SVA 2022a). Privatpersoner har möjlighet att skicka in prover vid misstanke om sjukdom och som rutin för undersökning av trikiner hos vildsvin och björn, i nuläget är trikinanalys av vildsvin gratis. Under 2022 registrerade SVA totalt 3 528 prover från vilda djur och hälsoläget hos den svenska viltstammen anses över lag vara gott.

Förekomsten av antibiotikaresistenta och zoonotiska bakterier hos vilda djur kan utgöra en risk för överföring av sjukdomar till tamdjur och människor. Antibiotikaresistens är ett växande globalt problem som inte bara påverkar människans hälsa utan även djur och miljön. Resistensen sprids via människor, jordbruk, kontamination av miljön samt tama och vilda djur som är bärare av resistenta bakterier (WHO 2014; Collignon *et al.* 2018). Vilda djur kan exponeras för resistenta bakterier till exempel genom human kontakt, miljön, kontaminerat vatten och avföring (Martinez 2009). Det är inte enbart användning av antibiotika som driver fram resistens utan antimikrobiella medel produceras av bakterier och svampar som förekommer naturligt i alla miljöer inklusive jord (Sengupta *et al.* 2013). Det finns flera bakterier som utvecklat antibiotikaresistens genom exponering av naturligt producerade antimikrobiella medel som till exempel Vancomycin-resistenta enterokocker (VRE) och *Klebsiella pneumoniae*.

Vid omhändertagande av skjutet vilt är det är i många fall jägaren själv som slaktar och styckar viltet. Flertalet studier som gjorts visar att främst slakthygien och förvaring av köttet har betydelse för kontaminering av köttet (Mirceta *et al.* 2017; Orsoni *et al.* 2020). Eftersom jakten tillhör primärproduktionen får jägare förmedla

en viss mängd viltkött till konsumenter utan att det besiktigats av Livsmedelverkets personal enligt (EG) nr 852/2004. Köttfördelningen sker i många fall inom jaktlagen och med markägaren. Eftersom viltkött inte genomgår samma övervakning avseende zoonoser som livsmedelsproducerande djur, är det av intresse att undersöka förekomsten av zoonotiska bakterier hos vilda djur. Detta för att kunna informera om risker och utforma hygienrutiner som jägaren själv kan tillämpa för att minska risken för att bli sjuk av kontaminerat kött.

Syftet med denna studie är att undersöka förekomsten av *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. och ESBL-producerande *Escherichia coli* hos vilda djur. Resultatet från studien kommer att bidra till vår förståelse för om dessa bakterier kan utgöra en risk för jägare och konsumenter av viltkött.

## 2. Litteraturöversikt

### 2.1 Vilthantering i Sverige

Jaktåret 2020/2021 sköts cirka 80 300 älgar, 115 000 rådjur, 70 000 dovvilt, 7 500 kronvilt och 158 000 vildsvin (Viltdata 2023). Inrapportering sker av jägare vilket innebär att det finns risk för underrapportering. Älgen (*Alces alces*) är det djur som är viktigast för viltköttproduktionen i Sverige och bidrar med ca. 67 % av allt viltkött som konsumeras (Wiklund & Malmfors 2014).

Enligt förordningen om regler avseende livsmedelshygien för primärproducenter (EG) nr 852/2004 tillhör jakten primärproduktionen av livsmedel. Eftersom jakten räknas som en del av primärproduktionen får jägare i vissa fall förmedla en mindre mängd viltkött direkt till slutkonsumenter och detaljhandelsanläggningar utan att det har besiktigats av Livsmedelsverkets kontrollpersonal. Björn och vildsvin är dock undantagna då de måste passera en vilthanteringsanläggning och analyseras för trikiner, om inte köttet enbart konsumeras för eget bruk se 61 och 63 §§ LIVSFS 2005:20.

Om viltkött ska vara godkänt på marknaden inom Sverige, övriga EU eller exporteras utanför EU måste viltet hanteras av en vilthanteringsanläggning och godkännas av Livsmedelsverkets kontrollpersonal se Artikel 4.2 i förordningen (EG) nr 853/2004. Det är Livsmedelsverket som godkänner anläggningarna och i Sverige finns idag 187 godkända vilthanteringsanläggningar (Livsmedelsverket 2023a).

#### 2.1.1 Kontaminering av slaktkroppen

Flertalet studier visar att det är främst slaktmetod och livsmedelshygien (avhudningsteknik, förvaring av slaktkroppen) som har en betydande roll för kontaminering av köttet (Mirceta *et al.* 2017; Orsoni *et al.* 2020). I en italiensk studie analyserades slaktkroppar från vildsvin avseende totala antal aeroba bakterier (TAB) och halten bakterier tillhörande *Enterobacteriaceae* (EB) samt förekomsten av *Salmonella* spp. (Orsoni *et al.* 2020). Syftet med studien var att undersöka olika faktorer som påverkar den mikrobiella kontamineringen av köttet. Prover togs från;

filé (*psaos major*) och skinkan (*gluteus medius*, *gluteus maximus* och *semi-tendinosus*). Studien visade ett samband med en ökning av TAB och vildsvinets ålder där högre TAB påvisades hos de äldre vildsvinen jämfört med ungdjuren. Andra faktorer som gav en generell ökning av TAB och EB hos slaktkroppar var om kropparna spolats med dricksvatten jämfört med de som inte spolats, samt en ökning med ökat tidsintervall mellan urtagning och avhudning. *Salmonella* spp. kunde inte påvisas i något av proverna. Tekniken som används vid avhudning är också viktig då pälsen inte bör vidröra köttet på grund av kontaminationsrisk (Casoli *et al.* 2005).

I en finsk studie provtogs slaktkroppar från 100 älgar och 100 vitsvanshjortar i samband med jakt från 25 olika anläggningar avseende förekomst av mikrobiell kontamination (Sauvala *et al.* 2019). Kropparna svabbades och analyserades för totala antalet aeroba mesofila bakterier (MAB), totala antalet *Enterobacteriaceae* (EB) och förekomst av *E. coli* (EC) med ”drop plate method” där provmaterialet späds i olika spädningar och droppas på en agar-platta. De screenade också kropparna för *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., *Listeria monocytogenes* och shiga-toxinproducerande *E. coli* (STEC) med Polymerase Chain Reaction (PCR). Resultatet i studien påvisade enstaka fall med campylobacter hos älg (6 %) och hjort (2 %). *Salmonella* påvisades enbart hos älg med en prevalens på 4 %. STEC och *Listeria monocytogenes* påvisades mer frekvent i 14 % respektive 10 % av de provtagna djuren. Resultaten av MAB-, EC- och EB-värdena jämfördes med EU:s livsmedelshygienkriterier för slaktkroppar från idisslare (EG) 2073/2005 där de påvisade höga värden av MAB hos 25 % av älgarna och 34 % av vitsvanshjortarna vilket därmed överskrider EU:s direktiv och slaktkropparna bedömdes som otillfredsställande. För höga halter EB påvisades hos 47 % av älgarna och 23 % av hjortarna.

Vid felpacerade skott i bukområdet observerades en generell ökning av EB. Även utetemperaturen vid jakten spelade roll, då lägre halter av EB kvantifierades vid kallare temperaturer under vinterhalvåret. Generellt i studien sågs ett samband med höga halter av MAB och *E. coli* vid slaktanläggningar som endast bestod av ett rum där alla slaktmoment inklusive avhudning utfördes. Dessutom förvarades avhudade kadaver i samma rum som djur med huden kvar.

## 2.2 Zoonotiska bakterier och antibiotikaresistens hos vilda djur

Zoonoser har resulterat i stora konsekvenser för den humana hälsan sedan urminnes tider. Det har medföljt stort lidande och ibland massdöd, till exempel sjukdomar

som pesten under medeltiden och det senaste exemplet med COVID-19-pandemin. I en sammanställning av Jones *et al.* (2008) analyserades data mellan 1940 och 2004 över uppkomsten av nya smittsamma sjukdomar. Totalt studerades data för 335 sjukdomar och 60,3 % av sjukdomarna klassades som zoonoser, utav dessa hade 71,8 % sitt ursprung från vilda djur. De vanligaste patogenerna som orsakade dessa sjukdomar var bakterier, däribland multiresistenta bakteriestammar. Att multiresistenta bakterier förekommer hos vilda djur ses som ett relativt nytt fenomen, däremot har resistenta bakterier hittats i prover från miljön i årtionden (Sato *et al.* 1978; Hughes & Datta 1983; Kanai *et al.* 1983).

Multiresistenta bakterier är ett av de största hoten mot den globala hälsan. Flertalet studier visar att förekomsten av antibiotikaresistens hos vilda djur är högre i områden med hög mänsklig aktivitet (Skurnik *et al.* 2006; Allen *et al.* 2010). Skurnik *et al.* (2006) undersökte förekomsten av *E. coli* i färsk avföring från 150 vilda fåglar och däggdjur som delades in i tre olika grupper baserad på vilket område de befann sig i och dess befolkningstäthet. De tre områdena bestod av; 18 djur från områden med  $\leq 1$  invånare per km<sup>2</sup> (däribland Antarktis), 71 djur i centrala Pyrenéerna med  $< 50$  invånare per km<sup>2</sup> och 61 djur från en skog i närheten av Paris med 200 invånare per km<sup>2</sup>. Därefter testades *E. coli* isolaten för sju resistensmarkörer som leder till antibiotikaresistens och inkluderade amoxicillin, sulfametoxol, kloramfenikol, kanamycin, streptomycin, tetracyclin och naltrixinsyra. I studien påvisades ingen resistens hos isolaten från djuren i områden med lägst befolkningstäthet, från djuren i centrala Pyrenéerna påvisades resistens hos 17 % av isolaten och i området kring Paris var hela 49 % av isolaten bärare av resistens. Resultatet tyder på ett samband mellan ökad förekomst av antibiotikaresistens hos vilda djur som befinner sig i områden med högre befolkningstäthet. Däremot har det rapporterats om fall med multiresistenta ESBL-*E. coli* hos vilda fåglar i områden avlägsna från civilisationen och mänsklig närvaro (Hernandez *et al.* 2010). I studien påvisades *E. coli* stammar med humant ursprung vilket tyder på att fåglar kan bära på resistenta bakterier från människor och därmed spela en viktig roll som vektorer för spridning av sjukdomar.

En annan studie på Sicilien analyserades feces och organprover (tarmar, lever, mjälte, hjärta, njurar och lungor) från totalt 368 vilda djur; fåglar, däggdjur och reptiler. I studien användes odling för påvisandet av vanliga kommensaler (Enterokocker, Stafylokocker, Streptokocker, *Klebsiella* spp., *Clostridium* spp., *Campylobacter* spp., *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa* och *Hafnia alvei*) och *Salmonella* spp. för att vidare analysera isolaten avseende antibiotikaresistens för åtta antibiotikaklasser (Gambino *et al.* 2021). Av de 368 proverna påvisades en eller flera bakteriearter i 60,4 % av proverna (222/368) och den vanligast förekommande genuset var *Escherichia* (51,3 %), följt av *Clostridium* (22,5 %), *Citrobacter* (16,6 %) och *Aeromonas* (14,4 %). Av dessa påvisades antibiotika-

resistens hos 61 av proverna, varpå dessa prover analyserades vidare för att fastställa vilka antibiotikaklasser de hade resistens emot. Den vanligast påvisade resistensen var mot ampicillin (42 %). Sju av isolaten var dessutom multiresistenta, däribland *E. coli* isolerad från en uggle med resistens mot penicillin, cefalosporiner, och aminoglykosider.

