



Anaplasma på Gotland – från ko till mjölk

Undersökning av mjölkprov med ELISA och PCR

Moa Landström

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2026



Anaplasma på Gotland – från ko till mjölk: Undersökning av mjölkprov med ELISA och PCR

Anaplasma on Gotland – from cow to milk: Serology and PCR of milk samples

Moa Landström

Handledare:	Ylva Persson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för kliniska vetenskaper/Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA)
Bitr. handledare:	Dinah Seligsohn, SVA
Bitr. handledare:	Marios Lazaros Michailidis, SVA/Institutionen för husdjurens biovetenskaper, SLU
Examinator:	Theodoros Ntallaris, SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod:	EX1003
Program/utbildning:	Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2026
Omslagsbild:	Moa Landström
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	<i>Anaplasma phagocytophilum</i> , betesfeber, nötkreatur, Gotland, mjölk, PCR, ELISA

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Fästingburna sjukdomar utgör ett växande hot mot människors och djurs hälsa globalt. *Anaplasma* spp. är en av dessa fästingburna bakterier och är vanligt förekommande både i Sverige och globalt. I Sverige är *A. phagocytophilum* den vanligaste arten vilken kan orsaka sjukdom hos flera olika djurslag, bland annat betesfeber hos idisslare och human granulocytär anaplasmos hos människor. De senaste åren rapporteras förekomsten och allvarlighetsgraden av anaplasmos hos nöt och får ha ökat på Gotland, med ett mer aggressivt förlopp och fler dödsfall än tidigare. Orsakerna till detta har inte undersökts och förekomsten av antikroppar mot *Anaplasma* hos nöt på Gotland är inte kartlagt. Vanligtvis används blodprov för diagnostik av *Anaplasma* spp., men i ett par studier har förekomst av *Anaplasma* spp. påvisats i mjölk med PCR. Då vissa arter av *Anaplasma* är zoonotiska väcks frågan om smitta till människor via mjölk är möjligt. Syftet med denna studie är att studera förekomsten av *Anaplasma* hos mjölkkor på Gotland samt att undersöka om anaplasma-bakterier kan utsöndras via mjölken och på så sätt utgöra en potentiell smittväg. För att undersöka förekomst av antikroppar och DNA i mjölk från kor på Gotland har 92 mjölkprov analyserats med PCR och ELISA; 90 av dessa var tankmjölksprov och 2 var individuellt tagna mjölkprov från kor med misstänkt anaplasmos. Samtliga av de analyserade mjölkproven var negativa på både ELISA och PCR, trots att tidigare studier har visat på hög förekomst av *Anaplasma* spp. hos nöt-kreatur i Sverige. Detta kan tyda på begränsad sensitivitet hos serologi och PCR vid analys av tankmjölk. Tankmjölksprov har tidigare inte analyserats avseende *Anaplasma* spp., varken med ELISA eller PCR.

Nyckelord: *Anaplasma phagocytophilum*, betesfeber, nötkreatur, Gotland, mjölk, PCR, ELISA

Abstract

Tick-borne diseases are an emerging threat against the health of both people and animals. *Anaplasma* spp. is one of these tick-borne bacterias and is commonly occurring both globally and in Sweden. *Anaplasma phagocytophilum* is the most common species found in Sweden and can cause disease in several animal species, for example tick-borne fever in ruminants and human granulocytic anaplasmosis in people. In recent years there have been reports of an increase in occurrence and severity of anaplasmosis in cattle and sheep on Gotland, with a more aggressive course of disease and higher mortality. The cause of this has not been investigated and the prevalence of antibodies against *Anaplasma* in cattle on Gotland is unknown. Blood samples are normally used to diagnose *Anaplasma* spp, but a few recent studies have detected *Anaplasma* spp. in milk with PCR. Since some species of *Anaplasma* are zoonotic, the question regarding possible transmission to humans through dairy is raised. The aim of this study is to study the presence of *Anaplasma* in dairy cows on Gotland and to investigate whether the bacteria can be excreted in milk and thereby constitute a possible route of infection. To examine the presence of antibodies and DNA in milk from cows on Gotland, 92 milk samples have been analyzed with ELISA and PCR. Of these, 90 were bulk milk and 2 were individually taken from cows with clinical signs of anaplasmosis. All samples were negative on both ELISA and PCR, despite previous studies showing a high prevalence of *Anaplasma* spp. in Swedish cattle. This may indicate limited sensitivity regarding serology and PCR of bulk milk samples. Bulk milk has not previously been analyzed with ELISA or PCR regarding *Anaplasma* spp.

Keywords: *Anaplasma phagocytophilum*, tick-borne fever, cattle, Gotland, milk, PCR, ELISA

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	9
Figurförteckning	10
1. Inledning	11
2. Litteraturoversikt.....	12
2.1 <i>Anaplasma</i>	12
2.1.1 <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	12
2.1.2 Övriga anaplasmaarter	14
2.2 Fästingar	15
2.2.1 Fästingar i Sverige	16
2.3 Livsmedelssäkerhet	18
2.4 Diagnostik	18
2.4.1 Direktmikroskopering	18
2.4.2 Molekylärdiagnostik	19
2.4.3 Serologi.....	19
2.4.4 Analys av mjölkprov	20
3. Material och metod	21
3.1 Mjölkprov	21
3.2 DNA-extraktion	21
3.3 PCR.....	21
3.4 Serologi	22
4. Resultat	23
4.1 DNA-extraktion	23
4.2 PCR.....	23
4.3 Serologi	25
5. Diskussion	27
5.1 PCR.....	27
5.1.1 Individuella mjölkprov	27
5.1.2 Tankmjölksprov	28
5.2 Serologi	30
5.3 Betydelse i praktiken	31
5.4 Framtida forskning	31
5.5 Slutsats	32
Referenser.....	33
Populärvetenskaplig sammanfattning	42
Tack	44

Tabellförteckning

Tabell 1. Primer- och probsekvenser som använts vid PCR. Referens: (Henningsson <i>et al.</i> 2015).	22
Tabell 2. Inställningar för cyklerna vid PCR.	22
Tabell 3. Resultat för testvalidering av cELISA, redovisat i optisk densitet (OD) för negativ kontroll och procentuell inhibering (% I) för positiv kontroll. Gränsvärden redovisat inom parentes.	25

Figurförteckning

Figur 1. Koncentrationen DNA för analyserade mjölkprov, mätt i $\mu\text{g}/\mu\text{l}$	23
Figur 2. Amplifikationskurvor från qPCR av mjölkprov (första analysomgången). Positiva kontroller ses med Ct-värde 24.	24
Figur 3. Amplifikationskurvor från qPCR av mjölkprov (andra analysomgången). Positiv kontroll ses med Ct-värde 24.	24
Figur 4. Resultat från qPCR av mjölkprov, redovisat i antal analyserade prover, antal positiva prover och antal prover med sen amplifikation (Ct-värde > 32).	25
Figur 5. Resultat från cELISA av mjölkprov, redovisat i procentuell inhibition. Gröna romber representerar positiva kontroller, röda romber representerar negativa kontroller och blå cirklar representerar mjölkprov. Gränsvärde $\geq 30\%$ redovisas som heldragen linje.	26

1. Inledning

Fästingburna sjukdomar utgör ett växande hot mot människors och djurs hälsa globalt. En av dessa fästingburna sjukdomar är anaplasmos, vilken orsakas av fästingburna bakterier inom släktet *Anaplasma*. Globalt sett leder *Anaplasma* spp. till betydande förluster inom jordbruket, främst via infektion med *A. phagocytophilum*, som ger upphov till betesfeber, och *A. marginale*, som orsakar bovin anaplasmos (Rar *et al.* 2021). Båda dessa ger symptom som hög feber, anorexi och letargi. Betesfeber kan även leda till sekundära infektioner och bovin anaplasmos kan ge anemi. Vissa arter av *Anaplasma* är zoonotiska. Människor som infekteras med *A. phagocytophilum* kan drabbas av human granulocytär anaplasmos (HGA), vilket kan ge allvarlig sjukdom. Förutom detta har en nyupptäckt art, *A. capra*, visats kunna orsaka sjukdom hos människor (Li *et al.* 2015).

I Sverige är anaplasmos en av de vanligaste fästingburna infektionerna och påverkar främst nötkreatur och andra idisslare på bete (SVA u.å.). De senaste åren har förekomsten och allvarlighetsgraden av anaplasmos ökat på Gotland. Hos både nötkreatur och får uppvisar den ett mer aggressivt förlopp med flera dödsfall än tidigare. Orsakerna till detta är ej kartlagda och kan bero på nya stammar eller nya arter av *Anaplasma*. Den vanligaste arten av *Anaplasma* i Sverige är *A. phagocytophilum*, men nyligen har även *A. capra* och *A. bovis* detekterats hos får på Gotland (Grandi *et al.* 2018).

Blodprov används vanligtvis för diagnostik av anaplasmos, men i ett par tidigare studier har PCR-analyser visat på förekomst av *Anaplasma* spp. i mjölk hos idisslare (Pusterla *et al.* 1997; Zhang *et al.* 2016; Dela Cruz *et al.* 2019). Med tanke på att det finns zoonotiska arter av *Anaplasma* väcks frågan om smittspridning till människor kan ske via opastöriserade mjölkprodukter. Smittspridning via mjölken skulle eventuellt även kunna utgöra en risk för diande kalvar.

Syftet med denna studie är att studera förekomsten av *Anaplasma* hos mjölkkor på Gotland samt att undersöka om anaplasma-bakterier kan detekteras i mjölkprov. Förekomsten av *Anaplasma* hos mjölkkor på Gotland har undersökts genom att analysera antikroppar i tankmjölk. För att undersöka om anaplasma-bakterier kan detekteras i mjölkprov har PCR-metodik använts. Hypotesen är att *Anaplasma* spp. bidrar till sjukdom hos nöt på Gotland samt att anaplasma-bakterier kan utöndras i mjölk hos infekterade nötkreatur.

2. Litteraturöversikt

2.1 *Anaplasma*

Släktet *Anaplasma* tillhör familjen *Anaplasmataceae* och består av obligat intracellulära gramnegativa bakterier som främst sprids via fästingar (Diaz 2025:155). Arterna har olika värddjur och infekterar framför allt granulocyter och erythrocyter (Dela Cruz *et al.* 2019).

Släktet *Anaplasma* har omorganiserats baserat på gensekvensering och består numera av sex arter (Dumler *et al.* 2001). Dessa arter är *A. bovis*, *A. centrale*, *A. marginale*, *A. ovis*, *A. phagocytophilum* och *A. platys*. Det har sedan dess tillkommit nya arter av *Anaplasma*: *A. capra* har upptäckts hos getter och människor i Kina (Liu *et al.* 2012; Li *et al.* 2015) och *A. odocoilei* hos vitsvanshjort i USA (Tate *et al.* 2013). Flera studier visar på upptäckter av eventuella nya arter inom släktet, bland annat *Candidatus Anaplasma testudinis* hos floridagoffersköldpaddan (Raskin *et al.* 2020; Crosby *et al.* 2021) och *Candidatus Anaplasma sphenisci* hos fåglar (Vanstreels *et al.* 2018). I Sverige är *A. phagocytophilum* den absolut vanligaste arten i släktet, men *A. bovis* och *A. capra* har nyligen påvisats i Sverige för första gången (Grandi *et al.* 2018).

2.1.1 *Anaplasma phagocytophilum*

Likt andra arter inom släktet *Anaplasma* är *A. phagocytophilum* strikt intracellulära bakterier. De infekterar främst neutrofiler, men även eosinofiler, monocyter, endotelceller och benmärgsceller (Klein *et al.* 1997; Pusterla *et al.* 1997; Herron *et al.* 2005). Bakterierna tar sig in i cellerna via ligander på ytan (Diaz 2025:155). Väl inne i cellen undviker de immunförsvaret genom att ta sig in i cytosolen där de sedan replikeras. Neutrofiler är kortlivade celler, men genom att fördröja neutrofilernas apoptos får bakterierna längre tid att replikeras i dessa (Sarkar *et al.* 2012). Blodbilden kännetecknas av leukopeni, erythrocytopeni, trombocytopeni, sänkt hematokrit och lägre hemoglobin (Hb) än normalt (Pusterla *et al.* 1997). Leukopenin består av neutropeni, lymfopeni och eosinopeni. Antalet neutrofiler och eosinofiler fortsätter sjunka efter den akuta fasen av sjukdomen och normaliseras först i slutet av infektionen.

Anaplasma phagocytophilum är en generalist och kan infektera många olika däggdjur, bland annat idisslare, häst, hund, katt, vilda klövdjur och människa (Stuen *et al.* 2013; Jaarsma *et al.* 2019; Schudel *et al.* 2024). Infektionen sprids via fästingbett och i Europa är *Ixodes ricinus* den främsta vektorn (Beugnet & Marié 2009). Människor och djur som insjuknar behandlas med tetracyklin (Abdoli *et al.* 2025).

Hos nötkreatur orsakar *A. phagocytophilum* betesfeber (Stuen *et al.* 2013). Typiska symptom vid betesfeber hos nöt är hög feber, anorexi, letargi och plötsligt nedsatt mjölkproduktion. Ett flertal studier har visat att de varianter av *A. phagocytophilum* som ger betesfeber är immunosuppressiva (Woldehiwet 2010). Detta kan bland annat leda till pyemi, pasteurellos, abort samt septikemi orsakat av listerios.

Människor kan infekteras av *A. phagocytophilum* via fästingbett, vilket orsakar human granulocytär anaplasmos (HGA). HGA kan ge symptom som ospecifik feber, huvudvärk, trötthet, muskelvärk och i ovanliga fall organsvikt (Schudel *et al.* 2024). Mortaliteten vid HGA har angetts vara <1 % i Nordamerika och Europa, men i Kina har den visats vara så hög som 26,5 % (Li *et al.* 2011).

Det saknas nationella data över incidens och prevalens av *Anaplasma* hos nöt i Sverige, men det finns flera studier som visar att prevalensen av *A. phagocytophilum* är hög i undersökta besättningar (Andersson *et al.* 2017; Persson Waller *et al.* 2023). I en studie som undersökte saminfektion med *Babesia divergens* och *Anaplasma phagocytophilum* i Sverige var cirka 24 % av de provtagna nötkreaturen positiva för *A. phagocytophilum* på PCR (Andersson *et al.* 2017). En annan studie, där nötkreatur från en skånsk besättning provtogs, visade att 35 % av de friska och 40 % av de sjuka djuren i besättningen var positiva för *A. phagocytophilum* på PCR (Persson Waller *et al.* 2023). Samtliga av de provtagna djuren i studien hade antikroppar mot *A. phagocytophilum*. Ytterligare en studie där två nötbесättningar i Blekinge provtogs visade att 95 % av de provtagna djuren hade antikroppar mot *Anaplasma* och 89 % var positiva vid PCR avseende *A. phagocytophilum* (Larsson *et al.* 2006). Liknande resultat redovisas i ett examensarbete som undersökt antikroppar mot *A. phagocytophilum* hos getter i Sverige. Denna studie visade på en seroprevalens på 10–65 % hos getter i olika delar av landet, med den lägsta andelen i norra Sverige (10 %) och den högsta i södra Sverige (64,6 %) (Ådén 2021). Detta stämmer överens med utbredningen av den huvudsakliga vektorn, fästingarten *Ixodes ricinus*. I Sverige finns även andra fästingarter som kan fungera som vektorer för *A. phagocytophilum*, bland annat *Haemaphysalis punctata* (Palomar *et al.* 2015). *Ixodes ricinus* förekommer i alla län i Sverige, medan *H. punctata* främst förekommer i södra Sverige (SVA 2025). Globalt sett är infektion med *A. phagocytophilum* vanligt, med en prevalens runt 8–11 % (Paramanandham *et al.* 2019; Abdoli *et al.* 2025).

Det finns bevis för persistent infektion med *A. phagocytophilum* hos flera djurslag. En studie undersökte nötbесättningar i Blekinge avseende persistens av *A. phagocytophilum* (Larsson *et al.* 2006). Resultaten visade att bakterien kunde påvisas i blod med PCR under minst sex månader, vilket tyder på att nöt kan bli

persistent infekterade. Det har även visats att andra djur som får, hjortar, möss och råttor kan bli persistent infekterade, men det saknas bevis för persistent infektion hos människor (Brown & Barbet 2016). Mekanismerna för hur infektionen persisterar är inte helt klarlagda, men en studie gjord på möss visade att bakterien invaderar endotel vilket skulle kunna fungera som ett sätt att upprätthålla kronisk infektion (Herron *et al.* 2005). Detta då förmågan att invadera endotel kan fungera som ett sätt att undvika immunförsvaret vilket leder till att bakterierna kan fortsätta infektera granulocyter och sedan spridas vidare till fästingar för att avsluta livscykeln. En annan studie visade att överföring av *A. phagocytophilum* från får till fästingar kan ske både under den akuta och post-akuta fasen av en infektion (Ogden *et al.* 2003). På detta sätt kan vissa arter fungera som reservoarer för att upprätthålla smittan i ett område.

2.1.2 Övriga anaplasmaarter

Anaplasma marginale infekterar erythrocyter och orsakar anaplasmos hos tama och vilda idisslare, vilket har stor ekonomisk påverkan globalt (Atif 2015). Smittöverföring kan ske mekaniskt via bland annat bitande insekter och blodkontaminerade instrument, transplacentalt eller biologiskt via fästingar (Kocan *et al.* 2010). Via transplacental smitta kan infekterade moderdjur föda kalvar som är positiva för *A. marginale* (Nazar *et al.* 2018). Smittöverföring via fästingar är betydligt mer effektivt än via bitandeflugor (Scoles *et al.* 2005). Ett tjugotal fästingarter kan fungera som vektorer för infektionen; dessa hör främst till släktena *Dermacentor*, *Rhipicephalus* och *Hyalomma* (Kocan *et al.* 2010; Rar *et al.* 2021). Infektion med *A. marginale* är endemisk i tropiska och subtropiska regioner och förekommer i södra Europa, Afrika, Asien samt Nord- och Sydamerika (Kocan *et al.* 2003; Rar *et al.* 2021). *Anaplasma marginale* infekterar endast idisslare men det är främst nötkreatur som utvecklar klinisk sjukdom (Rar *et al.* 2021). Symptom på bovin anaplasmos inkluderar hemolytisk anemi, feber, avmagring, abort, letargi och ikterus. Det verkar finnas en viss åldersresistens då man ser att kalvar inte utvecklar klinisk sjukdom i lika hög grad som äldre djur. Infekterade nötkreatur utvecklar livslång persistent infektion med cyklisk ricketsiemi (French *et al.* 1998). På detta sätt kan infekterade djur fungera som reservoarer.

Anaplasma centrale (tidigare kallat *A. marginale* subsp. *centrale*) har tidigare ansetts vara en underart av *A. marginale* men klassas idag som en egen art av *Anaplasma* (Khumalo *et al.* 2018). Likt *A. marginale* infekterar *A. centrale* erythrocyter. Då *A. centrale* är mindre virulent än *A. marginale* har det länge använts som vaccin mot bovin anaplasmos orsakat av *A. marginale* (Khumalo *et al.* 2016). Vaccinet ger inte fullständig immunitet men skyddar mot allvarlig sjukdom. *Anaplasma centrale* kan, likt *A. marginale*, infektera både tama och

vilda idisslare. *Anaplasma centrale* kan spridas via fästingbett, men överförs i en lägre grad via fästingbett än *A. marginale* (Ueti *et al.* 2009).

Även *A. ovis* är intraerytrocytär, men skiljer sig från tidigare nämnda patogener genom att den främst infekterar små idisslare och orsakar ovin anaplasmos (Ruiz *et al.* 2024). *Anaplasma ovis* förekommer i Nordamerika, Asien, Afrika och södra Europa, men har i senare studier påvisats så långt norrut som i Tyskland (Stuen 2016; Bauer *et al.* 2021; Rar *et al.* 2021). Ytterligare en skillnad är att *Anaplasma ovis* är zoonotisk då den har diagnostiserats hos en infekterad människa på Cypern (Chochlakis *et al.* 2010). Symptom hos får med ovin anaplasmos är svaghet, anorexi, nedsatt mjölkproduktion, anemi och feber; mer ovanliga symptom är abort, epifora och hematuri (Lacasta *et al.* 2021; Ruiz *et al.* 2024). Sjukdomen är oftast subklinisk eller lindrig. Akut sjukdom är främst associerat med stressfaktorer som saminfektion, vaccination, värme, djurtransporter, hög fästingbörda och dylikt (Renneker *et al.* 2013). Infektionen sprids via fästingar, med *Rhipicephalus* spp., *Dermacentor* spp. och *Haemaphysalis* spp. som de främsta vektorerna (Alessandra & Santo 2012).

Anaplasma capra är en relativt nyupptäckt intraerytrocytär art av *Anaplasma* som för första gången identifierades hos asymptomatiska getter i Kina (Li *et al.* 2015). Därefter har infektionen även identifierats hos människor. Symptomen som sågs hos infekterade personer inkluderar feber, huvudvärk, yrsel, frossa, illamående, kräkningar, diarré, hudutslag och regional lymfadenopati. Patienterna hade höga levervärden, leukopeni och trombocytopeni. Ett fåtal av patienterna lades in på sjukhus på grund av allvarliga symptom; samtliga överlevde. Förutom hos getter och människor har *A. capra* diagnostiserats hos ett flertal vilda och tama idisslare i Kina, Japan och Sydkorea samt hos hundar i Kina (Shi *et al.* 2019; Rar *et al.* 2021). En studie visade att prevalensen av *A. capra* hos får i Kina var 18,2 % (Yang *et al.* 2018). I Europa har *A. capra* identifierats hos hjortar i Frankrike och hos lamm på Gotland (Grandi *et al.* 2018; Jouglin *et al.* 2019). Infektionen sprids med fästingar och har i Asien isolerats från *Ixodes persulcatus*, *Rhipicephalus microplus*, *Haemaphysalis qinghaiensis*, *Haemaphysalis punctata*, *Dermacentor abaensis* och *Dermacentor nuttalli* (Li *et al.* 2015; Guo *et al.* 2019; Kim *et al.* 2024).

2.2 Fästingar

Fästingar delas in i tre familjer: Ixodidae, även kallade hårda fästingar; Argasidae, så kallade mjuka fästingar; och Nuttalliellidae, endast bestående av en art (Johnson 2023a:9–21). Dessa skiljer sig åt i utseende, utbredning och antal släkten. Ixodidae har en hård dorsalsköld (scutum) medan Argasidae istället har en förtjockad kutikula som förhindrar vätskeförlust. Ixodidae kan hittas i många olika habitat

globalt, till och med på Antarktis, medan Argasidae främst finns i tropiska och subtropiska områden där de bor i hålor, grottor och nästen. Ixodidae består av flest antal släkter, bland annat *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma*, *Rhipicephalus* och *Haemaphysalis*. Argasidae består av bland annat *Ornithodoros* och *Argas*. Det är välstuderat att Ixodidae kan bära på *Anaplasma* spp., men det har även visats att Argasidae kan bära på smittan (Zhao *et al.* 2018).

Fästingens livscykel består av flera stadier: larv, nymf och vuxen (Johnson 2023b:25–26). Livscykeln börjar med att honan lägger ägg. Ur äggen kläcks larver som äter ett blodmål från ett värdjur och utvecklas därefter till nymfer. Nymferna äter ett blodmål och utvecklas till vuxna, där de blir hona eller hane. Vuxna äter ett blodmål och parar sig, honan lägger ägg och cykeln börjar på nytt. Fästingens livscykel påverkas av klimatet; varma temperaturer främjar utveckling och äggläggning medan kalla temperaturer hämmar dessa.

2.2.1 Fästingar i Sverige

I en studie som undersökt förekomst av olika fästingarter i Sverige har 14 olika arter hittats, däribland *Ixodes ricinus*, *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma marginatum*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Argas vespertilionis* samt ett flertal andra arter ur *Ixodes* spp. (Jaenson *et al.* 1994). Flera fästingarter kan fungera som vektorer för *Anaplasma* spp.; däribland *Ixodes* spp., *Rhipicephalus* spp. och *Hyalomma* spp. (Bernard *et al.* 2018:307). I Sverige är främst *I. ricinus* associerad med anaplasmos, men även andra arter som påträffats i Sverige kan bära på patogener inom släktet. I Spanien har *Haemaphysalis punctata* visats bära på *A. phagocytophilum*, *A. marginale* samt *A. centrale* och i Frankrike har *Hyalomma marginatum* visats bära på *A. phagocytophilum* och *A. marginale* (Palomar *et al.* 2015; Joly-Kukla *et al.* 2024). Via SVA:s verktyg “Rapportera fästing” har *Haemaphysalis* spp. de senaste åren rapporterats i Skåne län, Kalmar län, Östergötlands län, Västra Götalands län och Gotlands län (SVA 2025). *Hyalomma* spp. har rapporterats i Skåne län, Kalmar län, Gotlands län, Jönköpings län, Östergötlands län, Västmanlands län, Stockholms län och Gävleborgs län. *Ixodes* spp. har rapporterats i alla län i Sverige.