### 2.2.1 ESBL-producerande *Escherichia coli*

*Escherichia coli* är en kommensal som tillhör normalfloran och finns framför allt i den kaudala delen av tunntarmen och tjocktarmen hos däggdjur och fåglar. Bakterierna är korta, rörliga, gramnegativa stavar (VetBact 2023). ESBL är en förkortning av Extended Spectrum Beta-Lactamase och ett samlingsnamn för enzymer, betalaktamaser, som produceras av bakterier som kan bryta ner betalaktamer som utgör den reaktiva delen av beta-laktamantibiotika däribland; penicillin, tredje generationens cefalosporiner och monobaktamer (Kliebe *et al.* 1985; Jacoby & Munoz-Price 2005).

ESBL-producerande *E. coli* är ett stort problem både inom human- och veterinärmedicin och det ses en ökad förekomst både kliniskt, hos lantbruksdjur och i miljön runt Europa inklusive Sverige (Costa *et al.* 2006; Coque *et al.* 2008; Guenther *et al.* 2011). Varje år redovisar Swedres-Svarm en rapport i samarbete med Folkhälsomyndigheten som sammanställer antibiotikaanvändningen och resistensläget av utvalda bakterier inom djur- och humanvården i Sverige (SVA 2022b). I den senaste rapporten för 2022 konstaterades 9 611 fall av infektion med ESBL-producerande bakterier inom humanvården.

#### *ESBL-producerande E. coli hos vilda djur*

Vilda djur exponeras normalt inte för antibiotika, däremot kan de indirekt exponeras via människor, domesticerade djur, kontaminerad miljö och vatten (Allen *et al.* 2010). Vattenbruk är en av de snabbast växande produktionerna i världen (FAO 2018) och på flera håll i världen används rikligt med antibiotika inom fiskindustrin och multiresistenta bakterier har påvisats hos fiskar och i vattenbruk (Watts *et al.* 2017). Antibiotikaanvändning i rent tillväxtbefrämjande syfte är förbjudet inom EU sedan 2006 och i Sverige har förbudet funnits sedan 1989, däremot finns inte samma restriktioner i andra regioner i världen och det används i hög utsträckning i flera utvecklingsländer. I Europa har bland annat ESBL-*E. coli* påvisats hos guldsparider (*Sparus aurata*) fiskade i Atlanten längs västkusten i Portugal där 4,2 % av 118 fiskar bar på isolaten (Sousa *et al.* 2011).

Flera studier har konstaterat att ESBL-*E. coli* förekommer utbrett hos flera vilda djurpopulationer, framför allt hos vilda fåglar (Costa *et al.* 2006; Guenther *et al.* 2011; Atterby *et al.* 2017). ESBL-*E. coli* har bevakats främst hos måsar då de har



nära kontakt med människor, migrerar över stora områden och finns utspridda över hela världen (Stedt *et al.* 2015; Atterby *et al.* 2017). Det första konstaterade fallet av ESBL-*E. coli* hos vilda djur rapporterades 2006 i Portugal där man tog avföringsprover från olika djurarter i ett naturreservat (Costa *et al.* 2006). Totalt analyserades 72 prover varav 56 av dessa hade växt på Levine-agar plattor med cefotaxim. ESBL-*E. coli* påvisades hos 16 % av de 56 proverna.

Atterby *et al.* (2017) påvisade ESBL-producerande *E. coli* hos måsar i Sverige med en förekomst på 17 % (N=170). När de jämförde isolaten som påvisats hos måsarna med inhemska humana fall påvisades en genetisk likhet mellan isolaten. Stammarna hos måsarna jämfördes sedan med isolat som påvisats hos människor i studier utförda i andra länder i Europa där likadana gener rapporterats i isolat från människor i flertalet länder (Geser *et al.* 2012; Valenza *et al.* 2014; Hoek *et al.* 2015). Författarna påvisade en genetisk likhet mellan isolat av ESBL-*E. coli* hos människor och måsar, däremot påvisades inget bevis på klonal spridning. Studiens resultat, menar författarna, stödjer hypotesen att måsar kan fungera som miljö-reservoarer av ESBL-*E. coli* och genom att undersöka måsarnas isolat ges indikationer på vilka typer av antibiotikaresistens som cirkulerar i den humana populationen.

Det finns få rapporter om ESBL hos övriga vilda djur utöver fåglar. En europeisk studie där man analyserade viltkött från Österrike, Kroatien, Tyskland, Polen, Slovenien, Schweiz och Nya Zeeland påvisade ESBL hos 35 % av de 111 provtagna djuren (Nüesch-Inderbinen *et al.* 2022). Bakterien hittades hos kronhjort (63 % N=38), rådjur (20 % N=42) och vildsvin (21 % N=28) och främst i kött från Polen (N=16) och Slovenien (N=22). Totalt typades 35 % av isolaten som ESBL-*E. coli*. I deras studie påvisades därmed ESBL-producerande *Enterobacteriaceae* hos ungefär 1/3 av proverna, däremot passerade allt kött genom samma anläggning vilket gör att korskontamination inte går att utesluta. Fyndet indikerar dock att viltkött kan vara kontaminerat av ESBL-producerande bakterier och därmed uppmanar författarna att utökad medvetenhet om korrekt hantering av viltkött bör övervägas för att minska risken att konsumenter smittas.

### 2.2.2 *Campylobacter* spp.

*Campylobacter* är rörliga, gramnegativa, mikroaerofila, stavformiga bakterier som finns över hela världen. Enligt World Health Organisation (WHO) är *campylobacter* en av de fyra främsta orsakerna till diarré hos människor och den vanligast rapporterade bakterien som orsakar gastroenterit i Europa, USA och Australien (WHO 2020). I Sverige har omkring 5 000 fall av humana *campylobacter*-infektioner rapporterats de senaste två åren (Folkhälsomyndigheten 2023a).

Det finns flera olika arter av campylobacter och det är främst *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* och *C. coli* som orsakar gastrontestinala besvär hos människa (Folkhälsomyndigheten 2017). Bakterien är zoonotisk och är främst anpassad att leva i tarmarna och förekommer hos de flesta djurslag. Den främsta smittvägen till människor är via livsmedel (SVA 2023a). I Sverige är campylobacterinfektion hos människa anmälningspliktig och sedan 1991 finns ett övervakningsprogram för campylobacter hos slaktkyckling.

#### *Campylobacter* hos vilda djur

*Campylobacter* är en tarmbakterie och framför allt anpassade till miljön i tarmarna hos fåglar. I en studie av vilda fåglar i Sverige påvisades *Campylobacter jejuni* hos hela 82 % av de 66 kråkfåglar som analyserades (Söderlund *et al.* 2019b). Studien visade att isolaten hade genetisk koppling till både isolat från kycklingar och människor i Sverige. Denna genetiska koppling indikerar att kråkfåglar kan bidra till överföringen av campylobacter till människor och tvärt om. I en liknande studie gjord i Kalifornien jämfördes 184 isolat av *Campylobacter* spp. från vilda fåglar, lantbruksdjur, primater och människor (Weis *et al.* 2016). Studien visade liknande resultat där man genom helsekvensering påvisade en hög överrensstämmelse mellan de sekvenserade isolaten från just kråkfåglar (17 %) med de som hittats hos människor.

Utöver kråkfåglar har *Campylobacter* spp. även påvisats hos andra vilda djur såsom vildsvin. I en finsk studie påvisades *Campylobacter* spp. hos 5 % av 130 provtagna vildsvinen där samtliga isolat påvisades med PCR (Fredriksson-Ahomaa *et al.* 2020). I en annan svensk studie med en mer omfattande provtagning av 791 vilda djur påvisades *Campylobacter* spp. med odling hos de flesta djurslag med en prevalens på 22 % hos måsar (N=104), 15 % hos Kanadagäss (N=105), 4 % hos rådjur (N=172) och 1 % hos hare (N=118) och älg (N=86) (Wahlström *et al.* 2003).

### 2.2.3 *Salmonella* spp.

*Salmonella* spp. lyder under zoonoslagen och är gramnegativa stavar där de flesta stammarna är rörliga med flageller (SVA 2023b). *Salmonella* tillhör familjen *Enterobacteriaceae* och består av två arter; *S. enterica* och *S. bongori*. Vilda djur kan spela en viktig roll i epidemiologin vid ett salmonellautbrott och därmed utgöra en risk mot både människor och livsmedelsproducerande djur. De flesta salmonella-infektionerna är zoonotiska och är en av våra viktigaste och kändaste zoonoser. Humana utbrott av salmonella sker främst via intag av livsmedel som inte hettats upp tillräckligt (Folkhälsomyndigheten 2023b). I Sverige rapporteras ungefär 1000 humana fall per år där majoriteten (75 %) är smittade utomlands.

Salmonella är intracellulär och invaderar tarmens mucosa främst i den distala delen av ileum (Carter & Collins 1974). Bakterien integrerar tarmslemhinnans celler, först M-celler som sedan spricker och orsakar vävnadsskada vilket möjliggör för bakterien att sprida sig vidare för att sedan ta sig via Peyers plack till de mesenteriska lymfknutorna (Jones *et al.* 1994). Hos människa ger infektion med salmonella upphov till ett akut sjukdomsförlopp med feber, diarré, buksmärter och ibland kräkningar (Folkhälsomyndigheten 2023b).

I Sverige är Jordbruksverket den ansvariga myndigheten för kontroll- och övervakningsprogrammet hos animalieproducerande djur (Livsmedelsverket 2023b). Vid misstanke om sjukdom ska en veterinär ta prov från djuren och/eller miljön och skicka proverna till ett laboratorium som i sin tur har anmälningsplikt vid konstaterat positivt fall. Anmälan görs till Jordbruksverket och aktuell Länsstyrelse. Sverige har en så kallad salmonellagaranti som är en EU-bestämmelse som återfinns i artikel 8 i förordningen (EG) nr 853/2004 (EU 2004) och (EG) nr 1688/2005 (EU 2005) vilken innebär att import av livsmedel från länder som inte ingår i garantin måste genomgå provtagning innan införsel i landet. Tack vare dessa kontrollprogram har Sverige sedan många år en låg förekomst av salmonella i ägg och kött.

#### *Salmonella spp. hos vilda djur*

Flertalet studier som gjorts under åren har påvisat *Salmonella* spp. hos vilda fåglar i Sverige (Hernandez *et al.* 2003; Wahlström *et al.* 2003; Palmgren *et al.* 2006; Söderlund *et al.* 2019a). Salmonella förekommer dock i en relativt låg grad hos vilda fåglar. I studien av Palmgren *et al.* (2006) togs svabbprover från 1047 skrattmåsar där *Salmonella* spp. påvisades hos 2,7 % av fåglarna och den dominerande arten var *S. typhimurium*. I studien påvisades inget tydligt samband mellan smitta från skrattmåsar till människa, däremot menar författarna att möjligheten kvarstår att måsar kan spela en roll i spridningen av salmonella-arter som annars är väldigt ovanliga i Sverige. Söderlund *et al.* (2019a) gjorde en retroaktiv studie av inhemska fall av salmonella mellan 2009–2016 och påvisade ett samband på smitta mellan fåglar, katter och människor. Humana salmonella-fall i Sverige har en säsongrelaterad ökning där mest fall ses i februari-mars och är associerat med salmonella hos utekatter. Utöver fåglar har det även påvisats ett genetiskt samband mellan salmonella från igelkottar och människor (Wahlström *et al.* 2011).