Klimatförändringarna påverkar fästingarnas utbredning och population genom mildare vintrar och förlängd växtsäsong (Kjær & Bødker 2021). *Ixodes ricinus* kräver en fuktig miljö och kan överleva kortvariga perioder av kyla (Gray *et al.* 2009). Mildare vintrar gör att fästingar kan överleva vintern, medan ett förändrat klimat kan ge ökad nederbörd och förändrad växtlighet. Barrträd kan i områden längre norrut ersättas av lövträd, och löv på marken ger ett fuktigt mikroklimat som gynnar *I. ricinus*. Förlängd växtsäsong ger en längre period då fästingarna är värdsökande, och på så sätt en längre period med risk för fästinginfektioner. Ett

varmare klimat kan även göra att andra fästingararter som är etablerade i varma, torra områden tar sig längre norrut. Ett exempel på detta är *Hyalomma marginatum* som kräver en tillräckligt hög ackumulerad temperatur i september–december för att kunna etableras. Varmare temperaturer och längre växtsäsong ger även påverkan på fästingarnas värddjur, vilka kan spridas till andra områden och öka i antal (Jaenson *et al.* 2012). Hjortdjur, bland annat rådjur, är *I. ricinus* främsta värddjur och har i flera studier visats ha ett samband med utbredning och densitet av fästingpopulationer. Rådjur överlever inte stränga vintrar långt norrut i dagsläget, men med ett förändrat klimat kan rådjur och andra värddjur överleva allt längre norrut och på så sätt bidra med att sprida fästingar till en större del av landet (Jaenson & Lindgren 2011). En studie av Jaensson & Lindgren (2011) visade att en växtsäsong på över 170 dagar stämde överens med utbredningen av *I. ricinus*. I samma studie förutses att *I. ricinus* kommer finnas etablerad i hela Sverige, Norge och Finland i slutet av århundradet, med undantag för bergskedjorna. Fästingarna förutspås även finnas i rikligare mängd vid denna tidpunkt. Klimatförändringarna kommer alltså bidra till att öka fästingarnas utbredning och densitet, vilket i sin tur kommer ge ökad risk för fästingburna smittor.

Ixodes ricinus, även kallad vanlig fästing, är den vanligaste fästingen i Sverige och har ett brett spektrum av värddjur (Jaenson *et al.* 1994). Den är vektor för ett 30-tal humanpatogener, inkluderat både virus, bakterier och protozoer (Sprong *et al.* 2018). I Europa är *I. ricinus* den huvudsakliga vektorn för *A. phagocytophilum* (Gray *et al.* 2024). I en studie som undersökte förekomst av patogener hos *I. ricinus* i Skåne kunde *A. phagocytophilum* detekteras i 54 % av de undersökta fästingarna som satt på värddjur och var således den vanligaste patogenen (Cialini *et al.* 2025). Hos värdsökande (eng. questing) fästingar var prevalensen av *A. phagocytophilum* däremot endast 1,2 %. I Sverige har förekomsten och utbredningen av *I. ricinus* ökat sedan 80-talet (Jaenson *et al.* 2012). Det innebär att fästingarna har spridit sig till områden i Norrland där de tidigare inte funnits och att de förekommer i rikligare mängd i södra och mellersta Sverige. Detta är orsakat av klimatförändringarna med varmare vintrar, längre växtsäsong samt ökad population av rådjur, vilka är de huvudsakliga värdarna för vuxna *I. ricinus*.

Senare studier har visat att även *Ixodes persulcatus*, tajgafästingen, har etablerats i Norrbotten (Jaenson *et al.* 2016). Denna har både däggdjur och fåglar som värddjur och kan bära på ett flertal patogener, bland annat Borrelia och TBE-virus. I en studie som undersökte förekomst av patogener hos *I. persulcatus* i Sverige var samtliga negativa för *A. phagocytophilum* medan 55 % var positiva för Borrelia (Jaenson & Wilhelmsson 2019). *Ixodes persulcatus* har i andra studier kunnat visas bära på *A. phagocytophilum*, men detta har i dagsläget inte påvisats i Sverige.

2.3 Livsmedelssäkerhet

Studier har visat att *Anaplasma* spp. kan detekteras i mjölk. Vid experimentell infektion med *A. phagocytophilum* (tidigare *Ehrlichia phagocytophila*) kunde Pusterla *et al.* (1997) påvisa *A. phagocytophilum* i mjölken hos samtliga lakterande kor (5/5). Bakterierna kunde i mjölk detekteras med PCR-analys från dag 5 till dag 16 efter infektion, medan de i blod kunde detekteras från dag 4 till dag 21 efter infektion. Liknande resultat har setts i en senare studie av Zhang *et al.* (2016). I denna studie kunde *A. ovis*, *A. bovis* och *A. phagocytophilum* påvisas i mjölk hos getter och får i Kina. En tredje studie av Dela Cruz *et al.* (2019) visade liknande resultat hos nötkreatur i Filippinerna, där *A. marginale* kunde detekteras med PCR av mjölk. I denna studie lyfter författarna även fram skillnaden i detektion i blod jämfört med mjölk; av de undersökta nötkreaturen var 98 % positiva för *Anaplasma* i blod medan endast 6 % hade positiva mjölkprov. Författarna diskuterar att skillnaden kan bero på att *A. marginale* infekterar erythrocyter och att mjölk oftast inte innehåller blod. Det finns även studier där *Anaplasma* inte kunnat påvisas i mjölk (Cisak *et al.* 2017; Mtshali *et al.* 2022).

Endast ett fåtal, äldre studier har gjorts på oral transmission av *Anaplasma*. Dessa har visat att *Anaplasma* kan överföras oralt (Baumgartner *et al.* 1993; Pusterla *et al.* 1998). I studierna gavs kalvar en oral dos blod; i den ena studien var blodet infekterat med *A. marginale* och i den andra med *A. phagocytophilum*. I studien av Pusterla *et al.* (1998) fick en grupp nyfödda kalvar blod infekterat med *A. phagocytophilum*, en grupp äldre kalvar fick infekterat blod och en annan grupp äldre kalvar fick mjölk från kor infekterade med *A. phagocytophilum*. De nyfödda kalvarna som fick en oral dos infekterat blod uppvisade symptom, en var positiv på PCR och samtliga utvecklade antikroppar. De äldre kalvarna uppvisade inga symptom, men ingen provtagning gjordes för att undersöka om djuren var positiva på PCR. Till författarens kännedom finns inga studier gjorda på oral transmission av *Anaplasma* spp. hos människor.

2.4 Diagnostik

2.4.1 Direktmikroskopering

Den enklaste och billigaste metoden för diagnostik av *Anaplasma* är direktmikroskopering på blodutstryk. Störst mängd bakterier i blodet ses i den akuta fasen av sjukdomen, därför är det viktigt att blodproven tas i ett tidigt skede och att ingen antibiotikabehandling har satts in före provtagningen (Silaghi *et al.* 2017). För intraerytrocytära anaplasmer, som *A. marginale*, är blodutstryk på helblod bäst. Anaplasmer som infekterar leukocyter, som *A. phagocytophilum*, kan ge leukopeni vilket gör helblod mindre lämpligt för direktmikroskopering. Utstryk gjorda på buffy coat är då att föredra eftersom det är den del av det centrifugerade blodet

som består av störst mängd leukocyter. Utstryken färgas, till exempel med Giemsa, och mikroskoperas för identifiering av inklusionskroppar. Mikroskopering är det test för *Anaplasma* som har lägst sensitivitet då resultatet påverkas av avläsarens erfarenhet, antal målceller, grad av bakteriemi samt grad av leukopeni eller anemi. Testet är inte lämpligt för persistent infekterade djur då de ofta har låg grad av bakteriemi. En studie visade att andelen infekterade leukocyter varierade mellan 1–30 % (Pusterla *et al.* 1997), alltså kan mikroskopering felaktigt diagnostisera en infekterad individ som frisk. På grund av dessa anledningar bör mikroskopering alltid kombineras med annan diagnostik.

2.4.2 Molekylärdiagnostik

Polymeraskedjereaktion (PCR) kan användas för att detektera *Anaplasma* i provmaterial. Vid PCR uppförökas en bestämd DNA-sekvens genom att primers binder till vissa bestämda målregioner. Analyser för identifiering av *Anaplasma* görs vanligen på okoagulerat blod, buffy coat eller vävnadsprov, men PCR har även kunnat påvisa *Anaplasma* i DNA som extraherats från mjölk (Zhang *et al.* 2016; Silaghi *et al.* 2017; Dela Cruz *et al.* 2019). Vanliga målregioner för analys av *Anaplasma* är 16S rRNA, groEL, gltA och flertal ytproteiner (msp1, msp2, msp4, msp5) (Silaghi *et al.* 2017). Det finns flera olika sorters PCR, bland annat standard PCR, qPCR och nested PCR (Mauri Pablo *et al.* 2025). qPCR används med fördel för kvantifiering av bakteriemängd samt vid subkliniska infektioner, medan nested PCR har högre sensitivitet och därför är fördelaktigt vid infektioner med låg bakteriebörda. En annan molekylärdiagnostisk metod är sekvensering. Sekvensering används främst inom forskning för att dela upp *Anaplasma* i arter baserat på genetiska likheter (Rar *et al.* 2021).

2.4.3 Serologi

ELISA kan användas som diagnostisk metod för att detektera antikroppar mot *Anaplasma*. Serokonversion har visats ske 9–11 dagar efter infektion, vilket gör att serologisk analys bör göras i ett senare skede av sjukdomen (Pusterla *et al.* 1997). Ytproteinet MSP5 är konserverad mellan olika arter av *Anaplasma* och används därför med fördel för serodetektion av *Anaplasma* hos olika djurslag (Zhang *et al.* 2022). Detta gör dock att ett flertal arter av *Anaplasma* kan korsreagera vid undersökning med ELISA (Strik *et al.* 2007). Det finns olika typer av ELISA; bland annat cELISA, dasELISA och iELISA. Både cELISA och iELISA anses vara pålitliga för diagnos av *Anaplasma* (Zhang *et al.* 2022). cELISA har hög sensitivitet och specificitet, därför är det en av de vanligaste serologiska metoderna för diagnostik av *A. marginale* (Mauri Pablo *et al.* 2025). En annan serologisk metod, dasELISA, kan skilja på antikroppar från djur infekterade med *A. marginale* och djur som vaccinerats med *A. centrale*. Slutligen har antikroppar även kunnat detekteras i mjölk med iELISA, vilket kan vara ett viktigt diagnos-

tiskt verktyg som underlättar provtagning och minskar stress för djuren (de Echaide *et al.* 2005).

2.4.4 Analys av mjölkprov

Vanligtvis används blod för analys med PCR eller ELISA, men det finns studier som visat på förekomst av DNA och/eller antikroppar vid analys av individuella mjölkprov (Pusterla *et al.* 1997; de Echaide *et al.* 2005; Zhang *et al.* 2016; Dela Cruz *et al.* 2019). Genom att ta mjölkprov minskar risken för att sprida smitta via nålstick och man undviker sänkt mjölkproduktion på grund av stress i samband med blodprovstagning (de Echaide *et al.* 2005). Detta underlättar epidemiologisk diagnostik för att övervaka förekomst av *Anaplasma* spp. Det finns inga studier gjorda på tankmjölk gällande *Anaplasma* spp. Provtagning på tankmjölk skulle innebära än mindre stress för djuren då inga individuella prover tas. Det skulle även vara en betydligt snabbare och billigare provtagningsmetod som ger en helhetsbild av smittan i besättningen.

3. Material och metod

3.1 Mjölksprov

För analyserna användes totalt 92 mjölksprov. Av dessa var 90 tankmjölksprov från salmonella-screening på Gotland i oktober 2024. Proverna togs via Eurofins och skickades till SVA för analys av ett flertal olika agens; därefter har de förvarats nedfrysta i -20 °C i SVA:s biobank. Två av mjölksproverna var tagna i fält av veterinärer på Distriktsveterinärerna Gotland sommaren 2025 på djur med misstänkt anaplasmos. Kriterierna för provtagning var klinisk sjukdom som föranleder misstanke om anaplasmos, på remissen skrevs djurets symptom ned och skickades med mjölksprovet. Den ena kon hade feber, nedsatt allmäntillstånd och foderleda. Den andra kon hade feber, nedsatt allmäntillstånd och mastit. Mjölksproven är aseptiskt tagna i sterila mjölkrör och skickades färska in till SVA. Därefter har även dessa prover förvarats nedfrysta i -20 °C.

3.2 DNA-extraktion

DNA extraherades från totalt 92 mjölksprov som tinats i rumstemperatur. Varje prov bestod av 2 ml mjölk. Extraktionen utfördes med DNeasy PowerFood Microbial Kit (QIAGEN) enligt tillverkarens instruktioner. Två ändringar gjordes i instruktionerna: steg 1 gjordes ej då det inte ansågs nödvändigt att homogenisera mjölksproven, och i steg 2 centrifugerades proven i 10 minuter i stället för 1 minut. Den längre centrifugeringen gjordes för prov 11–100 i ett försök att få ut mer DNA. Efter extraktion kontrollerades mängd DNA med Qubit™ 4 Fluorometer (Invitrogen) och Qubit™ 1x dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen). Detta gjordes för mjölksprov 1–37, därefter tog reagensen i Qubit™ 1x dsDNA HS Assay Kit (Invitrogen) slut. Då resultaten var likvärdiga bedömdes det ej vara nödvändigt att beställa ett nytt kit för vidare analys av resterande prov.

3.3 PCR

För PCR analyserades 92 mjölksprov med PCR-system hämtat från Heningsson *et al.* (2015). I tabell 1 listas de primer- och probsekvenser som användes. Positiv kontroll tillhandahölls av SVA. För negativ kontroll användes nukleasfritt vatten (MultiQ H2O). En primer/prob-mix gjordes genom att blanda 20 µl ApF, 20 µl ApR, 4 µl ApM och 156 µl nukleasfritt vatten (MultiQ H2O). Därefter gjordes MasterMix genom att för varje prov blanda 7,5 µl Perfecta qPCR Toughmix, 0,75 µl Primer/prob-mix och 8,5 µl nukleasfritt vatten (MultiQ H2O). Ett undantag från detta protokoll är att det för första rundan PCR (prov 1–10) tillsattes 3,5 µl Perfecta qPCR Toughmix till MasterMIXen, detta korrigerades för resterande prov till 7,5 µl. Till varje brunn tillsattes 13 µl MasterMix och 2 µl provextrakt. En

positiv och en negativ kontroll användes för varje omgång. Proverna analyserades med CFX Opus 96 Real-Time PCR System. Inställningar för cyklerna kan ses i tabell 2; dessa involverar denaturering, hybridisering och elongering.

Tabell 1. Primer- och probsekvenser som använts vid PCR. Referens: Henningsson et al. 2015.

Namn	Sekvens	Target	Amplikon
ApF	TTTTGGGCGCTGAATACGAT		
ApR	TCTCGAGGGAATGATCTAATAACGT		
ApM	TGCCTGAACAAGTTATG	gltA	64 bp

Tabell 2. Inställningar för cyklerna vid qPCR.

Temp	Tid	Cykler	Steg
50 °C	10 min	x 1	Initial aktivering
95 °C	3 min	x 1	Initial denaturering
95 °C	3 sek	x 45	Denaturering
60 °C	30 sek	x 45	Hybridisering och elongering

3.4 Serologi

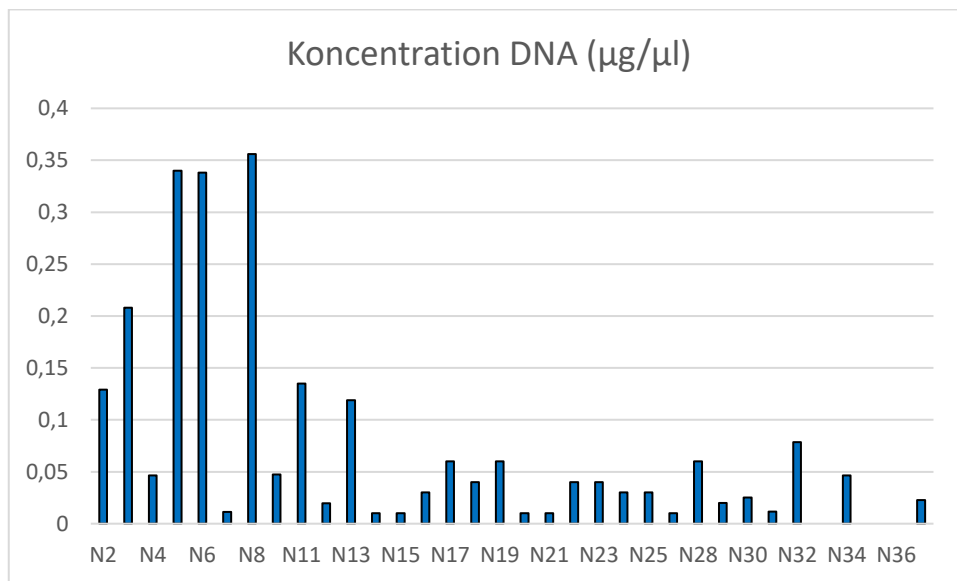
Serologi gjordes på 91 mjölkprov; 89 st var tankmjölksprov från salmonella-screening på Gotland 2024 och två st var individuellt tagna mjölkprov från misstänkt infekterade nötkreatur på Gotland under sommaren 2025. Plattan innehöll 96 brunnar och då 5 brunnar behövdes för positiv/negativ kontroll användes 91 mjölkprov istället för 92 som vid PCR. Förutom ett tankmjölksprov som togs bort (R1) användes samma mjölkprover för serologi som för PCR; supernatanten användes för serologi medan pelleten användes för DNA-extraktion och därefter PCR. I DNA-extraktionens andra steg sparades supernatanten för varje prov i separata rör; dessa rör frystes in igen och tinades vid ett senare tillfälle i rumstemperatur för analys av antikroppar. Analysen gjordes därefter med Anaplasma Antibody Test Kit cELISA v2 (VMRD Inc) enligt tillverkarens instruktioner. I testet användes plattor med 96 brunnar; tre brunnar innehöll negativ kontroll, två brunnar innehöll positiv kontroll och resterande 91 brunnar innehöll mjölkprov. Slutligen avlästes plattan direkt med en spektrofotometer (Thermo Scientific Multiskan® EX) vid en våglängd på 620 och 630 nm. Resultatet vid avläsning visades som optisk densitet (OD). Positivt resultat innebar en procentuell inhibition (% I) på ≥ 30 %. Procentuell inhibition räknades ut med följande formel:

$$\% I = 100 \times (1 - (\text{Provets OD} / \text{Negativa kontrollens OD}))$$

4. Resultat

4.1 DNA-extraktion

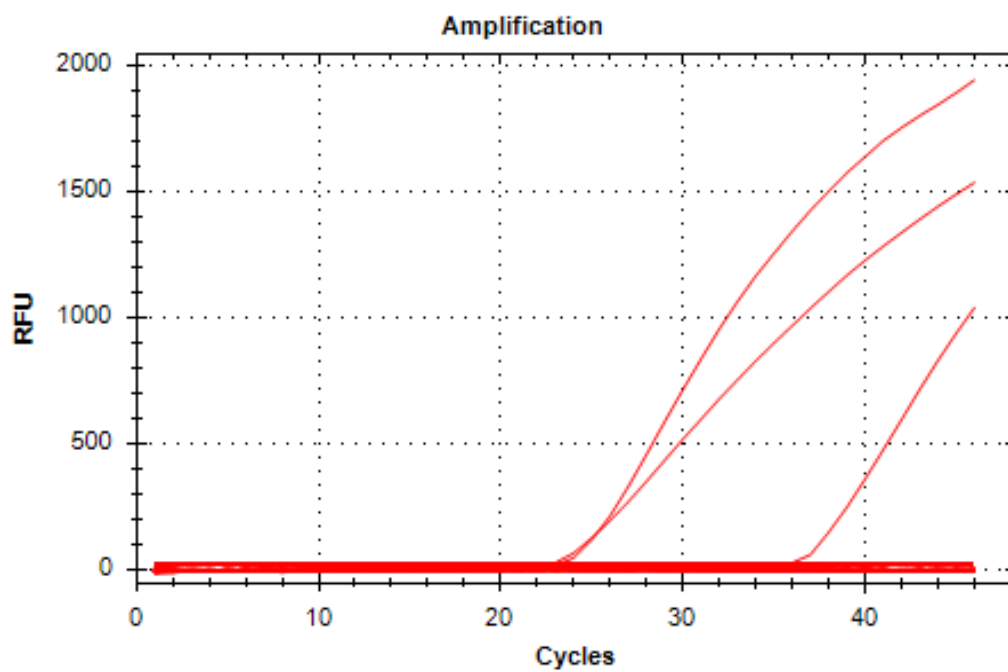
DNA-koncentrationen varierade mellan 0,01 och 0,356 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$, med ett medelvärde på 0,0772 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$. Samtliga värden redovisas nedan i figur 1. Tre prover (N33, N35 och N36) gav resultat under detektionsgränsen ('too low') och saknar därför stapel. Prov N9 saknades bland provmaterialet och redovisas därför inte i figur 1.



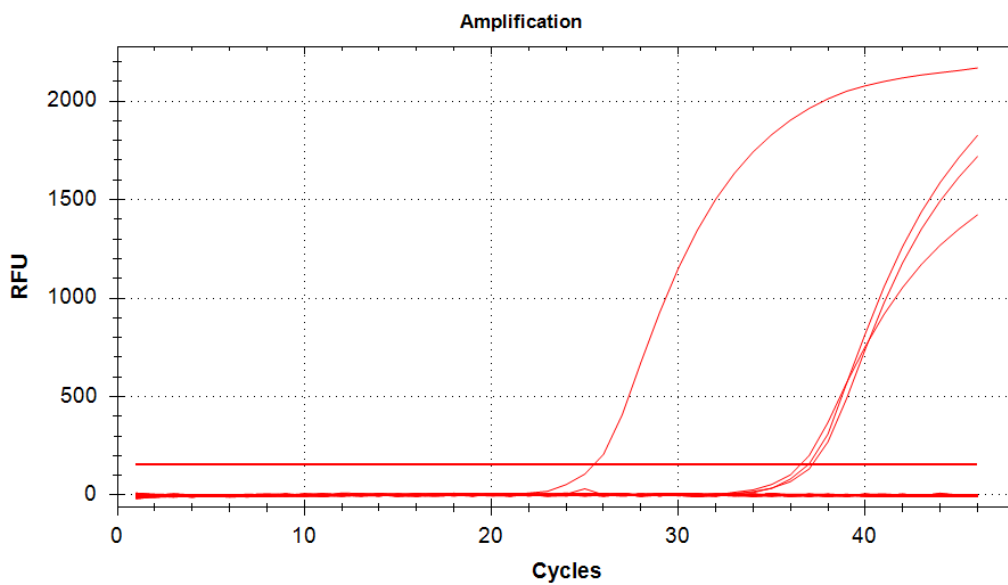
Figur 1. Koncentrationen DNA för analyserade mjölkprov, mätt i $\mu\text{g}/\mu\text{l}$.

4.2 PCR

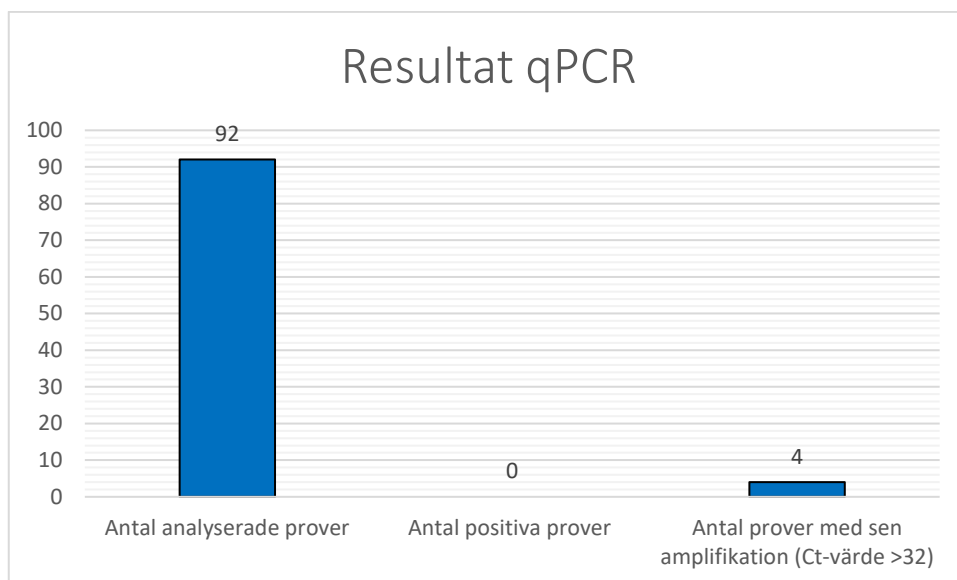
Samtliga 92 analyserade mjölkprov var negativa. De positiva och negativa kontrollerna uppfyllde testets valideringskrav. Första rundan PCR hade två positiva kontroller, vilka ses i Figur 2 som amplifikationer med Ct-värde (cycle threshold value) 24. Andra rundan PCR hade en positiv kontroll, vilken ses i figur 3 som en amplifikation med Ct-värde 24. Totalt ses 4 amplifikationer med Ct-värden > 32 .



Figur 2. Amplifikationskurvor från qPCR av mjölkprov (första analysomgången). Positiva kontroller ses med Ct-värde 24.



Figur 3. Amplifikationskurvor från qPCR av mjölkprov (andra analysomgången). Positiv kontroll ses med Ct-värde 24.



Figur 4. Resultat från qPCR av mjölkprov, redovisat i antal analyserade prover, antal positiva prover och antal prover med sen amplifikation (Ct-värde > 32).