Under 2022 och 2023 har SVA haft en utökad provtagning av vildsvin avseende salmonella med syfte att kartlägga *Salmonella choleraesuis* som ökat kraftigt senaste åren efter att inte ha påvisats i Sverige på cirka 40 år (Ernholm *et al.* 2022). Övervakningen påbörjades 2020 i samband med ett utbrott i en tamgrisbesättning i Skåne. I studien har *S. choleraesuis* påvisats hos till synes friska vildsvin men framför allt från fallvilt eller sjuka avlivade vildsvin. Av totalt 838 vildsvin påvisa-

des *S. choleraesuis* hos 130 individer enligt data från SVA tagen 2023-12-07 (SVA 2023c). Serotypen *choleraesuis* är värd-anpassad till grisar, men det finns också rapporterade fall hos människor (Chen *et al.* 1999; Chiu *et al.* 2004). Bakterien har visat sig orsaka en hög incidens av bakteremi och allvarliga infektioner. Infektion med *S. choleraesuis* är vanligt förekommande i flertalet asiatiska länder, i Taiwan och Thailand är det den vanligaste orsaken till salmonella-infektion hos människa (Bangtrakulnonth *et al.* 2004; Chang *et al.* 2005). Hos tamgrisar och vildsvin kan bakterierna orsaka allvarliga symtom som septikemi och kan ha förödande konsekvenser för tamgrisproduktionen (Methner *et al.* 2010).

## 3. Material och metoder

### 3.1 Studiepopulation och provtagning av vilda djur

Jägare runt om i landet kontaktades via ett offentligt inlägg på Facebook och 100 provtagnings-kit för analys av feces och tunntarmslymfknotor skickades ut kontinuerligt under perioden 1 september till 7 november 2023. Provtagningen gjordes av jägare i samband med urtagning av vilt under jakten hösten 2023. Feces samlades från rektum i ett Falcon-rör och tunntarmslymfknotor togs ut och placerades i en stomacher påse försluten med en påsklämma. Totalt samlades 31 prover från 18 olika kommuner. Första provet inkom 12/9–23 och sista provet 1/12–23.

Vid varje provtagning fyllde jägaren i en remiss med data om djuret innefattande; djurslag, uppskattad ålder, kommun och provtagningsdatum. Se bilaga 1 och 2 för medskickad provtagningsinstruktion och remiss.

### 3.2 Provhantering och analys

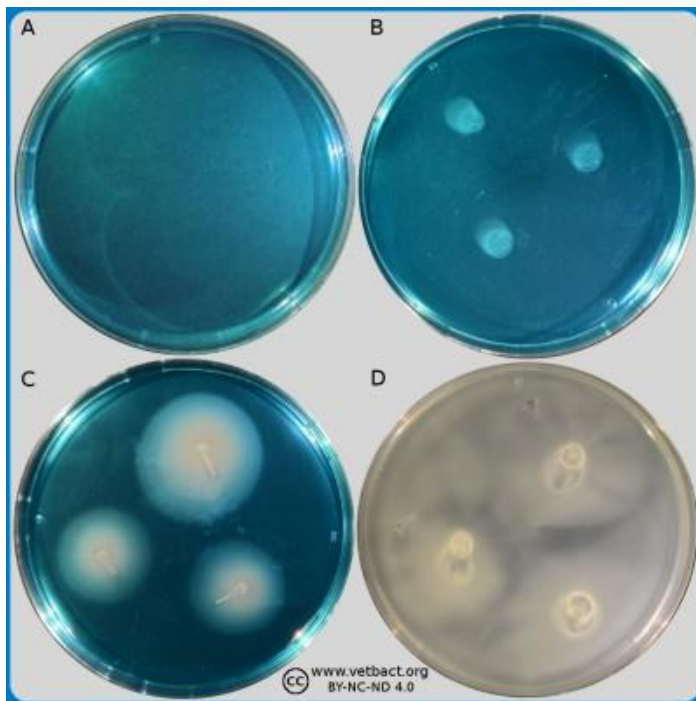
Proverna skickades med post utan kylklampar till Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap (BVF). Analyserna påbörjades samma dag som proverna ankom till laboratoriet och alla data om proverna registrerades i Microsoft Excel.

#### 3.2.1 *Salmonella* spp.

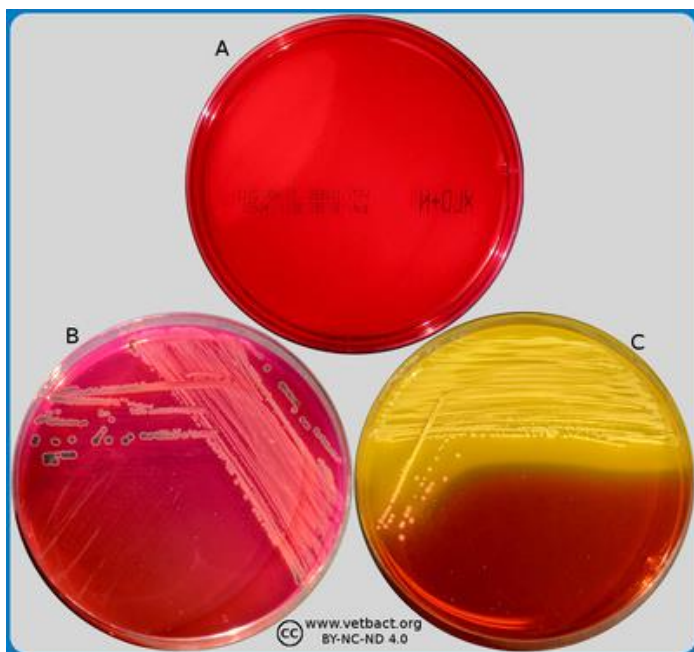
Vid analys avseende förekomst av *Salmonella* spp. användes tunntarmslymfknotor där målet var att göra en preanrikning med 10 gram lymfknotor och 90 ml buffrat peptonvatten (BPV). Lymfknotorna fridissekerades från fett och fascia med sterila instrument och klipptes i mindre bitar. I de fall där det inte fanns tillräckligt med material (<10 g) togs den mängden lymfknotor som fanns tillgänglig och BPV tillsattes i förhållande 1:9. I två av de inkomna proverna saknades tunntarmslymfknotor helt, i de fallen gjordes analysen i stället på feces-anrikningen (se nedan i metod för ESBL-*E. coli*) i ett av fallen och i det andra fallet gjordes anrikningen

på tunntarmslemhinna där 10 g slemhinna klipptes i små bitar och 90 ml BVP tillsattes. Preanrikningen stomacherades i 60 sekunder och inkuberades i 37 °C i 24 +/- 1 h.

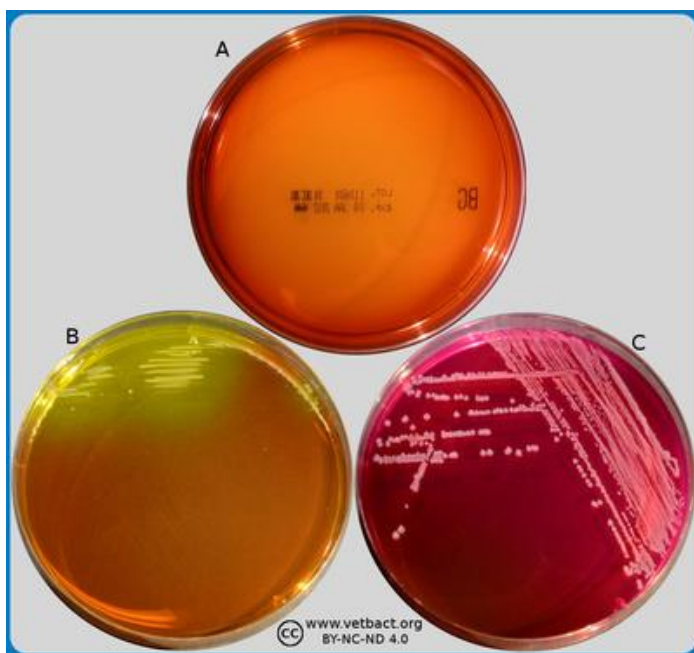
Efter ett dygns inkubering pipetterades 100 mikrogram av preanrikningen och fördelades på tre områden på en Modified Semi-solid Rappaport Vassiliadis (MSRV) -agar platta (figur 1) vilken inkuberades med locket uppåt i 41,5 °C och avlästes efter ett dygn. Om ingen misstänkt växt av *Salmonella* spp. påvisades på plattan efter det första dygnet, inkuberades den ytterligare ett dygn för ny avläsning. Om ingen växt sågs efter två dygn bedömdes provet som ingen växt av salmonella. Vid växt av misstänkt salmonella överfördes misstänkta kolonier till Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) (figur 2) och Brilliant Grön (BG) -agar plattor (figur 3) vilka inkuberades i 37 °C i ett dygn. Inget av proverna hade misstänkt växt och därmed gjordes ingen vidare analys med Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) och proverna ansågs som negativa.



Figur 1. MSRV-agarplattor; På platta A har inga bakterier odlats. På platta B växer en bakterie som inte tillhör *Salmonella* spp. På platta C och D har man odlat *Salmonella enterica* subsp. *enterica* där C inkuberats i ett dygn och D i 2 dygn. MSRV är semifast och salmonellan svärmar vilket ger den dess utseende (Vetbact u.å.).



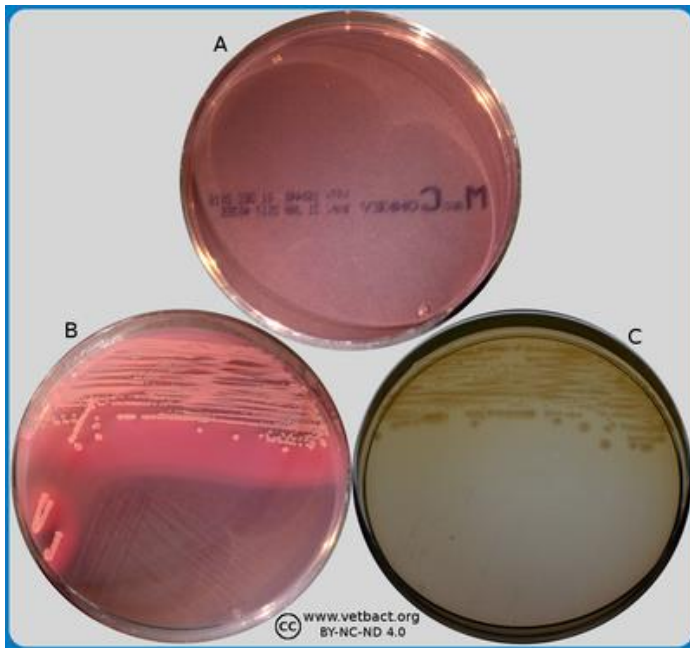
Figur 2. XLD-agarplattor; På platta A har inga bakterier odlats. På platta B har *Salmonella* spp. odlats vilket ses som rosa kolonier med ett svart centrum. På platta C har *E. coli* odlats och det har skett ett färgomslag då de är laktosfermenterande (Vetbact u.å.).



Figur 3. BG-agarplattor. På platta A har inga bakterier odlats. På platta B har *E. coli* odlats vilket ger ett gult färgomslag och på platta C har *Salmonella* spp. odlats vilket innebär att agarn blivit mörkröd och kolonierna rosa (Vetbact u.å.).

### 3.2.2 ESBL-producerande *Escherichia coli*

Vid analys av ESBL-producerande *E. coli* överfördes 10 gram feces i en stomacherpåse och blandades med 90 ml buffrat peptonvatten (BPV) därefter masserades utsidan av påsen för hand. I de fall där det inte fanns tillräckligt med material blandades feces-BPV i förhållande 1:9. Preanrikningen inkuberades i 37 °C i 24 ± 1 h. Efter inkubering överfördes 10 µl av preanrikningen till MacConkey med cefotaxim-plattor (figur 4) och därefter inkuberades plattorna i ett dygn i 37 °C. I ett fall sågs misstänkt växt av *E. coli* och de misstänkta kolonierna identifierades till artnivå med MALDI-TOF MS.



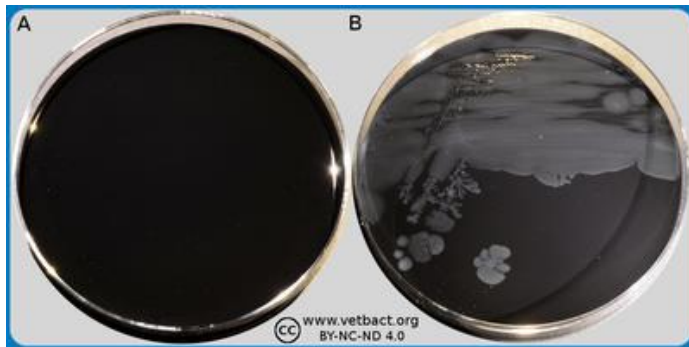
Figur 4. MacConkey-agarplattor. På platta A har inga bakterier odlats, platta B växer *E. coli* och platta C *Proteus vulgaris*. Vid växt av *E. coli* ses rosa färgomslag och ljusrosa kolonier eftersom agarn innehåller laktos och *E. coli* är laktosfermenterande (Vetbact u.å.).

### 3.2.3 *Campylobacter* spp.

Vid analys avseende förekomst av *Campylobacter* spp. gjordes direktodling enligt ISO 10272-1. Samma dag som proven ankom till laboratoriet togs prov från mitten av fecesprovet med en 10 µl ögla med vilken feces ströks på modifierad Charcoal Cefoperzone Deoxycholate agar plattor (mCCDA) med sedvanligt trestryk. Därefter inkuberades plattorna mikroaerofilt i 37 °C och avlästes efter två dygn tillsammans med en kontrollplatta med *Campylobacter jejuni* på en blodagarplatta. Vid liten eller ingen växt efter två dygn inkuberades mCCDA (figur 5) ytterligare tre dygn för slutgiltig avläsning. Ingen av proverna hade misstänkt växt och därmed



gjordes ingen vidare analys med MALDI-TOF MS utan proverna ansågs som negativa.

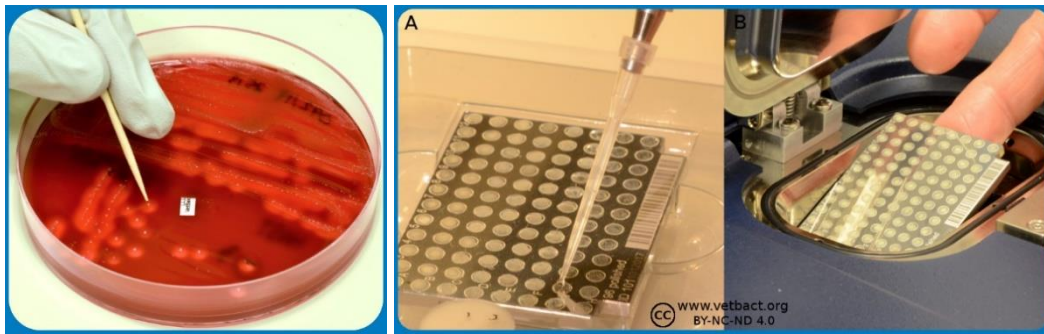


Figur 5. mCCDA-agarplattor. På platta A har inga bakterier odlats och på platta B ses växt med *Campylobacter jejuni subsp. jejuni* gråa kolonier med metalliskt sken (Vetbact u.å.).

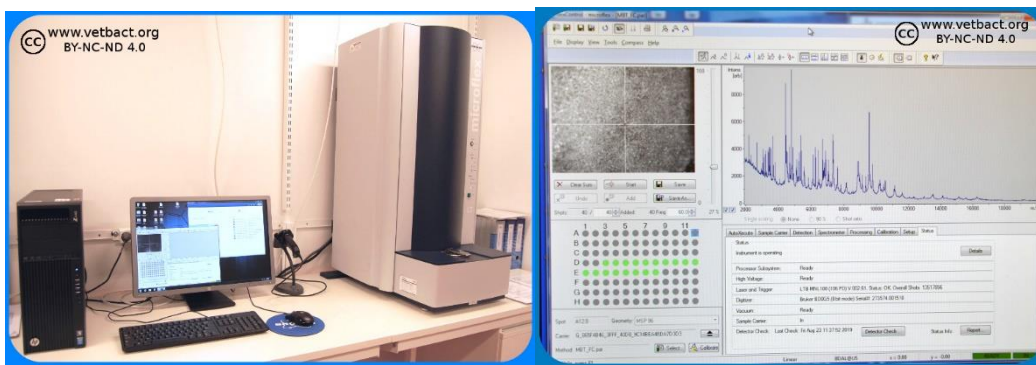
### 3.2.4 MALDI-TOF

Vid misstänkt växt av någon av de efterfrågade bakterierna analyserades isolaten med Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS) för identifiering på artnivå. Kolonierna överfördes på metallplatta med hjälp av en tandpetare och därefter tillsattes 1 µl matrix (figur 6). Maskinen analyserar bakterierna genom att bestråla isolaten med laserUV-ljus vilka slår sönder bakterierna och joniserar dem till positiva fragment som slungas i väg mot en detektor (Vetbact u.å.). Därefter mäts tiden det tar för fragmenten att nå detektorn, vilket är beroende av fragmentens storlek och laddning. Resultatet visas som ett masspektrum (figur 7) vilket jämförs med lagrade masspektra i referensbibliotek av kända bakteriearter (Bruker Daltonics, Billerica, MA, USA).

Ett poängvärde räknas ut för varje prov, ett värde mellan 0 och 1,7 innebär att identifiering inte är möjlig eftersom masspektret inte matchar till någon bakterie i referensbiblioteket. Ett poängvärde mellan 1,7 och 1,9 betyder att det är troligt att det okända isolatet representerar ett visst släkte men resultatet är inte tillförlitligt på speciesnivå. Ett poängvärde mellan 2,0 och 3,0 innebär att identifiering av bakterien är med stor sannolikhet korrekt på såväl genus som species-nivå.



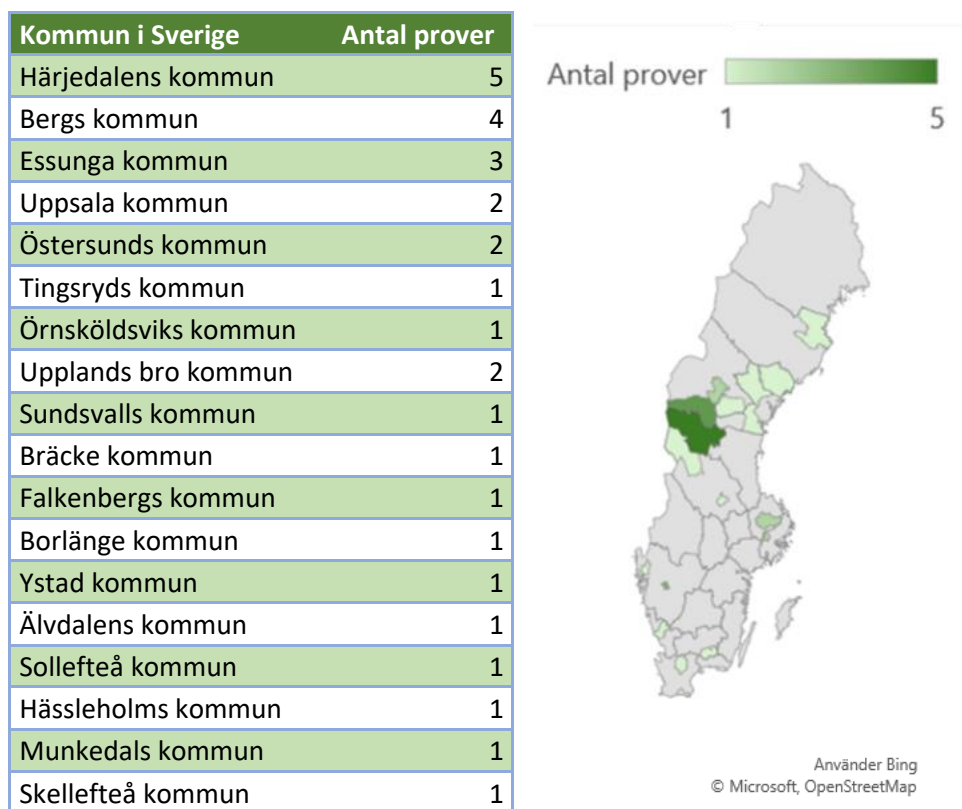
Figur 6. Bilderna illustrerar hur en koloni överförs till metalplattan och matrix tillsätts. Metalplattan placeras sedan i maskinen (Vetbact u.å.).



Figur 7. På bilden till vänster ses MALDI-TOF maskinen och till höger ses en datorskärm med masspektra där ett prov analyseras (Vetbact u.å.).

## 4. Resultat

Under provtagningsperioden 12 september-1 december år 2023, inkom prover från totalt 31 vilda djur; 18 älgar (*Alces alces*), fyra rådjur (*Capreolus capreolus*), fyra dovhjortar (*Dama dama*), tre vildsvin (*Sus scrofa*), en björn (*Ursidae*) och en rödräv (*Vulpes vulpes*) från 18 olika kommuner (figur 8).



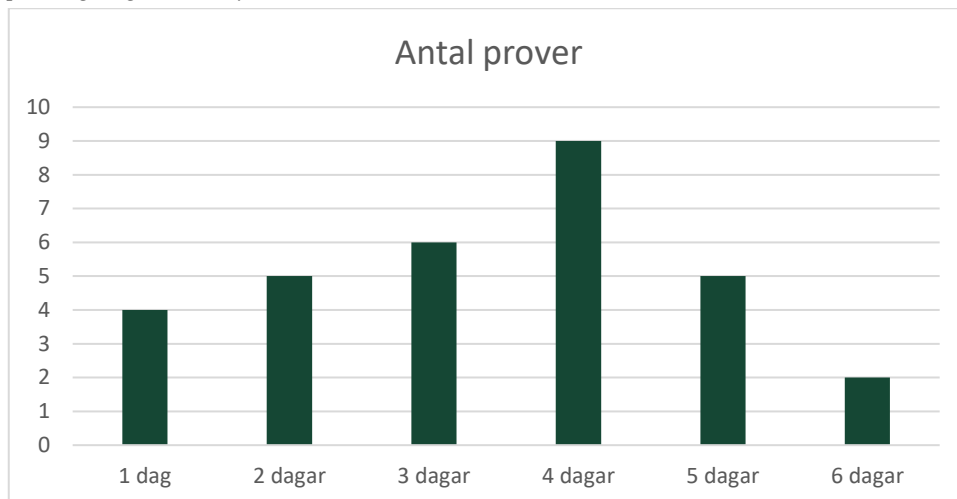
Figur 8. Antalet prover tagna från vilda djur från respektive kommun i Sverige. Kartan är baserad på data från OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/copyright>).

### 4.1 Provtagningsuppgifter

Uppgifter om djurslag, uppskattad ålder, kön, provtagningsdatum och kommun gick att tillgå från samtliga prover. Flest prover (9/31) anlände till laboratoriet fyra dagar efter provtagning och medelvärdet mellan provtagning och analys var 3,4

dagar (tabell 1). Utöver dessa uppgifter inkom uppgift om tecken på sjukdom från två individer. En dovhjortskalv med neurologiska avvikelser samt en älgko med avmagring, beteendeförändringar och dålig pälskvalité. Dessa två individer skickades av jägarna till SVA för vidare analys.

Tabell 1. Tabellens y-axel motsvarar antal prover och x-axeln antal dagar mellan provtagning och analys.