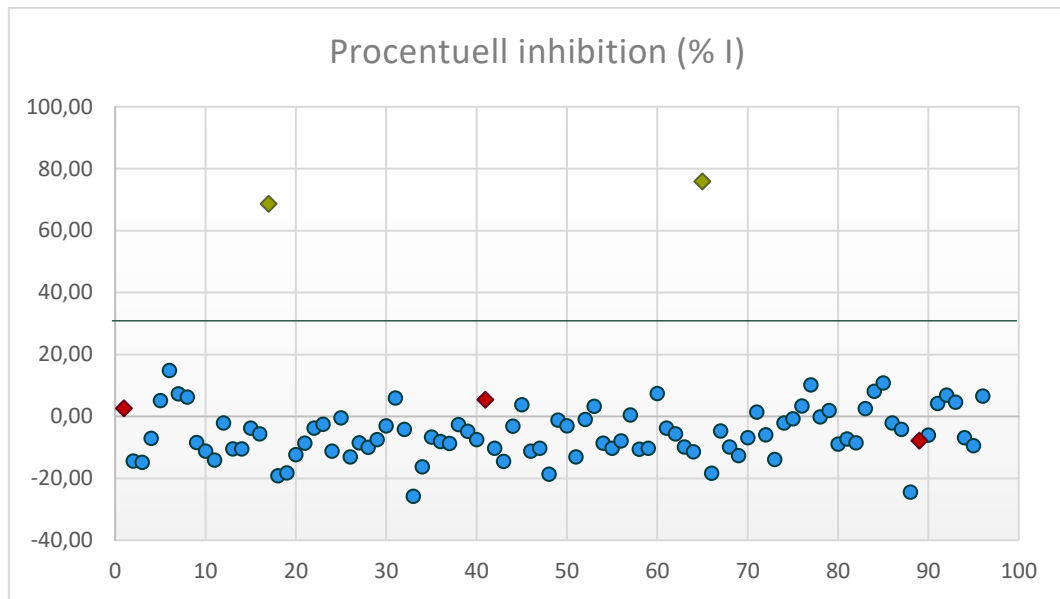
4.3 Serologi

Samtliga 91 mjölkprov var negativa vid analys med cELISA. Testets gränsvärde var fastställt till $\geq 30\%$ inhibition. I denna studie uppvisade samtliga prover en procentuell inhibition under detta gränsvärde och klassificerades därmed som negativa. Resultaten från cELISA, uttryckta i procentuell inhibition (% I), redovisas i figur 4.

Testets validering krävde att medelvärdet för de negativa kontrollernas optiska densitet (OD) låg på $> 0,40$ och $\leq 2,10$ samt att de positiva kontrollernas medelvärde uppvisade en inhibition på $\geq 30\%$. Samtliga negativa och positiva kontroller uppfyllde dessa valideringskrav (tabell 3).

Tabell 3. Resultat för testvalidering av cELISA, redovisat i optisk densitet (OD) för negativ kontroll och procentuell inhibition (% I) för positiv kontroll. Gränsvärden redovisat inom parentes.

	OD (gränsvärde)	% I (gränsvärde)
Medelvärde negativ kontroll	1,40 ($> 0,40$ och $\leq 2,10$)	
Medelvärde positiv kontroll		72,27 ($\geq 30\%$)



Figur 5. Resultat från cELISA av mjölkprov, redovisat i procentuell inhibition. Gröna romber representerar positiva kontroller, röda romber representerar negativa kontroller och blå cirkelar representerar mjölkprov. Gränsvärde $\geq 30\%$ redovisas som heldragen linje.

5. Diskussion

5.1 PCR

5.1.1 Individuella mjölkprov

De två individuellt tagna mjölkproven var negativa vid PCR-analys. Proven togs från kor med klinisk misstanke om anaplasmos; från dessa kor togs även blodprov som analyserats i ett annat examensarbete (Malmborg 2026). Dessa blodprov var negativa för *A. phagocytophilum* vid PCR, vilket överensstämmer med resultaten från mjölkproverna. Enligt en svensk studie av Persson Waller *et al.* (2024) var endast cirka 40 % av provtagna djur med klinisk misstanke om betesfeber positiva vid PCR av blodprov. Författarna drar slutsatsen att kliniska symptom på betesfeber ger dålig vägledning för att diagnostisera sjukdomen. Detta stämmer överens med att de djur i detta arbete som provtagits vid klinisk misstanke på sjukdom var negativa vid PCR.

Sannolikheten för detektion av *Anaplasma* spp. i mjölk bör kunna påverkas av flera faktorer. Då leukocyter, till skillnad från erytrocyter, förekommer naturligt i mjölk går det att anta att leukocytotropa anaplasmoser förekommer i mjölk i högre grad än erytrocytära. Detta stöds av att man i en studie kunde identifiera *A. phagocytophilum* i leukocyter i mjölk från experimentellt infekterade kor (Pusterla *et al.* 1997). Detektionsgraden i mjölk vid infektion med *A. marginale* var i en annan studie låg, vilket författarna resonerar kan bero på att erytrocyter i normala fall inte går ut i mjölken (Dela Cruz *et al.* 2019). Erytrocyter kan dock förekomma i mjölk vid till exempel mastit, trauma och intravaskulär hemolys, vilket gör att erytrocytära anaplasmoser då bör kunna detekteras i mjölk. Även höga celltal bör kunna ge ökad sannolikhet för detektion av *A. phagocytophilum* i mjölk då ett ökat celltal innebär en ökad mängd av bland annat leukocyter i mjölken (Zhang *et al.* 2016). Om mastit, som orsakar höga celltal, förekommer samtidigt som anaplasmos kan det enligt detta resonemang alltså leda till ökad utsöndring av infekterade leukocyter och eventuellt även erytrocyter i mjölk och därmed ökad sannolikhet för detektion. De två individuellt provtagna korna i detta arbete var som tidigare nämnt negativa på PCR av både blod- och mjölkprov, men den ena kon hade mastit som symptom. Om kon haft anaplasmos och mastit samtidigt bör sannolikheten för detektion i detta fall alltså vara högre. I detta arbete har inga celltalsmätningar gjorts och det går därför inte att dra några slutsatser kring detta utifrån dessa resultat.

I detta arbete var, som tidigare nämnt, de två individuellt tagna mjölkproven båda negativa. Andra studier har visat på varierande grad av förekomst av *Anaplasma* spp. i mjölk jämfört med i blod. En studie som jämförde förekomst av *A. margin-*

nale med PCR av blod och mjölk visade att 98 % av de undersökta korna var positiva på blodprov medan endast 6 % även var positiva i mjölkprov (Dela Cruz *et al.* 2019). I en annan studie visade författarna att samtliga kor som experimentellt infekterats med *A. phagocytophilum* var positiva på PCR av både mjölk- och blodprov, men de var positiva färre dagar på mjölkprov (Pusterla *et al.* 1997). En tredje studie där blod och mjölk från får och getter analyserats med PCR avseende *A. bovis*, *A. ovis* och *A. phagocytophilum* visade även den på lägre detektionsgrad i mjölk än i blod (Zhang *et al.* 2016). Sammantaget belyser dessa studier att olika arter av *Anaplasma* kan variera i hur stor grad de går ut i mjölk. Rent hypotetiskt hade korna med misstänkt anaplasmos i detta arbete kunnat vara positiva på blodprov och negativa i mjölkprov. Troligtvis var dock dessa mjölkprov sant negativa, vilket stöds av att blodproven från samma djur var negativa på PCR för *A. phagocytophilum* (Malmberg 2026).

5.1.2 Tankmjölksprov

Tankmjölksproven i detta arbete var samtliga negativa på qPCR för *A. phagocytophilum*, vilket går emot den rapporterade prevalensen av patogenen i Sverige. Flera studier i Sverige har rapporterat nötkreatur som är positiva vid PCR av blodprov för *A. phagocytophilum* (Andersson *et al.* 2017; Persson Waller *et al.* 2023; 2024). På Gotland har dessutom PCR-analys av blodprov hos får visats vara positiva för *A. phagocytophilum* och både *I. ricinus* och *H. punctata* förekommer på ön (Grandi *et al.* 2018). Dessa studier motsäger resultaten i detta arbete.

Tankmjölksproven samlades in under oktober 2024, vilket är relativt sent på fästingsäsongen. Flertal studier har tidigare rapporterat att *Ixodes ricinus*, Sveriges främsta vektor för *A. phagocytophilum*, är aktiva från mars–november (Kjellander *et al.* 2023). I sin studie visar Kjellander *et al.* (2023) att *I. ricinus* kan vara aktiva även under den svenska vintersäsongen vid temperaturer så låga som -5°C . Motsvarande temperaturer finns till författarens kännedom inte beskrivet för *H. punctata*. Enligt SMHI var oktober 2024 en ovanligt varm månad i Sverige med en medeltemperatur på Gotland på $9,6^{\circ}\text{C}$ (SMHI 2024; 2025). Detta gör att det är rimligt att anta att aktiva *I. ricinus* fanns på Gotland vid provtagningen. Det faktum att djur kan bli persistent infekterade och att *I. ricinus* kan vara aktiva under vintern gör det möjligt att få positiva prover även under vinterhalvåret (Larsson *et al.* 2006; Brown & Barbet 2016; Kjellander *et al.* 2023). Enligt detta resonemang borde det alltså ha funnits positiva djur inom studiepopulationen i oktober 2024.

Det finns flera möjliga orsaker till de negativa provresultaten. En är den utspädningsseffekt som finns i tankmjölk. Utspädningsseffekten sker när mjölk från positiva djur späds ut med mjölk från negativa djur, vilket kan förstärkas ytterligare om en låg andel av infekterade djur utsöndrar patogenen i mjölken. Denna utspädningsseffekt gör att analys av tankmjölk har lägre sensitivitet än individuellt tagna

mjölkprov (Nobrega *et al.* 2023a). Resultaten kan även bero på att de gränsvärden som finns inte är anpassade efter så pass låga halter av *Anaplasma* som kan förekomma i tankmjölk. Ytterligare en anledning kan vara att mängden DNA från *Anaplasma* i tankmjölk är för låg för testet att upptäcka. Även det faktum att proverna tinats och frusits flera gånger kan orsaka lysering av cellerna, vilket i sin tur kan påverka mängd och kvalitet på DNA:t (Johnson *et al.* 2025). Förutom ovan nämnda orsaker var koncentrationen av DNA i mjölkproven låg; proven med högst koncentration låg runt 0,35 µg/µl men de flesta låg under 0,05 µg/µl. Detta kan jämföras med en annan metod för DNA-extraktion av mjölk som fick koncentrationer på 12–45 µg/µl (Liu *et al.* 2014). Ett prov med för låg koncentration av DNA kan försvåra PCR-analys av provet. Detta sammantaget gör det möjligt att *A. phagocytophilum* kan ha funnits i tankmjölksproven, men att detta inte detekterats av testet.

Vid analys med qPCR var inga tankmjölksprov positiva, men däremot sågs höga Ct-värden (cycle threshold values) för vissa prover. Ct-värden representerar hur många amplifikationscykler som behövs för att nå tröskelvärdet i testet och har en omvänd relation till mängden kopior av målregioner i provet (Bonacorsi *et al.* 2021). Det innebär att låga Ct-värden korrelerar med hög patogenbörda, medan höga Ct-värden korrelerar med låg patogenbörda. De höga Ct-värdena som sågs i detta arbetes analys kan alltså bero på att proverna innehöll DNA från *A. phagocytophilum*, men att det fanns i för liten mängd för att räknas som positivt. Detta stämmer överens med den utspädningseffekt som sker i tankmjölk och att proverna visade på låga koncentrationer av DNA. Förutom för låg mängd av önskat DNA kan höga Ct-värden orsakas av ospecifika reaktioner, närvaro av PCR-inhibitorer i provet eller låg amplifikationseffektivitet (Yi 2024).

Till författarens kännedom finns inga studier som analyserat tankmjölk med någon sorts PCR avseende förekomst av *Anaplasma* spp. De studier som finns har analyserat individuellt tagna mjölkprov med PCR och vissa även med gensekvensering (Pusterla *et al.* 1997; Zhang *et al.* 2016; Cisak *et al.* 2017; Dela Cruz *et al.* 2019; Mtshali *et al.* 2022). Majoriteten av dessa studier har analyserat proverna med nested PCR; ingen har använt sig av qPCR. Nested PCR har högre sensitivitet än standard PCR för *Anaplasma* och är lämpligt vid analys av prov med låg DNA-halt (Mauri Pablo *et al.* 2025). qPCR används med fördel på subkliniska infektioner och för att kvantifiera bakteriebördan i provet. De amplifikationskurvor som visades i resultatet för qPCR är intressanta, men det hade även varit intressant att se vad resultaten för nested PCR hade blivit. Eventuellt hade nested PCR kunnat fungera bättre på tankmjölksprov, då proverna innehöll låga koncentrationer DNA och då tankmjölk gör att den *Anaplasma* som finns i vissa individers mjölk blandas ut med mjölk från friska individer.