## 4.2 *Salmonella* spp.

För odling av *Salmonella* spp. fanns önskad mängd (10 g) tunntarmslymfknotor att tillgå i 17 (55 %) av 31 prover, i 12 (39 %) av 31 prover fanns rätt material i mindre än önskad mängd (1,4–9,8 g) och i 2 (6 %) av 31 prover saknades tunntarmslymfknotor helt (se bilaga 3). I de fall där för liten mängd gick att tillgå användes den mängd lymfknotor som fanns och preanrikningen gjordes i förhållandet 1:9 med BPV. I de två fall där material från tunntarmslymfknotor saknades helt gjordes odling av *Salmonella* spp. i stället från feces i ett fall och i ett fall från tunntarmslemhinna. Därmed gjordes odling av *Salmonella* spp. av samtliga 31 prover dock i justerad mängd material (i 12 (39 %) av 31 prover) och i de två fall där lymfknotor saknades helt gjordes odling på feces respektive tunntarmslemhinna.

Vid analys för påvisande av *Salmonella* spp. sågs misstänkt växt på MSRV-agar för sex prover. Vid vidare analys av misstänkta kolonier på BG- och XLD-agar påvisades ingen misstänkt växt och därmed gjordes ingen vidare analys med MALDI-TOF MS.

### 4.3 ESBL-producerande *Escherichia coli*

För odling av ESBL-producerande *E. coli* önskades 10 g feces vilket fanns att tillgå i 25 (83 %) av 31 inkomna prover och i 6 (19 %) av 31 prover fanns rätt material i mindre mängd (6,0–9,0 g) (se bilaga 3). I proverna med mindre än önskad mängd (<10 g) gjordes preanrikningen i förhållandet 1:9 med feces och BPV.

Vid odling sågs misstänkt växt på MacConkey-agar på en platta med ett prov från ett vildsvin. Vid vidare analys med MALDI-TOF MS typades det misstänkta isolatet till *Pseudomonas citronellosis* vilket innebär att ESBL-producerande *E. coli* inte påvisades i något prov.

### 4.4 *Campylobacter* spp.

För undersökning av *Campylobacter* spp. behövdes ingen specifik mängd och feces fanns att tillgå i samtliga 31 prover. Samtliga prover sattes på CCDA-plattor och inkuberades med en positiv kontroll. Den positiva kontrollen bestod av renodlad *C. jejuni* som odlades på blodagarplatta. Detta för att säkerställa att den mikroaerofila miljön upprätthölls och samtliga positiva kontroller hade växt. Första avläsningen gjordes efter två dygn och sista avläsningen efter totalt 5 dygn. Vid avläsning sågs ingen misstänkt växt och inget av proven analyserades vidare med MALDI-TOF MS.

## 5. Diskussion

I denna studie undersöktes förekomsten av bakterier från släktena *Salmonella* spp. och *Campylobacter* spp. samt ESBL-producerande *E. coli* hos vilda djur i Sverige. Totalt analyserades prover från 31 vilda djur inskickade av jägare från 18 olika kommuner i Sverige under perioden 12 september-1 december 2023. I studien analyserades prover från 18 älgar, fyra rådjur, fyra dovhjortar, tre vildsvin, en björn och en rödräv. För påvisandet av bakterier användes odling. Samtliga odlingsresultat blev negativa för samtliga bakterier. Utifrån resultatet dras slutsatsen att risken för att vilda djur i Sverige ska sprida nämnda zoonoser är liten. Däremot har tidigare svenska och finska studier påvisat *Salmonella* spp. hos vildsvin och *Campylobacter* spp. sporadiskt hos vildsvin, rådjur och älg (Wahlström *et al.* 2003; Fredriksson-Ahomaa *et al.* 2020; SVA 2022a)

### 5.1 Förekomsten av *Salmonella* spp. hos vilda djur

SVA är den myndighet som ansvarar för provtagning och övervakning av viltpopulationen i Sverige och i deras senaste rapport konstaterades det att hälsoläget hos den svenska vilda djurpopulationen är gott (SVA 2022a). I rapporten görs en sammanställning över specifika sjukdomar som är under övervakning och i deras arbete ingår bland annat övervakning av *Salmonella* spp. I 2022 års rapport påvisades salmonella hos totalt 79 av de 3 782 provtagna djuren varav 51 fall konstaterades hos 77 vildsvin, 27 fall hos 915 fåglar och en av 27 igelkottar (SVA 2022a). I SVA:s utökade provtagning av vildsvin avseende förekomsten av *Salmonella enterica* subsp. *choleraesuis* har *Salmonella* spp. påvisats hos 165 (15,9 %) av totalt 1035 provtagna vildsvin varav 130/165 (78,8 %) var *S. choleraesuis* (SVA 2023c data hämtad 2023-12-30).

I en tidigare svensk studie av Wahlström *et al.* (2003) kunde inte salmonella påvisas vid analys av feces hos varken vildsvin (N=68), rådjur (N=69), kron- och dovhjort (N=35) eller älg (N=38). I vår studie var samtliga odlingar negativa för *Salmonella* spp. vilket korrelerar med Wahlström *et al.* (2003) resultat, däremot korrelerar resultatet inte med SVA:s fynd avseende förekomsten av salmonella hos vildsvin (SVA 2023c). Att denna studie inte kunde påvisa salmonella hos vildsvin beror troligen på att det endast erhöles prover från totalt tre vildsvin vilket är en för liten

provtagningsgrupp. SVA har påvisat en prevalens på ungefär 16 % hos vild-svinen i Sverige (SVA 2023c) vilket gör att tre provtagna vildsvin är för få djur för att kunna göra några säkra slutsatser. I SVA:s sjukdomsövervakning av vilda djur i Sverige 2022 påvisades inte salmonella hos varken älg (N=64), rödräv (N=45), rådjur (N=32), brunbjörn (N=27) eller dovhjort (N=5) vilka är de djurslag som ingick i den här studien.

SVA:s övervakning av *S. choleraesuis* visade att fallvilt, det vill säga vildsvin som hittats döda eller avlivats på grund av sjukdom, hade en högre förekomst av salmonella än till synes friska vildsvin (SVA 2023c). I den här redovisade studien inkom uppgift om två djur, en dovhjortskalv och en älgko, som uppvisade symtom på sjukdom. Dovahjortskalven hittades liggandes med spasmiska rörelser av ett fram-ben och huvudkastningar. Älgkon var avmagrad, hade dålig pälskvalité och beteendeförändringar. Inga av de bakterier som analyserades inom studien påvisades hos någon av djuren.

Ernholm *et. al* (2022) har sammanställt SVA:s övervakning av *S. choleraesuis*. I studien påvisades salmonella i prover från både lymfknotor och avföring från vildsvin. Totalt analyserades 80 djur där de tog prover från flera organ och feces. Av prov från 52 lymfknotor påvisades salmonella i 34,6 % av proverna och från 24 fecesprov påvisades salmonella i 20,8 % av fallen. I denna studie odlades enbart lymfknotor från tunntarm för påvisandet av salmonella. I två av proverna saknades korrekt provmaterial, analysen gjordes då i stället på feces respektive tunntarms-slemhinna. För att öka sannolikheten att påvisa bakterien hade en kombinerad analys av både avföring och tunntarmslymfknotor troligen ökat sannolikheten att påvisa salmonella.

Resultatet i studien talar för att vilda djur i Sverige utgör en relativt liten risk att bära på *Salmonella* spp. och därmed är risken att drabbas av salmonellos vid konsumtion av viltkött liten. Dock bör resultatet i studien tolkas med försiktighet eftersom enbart 31 djur ingick i provtagningen, däribland endast tre vildsvin. I tidigare studier har SVA observerat en prevalens av salmonella hos vildsvin på ungefär 16 %.

## 5.2 Förekomsten av ESBL-producerande *Escherichia coli* hos vilda djur

I denna studie kunde vi inte påvisa ESBL-*E. coli* hos något av de 31 provtagna djuren. I Sverige har ESBL-producerande *E. coli* tidigare påvisats hos vilda fåglar (Atterby *et al.* 2017) men det finns inga svenska rapporter om påvisandet av

bakterien hos övriga vilda djurslag. Däremot har den påvisats hos vilda däggdjur i bland annat Portugal, Polen och Slovenien (Costa *et al.* 2006; Nüesch-Inderbinen *et al.* 2022). Skurnik *et al.* (2006) påvisade ett samband mellan ökad förekomst av antibiotikaresistenta bakterier hos vilda djur i områden med högre befolkningstäthet. I teorin skulle detta innebära att störst chans att påvisa bakterien hade varit från vilda djur i områden kring städer. I den här studien inkom flest prover (9/31 prover) från Härjedalen och Bergs kommun vilka har en låg befolkningstäthet på ungefär 1 person/ km<sup>2</sup> (Härjedalens kommun 2022; Bergs kommun 2023). Sannolikheten att påvisa ESBL-producerande *E. coli* hos vilda djur från dessa områden är lägre än om vi fått in flest prover från kommuner med högre befolkningstäthet.

Att bakterien påvisats hos fåglar kan bero på att fåglar tenderar att söka sig nära både människor och lantbruksdjur, där tillgången på mat är större, vilket gör att de oftare exponeras för antibiotika och zoonotiska bakterier. En annan aspekt att beakta är att många fåglar är flyttfåglar och kan därmed ta med sig smitta från andra länder till Sverige. Eftersom ESBL-*E. coli* förekommer hos fåglar finns en risk att fåglar kan utgöra en roll för smittspridningen till andra djurslag. ESBL-*E. coli* har dessutom påvisats hos kronhjort, rådjur och vildsvin i andra delar av Europa (Nüesch-Inderbinen *et al.* 2022). För att kartlägga förekomsten i Sverige behövs vidare undersökning med fler prover.

### 5.3 Förekomsten av *Campylobacter* spp. hos vilda djur

*Campylobacter* spp. har påvisats hos flera olika djurslag även om den är främst anpassad för miljön i fågeltarmar. I Sverige är campylobacter troligen utbredd i kråkpopulationen eftersom en studie påvisade en prevalens på 82 % hos kråkfåglarna (Söderlund *et al.* 2019b). I studien påvisades identiska isolat från kråkfåglar och människor vilket tyder på att det finns en överföring av smitta mellan människa och kråkfåglar eller att bakterien i fråga finns i en reservoar där såväl människor som djur vistas.

I en finsk studie påvisades *Campylobacter* spp. hos 5 % av vildsvinen och då enbart med PCR, då ingen konventionell odling utfördes (Fredriksson-Ahomaa *et al.* 2020). I en tidigare svensk studie påvisades campylobacter hos 4 % av de provtagna rådjuren samt en förekomst på 1 % hos hare respektive älg (Wahlström *et al.* 2003). Utifrån tidigare svenska studier kan vi dra slutsatsen att *Campylobacter* spp. förekommer hos vilda djur, även utöver fåglar, däremot ses en relativt låg förekomst med en prevalens på 1–5 %. I den här studien påvisades inga campylobacter hos de 31 individerna som provtogs. Med tanke på att bakterien påvisats med



relativt låg förekomst i tidigare studier går det inte att dra slutsatsen att det inte förekommer bärare. Däremot talar resultatet för att vilda djur inte utgör någon större risk för jägare och konsumenters avseende campylobacterinfektion.

Det ska dock poängteras att *Campylobacter* spp. är mikroaerofila och behöver en ökad koldioxidhalt och sänkt syrehalt för överlevnad och har därmed svårt att överleva och odlas fram i normal luft. Medelvärde för dagar mellan provtagning och analysstart var 3,4 dagar vilket försvårar överlevnaden och identifieringen av *Campylobacter* spp. Dessutom tenderar andra bakterier att växa till i kadaver och tarminnehåll vilket med stor sannolikhet försvårar överlevnaden av campylobacter.