5.2 Serologi

Samtliga mjölkprov var negativa vid analys med cELISA. För de två individuella mjölkprov som togs på djur med klinisk misstanke om anaplasmos var detta förväntat då antikroppar bildas i ett senare skede av sjukdomen och ej i akutfasen (Pusterla *et al.* 1997). Proverna hade dock kunnat vara positiva om djuren tidigare genomgått sjukdom. För resterande mjölkprov, vilka var tankmjölksprov, var resultatet till viss del oväntat. Förekomsten av antikroppar mot *Anaplasma* i blodprov tagna från svenska nötkreatur har i andra studier visats vara hög (Andersson *et al.* 2017; Persson Waller *et al.* 2023). Antikroppar mot *Anaplasma* spp. har påvisats i blodprov från lamm på Gotland och flertal vektorer finns på ön (Grandi *et al.* 2018). Ett examensarbete som undersökte förekomst av *Anaplasma* spp. i blodprov hos svenska getter visade att en besättning på Gotland hade högst andel seropositiva djur av de undersökta besättningarna (Ådén 2021). Trots att förekomsten på Gotland förväntas vara hög var samtliga analyserade mjölkprov i detta arbete negativa. De negativa resultaten i tankmjölksproven kan bero på den utspädningseffekt som sker i tankmjölk och att antikroppsnivåerna i tankmjölksprovet då blir för lågt för testet att detektera. Det kan även vara så att de gränsvärden som finns för testet inte är applicerbara på tankmjölksprov, vilket skulle kunna ge falskt negativa provsvar. Det är mindre sannolikt att inga djur som ingick i studien skulle ha antikroppar, därför beror resultatet troligtvis på att tankmjölk inte är lämpligt att analysera med cELISA för att få fram tillförlitliga resultat.

Testet som användes för serologisk analys med cELISA ska enligt tillverkaren användas för detektion av antikroppar mot *A. marginale*, *A. ovis* och *A. centrale* i blodprov från nötkreatur. Det har visats att *A. marginale* och *A. phagocytophilum* korsreagerar vid analys med cELISA (Dreher *et al.* 2005). Detta beror på att ytproteinet MSP5, vilket är det antigen som används för att detektera antikroppar mot *Anaplasma* vid cELISA, är mycket konserverad mellan olika arter. Det använda testet bör alltså kunna detektera antikroppar mot *Anaplasma* spp., inkluderat *A. phagocytophilum*, i blod. Det använda testet är däremot inte utvärderat för analys av mjölkprov. Detektion av antikroppar mot *Anaplasma* i mjölk är mindre studerat än i blod, men har av de Echaide *et al.* (2005) visats kunna detekteras i individuella mjölkprov med iELISA. I ett annat examensarbete som analyserade antikroppar i mjölkprov från getter med cELISA var mjölkproven negativa, trots att mjölkproven kom från getter som var starkt positiva vid cELISA av blodprov (Ådén 2021). Till författarens kännedom finns inga studier på serologisk analys av tankmjölk avseende *Anaplasma* spp. Däremot finns det många exempel på användning av ELISA för analys av antikroppar mot andra virus, bakterier och parasiter i tankmjölk, med varierande sensitivitet (Nobrega *et al.* 2023a; b)

5.3 Betydelse i praktiken

Tankmjölksproven från Gotland bör inte utgöra någon signifikant risk för oralt upptag av *A. phagocytophilum* då dessa var negativa på PCR. Däremot visade proverna på höga Ct-värden, vilket bland annat kan bero på låga halter av patogenen i provet. Det finns inga studier gjorda på oral transmission av *Anaplasma* spp. hos människor, och därmed inte heller några resultat gällande vilken mängd *A. phagocytophilum* som behövs för eventuell infektion via oralt intag. Om oral transmission via mjölk över huvud taget är möjlig kan det vara så att de halter som förekommer i tankmjölk är för låga för att orsaka infektion, men det behövs vidare forskning kring detta. Utifrån resultaten i detta arbete går det inte att säga något om risken för oral transmission i mjölk från individuella kor och inte heller om risken påverkas av ökat smittryck.

5.4 Framtida forskning

Det saknas till stor del forskning kring *Anaplasma* spp. i mjölk. I detta arbete användes cELISA för analys av antikroppar i tankmjölk, vilket gav negativa resultat. iELISA har visats vara en fungerande metod för analys av individuella mjölkprov och hade därför varit en möjlig analysmetod vid framtida studier (de Echaide *et al.* 2005). Även studier som jämför antikropps nivåer i tankmjölk och individuella mjölkprov hade varit relevant framtida forskning. Ytterligare ett förslag på vidare forskning är analys med nested PCR istället för eller i kombination med qPCR, då mjölkproverna visade så låga koncentrationer DNA.

En brist i detta arbete är att det endast fanns två individuella mjölkprov från djur med klinisk misstanke om sjukdom. Framtida försök bör fokusera på att med PCR analysera ett större urval av blod- och mjölkprov från djur med klinisk misstanke om sjukdom. Detta för att öka sannolikheten för att få positiva prov och för att se i hur hög grad patogenen förekommer i mjölkprov hos sjuka djur. Om graden av förekomst är låg minskar sannolikheten för livsmedelsburen smitta.

Ytterligare ett förslag till framtida forskning är att undersöka om det finns något oralt upptag av patogenen via mjölk. Detta bör undersökas hos djur och människor i olika åldrar, då de studier som finns endast har visat på förekomst hos kalvar vid oral giva av infekterat blod. Om det inte sker något oralt upptag är risken för infektion obefintlig, oavsett mängd patogener i mjölken. Påvisande av bakteriellt DNA i mjölk bevisar inte om bakterien överlever och är infektiös i mjölk, därför är även detta relevant vidare forskning.

5.5 Slutsats

I detta arbete har mjölkprov analyserats med cELISA och qPCR för att undersöka förekomst av *Anaplasma* i mjölk. Förekomsten av *Anaplasma* hos nöt på Gotland går inte att uttala sig om då samtliga mjölkprov var negativa på serologi, trots att positiva prover förväntades. Detta beror troligtvis på analysmetoden och att provmaterialet till största del bestod av tankmjölk. I detta arbete har *A. phagocytophilum* inte påvisats i mjölk med PCR, men sena amplifikationer sågs vilka kan bero på en låg mängd av patogenen i proven. Det går därför inte att utesluta förekomst av patogenen i mjölk. Sannolikt är risken för oral infektion vid konsumtion av tankmjölk låg, men detta behöver undersökas ytterligare.

Referenser

- Abdoli, A., Olfatifar, M., Zaki, L., Nikkhahi, F., Fardsanei, F., Sobhani, S., Sadeghi, H., Eslahi, A.V. & Badri, M. (2025). Global prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* in cattle: A one health perspective, meta-analysis and future predictions (up to 2035). *Veterinary Medicine and Science*, 11 (2), e70251. <https://doi.org/10.1002/vms3.70251>
- Alessandra, T. & Santo, C. (2012). Tick-borne diseases in sheep and goats: Clinical and diagnostic aspects. *Small Ruminant Research*, 106, S6–S11. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.04.026>
- Andersson, M.O., Víchová, B., Tolf, C., Krzyzanowska, S., Waldenström, J. & Karlsson, M.E. (2017). Co-infection with *Babesia divergens* and *Anaplasma phagocytophilum* in cattle (*Bos taurus*), Sweden. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 8 (6), 933–935. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.08.005>
- Atif, F.A. (2015). *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*: Rickettsiales pathogens of veterinary and public health significance. *Parasitology Research*, 114 (11), 3941–3957. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4698-2>
- Bauer, B.U., Răileanu, C., Tauchmann, O., Fischer, S., Ambros, C., Silaghi, C. & Ganter, M. (2021). *Anaplasma phagocytophilum* and *Anaplasma ovis*—Emerging pathogens in the German sheep population. *Pathogens*, 10 (10), 1298. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101298>
- Baumgartner, W., Stöger, J. & Marktl, W. (1993). Demonstration of the oral path of infection with *Anaplasma marginale* in calves. *The Veterinary Record*, 133 (3), 64–66. <https://doi.org/10.1136/vr.133.3.64>
- Bernard, Q., Helezen, E. & Boulanger, N. (2018). Chapter 9 - Tick-Borne Bacteria and Host Skin Interface. I: Boulanger, N. (red.) *Skin and Arthropod Vectors*. Academic Press. 293–324. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811436-0.00009-5>
- Beugnet, F. & Marié, J.-L. (2009). Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Veterinary Parasitology*, 163 (4), 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.028>
- Bonacorsi, S., Visseaux, B., Bouzid, D., Pareja, J., Rao, S.N., Manissero, D., Hansen, G. & Vila, J. (2021). Systematic review on the correlation of quantitative PCR cycle threshold values of gastrointestinal pathogens with patient clinical presentation and outcomes. *Frontiers in Medicine*, 8, 711809. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.711809>
- Brown, W.C. & Barbet, A.F. (2016). Persistent infections and immunity in ruminants to arthropod-borne bacteria in the family Anaplasmataceae. *Annual Review of Animal Biosciences*, 4 (1), 177–197. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022513-114206>

- Chochlakis, D., Ioannou, I., Tselentis, Y. & Psaroulaki, A. (2010). Human anaplasmosis and *Anaplasma ovis* variant. *Emerging Infectious Diseases*, 16 (6), 1031–1032. <https://doi.org/10.3201/eid1606.090175>
- Cialini, C., Cafiso, A., Waldeck, M., Lundgren, Å., Fält, J., Settergren, B., Choklikitumnuey, P., Chiappa, G., Rosso, E., Roveri, L., Fesce, E., Ferrari, N., Lindgren, P.-E., Bazzocchi, C. & Grandi, G. (2025). Prevalence of tick-borne pathogens in feeding and questing *Ixodes ricinus* ticks from southern Sweden. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 16 (2), 102453. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2025.102453>
- Cisak, E., Zając, V., Sroka, J., Sawczyn, A., Kloc, A., Dutkiewicz, J. & Wójcik-Fatla, A. (2017). Presence of pathogenic rickettsiae and protozoan in samples of raw milk from cows, goats, and sheep. *Foodborne Pathogens and Disease*, 14 (4), 189–194. <https://doi.org/10.1089/fpd.2016.2203>
- Crosby, F.L., Wellehan, J.F.X., Pertierra, L., Wendland, L.D., Lundgren, A.M., Barbet, A.F. & Brown, M.B. (2021). Molecular characterization of “*Candidatus Anaplasma testudinis*”: An emerging pathogen in the threatened Florida gopher tortoise (*Gopherus polyphemus*). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12 (3), 101672. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101672>
- Dela Cruz, A.P., Galay, R.L., Sandalo, K.A.C., Pilapil-Amante, F.M.I.R. & Tanaka, T. (2019). Molecular detection of *Anaplasma* spp. in blood and milk of dairy cattle in the Philippines. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43 (4), 540–545. <https://doi.org/10.3906/vet-1903-27>
- Diaz, J.H. (2025). Chapter 10 - Tick-transmitted bacterial diseases. I: Diaz, J.H. (red.) *Ectoparasitic Diseases*. 1. uppl. Academic Press. 127–164. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-26724-6.00010-2>
- Dreher, U.M., de la Fuente, J., Hofmann-Lehmann, R., Meli, M.L., Pusterla, N., Kocan, K.M., Woldehiwet, Z., Braun, U., Regula, G., Staerk, K.D.C. & Lutz, H. (2005). Serologic cross-reactivity between *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 12 (10), 1177–1183. <https://doi.org/10.1128/CDLI.12.10.1177-1183.2005>
- Dumler, J.S., Barbet, A.F., Bekker, C.P., Dasch, G.A., Palmer, G.H., Ray, S.C., Rikihisa, Y. & Rurangirwa, F.R. (2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of *Ehrlichia* with *Anaplasma*, *Cowdria* with *Ehrlichia* and *Ehrlichia* with *Neorickettsia*, descriptions of six new species combinations and designation of *Ehrlichia equi* and “HGE agent” as subjective synonyms of *Ehrlichia phagocytophila*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51 (6), 2145–2165. <https://doi.org/10.1099/00207713-51-6-2145>
- de Echaide, S.T., Bono, M.F., Lugaresi, C., Aguirre, N., Mangold, A., Moretta, R., Farber, M. & Mondillo, C. (2005). Detection of antibodies against *Anaplasma marginale* in milk using a recombinant MSP5 indirect ELISA. *Veterinary Microbiology*, 106 (3), 287–292. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.12.026>

- French, D.M., McElwain, T.F., McGuire, T.C. & Palmer, G.H. (1998). Expression of *Anaplasma marginale* major surface protein 2 variants during persistent cyclic rickettsemia. *Infection and Immunity*, 66 (3), 1200–1207. <https://doi.org/10.1128/iai.66.3.1200-1207.1998>
- Grandi, G., Aspán, A., Pihl, J., Gustafsson, K., Engström, F., Jinnerot, T., Söderlund, R. & Chirico, J. (2018). Detection of tick-borne pathogens in lambs undergoing prophylactic treatment against ticks on two Swedish farms. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 72. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00072>
- Gray, J., Kahl, O. & Zintl, A. (2024). Pathogens transmitted by *Ixodes ricinus*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 15 (6), 102402. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2024.102402>
- Gray, J.S., Dautel, H., Estrada-Peña, A., Kahl, O. & Lindgren, E. (2009). Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009, 593232. <https://doi.org/10.1155/2009/593232>
- Guo, W.-P., Zhang, B., Wang, Y.-H., Xu, G., Wang, X., Ni, X. & Zhou, E.-M. (2019). Molecular identification and characterization of *Anaplasma capra* and *Anaplasma platys*-like in *Rhipicephalus microplus* in Ankang, Northwest China. *BMC Infectious Diseases*, 19, 434. <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4075-3>
- Henningsson, A.J., Hvidsten, D., Kristiansen, B.-E., Matussek, A., Stuen, S. & Jenkins, A. (2015). Detection of *Anaplasma phagocytophilum* in *Ixodes ricinus* ticks from Norway using a realtime PCR assay targeting the *Anaplasma* citrate synthase gene *gltA*. *BMC Microbiology*, 15, 153. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0486-5>
- Herron, M.J., Ericson, M.E., Kurtti, T.J. & Munderloh, U.G. (2005). The interactions of *Anaplasma phagocytophilum*, endothelial cells, and human neutrophils. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1063 (1), 374–382. <https://doi.org/10.1196/annals.1355.090>
- Jaarsma, R.I., Sprong, H., Takumi, K., Kazimirova, M., Silaghi, C., Myserud, A., Rudolf, I., Beck, R., Földvári, G., Tomassone, L., Groenevelt, M., Everts, R.R., Rijks, J.M., Ecke, F., Hörnfeldt, B., Modrý, D., Majerová, K., Votýpka, J. & Estrada-Peña, A. (2019). *Anaplasma phagocytophilum* evolves in geographical and biotic niches of vertebrates and ticks. *Parasites & Vectors*, 12 (1), 328. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3583-8>
- Jaenson, T.G., Jaenson, D.G., Eisen, L., Petersson, E. & Lindgren, E. (2012). Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasites & Vectors*, 5, 8. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-8>
- Jaenson, T.G.T. & Lindgren, E. (2011). The range of *Ixodes ricinus* and the risk of contracting Lyme borreliosis will increase northwards when the vegetation period becomes longer. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 2 (1), 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2010.10.006>
- Jaenson, T.G.T., Tälleklint, L., Lundqvist, L., Olsen, B., Chirico, J. & Mejlön, H. (1994). Geographical distribution, host associations, and vector roles of ticks

- (Acari: Ixodidae, Argasidae) in Sweden. *Journal of Medical Entomology*, 31 (2), 240–256. <https://doi.org/10.1093/jmedent/31.2.240>
- Jaenson, T.G.T., Värnv, K., Fröjdman, I., Jääskeläinen, A., Rundgren, K., Versteirt, V., Estrada-Peña, A., Medlock, J.M. & Golovljova, I. (2016). First evidence of established populations of the taiga tick *Ixodes persulcatus* (Acari: Ixodidae) in Sweden. *Parasites & Vectors*, 9, 377. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1658-3>
- Jaenson, T.G.T. & Wilhelmsson, P. (2019). First records of tick-borne pathogens in populations of the taiga tick *Ixodes persulcatus* in Sweden. *Parasites & Vectors*, 12 (1), 559. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3813-0>
- Johnson, A.C.B., Mojica, M., Indugu, N. & Pitta, D. (2025). The effects of storage time and multiple freeze-thaw stress cycles on the integrity of rumen bacterial populations in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 108 (10), 10730–10745. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26820>
- Johnson, N. (2023a). Chapter 2 - Tick classification and diversity. I: Johnson, N. (red.) *Ticks*. Academic Press. 9–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91148-1.00013-7>
- Johnson, N. (2023b). Chapter 3 - The tick life cycle. I: Johnson, N. (red.) *Ticks*. Academic Press. 25–44. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91148-1.00005-8>
- Joly-Kukla, C., Bernard, C., Bru, D., Galon, C., Giupponi, C., Huber, K., Jourdan-Pineau, H., Malandrin, L., Rakotoarivony, I., Riggi, C., Vial, L., Moutailler, S. & Pollet, T. (2024). Spatial patterns of *Hyalomma marginatum*-borne pathogens in the Occitanie region (France), a focus on the intriguing dynamics of *Rickettsia aeschlimannii*. *Microbiology Spectrum*, 12 (8). <https://doi.org/10.1128/spectrum.01256-24>
- Jouglin, M., Blanc, B., de la Cotte, N., Bastian, S., Ortiz, K. & Malandrin, L. (2019). First detection and molecular identification of the zoonotic *Anaplasma capra* in deer in France. *PLoS ONE*, 14 (7), e0219184. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219184>
- Khumalo, Z.T.H., Brayton, K.A., Collins, N.E., Chaisi, M.E., Quan, M. & Oosthuizen, M.C. (2018). Evidence confirming the phylogenetic position of *Anaplasma centrale* (ex Theiler 1911) Ristic and Kreier 1984. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 68 (8), 2682–2691. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.002832>
- Khumalo, Z.T.H., Catanese, H.N., Liesching, N., Hove, P., Collins, N.E., Chaisi, M.E., Gebremedhin, A.H., Oosthuizen, M.C. & Brayton, K.A. (2016). Characterization of *Anaplasma marginale* subsp. *centrale* strains by use of *msp1a*S genotyping reveals a wildlife reservoir. *Journal of Clinical Microbiology*, 54 (10), 2503–2512. <https://doi.org/10.1128/JCM.01029-16>
- Kim, Y.J., Seo, J.Y., Park, J.S., Kim, S.Y., Aknazarov, B., Atabekova, N. & Lee, H.I. (2024). Molecular analysis of tick-borne bacterial pathogens from ticks infesting animal hosts in Kyrgyzstan, 2021. *Microorganisms*, 12 (6), 1046. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12061046>

- Kjellander, P., Bergvall, U.A., Chirico, J., Ullman, K., Christensson, M. & Lindgren, P.-E. (2023). Winter activity of *Ixodes ricinus* in Sweden. *Parasites & Vectors*, 16 (1), 229. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05843-9>
- Kjær, L.J. & Bødker, R. (2021). Scandinavia and ticks in a changing climate. I: *Climate, Ticks and Disease*. 90–95. <https://doi.org/10.1079/9781789249637.0014>
- Klein, M.B., Miller, J.S., Nelson, C.M. & Goodman, J.L. (1997). Primary bone marrow progenitors of both granulocytic and monocytic lineages are susceptible to infection with the agent of human granulocytic ehrlichiosis. *The Journal of Infectious Diseases*, 176 (5), 1405–1409. <https://doi.org/10.1086/517332>
- Kocan, K.M., de la Fuente, J., Blouin, E.F., Coetzee, J.F. & Ewing, S.A. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology*, 167 (2), 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.012>
- Kocan, K.M., Fuente, J. de la, Guglielmone, A.A. & Meléndez, R.D. (2003). Antigens and alternatives for control of *Anaplasma marginale* infection in cattle. *Clinical Microbiology Reviews*, 16 (4), 698–712. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.4.698-712.2003>
- Lacasta, D., Lorenzo, M., González, J.M., Ruiz de Arcaute, M., Benito, A.Á., Baselga, C., Milian, M.E., Lorenzo, N., Jiménez, C., Villanueva-Saz, S. & Ferrer, L.M. (2021). Epidemiological Study related to the first outbreak of ovine anaplasmosis in Spain. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 11 (7), 2036. <https://doi.org/10.3390/ani11072036>
- Larsson, L.-G., Bergström, K. & Aspan, A. (2006). Persistens av *Anaplasma phagocytophilum* hos naturligt infekterade svenska nötkreatur. *Svensk veterinärtidning*, 2006 (8–9), 13–19
- Li, H., Zheng, Y.-C., Ma, L., Jia, N., Jiang, B.-G., Jiang, R.-R., Huo, Q.-B., Wang, Y.-W., Liu, H.-B., Chu, Y.-L., Song, Y.-D., Yao, N.-N., Sun, T., Zeng, F.-Y., Dumler, J.S., Jiang, J.-F. & Cao, W.-C. (2015). Human infection with a novel tick-borne *Anaplasma* species in China: a surveillance study. *The Lancet Infectious Diseases*, 15 (6), 663–670. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)70051-4](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)70051-4)
- Li, H., Zhou, Y., Wang, W., Guo, D., Huang, S. & Jie, S. (2011). The clinical characteristics and outcomes of patients with human granulocytic anaplasmosis in China. *International Journal of Infectious Diseases*, 15 (12), e859–e866. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2011.09.008>
- Liu, Y.F., Gao, J.L., Yang, Y.F., Ku, T. & Zan, L.S. (2014). Novel extraction method of genomic DNA suitable for long-fragment amplification from small amounts of milk. *Journal of Dairy Science*, 97 (11), 6804–6809. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8066>
- Liu, Z., Ma, M., Wang, Z., Wang, J., Peng, Y., Li, Y., Guan, G., Luo, J. & Yin, H. (2012). Molecular survey and genetic identification of *Anaplasma* species in goats from central and southern China. *Applied and Environmental Microbiology*, 78 (2), 464–470. <https://doi.org/10.1128/AEM.06848-11>

- Malmborg, C. (2026). *Betesfeber hos får - situationen på Gotland*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet.
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-22002>
- Mauri Pablo, J.D., Del Solar, J.J.C., Hinojosa Enciso, E.T., Polveiro, R.C., Vieira, D. da S., Ramos Sanchez, E.M., Bardales Escalante, W., Maicelo Quintana, J.L. & Lopez Lapa, R.M. (2025). Anaplasmosis in the Amazon: diagnostic challenges, persistence, and control of *Anaplasma marginale* and *Anaplasma phagocytophilum*. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1571694.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1571694>
- Mtshali, K., Khumalo, Z.T.H., Kwenda, S., Arshad, I. & Thekiso, O.M.M. (2022). Exploration and comparison of bacterial communities present in bovine faeces, milk and blood using 16S rRNA metagenomic sequencing. *PLoS ONE*, 17 (8), e0273799. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273799>
- Nazar, M., Khan, M.A., Shah, A.A., Rahman, S.U., Khan, I., Ullah, A., Khan, I.U. & Shuaib, M. (2018). Occurrence and transplacental transmission of *Anaplasma marginale* in dairy cattle. *Slovenian Veterinary Research*, 55 (3).
<https://doi.org/10.26873/SVR-499-2018>
- Nobrega, D.B., French, J.E. & Kelton, D.F. (2023a). A scoping review of the testing of bulk milk to detect infectious diseases of dairy cattle: Diseases caused by bacteria. *Journal of Dairy Science*, 106 (3), 1986–2006. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22395>
- Nobrega, D.B., French, J.E. & Kelton, D.F. (2023b). A scoping review of the testing of bulk tank milk to detect nonbacterial pathogens or herd exposure to nonbacterial pathogens in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106 (8), 5636–5658.
<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22586>
- Ogden, N.H., Casey, A.N.J., Woldehiwet, Z. & French, N.P. (2003). Transmission of *Anaplasma phagocytophilum* to *Ixodes ricinus* ticks from sheep in the acute and post-acute phases of infection. *Infection and Immunity*, 71 (4), 2071–2078.
<https://doi.org/10.1128/iai.71.4.2071-2078.2003>
- Palomar, A.M., Portillo, A., Santibáñez, P., Mazuelas, D., Roncero, L., García-Álvarez, L., Santibáñez, S., Gutiérrez, Ó. & Oteo, J.A. (2015). Detection of tick-borne *Anaplasma bovis*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Anaplasma centrale* in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*, 29 (3), 349–353.
<https://doi.org/10.1111/mve.12124>
- Paramanandham, K., Mohankumar, A., Puttahonnappa Suresh, K., Susan Jacob, S. & Roy, P. (2019). Prevalence of *Anaplasma* species in India and the World in dairy animals: A systematic review and meta-analysis. *Research in Veterinary Science*, 123, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.01.013>
- Persson Waller, K., Backhans, A. & Comin, A. (2024). Betesfeber hos nötkreatur. *Svensk veterinärtidning*, 2024 (05/24), 40–43
- Persson Waller, K., Dahlgren, K., Grandi, G., Holding, M.L., Näslund, K., Omazic, A., Sprong, H., Ullman, K. & Leijon, M. (2023). A disease outbreak in beef cattle