## 5.4 Studiedesign

Under provtagningsperioden skickades 100 provtagnings-kit ut till jägare och andra med intresse för vilda djur och totalt inkom 31 prover. Målet var att få in minst 50 prover. Provperioden var satt mellan 1 september till och med 31 oktober. För att få in fler prover förlängdes provtagningen till 1 december, dock inkom endast fyra prover under den förlängda tiden. När det gäller den relativt låga nivån av in-skickade prov spelar flera faktorer in; framför allt det faktum att det inte finns någon garanti för att jakt alltid leder till skjutet vilt. Vidare så har det i flera år uppmärksamats om den minskande älgpopulationen vilket gör att många jaktlag väljer att avstå från älgjakt för att bevara viltstammen. Enligt SLU:s senaste sammanställning över viltstammar som publiceras vart 5:e år har den svenska älgstammen minskat med 28 % på tre generationer och älgen riskerar att rödlistas vid nästa sammanställning år 2024 (SLU Artdatabanken 2020). Tilldelningen på älg under jaktåret 2023/2024 minskade med 17 procent jämfört med jaktåret 2022/2023 (Edman 2023). Dessutom påvisades det första positiva provet av afrikansk svinpest i Sverige. Provet påvisades den 25 augusti i ett område kring Fagersta och som en del av begränsningen av smittspridningen tog Jordbruksverket beslut om att införa en så kallad smittad zon på 100 000 hektar där bland annat jakt inte får bedrivas.

I medeltal passerade 3,4 dagar mellan provtagning och analys. För att få ett mer tillförlitligt odlingsresultat hade det varit mest optimalt att påbörja odlingen inom 24 h efter provtagning. Endast fyra prover analyserades inom 24 h och sju prover analyserades först efter fem till sex dagar efter provtagning (se tabell 1). Som tidigare nämnts försvårar detta överlevnaden för framför allt *Campylobacter* spp. Optimalt hade varit om provtagningen hade skett samma dag som odlingen påbörjades vilket tyvärr inte var möjligt i denna studie.

Eftersom provtagningen gjordes av privatpersoner gick det inte att kontrollera hur provtagningen utfördes och att rätt material skickades. Den största utmaningen var

att få in önskad mängd tunntarmslymfknotor (10 g) för odling av *Salmonella* spp. Önskad mängd och rätt material gick att bistå i 17 (55 %) av 31 prover vilket minskade sannolikheten att påvisa bakterien. En lösning på problemet hade varit att kontakta en godkänd vilthanteringsanläggning i närheten av Uppsala för att själv utföra provtagningen. Däremot tar dom flesta jägare ur bukorganen och därmed tarmar vid skottplatsen vilket gör att de provtagningsmaterial vi behövde i studien inte följer med slaktkroppen till anläggningarna vilket var anledningen till att ingen vilthanteringsanläggning kontaktades.

## 5.5 Konklusion

I studien påvisades ingen förekomst av *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. eller ESBL-producerande *E. coli*. Samtliga nämnda bakterier har påvisats hos vilda djur i Sverige i tidigare svenska studier. Eftersom endast 31 vilda djur ingick i studien går det inte att dra slutsatsen att vilda djur inte kan vara bärare av dessa zoonoser. ESBL-producerande *E. coli* har endast påvisats hos vilda fåglar i Sverige vilket gör att bakterien finns bland den vilda populationen och risk finns att bakterien kan spridas till andra djurslag. Däremot kan vi med resultatet i den här och tidigare svenska studier dra slutsatsen att risken att konsumenter av viltkött smittas är relativt liten.

Sammantaget resultatet av den här och tidigare studier är det viktigt att tillämpa god slakthygien och livsmedelssäkerhet vid hantering av kött. Inte enbart avseende bakterierna som undersöktes i den här studien utan även på grund av att andra bakterier finns som kan kontaminera slaktkroppen och göra köttet otjänligt. På samtliga plattor i studien sågs bakterieväxt även om vi inte kunde påvisa någon av de specifika bakterierna som undersöktes i studien. I studien påvisades dessutom *Pseudomonas citronellolis* hos ett vildsvin. *Pseudomonas citronellolis* kan smitta människor även om det är ovanligt. Köttets kvalitet kan också påverkas negativt ur ett livsmedelssäkerhetsperspektiv av felplacerade skott (framför allt bukskott), hantering vid urtagning, avhudning och utetemperatur vilket är viktigt att ha i beaktande vid jakt och konsumtion av viltkött (Casoli *et al.* 2005; Sauvala *et al.* 2019; Orsoni *et al.* 2020). Svenska Livsmedelsverket och SVA informerar jägare om potentiella faror och har utformat hygienrutiner som finns att tillgå online för jägare att tillämpa vid hantering av viltkött (Scherling 2007).

## Referenser

- Allen, H.K., Donato, J., Wang, H.H., Cloud-Hansen, K.A., Davies, J. & Handelsman, J. (2010). Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. *Nature Reviews Microbiology*, 8 (4), 251–259. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2312>
- Atterby, C., Börjesson, S., Ny, S., Järhult, J.D., Byfors, S. & Bonnedahl, J. (2017). ESBL-producing *Escherichia coli* in Swedish gulls—A case of environmental pollution from humans? *PLoS ONE*, 12 (12), e0190380. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190380>
- Bangtrakulnonth, A., Pornreongwong, S., Pulsrikarn, C., Sawanpanyalert, P., Hendriksen, R.S., Wong, D.M.A.L.F. & Aarestrup, F.M. (2004). Salmonella serovars from humans and other sources in Thailand, 1993–2002. *Emerging Infectious Diseases*, 10 (1), 131–136. <https://doi.org/10.3201/eid1001.02-0781>
- Bergs kommun (2023). *Kommunfakta och statistik*. <https://berg.se/kommun-och-politik/verksamhet-och-organisation/kommunfakta-och-statistik> [2024-01-17]
- Carter, P.B. & Collins, F.M. (1974). The route of enteric infection in normal mice. *The Journal of Experimental Medicine*, 139 (5), 1189–1203. <https://doi.org/10.1084/jem.139.5.1189>
- Casoli, C., Duranti, E., Cambiotti, F. & Avellini, P. (2005). Wild ungulate slaughtering and meat inspection. *Veterinary Research Communications*, 29 (2), 89–95. <https://doi.org/10.1007/s11259-005-0028-y>
- Chang, C.-C., Lin, Y.-H., Chang, C.-F., Yeh, K.-S., Chiu, C.-H., Chu, C., Chien, M.-S., Hsu, Y.-M., Tsai, L.-S. & Chiou, C.-S. (2005). Epidemiologic relationship between fluoroquinolone-resistant *Salmonella enterica* serovar Choleraesuis strains isolated from humans and pigs in Taiwan (1997 to 2002). *Journal of Clinical Microbiology*, 43 (6), 2798–2804. <https://doi.org/10.1128/jcm.43.6.2798-2804.2005>
- Chen, Y.H., Chen, T.P., Lu, P.L., Su, Y.C., Hwang, K.P., Tsai, J.J., Cheng, H.H. & Peng, C.F. (1999). *Salmonella choleraesuis* bacteremia in southern Taiwan. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 15 (4), 202–208
- Chiu, C.-H., Su, L.-H. & Chu, C. (2004). *Salmonella enterica* serotype Choleraesuis: Epidemiology, pathogenesis, clinical disease, and treatment. *Clinical Microbiology Reviews*, 17 (2), 311–322. <https://doi.org/10.1128/cmr.17.2.311-322.2004>
- Collignon, P., Beggs, J.J., Walsh, T.R., Gandra, S. & Laxminarayan, R. (2018). Anthropological and socioeconomic factors contributing to global antimicrobial

- resistance: a univariate and multivariable analysis. *The Lancet. Planetary Health*, 2 (9), e398–e405. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30186-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30186-4)
- Coque, T.M., Baquero, F. & Canton, R. (2008). Increasing prevalence of ESBL-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Euro Surveillance: Bulletin European Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*, 13 (47), 19044
- Costa, D., Poeta, P., Sáenz, Y., Vinué, L., Rojo-Bezares, B., Jouini, A., Zarazaga, M., Rodrigues, J. & Torres, C. (2006). Detection of Escherichia coli harbouring extended-spectrum beta-lactamases of the CTX-M, TEM and SHV classes in faecal samples of wild animals in Portugal. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 58 (6), 1311–1312. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl415>
- Edman, Mari (2023). Jakt och jägare. *Dags för minskad älgjakt i norr*, 2023-08-31. <https://www.jaktojagare.se/kategorier/nyheter/dags-for-minskad-algjakt-i-norr/> [2023-12-03]
- Ernholm, L., Sternberg-Lewerin, S., Ågren, E., Ståhl, K. & Hultén, C. (2022). First Detection of Salmonella enterica serovar Choleraesuis in free ranging European wild boar in Sweden. *Pathogens*, 11 (7), 723. <https://doi.org/10.3390/pathogens11070723>
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 852/2004 av den 29 april 2004 om livsmedelshygien. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R0852-20210324&qid=1696310522060>
- Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 853/2004 av den 29 april 2004 om livsmedelshygien EU 2004. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853>
- Folkhälsomyndigheten (2023a). *Campylobacterinfektion- sjukdomsstatistik* <https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistik-a-o/sjukdomsstatistik/campylobacterinfektion/> [2023-11-29]
- Folkhälsomyndigheten (2023b). *Sjukdomsinformation om salmonellainfektion* <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/salmonellainfektion/> [2023-11-29]
- Folkhälsomyndigheten (2017). *Sjukdomsinformation om campylobacterinfektion* <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/campylobacterinfektion/> [2023-09-27]
- FAO (2018). *The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges*. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. [2023-11-30]
- Fredriksson-Ahomaa, M., London, L., Skrzypczak, T., Kantala, T., Laamanen, I., Biström, M., Maunula, L. & Gadd, T. (2020). Foodborne zoonoses common in hunted wild boars. *Ecohealth*, 17 (4), 512–522. <https://doi.org/10.1007/s10393-020-01509-5>

- Gambino, D., Vicari, D., Vitale, M., Schirò, G., Mira, F., Giglia, M.L., Riccardi, A., Gentile, A., Giardina, S., Carrozzo, A., Cumbo, V., Lastra, A. & Gargano, V. (2021). Study on bacteria isolates and antimicrobial resistance in wildlife in Sicily, Southern Italy. *Microorganisms*, 9 (1), 203. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010203>
- Geser, N., Stephan, R., Korczak, B.M., Beutin, L. & Hächler, H. (2012). Molecular identification of extended-spectrum- $\beta$ -lactamase genes from Enterobacteriaceae isolated from healthy human carriers in Switzerland. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 56 (3), 1609–1612. <https://doi.org/10.1128/aac.05539-11>
- Guenther, S., Ewers, C. & Wieler, L.H. (2011). Extended-spectrum beta-lactamases producing *E. coli* in wildlife, yet another form of environmental pollution? *Frontiers in Microbiology*, 2, 246. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00246>
- Hernandez, J., Bonnedahl, J., Eliasson, I., Wallensten, A., Comstedt, P., Johansson, A., Granholm, S., Melhus, Å., Olsen, B. & Drobní, M. (2010). Globally disseminated human pathogenic *Escherichia coli* of O25b-ST131 clone, harbouring blaCTX-M-15, found in Glaucous-winged gull at remote Commander Islands, Russia. *Environmental Microbiology Reports*, 2 (2), 329–332. <https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2010.00142.x>
- Hernandez, J., Bonnedahl, J., Waldenström, J., Palmgren, H. & Olsen, B. (2003). Salmonella in birds migrating through Sweden. *Emerging Infectious Diseases*, 9 (6), 753–755. <https://doi.org/10.3201/eid0906.030072>
- Hoek, A.H.A.M. van, Schouls, L., Santen, M.G. van, Florijn, A., Greeff, S.C. de & Duijkeren, E. van (2015). Molecular characteristics of extended-spectrum cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae from humans in the community. *PLOS ONE*, 10 (6), e0129085. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129085>
- Hughes, V.M. & Datta, N. (1983). Conjugative plasmids in bacteria of the ‘pre-antibiotic’ era. *Nature*, 302 (5910), 725–726. <https://doi.org/10.1038/302725a0>
- Härjedalens kommun (2022). *Befolkningen fortsätter att öka i Härjedalen*. <https://www.herjedalen.se/nyhetsarkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2022-12-09-befolkningen-fortsatter-att-oka-i-harjedalen.html> [2024-01-17]
- Jacoby, G.A. & Munoz-Price, L.S. (2005). The new  $\beta$ -lactamases. *New England Journal of Medicine*, 352 (4), 380–391. <https://doi.org/10.1056/NEJMra041359>
- Jones, B.D., Ghori, N. & Falkow, S. (1994). Salmonella typhimurium initiates murine infection by penetrating and destroying the specialized epithelial M cells of the Peyer’s patches. *The Journal of Experimental Medicine*, 180 (1), 15–23. <https://doi.org/10.1084/jem.180.1.15>
- Jägareförbundet (2023). *10 snabba frågor om jakt*. Svenska Jägareförbundet. <https://jagareforbundet.se/jakt/fragor-och-svar/> [2023-09-14]
- Kanai, H., Hashimoto, H. & Mitsuhashi, S. (1983). Drug resistance and R plasmids in *Escherichia coli* strains isolated from broilers. *Microbiology and Immunology*, 27 (6), 471–478. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.1983.tb00606.x>