- associated with Anaplasma and Mycoplasma Infections. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 13 (2), 286. <https://doi.org/10.3390/ani13020286>
- Pusterla, N., Huder, J., Wolfensberger, C., Braun, U. & Lutz, H. (1997). Laboratory findings in cows after experimental infection with Ehrlichia phagocytophila. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 4 (6), 643–647. <https://doi.org/10.1128/cdli.4.6.643-647.1997>
- Pusterla, N., Huder, J., Wolfensberger, C., Lutz, H. & Braun, U. (1998). Experimental oral transmission of Ehrlichia phagocytophila to calves. *Veterinary Record*, 143 (9), 250–251. <https://doi.org/10.1136/vr.143.9.250>
- Rar, V., Tkachev, S. & Tikunova, N. (2021). Genetic diversity of Anaplasma bacteria: Twenty years later. *Infection, Genetics and Evolution*, 91, 104833. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104833>
- Raskin, R.E., Crosby, F.L. & Jacobson, E.R. (2020). Newly recognized Anaplasma sp. in erythrocytes from Gopher Tortoises (Gopherus polyphemus). *Veterinary Clinical Pathology*, 49 (1), 17–22. <https://doi.org/10.1111/vcp.12823>
- Renneker, S., Abdo, J., Salih, D.E.A., Karagenç, T., Bilgiç, H., Torina, A., Oliva, A.G., Campos, J., Kullmann, B., Ahmed, J. & Seitzer, U. (2013). Can Anaplasma ovis in small ruminants be neglected any longer? *Transboundary and Emerging Diseases*, 60 (s2), 105–112. <https://doi.org/10.1111/tbed.12149>
- Ruiz, H., de Arcaute, M.R., Benito, A.Á., Villanueva-Saz, S., Jiménez, J.C. & Lacasta, D. (2024). Long-lasting infection with Anaplasma ovis in sheep. *Veterinary Research Communications*, 48 (1), 521–525. <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10186-y>
- Sarkar, A., Hellberg, L., Bhattacharyya, A., Behnen, M., Wang, K., Lord, J.M., Möller, S., Kohler, M., Solbach, W. & Laskay, T. (2012). Infection with Anaplasma phagocytophilum activates the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt and NF-κB survival pathways in neutrophil granulocytes. *Infection and Immunity*, 80 (4), 1615–1623. <https://doi.org/10.1128/IAI.05219-11>
- Schudel, S., Gygyax, L., Kositz, C., Kuenzli, E. & Neumayr, A. (2024). Human granulocytotropic anaplasmosis—A systematic review and analysis of the literature. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 18 (8), e0012313. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012313>
- Scoles, G.A., Broce, A.B., Lysyk, T.J. & Palmer, G.H. (2005). Relative efficiency of biological transmission of Anaplasma marginale (Rickettsiales: Anaplasmataceae) by Dermacentor andersoni (Acari: Ixodidae) compared with mechanical transmission by Stomoxys calcitrans (Diptera: Muscidae). *Journal of Medical Entomology*, 42 (4), 668–675. <https://doi.org/10.1093/jmedent/42.4.668>
- Shi, K., Li, J., Yan, Y., Chen, Q., Wang, K., Zhou, Y., Li, D., Chen, Y., Yu, F., Peng, Y., Zhang, L. & Ning, C. (2019). Dogs as new hosts for the emerging zoonotic pathogen Anaplasma capra in China. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 9, 394. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00394>
- Silaghi, C., Santos, A.S., Gomes, J., Christova, I., Matei, I.A., Walder, G., Domingos, A., Bell-Sakyi, L., Sprong, H., von Loewenich, F.D., Oteo, J.A., de la Fuente, J. &

- Dumler, J.S. (2017). Guidelines for the direct detection of *Anaplasma* spp. in diagnosis and epidemiological studies. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 17 (1), 12–22. <https://doi.org/10.1089/vbz.2016.1960>
- SMHI (2024). *Oktober 2024 - En normal månadsnederbörd på tre dygn*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, [text]. <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/manadens-vader-och-vatten-i-sverige/manadens-vader-och-vatten-i-sverige/2024-11-27-oktober-2024---en-normal-manadsnederbord-pa-tre-dygn> [2025-11-19]
- SMHI (2025). *Ladda ner väderobservationer*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. [text]. <https://www.smhi.se/data/hitta-data-for-en-plats/ladda-ner-vaderobservationer> [2025-11-18]
- Sprong, H., Azagi, T., Hoornstra, D., Nijhof, A.M., Knorr, S., Baarsma, M.E. & Hovius, J.W. (2018). Control of Lyme borreliosis and other *Ixodes ricinus*-borne diseases. *Parasites & Vectors*, 11, 145. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2744-5>
- Strik, N.I., Alleman, A.R., Barbet, A.F., Sorenson, H.L., Wamsley, H.L., Gaschen, F.P., Luckschander, N., Wong, S., Chu, F., Foley, J.E., Bjoersdorff, A., Stuen, S. & Knowles, D.P. (2007). Characterization of *Anaplasma phagocytophilum* major surface protein 5 and the extent of its cross-reactivity with *A. marginale*. *Clinical and Vaccine Immunology*, 14 (3), 262–268. <https://doi.org/10.1128/CVI.00320-06>
- Stuen, S. (2016). Haemoparasites in small ruminants in European countries: Challenges and clinical relevance. *Small Ruminant Research*, 142, 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.03.005>
- Stuen, S., Granquist, E.G. & Silaghi, C. (2013). *Anaplasma phagocytophilum*—a widespread multi-host pathogen with highly adaptive strategies. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2013.00031>
- SVA (2025). *Karta och tabell över fästingfynd*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/aktuellt/insamlingar/rapportera-faesting/karta-och-tabell-oever-faestingfynd/> [2025-10-16]
- SVA (u.å.). *Aggressiv anaplasma ett hot mot betande får och nötkreatur*. Statens veterinärmedicinska anstalt. <https://www.sva.se/forskning/forskningsprojekt/foka/aggressiv-anaplasma-ett-hot-mot-betande-faar-och-noetkreatur/> [2025-09-04]
- Tate, C.M., Howerth, E.W., Mead, D.G., Dugan, V.G., Luttrell, M.P., Sahara, A.I., Munderloh, U.G., Davidson, W.R. & Yabsley, M.J. (2013). *Anaplasma odocoilei* sp. nov. (family Anaplasmataceae) from white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 4 (0), 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.09.005>
- Ueti, M.W., Knowles, D.P., Davitt, C.M., Scoles, G.A., Baszler, T.V. & Palmer, G.H. (2009). Quantitative differences in salivary pathogen load during tick transmission underlie strain-specific variation in transmission efficiency of *Anaplasma marginale*. *Infection and Immunity*, 77 (1), 70–75. <https://doi.org/10.1128/IAI.01164-08>

- Vanstreels, R.E.T., Yabsley, M.J., Parsons, N.J., Swanepoel, L. & Pistorius, P.A. (2018). A novel candidate species of *Anaplasma* that infects avian erythrocytes. *Parasites & Vectors*, 11, 525. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3089-9>
- Woldehiwet, Z. (2010). The natural history of *Anaplasma phagocytophilum*. *Veterinary Parasitology*, 167 (2), 108–122. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.013>
- Yang, J., Han, R., Niu, Q., Liu, Z., Guan, G., Liu, G., Luo, J. & Yin, H. (2018). Occurrence of four *Anaplasma* species with veterinary and public health significance in sheep, northwestern China. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9 (1), 82–85. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.10.005>
- Yi, X. (2024). *The Reasonable Range of Ct Values in qPCR Experiments*. Yeasen - Leading Innovation in Molecular Enzymes and Reagents. <https://www.yeasenbio.com/blogs/molecular-biology/the-reasonable-range-of-ct-values-in-qpcr-experiments> [2025-11-21]
- Zhang, J., Ma, H., Ai, J., Qi, T., Kang, M., Li, J. & Sun, Y. (2022). Serological analysis of IgG and IgM antibodies against *Anaplasma* spp. in various animal species of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 12 (19), 2723. <https://doi.org/10.3390/ani12192723>
- Zhang, Y., Lv, Y., Cui, Y., Wang, J., Cao, S., Jian, F., Wang, R., Zhang, L. & Ning, C. (2016). First molecular evidence for the presence of anaplasma DNA in milk from sheep and goats in china. *Parasitology Research*, 115 (7), 2789–2795. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5028-z>
- Zhao, L., Lin, X.-M., Li, F., Li, K.-R., He, B., Zhang, L.-Y., Pan, J.-J., Wang, Q.-R., Gao, J.-M., Johnson, N., Yuan, X.-F., Lv, J.-Z., Wu, S.-Q. & Liu, Y.-H. (2018). A survey of argasid ticks and tick-associated pathogens in the Peripheral Oases around Tarim Basin and the first record of *Argas japonicus* in Xinjiang, China. *PLoS ONE*, 13 (12), e0208615. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208615>
- Ådén, F. (2021). *Förekomst av Anaplasma spp. hos ett urval av den svenska getpopulationen*. Sveriges lantbruksuniversitet. Veterinärprogrammet. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-16445> [2025-09-10]

Populärvetenskaplig sammanfattning

Anaplasmos orsakas av bakterier inom släktet *Anaplasma*. Både globalt och i Sverige orsakar dessa bakterier sjukdom hos ett flertal olika djur, däribland människor och idisslare. Bakterierna sprids via fästingbett och sjukdomen påverkas därför av klimatförändringarna; med ett varmare klimat sprids fästingar allt längre norrut och blir mer rikligt förekommande i sina etablerade områden. På grund av detta utgör anaplasmos och andra fästingburna sjukdomar ett ökande hot mot människors och djurs hälsa. På Gotland har det de senaste åren rapporterats om ökad allvarlighetsgrad och fler dödsfall orsakat av sjukdomen.

Det finns flera arter inom släktet *Anaplasma* och dessa olika arter går in i olika celler i värddjuret; vissa arter infekterar vita blodkroppar medan andra infekterar röda blodkroppar. Bakterierna måste gå in i dessa celler för att överleva och föröka sig. I Sverige är *A. phagocytophilum* absolut vanligast och infekterar vita blodkroppar hos ett flertal olika djur, bland annat idisslare och människor. Idisslare som blir infekterade får en sjukdom som kallas betesfeber. Vanliga symptom vid betesfeber är nedsatt allmäntillstånd, hög feber och sänkt mjölkproduktion men kan också leda till sekundära infektioner av olika slag. Hos människor orsakar bakterien human granulocytär anaplasmos, vilket ger symptom som feber, trötthet och i ovanliga fall organsvikt. I Sverige är vanlig fästing (*Ixodes ricinus*) den huvudsakliga spridaren av *A. phagocytophilum*, men infektionen kan även spridas av bland annat trubbnosfästing (*Haemaphysalis punctata*). Båda dessa fästingarter förekommer på Gotland. Andra arter av *Anaplasma* är bland annat *A. marginale*, *A. centrale*, *A. bovis*, *A. ovis* och *A. capra*.

Vanligtvis diagnostiseras *Anaplasma* genom att analysera blodprov. Några nyliga studier har dock visat på förekomst av bakterierna i mjölkprov. Påvisande av bakterierna i mjölken väcker frågan om människor kan infekteras vid konsumtion av opastöriserad mjölk och mjölkprodukter. Eftersom det inte finns mycket forskning på området påbörjades denna studie.

I detta arbete har 92 mjölkprov från kor på Gotland analyserats; 90 tankmjölksprov och 2 individuellt tagna mjölkprov från kor med klinisk misstanke om sjukdom. Tankmjölksproverna samlades in i oktober 2024 som en del av screening för salmonella. De individuella mjölkproven är tagna av veterinärer i fält under sommaren 2025. Proverna analyserades för att påvisa antikroppar (ELISA) och bakterier (PCR). Samtliga mjölkprov var negativa i båda analysmetoderna; varken antikroppar eller bakterier kunde med säkerhet påvisas. Däremot sågs resultat på PCR som kan betyda att det fanns låga mängder av bakterier i vissa mjölkprov.

Då samtliga mjölkprov var negativa, trots att det borde ha funnits positiva prover, dras slutsatsen att tankmjölksprov inte är lämpligt att analysera med de valda analysmetoderna. Det finns ingen tidigare forskning gjord gällande påvisande av *Anaplasma* i tankmjölksprov med ELISA eller PCR. Vidare forskning behövs för att fastslå lämpliga metoder för analys av tankmjölk och för att kartlägga förekomst av *Anaplasma* hos nöt på Gotland.

Tack

Jag vill passa på och tacka för all otrolig hjälp jag fått med mitt examensarbete. Först och främst vill jag tacka min huvudhandledare Ylva Persson. Hon har varit till ovärderlig hjälp i skrivandet av detta arbete. Med enormt stor kompetens, tydlighet och peppande kommentarer har hon styrt mig rätt när jag irrat bort mig i texten. Jag vill även tacka henne för att jag förra året fick gå på konferens i hennes ställe, vilket var väldigt inspirerande. Lika mycket hjälp har jag fått av min biträdande handledare Dinah Seligsohn, ansvarig för projektet på SVA, som jag också vill rikta ett stort tack till. Förutom att ge ovärderlig feedback på texten med tydliga, konstruktiva och peppande kommentarer har hon beställt provmaterial och svarat på mina många frågor kring projektet. Labbarbetet hade inte varit möjligt utan min biträdande handledare Marios Lazaros Michailidis som handlett på labb och svarat på mina många frågor om analyser och resultat. Utan honom hade inget blivit rätt. Även Clara Malmborg, som skrivit ett annat examensarbete inom samma projekt, ska ha ett stort tack för alla timmar vi hjälpts åt på labbet. Hennes handledare, Anna Omazic och Giulio Grandi, vill jag också tacka för att de svarat på mina frågor och varit del i projektet. Tack till Sara Eriksdotter Engsfrid på Växa för att jag fick ställa frågor om hur situationen upplevts på Gotland och till Gård & Djurhälsan för svar kring obduktionsstatistik. Och sist men inte minst ett stort tack till alla kursare, vänner och familj som hejat och stöttat. Det har varit väldigt roligt att få skriva det här arbetet!

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

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

☒ JA, jag har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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