- Kliebe, C., Nies, B.A., Meyer, J.F., Tolxdorff-Neutzling, R.M. & Wiedemann, B. (1985). Evolution of plasmid-coded resistance to broad-spectrum cephalosporins. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 28 (2), 302–307
- Kommissionens förordning (EG) nr 1688/2005 av den 14 oktober 2005 om särskilda salmonellagarantier för sändningar till Finland och Sverige av vissa köttsorter och ägg. EU 2005. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/1688/oj>
- Kommissionens förordning (EG) nr 2073/2005 av den 15 november 2005 om mikrobiologiska kriterier för livsmedel EU 2005 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02005R2073-20200308&from=PT>
- Livsmedelsverket (2023a) *Kött från frilevande vilt*. <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/sa-kontrolleras-ditt-foretag/livsmedelsanlaggningar/eu-godkanda-anlaggningar/sektion-iv---kott-fran-frilevande-vilt> [2023-12-03]
- Livsmedelsverket (2023b) *Salmonella*. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/bakterier-virus-parasiter-och-mogelsvampar1/bakterier/salmonella> [2023-11-27]
- Livsmedelsverkets föreskrifter om livsmedelshygien (LIVSFS 2005:20) §§ 61 och 63. <https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/om-oss/lagstiftning/livsmedelshygien/livsfs-2023-8-kons-2005-20.pdf>
- Martinez, J.L. (2009). The role of natural environments in the evolution of resistance traits in pathogenic bacteria. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276 (1667), 2521–2530. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.0320>
- 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 (4), 493–502. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0339-3>
- Mirceta, J., Petrovic, J., Malesevic, M., Blagojevic, B. & Antic, D. (2017). Assessment of microbial carcass contamination of hunted wild boars. *European Journal of Wildlife Research*, 63 (2), 37. <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1096-3>
- Nicolas-Chanoine, M.-H., Gruson, C., Bialek-Davenet, S., Bertrand, X., Thomas-Jean, F., Bert, F., Moyat, M., Meiller, E., Marcon, E., Danchin, N., Noussair, L., Moreau, R. & Leflon-Guibout, V. (2013). 10-Fold increase (2006-11) in the rate of healthy subjects with extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* faecal carriage in a Parisian check-up centre. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 68 (3), 562–568. <https://doi.org/10.1093/jac/dks429>
- Nüesch-Inderbilen, M., Tresch, S., Zurfluh, K., Cernela, N., Biggel, M. & Stephan, R. (2022). Finding of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing Enterobacterales in wild game meat originating from several European countries: predominance of *Moellerella wisconsensis* producing CTX-M-1, November 2021. *Eurosurveillance*, 27 (49), 2200343. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.49.2200343>

- Orsoni, F., Romeo, C., Ferrari, N., Bardasi, L., Merialdi, G. & Barbani, R. (2020). Factors affecting the microbiological load of Italian hunted wild boar meat (*Sus scrofa*). *Meat Science*, 160, 107967. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107967>
- Palmgren, H. (2002). *Importance of wild birds in the spread of Salmonella*. Diss. Umeå universitet. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-94107> [2023-11-01]
- Palmgren, H., Aspán, A., Broman, T., Bengtsson, K., Blomquist, L., Bergström, S., Sellin, M., Wollin, R. & Olsen, B. (2006). Salmonella Black headed gulls (*Larus ridibundus*); prevalence, genotypes and influence on Salmonella epidemiology. *Epidemiology & Infection*, 134 (3), 635-644. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2870416/>
- Sato, G., Oka, C., Asagi, M. & Ishiguro, N. (1978). Detection of conjugative R plasmids conferring chloramphenicol resistance in *Escherichia coli* isolated from domestic and feral pigeons and crows. *Zentralblatt Fur Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten Und Hygiene. Erste Abteilung Originale. Reihe A: Medizinische Mikrobiologie Und Parasitologie*, 241 (4), 407–417
- Sauvala, M., Laaksonen, S., Laukkanen-Ninios, R., Jalava, K., Stephan, R. & Fredriksson-Ahomaa, M. (2019). Microbial contamination of moose (*Alces alces*) and white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) carcasses harvested by hunters. *Food Microbiology*, 78, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.09.011>
- Scherling, K. (2007). *Älgjakt, avhudning av björn och lagstiftning om vilt*. <https://jagareforbundet.se/globalassets/global/lan/mittnorrand/lansdokument/mittnorrand-dokument/avhudning.pdf> [2023-12-07]
- Sengupta, S., Chattopadhyay, M.K. & Grossart, H.-P. (2013). The multifaceted roles of antibiotics and antibiotic resistance in nature. *Frontiers in Microbiology*, 4, 47. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00047>
- Skurnik, D., Ruimy, R., Andremont, A., Amorin, C., Rouquet, P., Picard, B. & Denamur, E. (2006). Effect of human vicinity on antimicrobial resistance and integrons in animal faecal *Escherichia coli*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 57 (6), 1215–1219. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl122>
- Sousa, M., Torres, C., Barros, J., Somalo, S., Igrejas, G. & Poeta, P. (2011). Gilthead seabream (*Sparus aurata*) as carriers of SHV-12 and TEM-52 extended-spectrum beta-lactamases-containing *Escherichia coli* isolates. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8 (10), 1139–1141. <https://doi.org/10.1089/fpd.2011.0866>
- SVA (2022a). *Rapport: Sjukdomsövervakning av vilda djur i Sverige 2022*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/vi-erbjuder/publikationer/rapport-sjukdomsoevervakning-av-vilda-djur-i-sverige%2C-2022.-svas-rapportserie-862023/c-28/c-83/p-1578> [2023-09-22]
- SVA (2022b). *Swedres Svarm 2022*. Statens veterinärmedicinska anstalt och Folkhälsomyndigheten <https://www.sva.se/media/ticcp2zu/swedres-svarm-2022-edit-230808.pdf> [2023-12-03]

- SVA (2023a). *Campylobacterios som zoonos*. Statens veterinärmedicinska Anstalt.  
<https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/campylobakterios-som-zoonos/>  
 [2023-09-25]
- SVA (2023b). *Salmonella - Allmän information*. Statens veterinärmedicinska anstalt  
<https://www.sva.se/amnesomraden/djursjukdomar-a-o/salmonella-allman-information/>  
 [2023-10-31]
- SVA (2023c). *Övervakning av Salmonella choleraesuis hos vildsvin*. Statens veterinärmedicinska anstalt. Senast granskad 2023-06-26.  
<https://www.sva.se/amnesomraden/smittlage/overvakning-av-salmonella-choleraesuis-hos-vildsvin/> [2023-12-30]
- Stedt, J., Bonnedahl, J., Hernandez, J., Waldenström, J., McMahon, B.J., Tolf, C., Olsen, B. & Drobni, M. (2015). Carriage of CTX-M type extended spectrum  $\beta$ -lactamases (ESBLs) in gulls across Europe. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57 (1), 74.  
<https://doi.org/10.1186/s13028-015-0166-3>
- SLU Artdatabanken (2020). *Älg och rödlistning*. [Nyhet]. Sveriges lantbruksuniversitet Artdatabanken. <https://www.artdatabanken.se/det-har-gor-vi/rodlistning/dagens-rodlistade-art/alg/> [2023-12-03]
- Söderlund, R., Jernberg, C., Trönberg, L., Pääjärvi, A., Ågren, E. & Lahti, E. (2019a). Linked seasonal outbreaks of Salmonella Typhimurium among passerine birds, domestic cats and humans, Sweden, 2009 to 2016. *Eurosurveillance*, 24 (34), 1900074. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.34.1900074>
- Söderlund, R., Skarin, H., Börjesson, S., Sannö, A., Jernberg, T., Aspán, A., Ågren, E.O. & Hansson, I. (2019b). Prevalence and genomic characteristics of zoonotic gastrointestinal pathogens and ESBL/pAmpC producing Enterobacteriaceae among Swedish corvid birds. *Infection Ecology & Epidemiology*, 9 (1), 1701399.  
<https://doi.org/10.1080/20008686.2019.1701399>
- Valenza, G., Nickel, S., Pfeifer, Y., Eller, C., Krupa, E., Lehner-Reindl, V. & Höller, C. (2014). Extended-Spectrum- $\beta$ -Lactamase-Producing Escherichia coli as Intestinal Colonizers in the German Community. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58 (2), 1228–1230. <https://doi.org/10.1128/aac.01993-13>
- VetBact (u.å.). *VetBact Veterinärmedicinsk bakteriologi: information om betydelsefulla arter*. [Databas]. <https://www.vetbact.org/>
- VetBact (2023). *Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry (MALDI-TOF MS)*.  
<https://www.vetbact.org/index.php?displayextinfo=102&vbsearchstring=maldi> [2023-09-14]
- Viltdata (2023). Avskjutnings-rapporter. *Viltdata*.  
<https://www.viltdata.se/avskjutningsrapporter/> [2023-01-17]



- Wahlström, H., Andersson, Y., Plym-Forshell, L. & Pires, S.M. (2011). Source attribution of human Salmonella cases in Sweden. *Epidemiology & Infection*, 139 (8), 1246–1253. <https://doi.org/10.1017/S0950268810002293>
- Wahlström, H., Tysén, E., Olsson Engvall, E., Brändström, B., Eriksson, E., Mörner, T. & Vågsholm, I. (2003). Survey of Campylobacter species, VTEC O157 and Salmonella species in Swedish wildlife. *The Veterinary Record*, 153 (3), 74–80. <https://doi.org/10.1136/vr.153.3.74>
- Watts, J.E.M., Schreier, H.J., Lanska, L. & Hale, M.S. (2017). The rising tide of antimicrobial resistance in aquaculture: Sources, sinks and solutions. *Marine Drugs*, 15 (6), 158. <https://doi.org/10.3390/md15060158>
- Weis, A.M., Storey, D.B., Taff, C.C., Townsend, A.K., Huang, B.C., Kong, N.T., Clothier, K.A., Spinner, A., Byrne, B.A. & Weimer, B.C. (2016). Genomic comparison of Campylobacter spp. and their potential for zoonotic transmission between birds, primates, and livestock. *Applied and Environmental Microbiology*, 82 (24), 7165–7175. <https://doi.org/10.1128/AEM.01746-16>
- Wiklund, E. & Malmfors, G. (2014). 26. Game meat as a resource in Sweden - with particular focus on moose (*Alces alces*). I: *Trends in game meat hygiene*. Wageningen Academic Publishers. 305–320. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-238-2\\_26](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-238-2_26)
- Williams, G. (2019). First report of infection with *Pseudomonas citronellolis*: a case of urosepsis. *New Microbes and New Infections*, 30, 100531. <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2019.100531>
- WHO (2014). *Antimicrobial resistance: global report on surveillance*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/112642> [2023-09-20]
- WHO (2020). *Campylobacter*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/campylobacter> [2023-09-25]

## Populärvetenskaplig sammanfattning

För människan har jakten haft en stor betydelse sedan jägarstenåldern och det lever kvar även idag. Jakten är inte bara en syssla för intresserade jägare utan även av nytta för samhället avseende viltsjukdomsövervakning, viltförvaltning och forskning. För de flesta jägare är jakten den mest efterlängtdade tiden på året då den bidrar till gemenskap och en naturupplevelse. För många är det ett gediget arbete tillsammans med sin trogne jakthund. Jakten i Sverige är reglerad av staten och det ställs höga krav på den svenska jägaren och etiken har en väsentlig roll.

Som en del av jakten har jägare möjlighet att skicka in prover för analys på laboratorier från djur som visar tecken på sjukdom eller har avvikande fynd vid slakt. Det sker även en kontinuerlig provtagning av vildsvin och björn där man letar efter förekomst av trikiner. Trikiner är små maskar som kan orsaka sjukdom hos människor vid intag av kött från smittade djur. Provtagningen är inte bara en säkerhetsåtgärd för konsumtion av kött utan även en del av SVA:s övervakning av trikinförekomst. Det senaste exemplet av vikten av detta är den afrikanska svinpesten som upptäcktes efter provtagning av självdöda vildsvin som hittades i Fagerstatrakten i augusti 2023. Afrikansk svinpest har tidigare aldrig påvisats i Sverige. Virusets orsakar inte sjukdom hos människa däremot har det förödande konsekvenser för de frilevande vildsvinen och tamgrisproduktionen vilket kraftigt kan påverka vår konsumtion av griskött och livsmedelsförsörjningen i Sverige.

I den här studien analyserades vilda djur i Sverige avseende förekomsten av våra vanligaste zoonotiska bakterier, det vill säga bakterier som kan smitta mellan människor och djur. De bakterier som ingick i studien var *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp, och ESBL-producerande *E. coli*. *Campylobacter* och *salmonella* är de två bakteriearter som orsakar flest rapporterade fall av magsjuka i hela världen. ESBL är en egenskap som bakterier kan ha vilket gör att de är motståndskraftiga mot flera olika sorters antibiotika och en av de största utmaningarna mänskligheten står inför just nu är antibiotikaresistens. När vi handlar kött i butiker har slakterierna kontrollerat köttet innan det transporteras till försäljning, på viltkött som förmedlas av privatpersoner och som konsumeras av jägaren och andra involverade i jakten görs varken kontroll eller provtagningar. Genom att undersöka förekomsten av tidigare nämnda bakterier får vi mera kunskap om viltkött utgör en fara för kon-

sumenter avseende zoonoser. I studien kunde ingen av de zoonotiska bakterierna påvisas vilket inte i sig innebär att viltkött inte kan orsaka sjukdom då fler djur behöver provtas och det finns andra sjukdomsframkallande bakterier hos djur utöver de som analyserades. Däremot tyder studien på att förekomsten är låg.

I Sverige har vi en generellt låg förekomst av både salmonella, campylobacter och ESBL-*E. coli* hos våra livsmedelsproducerande djur då vi har strikta kontroll- och övervakningsprogram och riktade provtagningar. Skulle det visa sig att vilda djur är bärare av salmonella och campylobacter finns risk både att människor kan bli sjuka via intag eller hantering av viltkött och att vilda djur sprider det vidare till livsmedelsproducerande djur.

# Tack

Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare Ingrid Hansson, Helena Ljung, Marina Falk och Emma Bergenkvist för deras engagemang och stöd under arbetets gång och hjälp med det laborativa arbetet. Jag vill även tacka alla fantastiska privatpersoner som delat information samt alla jägare som med stort engagemang frivilligt ställt upp med provtagning. Jag vill även tacka mitt jobb Distriktsveterinärerna i Hede som delat ut provtagningskit och delat informationen på deras Facebook-sida. Utan alla er hade detta arbete inte kunnat utföras.

# Bilaga 1

## Provtagningsinstruktioner för analys av vilda djur

I provtagningskittet ingår:

- En provtagningsburk uppmärkt avföring.
- En påse uppmärkt lymfknotor och påsklämma
- En engångshandske
- Följesedel och provtagningsinstruktion som ligger i en plastpåse
- Returkuvert (brunt kuvert med adress på)

Provet bör tas så att det kan postas inom ett dygn efter provtagning. Använd gärna handskar vid provtagningen. I provtagningen ingår två provtagningar: Avföring från ändtarmen och tunntarmlymfknotor som ska läggas i separata förvaringar. Provtagningen kan göras i samband med urtagning av fäلت djur. Lägg påsen med lymfknotor och burken med avföring i en plastpåse, låt följesedeln ligga i sin separata påse. Packa allt i det bruna medföljande kuvertet som är frankerat och lägg på posten.

### **Avföring**

Ändtarmen är den sista delen av tarmen ut mot anus, fyll ungefär halva burken och förslut denna. Lägg tillsammans med påsen lymfknotor i en egen påse.

### **Tarmlymfknotor från tunntarmen**

Lymfknotor är som små knölar som sitter i anslutning till tunntarmen (småtarmarna- mellersta och längsta delen av tarmen). Skär bort så många av dessa knölar ni hittar ( ca. 7-10 st) och lägg i påsen uppmärkt lymfknotor och förslut med påsklämman, hittar ni bara en tar vi ändå gärna emot det men helst flera. Lägg lymfknotorna tsm med avföringsburken i en egen plastpåse.

# Bilaga 2

## Inlämning avföringsprov och tarmlymfkutor

### **Kriterier:**

- Fält djur: rådjur, björn, älg, vildsvin, hjort etc
- Ett prov taget från tarmlymfkutor
- Ett prov taget från avföring i ändtarmen

### **Uppgifter djur:**

Djurslag:

Kön:

Uppskattad ålder:

Vart djuret föllades (ungefärligt område + kommun):

### **Uppgifter provtagare:**

Namn:

Kontakt (telnr/mejl):

**Löpnr:**

**Provtagningsdatum och tid:**

**Analysdatum:**

*Provet ingår i ett examensarbete där syftet är att analysera prover från vilda djur fällda under jakt i olika delar av Sverige hösten 2023. I arbetet analyserar vi bakterierna Salmonella, Campylobacter och E. coli som är vanliga zoonoser (dvs sjukdomar som smittar mellan människor och djur). Om vi odlar fram någon av dessa bakterier kommer vi även resistensundersöka dessa och därmed undersöka om antibiotikaresistens förekommer hos vilda djur och se om det skiljer sig beroende på vart i landet djuret föllits. Du som provtagare är helt anonym.*

**Jag har läst ovanstående informationstext och intygar att de uppgifter som lämnas är korrekt.**

---

Underskrift + Datum

Tusen tack för ditt deltagande, skitjakt på er!

Låt detta papper ligga i den separata medföljande påsen när du packar provet

# Bilaga 3

Provrnr	Provtagning	Analysdatum	Djurslag och ålder	Kommun	Feces (g) + BPV (ml)	Lymfknutor (g) + BPV (ml)
E002	28/10-2023	1/11-2023	Älgtjur ca. 5 år	Härjedalens kommun	10 g + 90 ml	5,8 g + 52,2 ml
E004	23/9-2023	28/9-2023	Älgkalv tjur ca 4 mån	Härjedalens kommun	10 g + 90 ml	5,8 g + 52,2 ml
E009	13/9-2023	19/9-2023	Älgkalv tjur ca 3-4 mån	Bergs kommun	10 g + 90 ml	8,3 g + 74,7 ml
E014	13/10-2023	18/10-2023	Älgtjur, 5 år	Tingsryd kommun	7,7 g + 69,3 ml	10 g + 90 ml
E015	8/9-2023	12/9-2023	Älgko ca. 5-7 år	Härjedalens kommun	10 g + 90 ml	9,8 g + 91 ml
E023	15/10-2023	18/10-2023	Älgkviga 5 mån	Ö-viks kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E024	13/9-2023	18/9-2023	Älgko ca. 1 år	Bergs kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E030	11/9-2023	13/9-2023	Älgtjur ca 3 år	Härjedalens kommun	10 g + 90 ml	1,8 g + 17 ml
E036	14/9-2023	19/9-2023	Björn, hane	Härjedalens kommun	6 g + 54 ml	5,1 g + 45,9 ml
E037	1/10-2023	2/10-2023	Vidsvin, sugga	Upplands bros kommun	10 g + 90 ml	1,4 g + 12,6 ml
E040	13/11-2023	14/11-2023	Vildsvin	Upplands bros kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E046	8/10-2023	9/10-2023	Älgtjur ca. 3-4 år	Uppsala kommun	10 g + 90 ml	10 g tarm + 90 ml
E051	10/9-2023	13/9-2023	Kviga ca 3-4 mån	Sundsvalls kommun	9 g + 81 ml	10 g + 90 ml
E055	7/10-2023	11/10-2023	Rådjur bock ca 1,5 år	Östersunds kommun	10 g + 90 ml	3,8 g + 34,2 ml

E056	7/10-2023	11/10-2023	Rådjur, hona ca. 5 mån	Östersunds kommun	10 g + 90 ml	3,7 g + 33,3 ml
E057	9/9-2023	13/9-2023	Älgko ca. 4 år	Bräcke kommun	10 g + 92 ml	10 g + 90 ml
E062	8/10-2023	12/10-2023	Älgko ca 1 år	Falkenbergs kommun	7,1 g + 63,9 ml	Ej taget prov
E068	8/10-2023	12/10-2023	Älgko ca. 3 år	Borlänge kommun	10 g + 90 ml	6,8 g + 61,2 ml
E072	29/10-2023	30/10-2023	Dovhind, 3 år	Uppsala kommun	6,8 g + 61,2 ml	10 g + 90 ml
E077	29/9-2023	3/10-2023	Dovhjort, hjort 2-3 mån	Essunga kommun	7,2 g + 64,8 ml	10 g + 90 ml
E078	3/10-2023	6/10-2023	Dovhjort, hjort ca. 1 år	Ystad kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E078	29/11-2023	1/12-2023	Älgko ca. 10-15 år	Munkedals kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E080	14/9-2023	19/9-2023	Älgko ca. 1,5 år	Älvdalens kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E083	13/10-2023	19/10-2023	Älgko	Sollefteå kommun	10 g + 90 ml	Inget provmaterial
E084	9/10-2023	12/10-2023	Älgko ca 4 år	Borlänge kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E085	22/10-2023	25/10-2023	Räv, hona	Hässleholms kommun	10 g + 90 ml	4,5 g + 40,5 ml
E089	28/10-2023	1/11-2023	Älgtjur 5 mån	Bergs kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E090	7/10-2023	10/10-2023	Råbock, ca. 7-8 år	Skellefteå kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E093	1/11-2023	3/11-2023	Råbock, ca. 3-4 år	Bergs kommun	10 g + 90 ml	2,5 g + 22,5 ml
E095	8/10-2023	10/10-2023	Vildsvin, gylta ca. 1 år	Essunga kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml
E097	8/10-2023	10/10-2023	Dovhjort, hane ca 1 år	Essunga kommun	10 g + 90 ml	10 g + 90 ml



## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (PDF-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.